CY CERGY PARIS UNIVERSITE

Thèse de doctorat

pour l'obtention du titre de

DOCTEUR EN PATRIMOINE. ETUDES PATRIMONIALES

délivré par

CY Cergy Paris Université

École doctorale n°628

Arts, Humanités et Sciences sociales

et réalisée dans le cadre de l'EUR Humanités, Création, Patrimoine

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme d'investissements d'avenir intégré à France 2030, portant la référence ANR-17-EURE-0021

à

Christophe TUFFERY

Ce que le numérique fait à l'archéologie et aux archéologues

Contribution historiographique et épistémologique à l'étude des évolutions d'une discipline et de ses pratiques en France depuis les années 1970

Volume 1

Sous la direction de : Julien Longhi, Professeur, CY Cergy Paris Université

Thèse soutenue publiquement le 12 Décembre 2022

Jury **Bruno Bachimont**, Professeur des Universités, Université de Technologie de Compiègne Rapporteur
Dominique Garcia, Professeur des Universités, Université d'Aix-Marseille
Julien Longhi, Professeur des Universités, CY Cergy Paris Université, Directeur
Geneviève Pinçon, Conservatrice du Patrimoine, Ministère de la Culture
Haris Procopiou, Professeur des Universités, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Rapporteuse
Boris Valentin, Professeur des Universités, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Codirecteur

Marcheur, ce sont tes traces
Le chemin, et rien de plus.
Marcheur, il n'y a pas de chemin.
Il se fait chemin en marchant.
Et en regardant en arrière,
On voit le sentier que jamais
On ne reviendra fouler.
Marcheur, il n'y a pas de chemin.
Seulement des sillages sur la mer

Antonio Machado, *Chant XXIX Proverbes et chansons,*
Champs de Castille, 1917

Dès que séchera la rosée, regarde la rouille posée sur la médaille et son revers
Elle teinte bien les feuilles d'automne, elle vient à bout des fusils cachés
Elle rongerait les grilles oubliées dans les prisons, s'il n'y venait personne
Moi, je la vois comme une plaie utile, marquant le temps d'ocre jaune et de roux
La rouille aurait un charme fou, si elle ne s'attaquait qu'aux grilles

Maxime Le Forestier, *La rouille*
Musique : Maxime Le Forestier
Parolier : Georges Charles Brassens
© Éditions Musicales Ray Ventura, 1972

The echo of a distant tide
Comes willowing across the sand

Album *Echoes*
Parolier : Roger Waters
© The Pink Floyd, 1971

Ce sont les hommes que l'histoire veut saisir.
Qui n'y parvient pas ne sera jamais, au mieux, qu'un manœuvre de l'érudition

Marc Bloch, *Apologie pour l'histoire, Armand Colin, 1974, p. 35*

« - Avec le trafic, j'ai mis une heure pour venir jusqu'ici
- Certains mettent des années à venir jusqu'ici »

En thérapie, saison 2, épisode 4

« Dans la vie, j'ai eu des hauts et des bas ;
dans les hauts, j'installais des antennes et, dans les bas, j'étais scaphandrier. »

Boby Lapointe

DROIT D'AUTEUR ET DONNEES A CARACTERE PERSONNEL

Ce mémoire de thèse est protégé par le droit d'auteur par la jurisprudence et par la loi, en particulier par le Code de propriété intellectuelle, article L112-2.

Parmi les données produites ou utilisées pour cette recherche se trouvent des données à caractère personnel. Celles-ci ont été traitées de manière licite, loyale et transparente au regard des personnes concernées conformément à l'article 5.1-a du Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD) qui encadre le traitement des données personnelles sur le territoire de l'Union européenne. Les personnes interrogées pour cette recherche ont exprimé leur consentement explicite et positif à la publication des notes des entretiens les concernant, présentes dans le second volume. Certaines personnes ont demandé à ce que ces notes soient anonymisées. Quelques-unes n'ont pas répondu ou n'ont pas souhaité que les notes de leurs entretiens soient publiées. Enfin, pour les personnes n'ayant pas répondu à la demande de leur consentement, les notes des entretiens n'ont pas été publiées.

L'application ArchéoText a été développée à partir de l'application EDArc qui est la propriété de l'Inrap. Le code source d'ArchéoText n'est pas ouvert, au moins aussi longtemps que ne le sera pas celui de l'application EDArc.

REMERCIEMENTS

Cette thèse n’aurait pas pu voir le jour ni être conduite à son terme sans la contribution de nombreuses personnes. Pour certaines d’entre elles, leur aide bienveillante et parfois amicale fut d’un soutien incommensurable. Par avance, je prie celles qui ne trouveront pas leur nom cité de bien vouloir m’en excuser et de ne pas m’en tenir rigueur.

Mes premiers remerciements vont à Julien Longhi, Professeur des Sciences du langage à CY Cergy Paris Université, directeur de l’Institut des humanités Numériques, qui a bien voulu accepter la direction de ma thèse dès que je l’ai sollicité. Sa confiance en ma capacité à réaliser ce travail de recherche, sa bienveillance à mon égard, ses lectures constructives de mes travaux, dans un domaine qui lui est en partie étranger, ont été des atouts majeurs pour mon projet, de même que ses appuis indéfectibles dans mes démarches successives pour obtenir les moyens de ma recherche.

Mes seconds remerciements vont à Boris Valentin, Professeur des universités en archéologie préhistorique à l’Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne, qui a accepté d’assurer la codirection de ma thèse. La lecture de certains de ses travaux et le souvenir de son enseignement lors de mes études d’archéologie m’ont beaucoup inspiré. Je me réjouis d’avoir pu bénéficier de son soutien, de ses encouragements, de ses suggestions toujours très pertinentes et de sa lecture exigeante de ce travail qui lui doit beaucoup.

Je remercie également tous les membres du jury qui m’ont fait l’honneur d’accepter de participer à celui-ci.

Mes remerciements très sincères vont à Christian Hottin, Directeur des études à l’Inp jusqu’en septembre 2022 et devenu depuis cette date Chercheur invité au sein de l'EUR *Humanités, création et patrimoine* ainsi que Christelle Ventura, Directrice exécutive de l’EUR, qui m’ont accompagné tous les deux pendant ma thèse avec une bienveillance sans faille. Je remercie aussi Anna Vieira, assistante ingénieure médiation scientifique et pédagogique à CY Cergy Paris Université, qui a toujours su répondre avec efficacité à mes sollicitations, notamment pour la bourse d’aide à la mobilité internationale des doctorants qui m’a été octroyée par l’EUR, ainsi que Lidia Shevchenko, chargée de mission aux projets européens à la Direction Europe de CY Cergy Paris Université, qui m’a aussi accompagné pour ma mission à Barcelone dans le cadre de l’Alliance Eutopia.

Je tiens aussi à exprimer mes remerciements à Pierre Mounier, ingénieur de recherche à l'EHESS, directeur-adjoint du Centre pour l'édition électronique ouverte qui a accueilli favorablement ma proposition de l’associer comme encadrant scientifique de ma thèse. J’ai toujours beaucoup apprécié la lecture de ses écrits et la qualité de nos échanges.

Mes remerciements vont également à Claudia Marinica, enseignante-chercheuse à Polytech Nantes, qui avait accepté initialement de participer à l’encadrement de ma thèse lorsqu’elle était en poste à CY Cergy Paris Université.

Je tiens aussi à remercier Dominique Garcia, Président de l’Inrap, qui m’a accordé, sur la proposition du Conseil Scientifique de l’Inrap, le temps indispensable pour réaliser cette recherche sous la forme d’un congé pour travaux personnels de recherche d’une durée de 12 mois et d’un congé de fin de thèse de 2 mois. Sans ces moyens qui m’ont été octroyés, je n’aurai pas pu conduire ce travail dans de bonnes

conditions. Je tiens à souligner la valeur particulière de ces dispositifs pour les agents de l'institut qui souhaitent s'engager dans des recherches personnelles.

Mes remerciements vont aussi à nombre de mes collègues de l'Inrap et d'abord à celles et ceux de la Direction Scientifique et Technique, qui ont eu à me supporter depuis mon arrivée à l'Inrap en avril 2010. J'espère que ma présence à leurs côtés a su leur témoigner d'un esprit de confraternité.

Je remercie Marc Bouiron, son Directeur, qui a toujours accepté de donner une suite favorable à mes demandes successives concernant ce projet de thèse, notamment pour obtenir les congés nécessaires pour conduire à bien ce travail de recherche. Je remercie aussi Richard Cottiaux et Giulia De Palma, respectivement Directeur adjoint activité opérationnelle et méthodes et Directrice adjointe Recherche et valorisation scientifique, qui ont su, chacun dans sa fonction, accueillir favorablement ma démarche. Je n'oublie pas tous les nombreux autres collègues de l'Inrap avec lesquels j'ai eu l'occasion d'échanger, de travailler, de partager parfois des engagements syndicaux, ainsi que toutes celles et ceux que j'ai sollicités dans le cadre de ma thèse. J'ai une pensée particulière pour Corinne dont la gentillesse n'a d'égales que sa disponibilité et sa compétence professionnelle.

En dehors de l'Inrap, que toutes les autres personnes que j'ai interrogées pour ma thèse soient de nouveau remerciées pour leur disponibilité. Parmi mes collègues extérieurs à l'institut, je tiens à remercier celles et ceux dont les travaux et les publications ont directement alimenté ma réflexion et ma recherche. Que ce soit pour les entretiens ou pour recueillir des exemples de bases de données, d'applications d'enregistrement de terrain, de données, d'archives et de rapports de fouilles, je suis reconnaissant à toutes celles et ceux qui m'ont accordé de leur temps et m'ont confié certaines de leurs archives, parfois très personnelles.

Bruno Desachy, Julie Gravier et Léa Hermenault ont organisé et animé les ateliers Sitrada les samedis matin depuis 2013 à l'Institut d'Art et d'Archéologie de la rue Michelet. Qu'ils en soient remerciés ainsi que tous les participants à ces ateliers. Je retiens de ces moments très riches la diversité des travaux présentés et les échanges fructueux qui les ont suivis, y compris au Bar des Facultés. A cette occasion, je tiens à remercier Anne Chaillou pour ses travaux et pour nos échanges depuis 2010, notamment lors des RIC, sans oublier son excellente brioche du samedi matin...

Parmi ces collègues, j'ai une pensée très amicale pour Paul Fernandes, mon « ami de 40 ans » comme il se plaît à le répéter lui-même, ainsi que pour Vincent Delvigne, Céline Bressy-Léandri, Stéphane Renault, Jérémy Garniaux, avec lesquels les collaborations, engagées dans le cadre des PCR Réseau de lithothèques et du GDR SILEX, ont toujours été très fructueuses, faites d'exigence scientifique et d'amitiés sincères. Je n'oublie pas toutes les autres personnes rencontrées dans ce cadre avec lesquelles des échanges souvent très sympathiques ont eu lieu.

Je remercie les collègues étrangers à Liège, à Namur, à Rome, à Barcelone, à Oxford qui ont accepté de m'accorder quelques heures de leur temps pour de riches échanges qui m'ont permis de mettre en perspective une partie des éléments de ma recherche dans un contexte européen.

Je n'oublie pas l'encadrement de qualité dont j'ai bénéficié au cours de la première année de thèse dans le cadre du master 2 d'Histoire des Sciences, des Techniques et des Savoirs à l'EHESS, pour lequel j'ai préparé un mémoire sous la direction de Clémentine Gutron, chargée de recherche au CNRS, membre du Centre Alexandre Koyré. A cette occasion, la lecture des travaux de Françoise Waquet, Directrice de recherche émérite au CNRS, qui a accepté de participer au jury de ce mémoire de master, m'a beaucoup inspiré. Je tiens aussi à remercier les enseignants du master 2 de l'EHESS, dont j'ai beaucoup apprécié la qualité des enseignements, malgré une année universitaire chahutée par la pandémie de Covid-19.

J'ai une pensée particulièrement émue pour Chloé Daugas, à laquelle je suis très reconnaissant d'avoir bien voulu accepter de me confier des archives personnelles de Jean-Pierre, son mari, disparu

en 2011 et dont le souvenir des moments partagés avec lui m'habite quotidiennement. Une grande partie de ce travail tire son origine des années de fouilles passées à ses côtés et des nombreuses discussions que nous avons eues, toujours stimulantes, quelques fois tard dans la nuit, en écoutant Boby Lapointe, dans les volutes de cigarettes et les vapeurs d'alcool. Je remercie aussi Éric Daugas qui m'a permis de récupérer des archives numériques des Rivaux, issues du programme qu'il avait développé dans les années 1980, un temps où l'informatique sur les chantiers de fouilles en était à ses balbutiements.

Je remercie également les autres fouilleurs des Rivaux, rencontrés dans les années 1980 sur ce chantier et dont quelques-uns travaillent aujourd'hui à l'Inrap. Nos années partagées sur le terrain ont directement inspiré ce travail qui vise à en restituer une partie de l'esprit.

Je remercie aussi Jean-Louis Voruz et Joël Vital, parmi les premiers fouilleurs des Rivaux dans les années 1970, qui ont accepté de partager avec moi leurs souvenirs de ce chantier et de m'en confier certaines de leurs archives personnelles.

Mes remerciements affectueux vont à Léa Saint-Raymond qui m'a offert l'opportunité de rejoindre l'Observatoire des Humanités Numériques de l'École Normale Supérieure. Dès nos premiers échanges, Léa a fait preuve à mon égard d'une gentillesse et d'un encouragement que je n'oublierai pas.

Sans les nommer individuellement tous, je tiens aussi à adresser mes remerciements à plusieurs personnes de mon entourage personnel, qui, à un titre ou à un autre, m'ont encouragé dans cette aventure de trois années et, parfois, ont eu à en subir les effets collatéraux. Je pense à Valérie, à Christine et toutes celles et ceux dont la liste des noms serait trop longue à établir ici.

RESUMES ET MOTS-CLES

Résumé en français

Cette thèse adopte un double point de vue historiographique et épistémologique.

En prenant comme période d'étude les cinq dernières décennies, la thèse questionne les pratiques numériques des professionnels de l'archéologie depuis l'acquisition de données jusqu'à leur publication sur l'internet. Néanmoins cette recherche se concentre sur le terrain, lieu privilégié d'observation de la construction des savoirs archéologiques.

Son projet est un ensemble d'observations et d'interprétations sur la transformation des pratiques de de la notation et de l'enregistrement des informations sur les observations de terrain, en s'appuyant sur l'étude de plusieurs sources documentaires directes et indirectes, des archives de fouille, des dispositifs numériques, des entretiens et notre propre pratique, mise en réflexivité.

Parmi ses résultats, la thèse a abouti au développement d'une application de transcription numérique ArchéoText qui s'appuie sur plusieurs des méthodes et techniques des « humanités numériques ». Appliquée à l'étude de cahiers de fouille des années 1970 et 1980, l'analyse des contenus de ce type d'archives en montre la richesse des contenus. Elles comportent les traces de la production des savoirs sur le terrain, de la vie sur la fouille, des relations entre les archéologues, que ce soit sur le terrain ou en dehors de celui-ci, des réseaux de sociabilité des archéologues pour l'époque concernée.

L'observation de nombreux dispositifs numériques apparus à partir du milieu des années 1980 et des pratiques récentes qui leur sont liées ont montré d'importants changements dans les contenus et supports des notations de terrain depuis plusieurs décennies. Certains types d'archives et modalités de production de savoirs sont en voie de disparition, au profit d'autres modalités qui convergent vers une production massive de données.

L'évolution des méthodes et techniques numériques soulève de nombreux problèmes, que ce soit dans la formation des utilisateurs, dans l'hétérogénéité constatée et durable des pratiques numériques, dans le fonctionnement des collectifs de travail, dans les critères de scientificité empruntés à d'autres disciplines scientifiques. Si les professionnels de l'archéologie observent cette mutation le plus souvent de façon distanciée, parfois critique, la plupart d'entre eux s'y inscrivent en cherchant à négocier des consensus et de nouvelles positions pour rendre l'adoption de ces nouvelles pratiques supportables à titre individuel et collectif.

Face à la tendance à l'homogénéisation des pratiques et des savoirs numériques de l'archéologie, la thèse promeut une histoire émotionnelle des savoirs archéologiques, qui permet de (re)trouver la dimension anthropologique de la construction des nouveaux savoirs de l'archéologie.

Mots-clés en français

Archéologie, numérique, pratiques, dispositifs, savoirs, historiographie, épistémologie, humanités numériques

Titre en anglais

What digital technology does to archaeology and archaeologists. A historiographical and epistemological contribution to the study of the evolution of a discipline and its practices in France since the 1970s

Résumé en anglais

This thesis adopts a double historiographic and epistemological point of view.

Taking the last five decades as the period of study, the thesis questions the digital practices of archaeological professionals from data acquisition to their publication on the Internet. Nevertheless, this research focuses on the field, the privileged place of observation of the construction of archaeological knowledge.

Its project is a set of observations and interpretations on the transformation of the practices of notating and recording information about field observations, drawing on the study of several direct and indirect documentary sources, excavation archives, digital devices, interviews and our own practice, put into reflexivity.

Among its results, the thesis leds to the development of a digital transcription application, ArchéoText, which relies on several of the methods and techniques of the "digital humanities. Applied to the study of excavation notebooks from the 1970s and 1980s, the analysis of the contents of this type of archive shows the richness of its contents. They contain traces of the production of knowledge on the field, of life on the excavation, of the relationships between the archaeologists, whether on the field or outside it, of the sociability networks of the archaeologists for the period concerned.

The observation of numerous digital devices that appeared from the mid-1980s onwards, and of recent practices linked to them, had shown important changes in the contents and media of field notations over the last several decades. Certain types of archives and modalities of knowledge production are disappearing, to the benefit of other modalities that converge towards a massive production of data.

The evolution of digital methods and techniques raises numerous problems, whether in the training of users, in the observed and lasting heterogeneity of digital practices, in the functioning of work groups, or in the criteria of scientificity borrowed from other scientific disciplines. If archaeological professionals observe this change most often in a distanced, sometimes critical way, most of them are involved in it by trying to negotiate consensus and new positions to make the adoption of these new practices bearable individually and collectively.

Faced with the tendency to homogenize the practices and digital knowledge of archaeology, the thesis promotes an emotional history of archaeological knowledge, which allows us to (re)find the anthropological dimension of the construction of new archaeological knowledge.

Mots-clés en anglais

Archaeology, digital, practices, devices, knowledge, historiography, epistemology, digital humanities

AVANT-PROPOS

Qu’est-ce qu’une « thèse par le projet »?

Avant de présenter les résultats de nos travaux, il nous a semblé utile de préciser comment nous avons compris la notion de « thèse par le projet ». Cette précision nous semble nécessaire parce qu’elle a constitué le cadre de la thèse en même temps qu’un de ses objectifs[1].

Le site Web de l’Institut national du patrimoine (Inp) fournit la définition suivante pour la notion de « recherche par le projet » :

« *La recherche par le projet entend intégrer la pratique (artistique, de conception / design, de restauration, de conservation…) au processus de recherche, en considérant que la production de connaissances peut aussi – et doit aussi – s’opérer dans la pratique et par la pratique. Il s’agit donc d’imaginer une pratique de recherche qui s’appuie sur la pratique du projet, dont le matériau est produit dans le cours du projet et par le projet* »[2].

Concernant l’École Universitaire de Recherche *Humanités, Création et Patrimoine* de Cergy dans laquelle s’inscrit la présente thèse, le site Web de l’Inp souligne le fait que la recherche s’inscrit avant tout dans les pratiques professionnelles des doctorants. Ces derniers concernent des domaines disciplinaires très variés et sont issus d’une multitude de parcours de formation et d’expériences professionnelles (agents du secteur public, fonctionnaires d’État ou de collectivités territoriales, salariés du privé, autoentrepreneurs, etc.),

---

[1] Pour ce mémoire, l’option fréquente consistant à utiliser la première personne du pluriel ou « nous de modestie » s’explique par le choix de nous poser comme un chercheur essayant de se « distancier », autant que possible, de son objet de recherche. Cet emploi du « nous de modestie » permet au « chercheur-sujet » de se tenir à distance du « sujet-objet d’étude ». Dans quelques paragraphes, nous avons opté pour la première personne du singulier qui correspond au moment où le « sujet-chercheur » s’exprime dans une posture de réflexivité assumée. L’emploi de la première personne permet au chercheur notamment d’évoquer l’influence sur son travail des différentes formes de capital, au sens bourdieusien (économique, social, culturel, scientifique) dont il dispose et du contexte historique dans lequel il s’inscrit. Cette coexistence de la première personne du singulier et de celle du pluriel ne correspond à aucune norme et peut être critiquée. Elle offre néanmoins la possibilité de divers angles d’écriture pour son auteur et de découverte pour son lectorat. (cf. Ivan Jablonka. *L’histoire est une littérature contemporaine. Manifeste pour les sciences sociales*. Paris, Seuil, 2015, 368 pages. Voir en particulier le chapitre XI - *Le texte-recherche*. pp. 283-304). L’usage de la première personne est l’une des voies possibles pour mettre en œuvre la méthode de la réflexivité. Promue par plusieurs sociologues comme Max Weber, Anthony Giddens ou encore Pierre Bourdieu, la réflexivité consiste pour l’« acteur » à se questionner sur lui-même, sur ses préconçus, ses propres biais (Pierre Bourdieu. *Science de la science et Réflexivité*, Raisons d’agir, Paris, 2001, 200 pages). Dans ce mémoire, le passage de la première personne du singulier à celle du pluriel et inversement, pourrait perturber le lecteur. Cette mobilité du sujet s’exprimant illustre les aller-retour permanents dans notre/ma recherche entre les deux positions d’où cette recherche a été effectuée et mise en réflexivité.

[2] Source : https://www.inp.fr/Recherche-colloques-et-editions/Actualites/5-nouveaux-doctorants-professionnels-du-patrimoine-realiseront-leur-these-par-le-projet

« *Au niveau doctoral, l'EUR Humanités, Création et Patrimoine porte la création d'un practice-led*[3] *PhD, sélectif, fortement internationalisé et ouvert, entre autres, aux architectes, artistes, paysagistes, restaurateurs, conservateurs ou écrivains* »[4].

Dans les domaines artistiques, il peut s'agir du processus de création et de son résultat.

Dans les domaines des sciences du patrimoine[5], ce peut être la conception d'un musée, d'une exposition, reposant sur une série de planches ou un cahier des charges de la maquette, physique ou virtuelle, de cet ouvrage à venir.

Ces éléments de définition ne s'appuient sur aucun texte réglementaire. L'absence de référence formelle autorise des déclinaisons larges de la notion de thèse par le projet qui semble être une catégorie en cours de construction. Celle-ci regroupe donc des travaux de nature assez variée comme le confirment ces lignes extraites du site Web de l'Inp :

« [Le projet de thèse] s'articule autour d'un projet patrimonial qui peut être, par exemple, le commissariat d'une exposition, l'élaboration d'un nouveau projet scientifique et culturel, la conception et la réalisation d'un nouvel accrochage des collections permanentes, le traitement et la mise en valeur d'un fonds d'archives, l'analyse et la description d'un ensemble d'objets mobiliers ou issus d'une fouille. ».

Concernant la mention *Études patrimoniales* dans laquelle nous sommes inscrit, le site de l'Inp ne fournit aucun détail sur les méthodologies mobilisables pour répondre aux spécificités d'une recherche et d'un doctorat par le projet.

« *(…) le doctorat sur projet doit permettre de produire des connaissances nouvelles, tant dans les disciplines fondamentales qui servent de référence à l'expertise patrimoniale (notamment histoire, histoire de l'art, archéologie, histoire des sciences et techniques) que dans les disciplines techniques qui sont mises en œuvre dans l'exercice de la pratique patrimoniale (notamment muséologie archivistique, méthodes d'analyse et de description du patrimoine mobilier et bâti, ainsi que du patrimoine archéologique).* »

La notion de « projet »

Le terme de « projet » présente une forte polysémie.

De la consultation des définitions du *Dictionnaire Larousse* en ligne[6] et du dictionnaire *Le Robert* en ligne[7], il ressort que le projet est à la fois une vision mentale, propre à son auteur, et sa concrétisation, sous la forme d'un produit matériel partageable avec autrui.

Le projet vise à donner à voir ce qui provient de l'imagination d'un ou de plusieurs individus. Le projet est aussi le support d'interactions multiples. D'une part, le projet naît d'échanges entre son ou ses auteurs et l'objet d'imagination et de recherche qu'il constitue. D'autre part, il est riche des relations entre son ou ses auteurs et les publics auxquels il s'adresse. Celui-ci s'inscrit donc dans des rapports

[3] Comprendre « une thèse dirigée par la pratique ».

[4] Source : https://www.inp.fr/Recherche-colloques-et-editions/Recherche/École-Universitaire-de-Recherche-Humanites-creation-et-patrimoine/Doctorat-par-le-projet

[5] Les sciences du patrimoine, si elles ne constituent pas une discipline académique, regroupe les projets de recherche qui ont comme objet la connaissance des patrimoines matériels et immatériels (cf. https://www.culture.gouv.fr/Thematiques/Sciences-du-patrimoine)

[6] https://dictionnaire.lerobert.com/definition/projet

[7] https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/projet

sociaux, culturels, économiques, politiques existants ou en construction. Le projet ressortit autant du régime de l'idéel que du régime matériel pour reprendre la distinction proposée par Maurice Godelier (1934-)[8].

« *S'approprier la nature, c'est, pour l'homme, inventer des moyens matériels et idéels pour disjoindre certains éléments des écosystèmes qu'il exploite et les faire servir à ses besoins. Cette action implique la mise en œuvre de rapports sociaux qui lui servent de cadre et de support et qui, quelle que soit l'instance où ils se situent, fonctionnent comme des rapports sociaux de production, ou, selon un parler plus commun, comme des rapports économiques* ».

Le terme de projet désigne donc aussi bien quelque chose à construire et qui n'existe pas initialement que ses premières étapes de réalisation qui permettent déjà de rendre visible et discutable l'idée théorique d'origine. Le projet emprunte à la métaphore de l'accouchement qui suit une période de gestation, pendant laquelle l'auteur du projet est, le plus souvent, seul à faire grandir l'idée en lui. Dans le cas de projets de groupes, la métaphore doit être adaptée en voyant le groupe comme un individu collectif.

La notion de projet relève de deux domaines, celui de l'abstraction, de l'intuition, de l'intention, exercice solitaire le plus souvent et celui de la réalisation, de la concrétude, de la fabrique où le partage s'impose. Le premier domaine est celui de l'imagination, de la méditation de son auteur comme l'affirme le philosophe Gaston Bachelard (1884-1962) :

« Dans la pensée scientifique, la méditation de l'objet par le sujet prend toujours la forme du projet »[9].

Le projet implique également la prise de risques puisqu'il est une projection sur l'avenir d'une réalisation qui n'existe pas encore à l'origine du projet. Tout projet tire donc une grande partie de sa fragilité du fait d'être une projection depuis le présent sur le futur, un temps qui n'est pas encore advenu et qui n'est pas maîtrisable. Mais cette fragilité peut être compensée par des marges de sécurité, des ajustements, des corrections avant le terme du projet. Cette possibilité doit permettre soit de réorienter certains choix initiaux, soit d'enrichir et de prolonger le projet d'origine, selon les résultats observés au fur et à mesure de sa mise en œuvre ou à l'issue de celui-ci. Le projet tire donc son intérêt principal de la possibilité d'être réorienté, amendé, interrompu, sans que les conséquences soient aussi importantes que pour un processus de production.

En effet, les processus de production (de biens ou de services) sont habituellement stables, maîtrisés. On connaît par avance les résultats, avec une très forte probabilité qu'ils correspondent aux prévisions. Ils supportent souvent très mal les ajustements en cours de production[10].

Le mode projet (*project management*) est un mode de conduite de projet. Ce mode provient du monde de l'entreprise et le secteur public l'a largement adopté depuis le nouveau management public. Il vise à intégrer les pressions temporelles majeures et les facteurs de risques nombreux auxquels les organisations actuelles sont exposées. Ce mode est souvent présenté comme plus vertueux que le mode

---

[8] Maurice Godelier, *L'idéel et le matériel. Pensée, économies, sociétés*. Paris, Fayard, 350 pages

[9] Gaston Bachelard, *Le Nouvel Esprit scientifique*, P.U.F., 2020

[10] Néanmoins, en gestion de projets informatiques, depuis une vingtaine d'années, la notion de projet à cycle court rencontre beaucoup de succès. Elle s'appuie sur le *Manifeste pour le développement agile de logiciels* daté de 2001. Elle permet des ajustements entre les équipes de concepteurs et des représentants des usagers visés par le projet informatique. Le cadre méthodologique correspondant à ces projets se veut léger, peu contraignant, centré sur l'individu et les échanges avec lui. La planification du projet doit être adaptative, les développements doivent évoluer rapidement si besoin, une série de livraisons des réalisations permettant d'apporter rapidement les corrections nécessaires en fonction des retours des utilisateurs, selon un cycle itératif. Il existe plusieurs méthodes répondant à ces critères. Elles sont habituellement regroupées sous le vocable de méthodes AGILE.

processus ou le mode métier traditionnel. Pour certains auteurs, et contrairement à l'idée habituellement affirmée que le mode projet libérerait les capacités d'adaptation des agents publics et celles de leur encadrement, il semble que cette nouvelle étape dans le changement du mode de gestion de l'action publique ne soit pas le signe d'une « *transformation du capitalisme mais une complexification des formes de domination* »[11].

Le mode métier a été défini en s'appuyant notamment sur une division scientifique du travail, connue dès le XVIIIème siècle mais théorisée par l'ingénieur américain Frederick Winslow Taylor (1856-1915) entre les années 1880 et le début du XXème siècle[12]. Des centres de production en série s'appuyant sur cette organisation et ce mode de gestion du travail furent installés comme ce fut le cas par exemple des usines de Henri Ford pour l'industrie automobile au début du XXème siècle[13].

Le mode métier est le résultat d'une analyse fine, s'apparentant à une observation rigoureuse, quasi scientifique des ressources techniques disponibles ainsi que des gestes des intervenants qui doivent être le plus proche possible des référentiels définis par les bureaux des méthodes et des délais de réalisation mesurables. Partant de ces observations, le mode métier vise à optimiser et rendre plus efficiente la quantité d'énergie et les autres formes d'investissement (matériels, humains, financiers) nécessaires pour atteindre un niveau de production défini.

Toutes ces caractéristiques sont censées être absentes du mode projet. A ses débuts, un projet ne peut donc entièrement définir ses résultats. Il doit laisser une marge d'imagination, d'inventivité, de savoir-faire pour parvenir aux résultats imaginés à grands traits mais qui ne peuvent pas être prédéfinis dans le détail au préalable.

Pourquoi ce long détour par l'étymologie et l'historiographie des notions évoquées ici ?

D'une part pour marquer d'emblée l'ambition d'une double nature revendiquée par ce mémoire, épistémologique et historiographique. Elles sont toutes deux filles d'une réflexion sur les conditions de possibilité des savoirs archéologiques et de leur transformation récente par l'usage de dispositifs numériques, une transformation qui s'inscrit dans l'histoire de la discipline archéologique[14].

D'autre part, parce que nous considérons notre travail de recherche par le projet non pas comme le résultat d'un processus traditionnel de production d'une réalisation dont les plans seraient précisément préétablis et les objectifs clairement prédéfinis, mais comme les premières étapes d'un projet qui intègre une part de « créativité »[15] mais aussi d'improvisation. En nous appuyant sur notre expérience

---

[11] Marcel Guenoun et Nicolas Matyjasik. « La fin de l'histoire du NPM ? » In : *En finir avec le New Public Management* [en ligne]. Paris : Institut de la gestion publique et du développement économique, 2019, pp.1-26. DOI : https://doi.org/10.4000/books.igpde.5790

[12] Frederick Winslow Taylor, *Principes d'organisation scientifique des usines* (trad. Jean Royer), Paris, H. Dunod et É. Pinat, 1912

[13] Michel Pouget, *Taylor et le taylorisme*, Que sais-je ? Paris, PUF, 1998

[14] Cette approche emprunte à une certaine conception de l'épistémè. Cette notion tire son origine du grec ancien ἐπιστήμη / epistémê, qui désignait la « connaissance vraie », « la science ». Elle regroupait les notions de « savoir constitué » et de « vertu ». Le terme ne désignait pas uniquement un mode de savoir mais une attitude, un engagement, un « être savant en acte » pour reprendre l'exemple employé par Aristote dans *L'Éthique à Nicomaque* (livre VI). Aujourd'hui, pour le dictionnaire *Le Petit Robert*, la notion d'épistémè désigne un « *ensemble des connaissances réglées (conception du monde, sciences, philosophies…) propres à un groupe social, à une époque* ». Cette définition réduit l'épistémè aux savoirs. Pour sa part, Michel Foucault a cherché un ordre prédéfini, une structure sous-jacente, des invariants culturels des pensées et langages d'une époque (les « pratiques discursives ») qui auraient leurs lois de transformation. En même temps, il a été en quête d'une histoire globale des idées car ne prendre en compte que celles d'une époque ne permet pas d'avoir le point de vue totalisant nécessaire pour appréhender les conditions de possibilité des savoirs.

[15] Sur la notion de créativité dans les sciences et la diversité des points de vue possibles sur ce thème, voir l'échange entre Noam Chomsky et Michel Foucault à la télévision néerlandaise en 1971

professionnelle de près de quatre décennies en conduite de projets, nous tenons à affirmer notre « croyance » dans la place de l'intuition dans tout projet, *a fortiori* dans un projet de recherche.

Quels sont l'objectif et les hypothèses du projet de cette thèse ?

Objectif et hypothèses de notre projet

Depuis une cinquantaine d'années, l'informatique, rebaptisée numérique depuis le début des années 2000, a introduit des mutations profondes en archéologie. Ces changements concernent tant la discipline archéologique elle-même que les pratiques scientifiques, les compétences nécessaires, les horizons de recrutement, les parcours de formation, l'identité professionnelle des professionnels de l'archéologie[16]. Mais étonnamment, l'histoire de la transformation des pratiques en archéologie du fait de l'usage de dispositifs numériques, a été relativement peu documentée, pour la France du moins[17]. Ce travail s'inscrit dans la continuité des quelques rares entreprises similaires qui se sont intéressées à telle ou telle figure de l'archéologie française[18].

Notre recherche par le projet s'accompagne d'une tentative de description de la transformation des pratiques scientifiques de l'archéologie pour les cinq dernières décennies, du fait du déploiement de méthodes et de techniques numériques[19].

Outre la description de ce processus, il nous a semblé utile d'en proposer une historiographie, en soulignant d'emblée que cette entreprise ne prétend pas à la seule version possible de l'histoire des changements intervenus en archéologie sur la période considérée[20].

Cette proposition d'historiographie a adopté deux angles principaux, complémentaires et convergents.

---

https://www.youtube.com/watch?v=OY93gHVynaY#xd_co_f=MmUzNGJlMGMtZGM2NC00ZjM0LWE5YWYtZDVmNDE0YTIzZmJm~).

[16] Nous reprenons à notre compte l'idée du passage depuis les années 1990 et l'essor de l'archéologie préventive d'un métier d'archéologue à des professions de l'archéologie. Cette idée a été présentée et argumentée par Isabelle Bollard-Raineau et Diane Dusseaux lors de la journée d'étude « Profession archéologue ? » qui a eu lieu aux Archives nationales du monde du travail à Roubaix le 2 décembre 2021 (https://archives-nationales-travail.culture.gouv.fr/Decouvrir/Evenements/Journee-d-etudes-Profession-archeologue). Les résultats de l'enquête que ces deux auteurs ont réalisée font ressortir la diversité des profils, des formations, des pratiques, des images d'eux-mêmes, du temps consacré à la recherche. La question finale posée est celle de l'existence aujourd'hui d'une communauté d'archéologues (communication à paraître dans la revue Les nouvelles de l'archéologie)

[17] Jean-Paul Demoule et Christian Landes (dir.) *La fabrique de l'archéologie en France*, 2009, 304 pages.

[18] François Favory, Catherine Fruchart, Laure Nuninger. « Archéologie et informatique. Histoire d'une rencontre ». *In* Serge Wolikow et Ivan Kharaba, *L'Histoire des entreprises à l'épreuve des humanités numériques*. Nov 2018, Le Creusot, France. https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-02867565/document

[19] Une entreprise similaire synthétique a été tentée par Hélène Bourdeloie dans son article, *Ce que le numérique fait aux sciences humaines et sociales*, tic&société, Vol. 7, N° 2, 2ème semestre 2013, DOI : http://doi.org/10.4000/ticetsociete.1500. Cette publication nous a beaucoup inspiré et nous sommes doublement redevable à son auteur d'avoir emprunté une partie du titre et de l'argumentation de son article.

[20] Sur l'historiographie, ses définitions et ses évolution s récentes, on peut lire de Nicolas Offenstadt. *L'historiographie*. Paris, PUF, 2011, 128 pages. En introduction, l'auteur rappelle que « *l'historiographie qui s'est longtemps consacrée à l'histoire des idées sur l'histoire, à l'analyse des œuvres des historiens, est désormais plus attentive à situer les discours et les pratiques des historiens dans leurs sociétés, à rattacher leurs écrits à des contextes, à des luttes académiques, à des enjeux politiques, à des mondes sociaux* » (p.4)

D’une part elle propose de retracer les principales étapes des transformations intervenues en archéologie sous l’effet de l’usage de l’informatique, en situant ces changements dans l’histoire des sciences humaines et sociale (SHS).

Ce volet de notre recherche présentant un certain éloignement des acteurs, nous avons aussi cherché à ancrer ce récit dans les parcours de vie et les rôles de certains acteurs et témoins de ces transformations, en tentant d’identifier des indices, des traces des évolutions étudiées ici.

Les sources de données, primaires et secondaires ont été nombreuses : témoignages oraux, étude d’archives de fouille, de dispositifs numériques, publications, archives audio-vidéo, ainsi que notre propre expérience, nos propres souvenirs, nos propres archives personnelles.

Pour construire cette proposition historiographique, notre recherche a multiplié des emprunts méthodologiques à diverses disciplines des SHS, comme la micro-histoire culturelle[21], la sociologie historique[22], la sociologie des identités professionnelles[23], l’ethnographie des pratiques de l’archéologie[24], en particulier celle des pratiques numériques de la discipline[25], à l’histoire émotionnelle des savoirs savants[26] ou encore à l’anthropologie des savoirs[27,].

Il sera possible de nous opposer que la profusion des approches proposées et des disciplines mobilisées est parfois synonyme d’une confusion dans le propos et dans ses intentions. C’est là un pari majeur de notre travail que nous assumons, ne serait-ce que parce qu’il est représentatif de notre propre parcours académique et professionnel.

Depuis une vingtaine d’années, des corpus d’archives de fouille, anciennes ou récentes, une fois qu’elles sont numérisées, sont analysés à l’aide des méthodes et techniques des humanités numériques[28]. Afin d’explorer les possibilités nouvelles dans ce domaine, nous avons aussi conçu et développé une application de transcription numérique, baptisée ArchéoText que nous avons utilisée pour étudier les traces des transformations apportées par l’introduction des méthodes et techniques numériques sur un chantier de fouilles auquel nous avons participé comme bénévole au cours des années 1980.

Initialement, nous pensions présenter ArchéoText comme le projet unique de notre thèse. Mais, après réflexion et échanges avec les codirecteurs de thèse[29], il a été décidé de ne pas limiter cette thèse à cette seule application. L’application ArchéoText constitue l’un des résultats de notre recherche, mais aussi

---

[21] Carlo Ginzburg. *Mythes, emblèmes, traces*. Paris, Flammarion, 1989, 312 pages.
Jacques Revel, « Microstoria ». In Christian Delacroix, François Dosse, Patrick Garcia et Nicolas Offenstadt (dir.), *Historiographies, concepts et débats, tome 1*, Paris, Gallimard, 2010, pp. 529-534

[22] C’est par exemple le travail entrepris par Sébastien Plutniak depuis plusieurs années, dont les travaux permettent de retrouver des trajectoires de vie, de formation, de pratiques et de positions professionnelles successivement adoptées. Ces éléments aident à reconstituer des itinéraires de chercheurs dans leurs champs scientifiques d’appartenance et de visibilité, ainsi que leurs interactions avec d’autres chercheurs.

[23] Claude Dubar. *La crise des identités. L’interprétation d’une mutation*. PUF, Paris, 2000, 239 pages

[24] Voir la thèse de Gwendoline Torterat. *Conjugaisons singulières du passé. Pour une anthropologie filmique du travail sur un chantier de fouille archéologique*. Thèse soutenue en 2018 à l’Université de Paris X

[25] Christian Ghasarian (dir.). *De l'ethnographie à l'anthropologie réflexive. Nouveaux terrains, nouvelles pratiques, nouveaux enjeux*. Paris, Armand Colin, 2002, 250 pages

[26] Françoise Waquet, *Une histoire émotionnelle du savoir XVIIe-XXIe siècle*. Paris, Éditions du CNRS, 2019, 352 pages

[27] Christian Jacob. (dir.). *Lieux de savoir 1. Espaces et communautés*, Paris, Albin Michel, 2007, 1277 pages et *Lieux de savoir 2. Les mains de l'intellect*, Paris, Albin Michel, 2011, 992 pages

[28] “Éditorial. Donner à lire les humanités numériques francophones (1)”, *Humanités numériques*, 1, 2020, DOI: https://doi.org/10.4000/revuehn.508

[29] Je tiens à remercier ici Julien Longhi et Boris Valentin pour m’avoir suggéré de considérer l’ensemble de mon parcours et de ma recherche comme le projet de cette thèse, et de ne pas limiter ce projet à la seule application ArchéoText. Sans leur suggestion et leur accord, je n’aurai pas eu l’idée ni osé le faire.

le moyen de servir la triple ambition historiographique, épistémologique et anthropologique de ce travail.

Finalement, le projet de notre thèse consiste en l'ensemble de notre parcours, de nos compétences, de nos réflexions, de nos travaux en archéologie et dans les quelques autres disciplines mobilisées pour notre recherche. Notre âge, la diversité de nos domaines de formation académique, des postes occupés dans notre passé professionnel, constituent le contexte qui nous autorise à proposer l'élargissement de la notion de thèse par le projet.

Si nous avons déjà évoqué la place de la réflexivité dans ce travail, quelques mots d'explication s'imposent pour justifier les deux points de vue, étique et émique, adoptés pour ce mémoire.

Le point de vue étique est le plus souvent utilisé pour des recherches réalisées à partir de l'observation de groupes sociaux. Il impose une distance entre l'observateur et les observés. C'est par exemple celui que nous avons adopté pour l'essentiel de cette recherche.

Le point de vue émique, plus rare et plus difficile à mettre en œuvre, est celui à adopter de l'intérieur du groupe social étudié. Il oblige l'observateur à s'observer lui-même, que ce soit lorsqu'il mobilise sa propre histoire, ses souvenirs, sa subjectivité, ou quand il observe les autres. Il doit être capable de mettre en question sa propre personne dans son travail d'observation.

C'est pourquoi il nous semble utile de fournir quelques éléments sur notre propre parcours, qui pourra expliquer nombre des points de vue adoptés dans notre recherche et aidera à apprécier le contexte et le contenu de notre recherche et des interprétations que nous proposons.

Parcours académique, emplois occupés, situation professionnelle, positionnement pour cette recherche

[Dans ce paragraphe comme à différents endroits de ce mémoire, je délaisse le *nous* de modestie pour l'adoption du *je*[30].]

Mon projet de recherche s'inscrit dans mon parcours de vie personnelle et professionnelle sur près de quarante ans. Sans reproduire ici la totalité de mon *curriculum vitae*, je pense utile d'en présenter quelques jalons[31].

Je commençai à m'intéresser à l'archéologie à la fin des années 1970 quand, jeune collégien, j'essayai de rechercher les vestiges enfouis sous la végétation et dans le sol de la présence d'un ancien camp romain et d'un célèbre oppidum gaulois sur le site des Côtes de de Clermont-Ferrand. Dans cette entreprise, je fus largement influencé par mon professeur de latin de classe de 3ème, qui me donna le « goût de l'archive »[32] et celui de « l'enquête indiciaire »[33] que je tentai d'appliquer. Je passai des journées à explorer des archives à la Bibliothèque universitaire de Clermont-Ferrand dans lesquelles je recherchai, en même temps que sur le site lui-même, les preuves du récit par César de la fameuse bataille de Gergovie, une hypothèse défendue alors par Paul Eychart (1915-2005) que j'eus l'occasion de rencontrer. Je commençai à acheter des ouvrages sur l'archéologie dont le *Guide explo de*

[30] L'emploi de la première personne ici répond aux mêmes principes que ceux évoqués précédemment

[31] Mon CV est disponible ici : https://cv.archives-ouvertes.fr/christophe-tuffery. Il permet de prendre connaissance du détail de mon parcours, de mes compétences acquises dans les divers postes et emplois occupés qui constituèrent autant de mes identités professionnelles successives et, enfin, de mes multiples formations universitaires, suivies pour partie pendant mon activité professionnelle.

[32] Arlette Farge. *Le Goût de l'archive*, Paris, Seuil, 1989, 156 pages

[33] Carlo Ginzburg. « Traces. Racines d'un paradigme indiciaire », in *Mythes, emblèmes, traces ; morphologie et histoire*, Paris, Flammarion, 1989 (1986), nouvelle édition augmentée, Verdier, 2010, pp. 218-294.

l'archéologie[34], que j'ai encore dans ma bibliothèque, que je lus des dizaines de fois, persuadé qu'il me serait possible de trouver dans les livres toutes les méthodes et les techniques pour devenir un véritable archéologue sans devoir attendre de faire de longues études supérieures[35].

Piqué par le virus de l'archéologie, je participai à l'adolescence, entre 1978 et 1986, à une vingtaine de chantiers de fouille et de campagnes de prospection en France comme bénévole. Ces chantiers concernaient des périodes chronologiques très variées (paléolithique moyen et récent, protohistoire, antiquité, moyen-âge).

En 1980, à l'âge de 15 ans, je fus autorisé à participer à un chantier de fouilles de sauvetage (on ne parlait pas encore d'archéologie préventive) dans le centre de Clermont-Ferrand. Ce site comportait plusieurs niveaux de l'occupation gallo-romaine de l'antique *Augustonometum*.

Ma découverte de l'informatique date de l'année scolaire 1978-79 au collège Blaise-Pascal de Clermont-Ferrand, où, en classe de 3ème, à l'âge de 14 ans, je suivis une initiation aux langages Cobol et Fortran 77 par mon professeur de mathématiques.

Entre 1980 et 1986, je participai à sept campagnes de fouilles sur le site des Rivaux aux côté de Jean-Pierre Daugas. Ce site sera largement évoqué dans ce mémoire à travers certaines de ses archives. J'y ai acquis une grande partie de mes savoirs et savoir-faire de la pratique de terrain, de l'organisation d'un chantier, de l'acte de la fouille, de la lecture d'une stratigraphie, des principes de l'enregistrement de terrain, du dessin de minutes de chantier, de la vie d'une équipe de fouille, etc. (fig. 1)[36].

Figure 1: Photographie du chantier des Rivaux (source : rapport de fouille des Rivaux 1980)

En 1982, je découvris les ordinateurs *Commodore* puis en 1984 les ordinateurs *Apple* et *Macintosh.* Je commençai à apprendre à coder en langage Basic et Pascal, d'abord pour jouer, puis pour dessiner.

[34] Guy Rachet. *Guide explo de l'archéologie*. Paris, Hachette, 1979, 190 pages.
[35] Je fis la même chose quelques années plus tôt du *Manuel des Castors junior*…
[36] Je suis au premier plan sur cette photographie, en train de noter des informations sur des fiches d'enregistrement.

En 1983, j'obtins une bourse de la Fondation de France pour réaliser une première campagne de prospection archéologique dans la Haute-Vallée de l'Allier, à la limite de la Haute-Loire et de la Lozère. Les deux années suivantes, j'obtins d'autres financements pour poursuivre ces travaux.

Pendant mes études universitaires, je participai régulièrement à des fouilles programmées ou de sauvetage, toujours en Auvergne, pour les époques du Paléolithique moyen et récent, du Néolithique, gallo-romaine, médiévale.

En 1986, je préparai une maîtrise en géographie à l'Université de Clermont-Ferrand, avec une spécialisation en géomorphologie. Mon mémoire, qui portait sur la chronostratigraphie de formations alluviales, me donna l'occasion de compléter ma découverte de l'informatique par un stage au laboratoire de géologie à l'université de Bordeaux. J'y découvris la possibilité de réaliser des blocs-diagramme à partir de la numérisation des courbes de niveaux sur des cartes topographiques.

Toujours en 1986, en même temps que je réalisai mon mémoire de maîtrise de géomorphologie à l'université de Clermont-Ferrand, je fus technicien de fouille à l'Association pour les Fouilles Archéologiques Nationales (Afan) pendant plusieurs mois. Je travaillai sur l'opération d'archéologie de sauvetage du site de Pontcharaud, à l'occasion de la construction de l'autoroute A71. Cette opération bénéficia de financements conséquents de la société d'autoroute SAPRR.

Cette opération eut droit à deux articles dans la presse nationale (*Libération*, édition du 8 avril 1986) et la presse régionale (*La Montagne*, édition du 5 avril 1986) [37] (fig. 2)[38].

Gilles Loison (à droite) et Jean-Luc Gisclon (à gauche) entourés de fouilleurs professionnels devant les « trophées » de la découverte. Ils ouvraient certaines tombes.

Figure 2 : Photographie extraite de l'article du journal La Montagne

montrant l'équipe des « fouilleurs professionnels »

En 1987 puis en 1989, j'obtins deux diplômes d'études approfondies, l'un en géographie et aménagement, l'autre en techniques et gestion de l'environnement. Entre les deux, j'effectuai mon

[37] L'article du journal La Montagne précise « *Au total ce sont quelque 450 000 F qui sont débloqués pour la fouille de Pontcharaud, permettant dans la foulée l'embauche de 12 personnes dont 7 anthropologues, préhistoriens et géologues. Une équipe soudée, pluridisciplinaire, à qui va s'imposer des lors un défi ; travailler avec le maximum d'efficacité* ».

[38] Je suis le troisième en partant de la gauche sur cette photographie.

service militaire pendant 12 mois, obligatoire à l'époque, même si beaucoup d'archéologues ont préféré remplacer « cette épreuve » en devenant objecteurs de conscience pendant 18 à 24 mois.

Entre 1990 et 1995, je travaillai comme ingénieur de recherche dans le domaine de l'aménagement du territoire. Dans ce cadre, je réalisai une première thèse en géographie qui portait sur l'usage des SIG[39] et qui bénéficia d'une convention Industrielle de Formation par la Recherche (CIFRE). Ce projet de recherche appliquée fut conduit en tant qu'ingénieur de recherche, avec le statut de salarié, c'est-à-dire dans une position professionnelle très similaire à celle de la présente thèse. A trente ans d'écart, cette première expérience me servit de référence.

Entre 1996 et 2009, j'occupai divers postes d'ingénierie technique et commerciale dans le domaine de l'informatique dans plusieurs organisations publiques et privées.

En avril 2010, j'ai souhaité revenir au domaine du patrimoine archéologique. C'est ainsi que je devins agent de l'Inrap[40] en CDI. Jusqu'au 31 août 2022, j'ai occupé un poste d'ingénieur de recherche, au sein de la Direction Scientifique et technique de cet établissement. Mon activité à l'Inrap a consisté principalement à travailler sur les méthodes, les supports et les techniques de l'enregistrement de terrain en archéologie préventive ainsi que sur l'accompagnement vers l'usage de méthodes et techniques numériques dans ce domaine.

Par les observations que j'ai pu conduire sur de nombreuses opérations d'archéologie préventive de l'Inrap, par l'étude de nombreux systèmes numériques d'enregistrement de terrain que j'ai eu à expertiser, par les échanges que j'ai eus avec nombre d'agents opérationnels, cette expérience professionnelle a directement inspiré mes réflexions qui ont conduit au projet de cette thèse.

A différents moments de mon parcours universitaire et professionnel, j'ai rencontré la notion de projet : projet de recherche, projet de formation académique, projet d'emploi, projet de reconversion professionnelle, projet d'application informatique à concevoir et à développer, etc.

Pour la présente recherche, j'ai considéré que l'étude épistémologique et historiographique du processus de transformation de l'archéologie par l'usage de méthodes et de techniques numériques pouvait utilement s'appuyer sur ma propre expérience et sur les diverses compétences accumulées au cours de mes années de formation et d'expériences professionnelles diverses en archéologie, en informatique, en histoire des sciences et techniques, en sociologie des sciences, en anthropologie des savoirs savants, etc.

Comme le lecteur pourra le constater, derrière la dimension parfois technique des méthodes et outils numériques mobilisés pour mon travail, celui-ci a eu pour ambition d'accéder à la dimension très personnelle, subjective, sociale des archives étudiées et des personnes interrogées. Il s'est agi avant tout de proposer une ethnographie des pratiques numériques actuelles en archéologie et contribuer à une anthropologie des savoirs archéologiques, en mettant en avant les enjeux de développer une histoire émotionnelle de ces savoirs, pour tenter d'accéder à l'humanité de leurs auteurs. C'est ainsi que cette recherche vise à répondre à l'exigence de Marc Bloch citée en épigraphe de ce mémoire.

---

[39] *Des SIG pour quoi faire ? Le cas de BRL (gestion, études, partenariat)*. Thèse présentée à l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse soutenue en décembre 2014 sous la direction de Franck Auriac.

[40] L'Inrap est un Établissement Public à caractère Administratif (EPA), placé sous la tutelle du Ministère de la Culture et du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche.

INTRODUCTION

Notre choix pour la périodisation de notre recherche

Toute périodisation introduit une discontinuité dans un processus temporel continu. L'exercice de la périodisation, qui conduit à identifier des moments de ressemblance et d'autres de dissemblance, vise à découper les faits pour les transformer en savoirs selon des tranches cohérentes. Celles-ci doivent rendre intelligibles et partageables des savoirs cumulés sur des pratiques sociales et des faits sociaux et sur leur dynamique, pour des durées comprises entre plusieurs années et plusieurs milliers d'années.

Dans ses travaux, en particulier dans son *Histoire de la folie à l'âge classique*[41], le philosophe Michel Foucault, découpe le réel en tranches d'analyse dont chaque série a son propre rythme, ses ruptures signifiantes en dehors du contexte général. Il établit le principe que tout récit historiographique n'isole pas un événement mais cherche à le replacer dans une série à laquelle il peut être rattaché.

« *L'important c'est que l'histoire ne considère pas un événement sans définir la série dont il fait partie* »[42].

L'historien François Dosse complète la notion de série telle que mise en avant par Michel Foucault :

« *Le discours historien doit se confiner au descriptif de l'objet, de la série, il devient archéologie du savoir. Ce retour au descriptif, ce rejet de la totalité intelligible empruntent pourtant un discours éminemment scientifique pour décomposer le matériau historique. Les termes foucaldiens de série, discontinuité, corpus, ensemble, champs, système de relation, de transformation proviennent d'une région particulière du savoir scientifique : la mathématique et la logique physicienne* »[43].

De son côté, le philosophe Frédéric Worms ne croit pas en la notion de rupture, de discontinuité, ni en celle de générations. Il considère plutôt des « moments » dans l'histoire, notamment dans l'histoire de la philosophie. Ces moments sont des années pendant lesquelles des courants de pensée et des figures singulières coexistent sans se croiser. Les acteurs d'un moment produisent du commun, de leur vivant, sans forcément avoir produit ensemble, sans s'être parlé, sans avoir collaboré. Pourtant, ils ont dialogué, controversé, à distance.

Pour notre période d'étude, nous n'avons pas voulu retenir une date précise de début ni une date de fin. Nous évoquons un processus de transformation de pratiques scientifiques, donc sociales, qui, comme toutes les pratiques de cette nature, ne se limitent pas à un événement précis. Ces transformations sont la somme d'événements, parfois marquants, parfois anodins, qui servent comme des repères à un TPQ incertain[44] pour reprendre un terme connu des archéologues.

---

[41] Michel Foucault, *Folie et déraison. Histoire de la folie à l'âge classique*. Plon, Paris, Plon, 1961. Dans l'édition de 1972 chez Gallimard, le titre est devenu *Histoire de la folie à l'âge classique.*

[42] Michel Foucault, *L'ordre du discours*. Leçon inaugurale de Michel Foucault au Collège de France prononcée le 2 décembre 1970, Paris, Gallimard, 1971, p. 57

[43] François Dosse. *L'histoire en miettes, Des Annales à la "nouvelle histoire"*, p. 182

[44] Le terme de TPQ acronyme de *Terminus Post Quem*, désigne une date à partir de laquelle il est possible de déclarer la chronologie d'une unité stratigraphique, d'un fait ou d'un mobilier archéologique. On parle aussi de date la plus ancienne. Le terme de TAQ, acronyme de *Terminus Ante Quem*, désigne la date la plus récente.

La notion de « tournant » que nous avons retenue afin d'indiquer le début des transformations étudiées ici pour marquer une inflexion dans une histoire, a été préférée pour éviter le terme de « rupture » trop souvent invoqué en historiographie pour alimenter l'hypothèse de discontinuités, voire de « révolutions ».

Le lecteur aura certainement déjà noté, à la lecture des quelques repères autobiographiques mentionnés précédemment, à quelle partie de notre propre histoire correspondent les années 1970. De la seconde moitié de cette décennie datent nos premières expériences comme (très jeune) fouilleur amateur. Ces années 1970 sont aussi celles de l'éveil de notre conscience du monde, de notre intérêt pour son histoire, avant que nous nous intéressâmes davantage à sa géographie au cours de la décennie suivante. La périodisation pour laquelle nous avons opté est donc empreinte d'une part de subjectivité que nous assumons totalement.

Enfin, notre activité comme ingénieur de recherche à l'Inrap depuis 2010, nous place dans une posture d'observation participante, que certains auteurs comme Bastien Soulé, rebaptisent participation observante[45]. Cette posture, parce qu'elle impose une implication de l'auteur de la recherche dans sa propre recherche, exige une vigilance méthodologique tout au long de cet exercice de réflexivité[46]. Dans ce domaine, nous avons déjà tenté d'illustrer en quoi pourrait consister ce type de recherche réflexive sur l'enregistrement de terrain en archéologie[47].

A ces quelques repères de notre propre histoire, il nous semble utile d'ajouter des rappels des principaux jalons de l'histoire récente de l'archéologie, notamment depuis que la discipline a vu apparaître l'informatique parmi les méthodes et techniques mobilisées par les chercheurs.

Quelques jalons de l'histoire de l'informatique en archéologie

En 1946, le CNRS créa l'Institut Blaise-Pascal qui regroupait un centre de calcul analogique et un laboratoire de calcul numérique mais cette première expérience ne donna pas les résultats escomptés. Au cours des années 1950 et 1960, des travaux pionniers de recherche ont été conduits à l'aide de la mécanographie. Ce fut le cas notamment des travaux de l'archéologue Jean-Claude Gardin (1925-2013) dont le nom sera souvent cité dans ce mémoire. Ceux de Jacques Bertin (1918-2010) peuvent aussi être mentionnés. Ce cartographe édicta des règles de sémiologie graphique qu'il appliqua aux premières formes de traitement mécanisé de données à caractère spatial à l'aide de la mécanographie puis de la cartographie informatique[48].

Dans les années 1960, la France mit en place une industrie de construction d'ordinateurs dont les grandes institutions publiques de recherche devinrent les clients. L'absence de tradition du calcul en France expliquerait que les milieux universitaires et de la recherche n'ont pas été particulièrement pionniers dans la conception ni dans la construction des premiers ordinateurs contrairement à certains pays étrangers.

---

[45] Bastien Soulé. « Observation participante ou participation observante ? Usages et justifications de la notion de participation observante en sciences sociales ». Recherches Qualitatives, ARQ Association pour la Recherche Qualitative, 2007, 27, pp.127-140. ⟨hal-02345795⟩

[46] Sur la réflexivité en sciences sociales, on peut lire Marie-Madeleine Bertucci, « Place de la réflexivité dans les sciences humaines et sociales : quelques jalons », Cahiers de sociolinguistique, vol. 14, n° 1, 2009, p. 43, DOI 10.3917/csl.0901.0043

[47] Christophe Tufféry, « Ce que l'enregistrement archéologique pourrait signifier. », Les nouvelles de l'archéologie, 149 | 2017, DOI : https://doi.org/10.4000/nda.3784

[48] En 1957, Jaques Bertin a rejoint l'EHESS où il a créé le Laboratoire de Cartographie qu'il a dirigé jusqu'en 1985

Il fallut ainsi attendre les années 1960 pour que le CNRS fonde avec la faculté des sciences de Paris, l'Institut de programmation, l'un des premiers départements d'informatique du monde.

Les premiers travaux de recherche utilisant des ordinateurs qui eurent lieu, concernèrent la traduction, la documentation automatique, la linguistique computationnelle[49].

Du fait des fortes divisions au sein de la discipline des mathématiques entre les puristes des mathématiques fondamentales et les adeptes des mathématiques appliquées, l'informatique ne réussit à émerger comme véritable discipline qu'au cours des années 1970, avec la constitution de sections spécifiques au Conseil National des Universités (CNU) et au CNRS.

Les années 1970 représentèrent donc un moment particulier pour l'informatique dans les secteurs de l'enseignement supérieur et de la recherche.

En parallèle, l'informatique fut institué comme un nouveau domaine d'activité. L'ordinateur devint un objet support de la transformation de nombreux métiers et de l'apparition de nouveaux, y compris dans les laboratoires de recherche. Les métiers d'opérateurs de saisie apparurent et ceux de la documentation furent largement touchés par l'apparition des usages de l'informatique pour la gestion documentaire.

Pour l'histoire culturelle, ce moment représenta aussi un « tournant »[50] avec l'apparition de l'ordinateur dans la vie de la cité. Les citoyens commencèrent à être confrontés à ces nouveaux dispositifs techniques dans leur vie au travail et dans leur vie domestique, au point que l'ordinateur fut annoncé comme porteur « d'une révolution » à venir[51].

Dès les années 1960, l'image de l'ordinateur fut importée dans la culture populaire, en particulier dans la littérature de science-fiction avec des ouvrages comme *Dune* de Frank Herbert, paru en 1965 aux États-Unis[52] et au cinéma avec des films du même genre comme *2001 Odyssée de l'espace* de Stanley Kubrick réalisé en 1968.

Au cours des années 1970, les ordinateurs furent de plus en plus fréquemment utilisés dans plusieurs disciplines des SHS dont l'archéologie. Des centres de calcul furent créés dont celui du Pharo à Marseille. La « nouvelle histoire » s'en empara et ses représentants annoncèrent qu'il ne serait pas possible dorénavant de faire œuvre d'historien sans l'apport de cet outil, tout comme la précédente génération d'historiens, adeptes de l'histoire quantitative, avait déclaré qu'il serait impossible de faire l'impasse des statistiques.

Les nouvelles façons de faire de la recherche et de produire de nouveaux savoirs commencèrent à être diffusées entre chercheurs, suscitant parfois de fructueuses collaborations interdisciplinaires[53]. Des systèmes sociotechniques[54] émergèrent, des publications consacrées à l'informatique virent le jour, des

---

[49] Sur l'histoire de l'informatique on peut se reporter aux ouvrage de Pierre Mounier-Kuhn. *L'Informatique en France de la Seconde Guerre mondiale au Plan Calcul. L'Émergence d'une science*, Paris, Presses de l'Université Paris-Sorbonne, 2010, 720 pages.

[50] Sur l'usage de la notion de « tournant », cf. *infra*

[51] Deux reportages datant de la fin des années 1960 et du début des années 1970 présentent avec enthousiasme les nouvelles possibilités offertes par l'ordinateur et sa connexion par le téléphone. Reportage extrait de l'émission *Eurêka* datant du 12 novembre 1969 (https://www.ina.fr/ina-eclaire-actu/video/i06304175/internet-l-anticipation). Reportage extrait de l'émission *Vingt-quatre heures sur la deux* datant du 12 octobre 1970 (https://www.ina.fr/ina-eclaire-actu/video/caf97059710/les-ordinateurs)

[52] Traduit en français et publié en 1970 chez Robert Laffont dans la collection Ailleurs et Demain.

[53] Edmond Lisle, « Les sciences sociales en France : développement et turbulences dans les années 1970 », La revue pour l'histoire du CNRS, 7 | 2002, DOI : https://doi.org/10.4000/histoire-cnrs.543

[54] La notion de système sociotechnique désigne les liens (économiques, culturels, sociaux) établis entre différents acteurs formant un réseau autour d'une innovation qui résulte d'un processus de co-construction. Cette

colloques spécialisés sur le sujet furent organisés, des postes furent créés avec des compétences nouvelles requises. Ces nouvelles pratiques autour de l'informatique s'institutionnalisèrent.

Le mouvement de transformation des méthodes de l'archéologie ne toucha pas tous les archéologues ni tous les domaines de l'archéologie en même temps. Nous avons déjà indiqué que les premiers usages de l'informatique concernèrent d'abord la gestion de la documentation archéologique, en particulier celle des mobiliers archéologiques, à la suite des travaux de Jean-Claude Gardin et de ses collaborateurs.

Pendant la décennie 1970, les équipements informatiques demeurèrent difficilement accessibles à la majorité des archéologues. Les moyens techniques et financiers nécessaires restèrent limités à quelques grands laboratoires et centres de calcul. Enfin, les compétences nécessaires pour utiliser les ordinateurs se limitèrent aux premiers informaticiens de métiers ou, pour l'archéologie, à quelques rares chercheurs qui apprirent la programmation.

Au cours de la décennie 1980, l'essor très rapide de l'informatique personnelle modifia assez radicalement le paysage. Les archéologues commencèrent à s'emparer de micro-ordinateurs dans leurs laboratoires ou à leur domicile, grâce à des coûts d'achat devenus abordables et à des interfaces graphiques facilitant leur appropriation. Ce fut le cas des ordinateurs *Apple* avec les modèles *Apple II* puis *Macintosh* qui proposèrent une interface utilisateur dont *Microsoft* s'inspira largement pour ses ordinateurs personnels avec le système d'exploitation *Windows*. La disponibilité de ces dispositifs participa de l'émergence de nouvelles conditions de possibilité de production et de partage des nouveaux savoirs archéologiques.

En même temps que les archéologues se saisirent de ces nouveaux outils, la décennie 1980 vit émerger des interrogations concernant non seulement l'archéologie mais aussi d'autres disciplines parmi les SHS. C'est cette histoire récente des SHS et de leurs transformations récentes que nous proposons d'évoquer.

Quelques rappels sur l'histoire des SHS et leurs historiographies

Comme toute historiographie, cette contribution à l'histoire des méthodes et techniques de l'archéologie doit veiller à éviter deux écueils ou du moins à en atténuer les effets.

Le premier est celui d'une historiographie qui se limite à des auteurs connus et des références majeures de la bibliographie de la discipline. De ce point de vue, nous accepterons volontiers les critiques qui pourront être faites de certains angles morts de notre proposition historiographique.

Il existe non pas une seule histoire possible des SHS mais une pluralité d'histoires. Elles correspondent à la diversité des points de vue possibles pour faire œuvre d'historiographie à propos de ces sciences. John Goldsmith et Bernard Laks insistent sur ce point[55]. Selon ces auteurs, il peut être proposé une histoire interne à une ou plusieurs des disciplines concernées. Cette histoire peut être écrite de l'intérieur de ces disciplines, par des acteurs directement engagés dans des itinéraires de formation et de recherche, des controverses, des courants de pensée, et qui sont souvent accusés de produire une histoire partiale et partisane. Mais il peut aussi être proposé une histoire externe. Celle-ci peut être rédigée par des chercheurs qui, n'étant pas engagés de la même façon que les précédents, peuvent mieux se tenir à l'écart de leurs pairs et des polémiques qui agitent souvent les communautés disciplinaires

notion emprunte notamment à l'ouvrage de Gilbert Simondon. *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris, Aubier, 1958; dernière réédition corrigée et augmentée, Paris, Flammarion, 2012, 368 pages.

[55] John Goldsmith et Bernard Laks. *Aux origines des sciences humaines. Linguistique, philosophie, logique, psychologie. 1840-1940*. Traduit de l'anglais par Anne Przewozny-Desriaux et Patricia Rousseau, édition française revue par les auteurs, Paris, Gallimard, 1 008 pages.

qu'ils étudient. Ils peuvent ainsi éviter plus facilement d'être mis en accusation d'avoir privilégié une interprétation qui bénéficierait à leurs collègues et en discréditerait d'autres.

Hélène Bourdeloie rappelle que les SHS ont longtemps été l'objet de débats sur leur nature scientifique, sur la posture du chercheur, sur l'essence prétendue subjective de ces sciences ou encore sur le rôle des méthodes et outils mobilisés. Dans le contexte du numérique, l'auteur considère que les enjeux ont évolué et que de nouveaux débats ont été engagés :

« *Les SHS sont sujettes à de profondes transformations du fait des nouvelles méthodes qu'elles déploient, des nouvelles conditions pratiques de recherche auxquelles elles sont confrontées et de leur nouvel enracinement dans le monde social. Si on peut se réjouir des bienfaits du numérique pour les SHS, un regard critique s'impose à propos des caractéristiques des outils qui sont mobilisés et des valeurs que ces outils portent en eux* »[56].

Comme l'a montré François Dosse, spécialiste de l'histoire intellectuelle du dernier quart du XXe siècle, les SHS ont connu à partir des années 1970 un courant de quantification qui a accompagné les premiers usages de l'ordinateur. Cette transformation interne a profondément marqué la discipline historique, introduisant une division dans la façon de faire de l'histoire[57].

« *La fétichisation du quantitatif apparaît bien comme le cache-sexe du repli vers l'empirisme. Pour Pierre Chaunu, tout commence avec cette histoire sérielle, quantitative. Il y a un avant et un après dont la ligne de partage est définie par l'ordinateur qui renvoie les travaux anciens au domaine de l'archéologie. La fameuse formule d'Emmanuel Leroy Ladurie, "L'historien de demain sera programmateur ou il ne sera plus" [58], révèle bien cette croyance absolue dans les pouvoirs miraculeux de l'instrument technologique. (…) Cet engouement pour l'ordinateur, oracle des Temps modernes, va bien sûr accentuer la propension à l'éclatement de l'histoire, à la sérialisation. Mais on ne peut tout compter, l'historien s'attache donc à un territoire restreint pour pouvoir le mettre en équations. L'autre effet, pervers, de l'utilisation de l'ordinateur est de privilégier la répétition des phénomènes de même nature, donc la longue durée, permanente, immobile. L'inertie, qui caractérise ce que l'on appelle les "sociétés froides", définit alors la civilisation occidentale* ».

La décennie 1970 voit donc la transformation de la méthode historique traditionnelle en même temps que la conception globalisée d'une Histoire avec ses discontinuités au profit d'histoires particulières, qui ne s'inscrivent plus dans la schéma et la vision téléologique marxiste de l'histoire[59].

Ce qui se joue avec l'apparition de l'informatique dans les SHS n'est pas seulement une nouvelle conception de la façon de faire de l'histoire, ni uniquement l'apparition des nouvelles formes du métier d'historien. C'est avant tout le passage d'une raison graphique à une raison computationnelle. C'est ce que décrit Bruno Bachimont[60]. Ce philosophe et informaticien, spécialiste de la philosophie du numérique, a repris une partie de l'argumentation de l'anthropologue américain Jacky Goody à propos de ce que cet auteur a nommé la raison graphique[61] :

« *Tout le problème vient en fin de compte du fait qu'on tente d'appliquer un procédé graphique simple, le tableau, à l'étude des "symboles" dans les cultures orales. (…) Car, par ces simplifications,*

---

[56] Hélène Bourdeloie, *art. cit.*

[57] François Dosse. *L'histoire en miettes: des "Annales" à la "nouvelle histoire*. Paris, La Découverte, 1985, nouvelle édition, 1997, 268 p.

[58] "Territoire de l'historien", p.13-14

[59] Pierre Nora. *Les lieux de mémoire*, Paris, Gallimard, 1997, 1664 pages

[60] Bruno Bachimont. *Le sens de la technique : le numérique et le calcul*. Paris, Les Belles Lettres, 2010, 191 pages

[61] Jacky Goody. *La Raison graphique, la domestication de la pensée sauvage.* Paris, Les Éditions de Minuit, 274 pages. Jack Goody, La raison graphique : la domestication de la pensée sauvage, 1979, p. 132

on produit un ordre superficiel qui est évidemment bien plus le reflet de la structure matricielle utilisée que de la structure de l'esprit (ou d'un esprit) humain, ce qui donne ces analogies générales et grossières communes à toutes les constructions de ce style »[62].

Bruno Bachimont considère que la tendance imposée par l'usage des dispositifs numériques se caractérise par deux mouvements :

- Une fragmentation/recombinaison : le numérique implique une discrétisation, c'est-à-dire un découpage d'un domaine de connaissance en unités vides de sens mais auxquelles sont appliquées des règles formelles de manipulation, qui recombinent en perdant le lien avec le sens initial de la réalité considérée
- Désémentisation/ré-interprétation : le numérique se traduit par une rupture avec la sémantique des contenus d'origine. Il y a donc perte de sens de ces contenus auxquels il faut attribuer un nouveau sens pour ne pas faire que cette perte du sens originel soit trop évidente.

Cette transformation nous semble avoir concerné l'archéologie dès les années 1980. Mais ce mouvement se renforce nettement depuis une vingtaine d'années, dans une discipline qui s'est longtemps caractérisée par un descriptivisme exacerbé.

Pour ne pas réduire l'angle sous lequel aborder l'histoire récente de l'archéologie, il importe de multiplier les points de vue. Pour cela, la méthode de la sociologie des sciences peut être utilement mobilisée, comme l'a proposé Sébastien Plutniak dans sa thèse qui propose une approche comparatiste entre la France, l'Espagne et l'Italie.

Les quelques personnalités, revues, publications et acteurs institutionnels évoqués lorsqu'on propose une histoire des méthodes et techniques de l'archéologie, procèdent d'un choix, qui en délaisse d'autres. Tel est le principe, et peut-être la faiblesse, de toute entreprise historiographique. Comme le souligne Sébastien Plutniak, ce sont souvent les mêmes noms et les mêmes publications qui sont cités et les mêmes qui sont oubliés ou à peine mentionnés.

« *L'historiographie de l'archéologie préhistorique française de la seconde moitié du XXe siècle reste ainsi dominée par les figures de l'abbé Breuil (1877-1961), François Bordes (1919-1981) et André Leroi-Gourhan, sans que soit prise en compte la diversité des expériences menées, par exemple, à Rennes autour de Pierre-Roland Giot (1919-2002), et parfois contre lui, ou dans les Pyrénées avec le Groupe international de recherches typologiques animé par Georges Laplace (1918-2004)* » [63].

Citant un article d'Anick Coudart et Laurent Olivier paru en 1995[64], Sébastien Plutniak ajoute :

« *Leroi-Gourhan est ainsi l'unique « théoricien » retenu par Anick Coudart et Laurent Olivier alors que d'autres travaux pourraient être considérés, en fonction, justement, de la manière dont on définit le « théorique ». Ce sont, par exemple, ceux de Michel Brézillon (1924-1993), Mario Borillo (1934-2013), Philippe Bruneau (1931-2001), Pierre Gouletquer, Georges Laplace, etc. ; il en va de même pour des revues sensiblement contemporaines des* Nouvelles de l'archéologie *comme* Dialektikê*, publiée de 1973 à 1987,* L'archéologue et l'ordinateur *(1982-1995*), Ramage *(1982-2001), etc.* »[65]

[62] Jack Goody, *op. cit.*, p. 132

[63] Sébastien Plutniak. *L'opération archéologique. Sociologie historique d'une discipline aux prises avec l'automatique et les mathématiques. France, Espagne, Italie, 2e moitié du XXe siècle*. Thèse soutenue à l'EHESS en 2017. https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-03001164

[64] Anick Coudart et Laurent Olivier. « Archéologie dans l'histoire – archéologie sans histoire : les archéologues au cœur de la crise de la modernité ». Dans *Les nouvelles de l'archéologie*, 30, n. 10, 1995.

[65] Sébastien Plutniak, *op. cit.*

Le second écueil de toute entreprise historiographique est celui d'être porteuse de biais, en privilégiant une histoire occidentalo-centrée ou en excluant certains groupes d'acteurs, comme par exemple des archéologues d'origine étrangère, ceux provenant des suds du monde, ou encore des femmes archéologues.

A ce sujet, il est étonnant de constater l'absence quasiment totale de figures féminines dans les publications concernant l'histoire des méthodes de l'archéologie[66]. Pourtant, des femmes archéologues ne manquent pas comme l'a prouvé l'événement « *A la rencontre de femmes archéologues* », organisé le 26 mars 2022 aux Archives nationales du monde du travail à Roubaix[67]. Si, pendant des décennies, l'histoire de l'archéologie a omis de parler ou de montrer des femmes archéologues, sauf en mettant en scène leur présence sur le terrain, la situation a beaucoup changé, surtout depuis un quart de siècle[68].

Dans la construction des différentes historiographies possibles de la place de l'informatique dans les méthodes et techniques de l'archéologie, nous avons souhaité nous appuyer sur un apport qui n'a pas toujours une audience favorable dans les communautés d'historiens, celui de l'histoire des systèmes de pensée proposée par le philosophe Michel Foucault (1926-1984)[69].

Les apports de Michel Foucault pour une « archéologie » des savoirs archéologiques

Notre travail a l'ambition de restituer le processus de transformation des méthodes et techniques de l'archéologie au cours des cinquante dernières années, en replaçant cette évolution dans ses conditions historiques sous-jacentes. Dans ce volet historiographique de notre recherche, nous avons comme objectif d'identifier d'éventuelles discontinuités dans les conditions de production des nouveaux savoirs archéologiques au cours de la période considérée. Or ces discontinuités sont souvent peu visibles de prime abord.

Concevoir notre recherche comme une entreprise de révélation et de dégagement des nouvelles conditions de possibilité des savoirs de l'archéologie constituées par l'émergence de l'informatique dans cette discipline, emprunte à l'analogie proposée par Michel Foucault dans sa « méthode archéologique ». Appliquée aux pratiques discursives concernant les savoirs sur l'Homme[70], cette méthode archéologique

---

[66] L'actuelle Vice-Présidente du Conseil National de la Recherche Archéologique, Anne Lehoërff fait exception à ce titre. Agrégée d'histoire, ancienne membre de l'École française de Rome, maître de conférences en Protohistoire européenne à l'université Lille 3 en 2000, puis professeur des universités en Protohistoire européenne dans cette même université depuis 2012, elle a été nommée membre junior de l'Institut universitaire de France en 2005 et membre senior en 2017. En 2020, elle a été élue titulaire de la chaire d'excellence (Inex) « Archéologie et patrimoine » à l'université de CY Cergy Paris Université. Elle a cosigné un des ouvrages de référence actuellement sur les méthodes de l'archéologie (Jean-Paul Demoule, François Giligny, Anne Lehoërff et Alain Schnapp, *Guide des méthodes de l'archéologie*. Paris, La Découverte, 2020, 336 pages). Nous n'avons pas pu recueillir son témoignage.

[67] Le podcast « *Femmes (et) Archéologues : quand l'archéologie se raconte au féminin* » est disponible ici : https://www.culture.gouv.fr/Regions/Drac-Hauts-de-France/Actualites/Femmes-et-Archeologues-une-rencontre-un-podcast

[68] Dans un institut comme l'Inrap, plus de la moitié des agents sont aujourd'hui, des femmes, même si cette proportion ne se vérifie pas dans toutes les filières ni à tous les niveaux de responsabilité et d'encadrement. Lors de nos entretiens, nous avons cherché à interroger globalement autant de femmes que d'hommes lorsque cela était possible. Pour autant, une parité parfaite eut été trop artificielle pour certaines des professions de l'archéologie où elles restent moins représentées.

[69] Michel Foucault, qui ne se prétendait pas historien, fut titulaire de la chaire d'histoire des systèmes de pensée au Collège de France de 1970 à 1984 (https://www.college-de-france.fr/chaire/michel-foucault-histoire-des-systemes-de-pensee-chaire-statutaire)

[70] Les sciences de l'Homme telles que Foucault les étudia incluaient la médecine, notamment la chirurgie et la psychiatrie. Il faut donc ne pas limiter ici l'acception de sciences de l'Homme ou sciences humaines aux seules SHS définies par les catégories académiques actuelles.

fut développée par Michel Foucault entre 1960 et 1969 dans ses premiers ouvrages majeurs[71]. Le philosophe proposa de considérer les savoirs sur l'Homme eux-mêmes comme des objets de connaissance, superposés les uns aux autres et se masquant les uns les autres au fur et à mesure de leur succession historique.

De l'épistémè des sciences humaines, Michel Foucault proposa une « archéologie », un terme qu'il abandonna au profit de celui de « généalogie ». Parmi les multiples définitions qu'il donna de la notion d'épistémè, voici l'une de celles qui nous semble la plus compréhensible :

« *Il ne sera pas question de connaissances décrites dans leur progrès vers une objectivité dans laquelle notre science d'aujourd'hui pourrait enfin se reconnaître ; ce que l'on voudrait mettre au jour, c'est le champ épistémologique, l'épistémè [...] décrivant les conditions de possibilité des connaissances. Plutôt que d'une histoire au sens traditionnel du mot, il s'agit d'une archéologie* »[72].

La démarche « archéologique » foucaldienne a consisté pour son auteur à dégager les couches supérieures des sciences humaines, nées à l'époque classique entre le XVIIe et le XVIIIe siècle. En cherchant à identifier comment ces sciences ont construit des discours de vérité, Michel Foucault voulait accéder aux *choses*, c'est-à-dire aux objets de savoirs, en les distinguant des *mots* que les sciences humaines avaient utilisés pour désigner ces objets de connaissances dans des discours ayant une prétention à établir une vérité du point de vue de ces sciences. Cette entreprise d'analyse de la genèse des systèmes de vérité autonomes des sciences humaines s'appuya sur l'étude des « pratiques discursives », c'est-à-dire les mots prononcés et inscrits et accessibles par l'étude des archives produites par ces sciences[73].

Loin d'être un aboutissement dans la pensée de Foucault, l'archéologie fut une première étape dans l'œuvre du philosophe, comme le souligne Jean-Claude Vuillemin :

« *Après avoir privilégié dans* Les Mots et les choses *les discursivités et le système de règles abstraites auquel elles étaient censées obéir, Foucault estima que les discours relevaient en fait d'un champ plus étendu de pratiques et de pouvoirs dont les modalités de fonctionnement différaient de celles initialement envisagées. Il décida donc d'élargir son analyse en greffant à l'étude des lisibilités celle des visibilités et des pratiques non discursives. C'est alors que la notion de dispositif […] vint se substituer à celle d'épistémè* »[74].

Dans les années 1970, Foucault a déplacé son point de vue pour s'intéresser aux critères de « véridiction » des sciences de l'Homme pour leurs époques. En parvenant à accéder aux couches sous-jacentes de ces savoirs, il devait être possible d'identifier comment ces savoirs ont pu se déclarer « vrais » du point de vue des critères de « véridiction » du système de pensée de l'époque dans laquelle ils se sont déployés.

« *Par régime de véridiction, [Foucault] n'entend pas une loi de la vérité, mais un ensemble de règles permettant, à propos d'un discours donné, d'identifier les éléments qui peuvent être caractérisés comme*

---

[71] Michel Foucault, *Naissance de la clinique. Une archéologie du regard médical*, Paris, PUF, 1963, — *Les mots et les choses*, Paris, Gallimard, 1966, — *Archéologie du savoir*, Paris, Gallimard, 1969.

[72] Michel Foucault. *Les Mots et les Choses*, Paris, Gallimard, 1966, p.13

[73] Michel Foucault s'est lancé dans un travail de recherche sur des grands volumes d'archives et en a produit lui-même des volumes considérables. Les fiches de lecture de Foucault, déposées à la BnF, ont fait l'objet d'un projet de numérisation et d'étude dans le cadre du projet ANR *Foucault Fiches de Lecture*

[74] Jean-Claude Vuillemin, « Foucault archéologue : généalogie d'un concept », Implications philosophiques. Espace de recherche et de diffusion, 2017. http://www.implications-philosophiques.org/implications-epistemologiques/foucault-archeologue-genealogie-dun-concept/

vrais ou comme faux. (…). La question qui se pose est plutôt : dans quelles conditions et avec quels effets exerce-t-on une certaine véridiction avec certaines formules d'acceptation du vrai et du faux ? »[75].

De cette méthode d'étude du registre de l'histoire et de la philosophie des sciences, nous proposons de retenir surtout que les archives produites ou étudiées par les SHS, quels que soient leur forme, leur origine, leurs auteurs, sont dépositaires de savoirs dont seule une interprétation critique peut rendre raison quant aux conditions de possibilité et aux critères selon lesquels ces savoirs considèrent qu'ils produisent de la vérité, c'est-à-dire du point de vue des critères de véridiction de leur époque et pour une société[76].

Interroger la façon dont les sciences produisent des savoirs n'est pas un exercice réservé aux seuls chercheurs des SHS. Pour Foucault, toute la société doit s'interroger en posant un regard critique sur les savoirs qu'elle produit et sur la façon dont les institutions s'en servent :

« *Une société ne peut vivre que du travail qu'elle exerce sur elle-même et sur ses institutions* »[77].

Dans ce cadre, Michel Foucault mobilise la notion de dispositif qui correspond pour lui à « *un ensemble résolument hétérogène, comportant des discours, des institutions, des aménagements architecturaux, des décisions réglementaires, des lois, des mesures administratives, des énoncés scientifiques, des propositions philosophiques, morales, philanthropiques, bref : du dit, aussi bien que du non-dit* »[78].

Pour Foucault, le dispositif est toujours au service d'une entreprise de domination, de pouvoir, de gouvernementalité. Si nous pouvons adhérer par moments à cette vision, ce n'est que lorsque les dispositifs numériques sont conçus, mis en œuvre et utilisés à des fins de contrôle des individus, de leur activité, de leur vie professionnelle et personnelle.

Notre travail, qui invite à la réflexivité sur les pratiques numériques de l'archéologie, a l'ambition d'identifier non pas l'entreprise de gouvernementalité dont les dispositifs numériques utilisés en archéologie sont les vecteurs, mais d'interroger l'origine des pratiques numériques de la discipline, les modalités de leur mise en œuvre, leurs traductions et leurs réceptions, c'est-à-dire leurs effets sur les individus et les collectifs des professionnels de l'archéologie.

Nous empruntons aussi le terme de dispositif à Giorgio Agamben, qui lui-même s'inscrit dans l'héritage foucaldien. Pour cet auteur, il s'agit de « *tout ce qui a, d'une manière ou une autre, la capacité de capturer, d'orienter, de déterminer, d'intercepter, de modeler, de contrôler et d'assurer les gestes, les conduites, les opinions et les discours des êtres vivants* »[79].

Qu'ils relèvent du régime numérique ou de tout autre régime, les dispositifs sont porteurs de représentations du monde, de pratiques disciplinaires, au sens où ils sont conçus et/ou mis en œuvre par des disciplines dont ils témoignent des conceptions, des valeurs, des biais, des logiques d'usage du champ disciplinaire concerné. Ces dispositifs impliquent des apprentissages pour en faire des usages, souvent partiels, rarement pour en maîtriser la totalité des fonctionnalités et des possibilités, de façon à

---

[75] Roberto Nigro, « De la guerre à l'art de gouverner : un tournant théorique dans l'œuvre de Foucault ? », Revue Labyrinthe, 22, 2005 (3), DOI : https://doi.org/10.4000/labyrinthe.1030)

[76] Christophe Tufféry, « La méthode archéologique foucaldienne, outil d'une lecture renouvelée des archives archéologiques ». ¿ Interrogations ? Revue pluridisciplinaire de sciences humaines et sociales, Interrogations, 2020, 31 https://hal-inrap.archives-ouvertes.fr/hal-03090737

[77] Michel Foucault. « Vous êtes dangereux », *Libération*, n° 639, 10 juin 1983, p. 20. Dans *Dits Ecrits IV*, Paris, Gallimard, texte n°335, 1994, pp. 522-524

[78] Michel Foucault. « Le jeu de Michel Foucault ». *Dits et écrits II*, Paris, Gallimard, pp. 298-329

[79] Giorgio Agamben. *Qu'est-ce qu'un dispositif ?,* Rivages poches, 2014, 80 pages

répondre à des besoins pratiques ou des questionnements de recherche et avec le souci d'un certain niveau d'efficacité.

Nous nous proposons de rechercher la diversité des dimensions dans lesquelles les dispositifs numériques de l'archéologie peuvent être appréhendés. En reprenant le triptyque récemment proposé Jean-François Bert et Jérôme Lamy, il s'agit pour nous d'identifier comment ces dispositifs numériques de l'archéologie s'inscrivent dans les lieux, les objets et les gestes des savoirs archéologiques[80]. Parmi les lieux sur lesquels porte notre recherche, les terrains de l'archéologie constituent des espaces privilégiés. Jusque-là, ils ont rarement été considérés comme des objets de recherche en eux-mêmes. Ils sont pourtant d'un intérêt majeur d'un point de vue épistémologique parce qu'ils concentrent plusieurs des conditions de possibilité des savoirs archéologiques et que s'y déroulent les premières étapes de la fabrique des faits scientifiques de la discipline. L'introduction de dispositifs numériques sur les terrains de l'archéologie méritait que l'on s'y intéressât tout particulièrement.

[80] Jean-François Bert et Jérôme Lamy. *Voir les savoirs. Lieux, objets et gestes de la science*. Paris, ANAMOSA, 2021, 432 pages

1ERE PARTIE :
REPLACER L'INFORMATISATION DE L'ENREGISTREMENT DE TERRAIN DANS L'HISTOIRE DES METHODES EN ARCHEOLOGIE

Cette partie adopte un point de vue historiographie et propose de replacer les transformations de l'archéologie et des pratiques des professionnels de la discipline qui sont liées aux usages de l'informatique dans l'histoire des méthodes de l'archéologie au cours du XXe siècle. Les jalons identifiés de cette histoire résultent de l'action d'acteurs majeurs des méthodes d'enregistrement de terrain, parmi lesquels Edward Harris. Le tournant numérique de l'archéologie, entamé au cours des années 1980, s'inscrit dans un contexte multiple. Le déploiement de la micro-informatique personnelle, rapidement adopté par une partie des communautés de l'archéologie, a permis l'émergence de nouvelles méthodes et techniques qui ont constitué autant de nouvelles conditions de possibilité pour les savoirs archéologiques. Dans ce processus de transformation, les contributions de plusieurs chercheurs en France sont évoquées. Pour les organiser chronologiquement, il est proposé de les regrouper en trois « générations » successives, entre lesquelles des passerelles ont existé et existent encore pour les acteurs vivants.

A. Quelques éléments de l'histoire des méthodes en archéologie avant leur informatisation

Ce chapitre n'a pas la prétention de balayer toute l'histoire des méthodes et techniques utilisées en archéologie avant les premiers usages de l'informatique mais d'en évoquer quelques jalons pour replacer l'apparition des dispositifs numériques dans une histoire de plusieurs décennies, déjà documentée[81].

Le rangement des savoirs, l'ordonnancement des relevés et des observations sont identifiables dans les formes et les contenus des archives de terrain parmi les plus anciennes de l'archéologie.

La notation par les archéologues sur des carnets de leurs observations, réalisées lors de la découverte et de la fouille de sites archéologiques, est une pratique ancienne, comme l'attestent les carnets de François Champollion (1790-1832) en Égypte dans les années 1820 (fig. 3).

Ces archives montrent la pratique d'une notation déjà très codifiée, faite de descriptions manuscrites alternant avec des dessins annotés, rangés en l'occurrence par types de hiéroglyphes, par espèces d'animaux et de symboles représentés.

[81] Alain Schnapp. *La Conquête du passé : aux origines de l'archéologie*, Paris, La Découverte, 2020, 392 pages. Jean-Paul Demoule. « Nouveaux moyens, nouveaux financements, nouvelles problématiques en archéologie » In : *La mondialisation de la recherche : Compétition, coopérations, restructurations* [en ligne]. Paris : Collège de France, 2011 (généré le 18 septembre 2022). Disponible sur Internet : <http://books.openedition.org/cdf/1559>. ISBN : 9782722601406. DOI : https://doi.org/10.4000/books.cdf.1559. Eve Grand-Eymerich, *Naissance de l'archéologie moderne. 1798–1945*, Paris, CNRS Éditions, 1998, 540 pages et *Les Chercheurs de passé. 1798–1945. Aux sources de l'archéologie*, Paris, CNRS Éditions, 2007, 1271 pages

Figure 3 : Papiers de Jean-François Champollion le jeune – Grammaire égyptienne (source : BnF, département des Manuscrits)

Cette pratique perdure pendant plus d'un siècle. On en retrouve les traces dans les carnets de terrain de nombreux archéologues comme ceux de Georges Legrain (1865-1917) concernant ses fouilles sur le site de Karnak en Égypte et conservés au Musée du Louvre[82] (fig. 4).

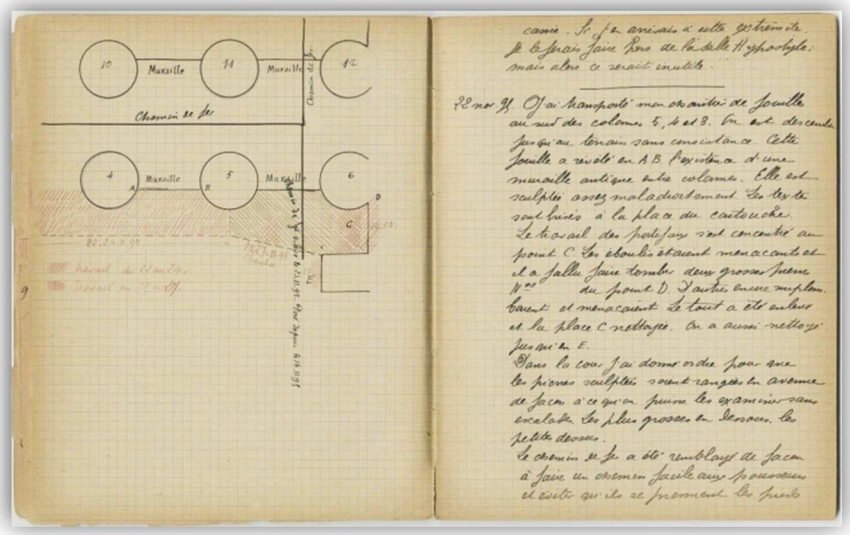


Figure 4 : Extrait des carnets de fouille de Georges Legrain (source : Musée du Louvre)

Sur l'exemple illustré, les dessins occupant la page de gauche dialoguent avec les textes descriptifs manuscrits situés sur la page de droite. L'espace du support de notation fait l'objet d'une organisation méthodique. Le carnet de fouille est un cahier d'écolier à petits carreaux, que l'archéologue a tenu avec une grande rigueur.

L'exercice même de la notation des observations sur des carnets de terrain fut un thème largement représenté dès le XIXe siècle comme ce fut le cas d'Heinrich Schliemann sur le site de Troie (fig. 5)[83].

[82] En 2015, le Musée du Louvre a reçu en don, en 2015, dix-huit cahiers de notes de l'archéologue. Laurent Coulon, Emmanuel Jambon, « Les Cahiers de Georges Legrain », dans *Grande Galerie - Le Journal du Louvre*, juin/juillet/août 2015, no 32, p. 52-56

[83] Heinrich Schliemann. *Ilios, ville et pays des Troyens*. Paris, Firmin-Didot, 1885, 1032 pages (source : https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k480188t)

Le savant en action sur le terrain n'est pas seulement représenté en train de diriger des ouvriers, il l'est aussi en train de procéder à des relevés, une tâche qui fait partie de son savoir-faire et qu'il ne peut déléguer aux ouvriers. La mise en scène de cette tâche participe de l'entreprise de légitimation scientifique de l'archéologue. Le cas de Schliemann est emblématique, puisque, largement autodidacte, il eut beaucoup de difficultés à se faire reconnaître comme véritable archéologue par les milieux académiques de l'époque[84].

Figure 5 : Heinrich Schliemann faisant des relevés sur les ruines de Troie (source : BnF)

Une première évolution majeure dans l'histoire des méthodes de la discipline est intervenue avant le second conflit mondial, avec l'usage croissant d'une conception qui se voulait plus rationnelle du terrain de fouille[85]. Celle-ci avait l'ambition d'optimiser le processus d'ouverture d'un site archéologique en s'appuyant sur une méthode réplicable sur plusieurs chantiers. Cette démarche s'est traduite par l'adoption d'une méthode reposant sur le principe d'une division renforcée du travail entre les divers métiers présents sur les chantiers : le savant dirigeant les fouilles, les ouvriers exécutant les ordres de dégagement des sédiments et des structures, les chefs de secteurs, les archéologues spécialisés par périodes chronologiques, par types de mobiliers, etc.[86]. Cette évolution s'est accompagnée de nouvelles formes d'organisation spatiale et de conduite des fouilles[87].

---

[84] On peut se reporter à l'ouvrage d'Annick Louis, *L'invention de Troie. Les vies rêvées de Heinrich Schliemann*. Paris, Éditions de l'EHESS, 2020, 357 pages. Nous avons fait une recension de cet ouvrage pour la Revue *Le Mouvement Social* : https://lms.hypotheses.org/12221

[85] Dans les premières années du XXe siècle, l'archéologue Jacques de Morgan a publié un ouvrage qui décrit les objectifs et les méthodes de toute recherche archéologique. Jacques de Morgan. *Les recherches archéologiques : leur but, leurs procédés*. Paris, Éd. de la Revue des idées, 1906, 86 pages (https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k364949). Le chapitre intitulé "*De la main d'œuvre*" (pp. 26-32) est révélateur la conception de la conduite de fouilles pour l'époque et des relations entre l'archéologue et les équipes de fouilleurs.

[86] On retrouve cette division dans l'ouvrage d'Agatha Christie. *La Romancière et l'archéologue. Mes aventures au Moyen-Orient.* Paris, Payot, 2016, 320 pages. Entre 1937 et 1939, Agatha Christie Mallowan participa à plusieurs fouilles au Proche et Moyen-Orient, notamment sur le site d'Our en Irak, aux côtés de son futur mari l'archéologue Max Mallowan. Elle s'inspira de ses expériences sur le terrain pour trois de ses livres les plus célèbres : *Le Crime de l'Orient-Express*, *Meurtre en Mésopotamie* et *Mort sur le Nil*.

[87] Sur ces thèmes, on peut visionner la communication de Nathan Schlanger (« *Travail manuel et travail intellectuel en archéologie – une convergence triomphale ?* ») et celle d'Isabelle Bollard-Raineau et de Diane Dusseaux (« *Archéologue d'hier et d'aujourd'hui, que se cache-t-il sous ce terme* ? ») lors de la journée d'étude « *Profession archéologue ?* » qui s'est tenue aux Archives nationales du monde du travail à Roubaix le 2

Sur ce point, le rôle de l'archéologie allemande mérite d'être mentionné. Au cours des années 1930 et au début des années 1940[88], l'archéologie allemande a développé des méthodes spécifiques de fouille et d'enregistrement des observations archéologiques. Dans son ouvrage *Nos ancêtres les Germains. Les archéologues au service du nazisme* (2012), Laurent Olivier a montré que l'archéologie nazie a eu une influence importante sur les archéologies allemande et française. Il mentionne l'inventaire raisonné des chantiers de fouilles par le recours à des méthodes d'analyse et de traitement systématique des vestiges archéologiques. Pour Laurent Olivier, la profession d'archéologue en Allemagne a fortement subi l'influence de l'idéologie nazie. Elle a bénéficié d'importants moyens qui lui ont permis de développer des méthodologies dont certaines remontaient d'ailleurs avant l'arrivée des Nazis au pouvoir. Cette archéologie a été largement discréditée après la Seconde guerre mondiale, entraînant un changement profond de la discipline qui a délaissé certains aspects théoriques, comme la notion de peuplement, pour une archéologie descriptiviste.

En France, le recours à des pratiques de fouilles et des techniques d'enregistrement allant vers davantage de rationalité a donné lieu à plusieurs publications majeures parmi lesquelles, l'ouvrage de Robert du Mesnil du Buisson *La technique des fouilles archéologiques. Les principes généraux*. publié en 1934[89]. L'auteur y décrit les méthodes scientifiques à appliquer dans la conduite des fouilles, ainsi que la nécessité d'un enseignement technique pour chacune des tâches des archéologues, du terrain à la publication. Ce guide des méthodes scientifiques et des techniques a constitué le support privilégié pour documenter et justifier la division de leur travail sur le terrain, conçue comme la possibilité d'une rationalisation des pratiques scientifiques sur l'ensemble de la chaîne de production et de diffusion des savoirs archéologiques.

Pendant la décennie 1930, Mortimer Wheeler établit la méthode qui porte son nom. Celle-ci consistait en un découpage d'un site archéologique en carrés de 5 m de côté, en laissant entre les carrés des bermes d'environ 1m de largeur, permettant d'observer des stratigraphies de part et d'autre (fig. 6). Cette méthode, mise au point sur le site de *Maiden Castle* entre les années 1920 et 1930, ne fut vraiment connue qu'après la seconde guerre mondiale, avec la publication en 1954 de *Archaeology: From the Earth*[90].

En France, il fallut attendre 1989 pour disposer de la traduction en français de cet ouvrage par Paul Courbin, directeur d'études à l'EHESS et directeur du Bureau d'Études et Méthodes Archéologiques. A cette occasion, il invita les archéologues français à une lecture enthousiaste de la méthode Wheeler, en tentant ainsi de contrer la réception négative de cette méthode en France. Nombre d'archéologues tenaient alors à une méthode de fouille par structures archéologiques, en particulier pour les périodes autres que préhistoriques.

La méthode de Wheeler fut mise en œuvre sur nombre de sites de pays anglo-saxons, mais elle rencontra relativement peu de succès en France.

décembre 2021 (https://archives-nationales-travail.culture.gouv.fr/Decouvrir/Evenements/Journee-d-etudes-Profession-archeologue)

[88] Laurent Olivier. *Nos ancêtres les Germains. Les archéologues au service du nazisme.* Paris, Tallandier, 2012, 314 pages

[89] Robert du Mesnil du Buisson. *La technique des fouilles archéologiques. Les principes généraux.* Paris, Librairie Paul Geuthner, 1934, 256 pages

[90] Mortimer Wheeler, *Archaeology : From the Earth.* Oxford University Press, Oxford, 1954, 274 pages

Figure 6 : Carrés de fouilles à Maiden Castle, Sir Mortimer Wheeler Excavations, 1937

(source : Society of Antiquaries, England Archives)

En 1939, l'*Office international des musées* (OIM)[91] publia dans sa revue *Mouseion, revue internationale de muséographie*, un numéro intitulé *La technique des fouilles*[92]. L'OIM y établit une série de préconisations à propos des méthodes de prospection des sites archéologiques, de l'organisation matérielle des fouilles, des méthodes techniques de l'excavation, de la technique des fouilles préhistoriques, de la formation scientifique et technique du fouilleur, etc. Tous ces thèmes sont abordés dans l'optique de donner une orientation plus scientifique et technique aux pratiques de l'archéologie, et de promouvoir une nouvelle formation des archéologues. Cette publication fait mention « *d'enregistrement* » et de « *données* ». On peut noter à cette occasion que l'emploi de ces deux termes n'est pas lié uniquement à l'apparition de moyens informatiques mais qu'il est déjà effectif depuis plusieurs années lors de cette publication[93].

Ce numéro de la revue *Mouseion* évoque aussi la nécessité de recourir à l'usage incontournable de « *cartes, dessins, coupes, photographies, notes, etc.* » :

[91] L'OIM fut un institut international de coopération intellectuelle dépendant de la Société des Nations. Il devint en 1946 l'International Council of Museums (ICOM) et dépend aujourd'hui de l'UNESCO (https://www.icom-musees.fr/ pour la France)

[92] Office International des Musées. *La technique des fouilles*. Revue Mouseion. A13 : vol. 45, n°1 et vol. 46, n°2, Paris, Institut international de coopération intellectuelle, 1939, 232 pages. Disponible sur le site de Gallica (ark:/12148/bpt6k6101703d)

[93] La notion de « donnée » pour désigner l'information recueillie lors de la fouille, mérite d'être discutée. Loin d'être « donnée » au fouilleur, l'information archéologique provient d'un double processus. D'une part, elle résulte d'un acte manuel, celui de la mise au jour par le fouilleur, et d'autre part du résultat d'une construction intellectuelle et d'une traduction, celle qui transforme l'observation en une information compréhensible, par l'exercice d'une expertise scientifique, et partageable par la notation, littérale ou normée, transcrite ou enregistrée sur un support, quel qu'il soit.

« *Tout ce travail doit être exécuté de telle sorte que des personnes autres que le fouilleur – c'est-à-dire n'importe quel archéologue ayant une expérience pratique des fouilles – soient en mesure de compléter l'œuvre scientifique et la publication qui s'y rapporte »*[94].

Un chapitre de l'ouvrage est consacré au matériel d'enregistrement nécessaire sur le terrain, notamment pour la préparation des cartes et plans.

« *Le minimum consistera en un théodolite, un niveau télescopique, un mètre à ruban, des poteaux de géomètre, des verges graduées et une table de dessinateur montée sur tréteaux* »[95].

Inventorier ainsi le matériel nécessaire et décrire les méthodes scientifiques et techniques de la fouille relèvent d'une conception scientifique de l'organisation du travail de l'archéologue.

Même si des traces d'une approche rationnelle du travail existent dès le XVe siècle dans certains ateliers, sa théorisation s'origine surtout dans celle promue par des ingénieurs du XVIIe siècle, comme Riquet et Vauban. Elle connut son heure de gloire avec Henri Fayol (1841-1925) et surtout Frederick Winslow Taylor (1856-1915). Il s'agissait alors de répondre, par la décomposition du travail en une série de tâches limitées et répétitives, à la demande de gains de productivité du secteur industriel, notamment pour la production d'automobiles aux États-Unis au tout début du XXe siècle[96]. Les méthodes créées pour accompagner cette nouvelle organisation du travail, s'appuyèrent sur de nombreux supports, dont des fiches de fabrication et de suivi des productions, qui permettaient de consigner le travail des ouvriers par écrit de façon normalisée et de quantifier leur travail sous forme chiffrée[97].

Alors que des organisations comme l'OIM émettaient des préconisations pour tendre vers une rationalisation grandissante des pratiques de l'archéologique, la discipline ne les adopta que dans certains cas, en particulier sur de grandes fouilles à l'étranger. Mais l'archéologie maintint certaines de ses pratiques traditionnelles notamment dans ses méthodes de notation (ou d'enregistrement). Ce fut le cas des carnets de terrain des archéologues, supports indispensables à la notation descriptiviste des observations scientifiques et qui ont longtemps constitué les archives traditionnelles et personnelles des archéologues[98].

En 1930, Louis Méroc mit au point, sur un site dans la vallée de Volp (Ariège), une nouvelle méthode visant à permettre des relevés de précision des vestiges archéologiques sur des fouilles préhistoriques. Cette méthode, qui consistait en un relevé homogénéisé de tout mobilier archéologique au sein d'un système de référence découpant le terrain selon un carroyage régulier, fut consolidée au cours des deux décennies suivantes par Louis Méroc et Georges Laplace, qui la firent connaître en signant ensemble une nouvelle publication en 1954 :

« *En 1946, Louis Méroc, assisté d'une nombreuse équipe, entreprend l'étude des puissants remplissages des grottes de Montmaurin à l'aide de cette méthode dont il préconisait l'emploi dans la 10e Région des Antiquités Préhistoriques qu'il dirigeait. Nous en prîmes connaissance à cette occasion et, en 1949, publiant le gisement azilien de la Tutte de Carrerore à Lurbe, nous fîmes œuvre nouvelle*

---

[94] Office International des Musées. *op. cit.* p. 107

[95] Office International des Musées. *op. cit.*p. 123

[96] L'organisation scientifique du travail fit l'objet d'une abondante littérature qui contribua au succès de cette vision. En France, elle eut plusieurs défenseurs dès le début du XXe siècle dont Henry Le Chatelier.

[97] On peut se reporter à l'ouvrage de Georges Bricard. *L'organisation scientifique du travail*. Paris, Armand Colin, 1927, 210 pages

[98] Pendant le XIXe et une partie du XXe siècle, le carnet de terrain de l'archéologue demeura un support de premier plan. Plusieurs auteurs ont souligné l'importance majeure de ce type de support des inscriptions dans la production des savoirs de l'observation, que ce soit sur le terrain ou en laboratoire. Dans notre mémoire de master 2 soutenu à l'EHESS en octobre 2020, nous avons longuement présenté ce type d'archives et commenté certains exemplaires recueillis auprès de plusieurs archéologues français en activité ou disparus.

en figurant sur le plan du gisement illustrant le mémoire l'emplacement de toutes les pièces recueillies »[99].

Les principes de la méthode s'appuyaient sur un carroyage et un niveau de référence. Le découpage du terrain de fouille pouvait être fait selon plusieurs types d'unités (secteurs, sections, carrés) (fig. 7).

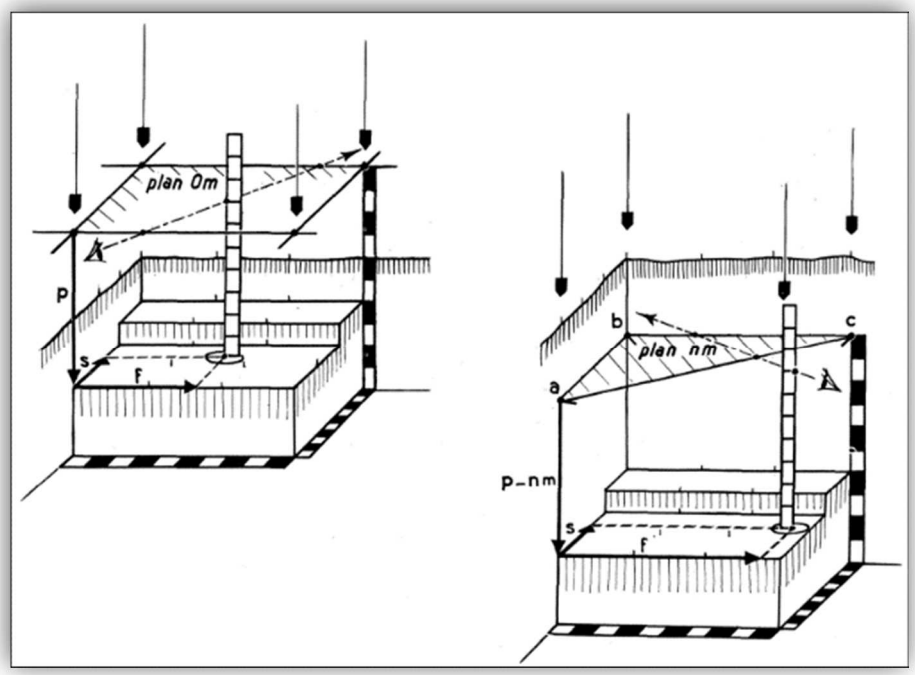


Figure 7 : Repérage d'un objet par coordonnées ponctuelles (source : G. Laplace 1971)

« *Conçue essentiellement comme système de repérage par L. Méroc, cette méthode, qu'il a créée, devient, perfectionnée, un instrument pratique d'analyse et de compréhension graphiques d'une couche archéologique et de ses rapports avec la stratigraphie* »[100].

Le repérage s'appuyait sur une numérotation de chacun des carrés du carroyage et permettait une numérotation de tous les mobiliers. Le carroyage était matérialisé, le plus souvent, par des fils à plomb descendant vers le sol archéologique sans le toucher, pour en quelque sorte projeter sur ce dernier une image immatérielle du carroyage. Dans certains cas, le carroyage était matérialisé par des cordelettes ou des fils, installés directement sur le sol ou situés à quelques centimètres au-dessus du sol et fixés à des clous plantés à chacun des angles des carrés :

« La méthode consistait exclusivement alors dans le carroyage du gisement, dans le repérage par coordonnées cartésiennes de toutes les pièces et dans leur pointage graphique numéroté sur un plan et une coupe frontale tracés pour chaque carré d'un mètre de côté, toutefois sans notation chiffrée des coordonnées. Quoique révolutionnaire, la méthode, telle quelle, ne donnait qu'une physionomie encore trop rudimentaire des divers niveaux et de leur articulation. C'est du moins ce que nous avons pensé en cherchant à la modifier et à l'assouplir pour en obtenir un meilleur rendement. Après de nombreux tâtonnements, nous y avons introduit entre 1949 et 1954 toute une série de perfectionnements: distinction entre les diagrammes de position et les coupes stratigraphiques dressés en liaison constante; diagrammes de position frontal ou latéral, total ou partiel: coupes stratigraphiques frontale ou latérale,

[99] Georges Laplace-Jauretche et Louis Méroc. « Application des coordonnées cartésiennes à la fouille d'un gisement ». In: Bulletin de la Société préhistorique de France, tome 51, n°1-2, 1954. pp. 58-66. DOI : https://doi.org/10.3406/bspf.1954.12427. www.persee.fr/doc/bspf_0249-7638_1954_num_51_1_12427

[100] Georges Laplace, *art. cit.*

normale ou intermédiaire: utilisation exclusive des plans et plans-diagrammes pour les couches minces ou les sols caractérisés; coordonnées numériques portées sur le carnet de fouille; représentation conventionnelle des éléments des couches et accroissement des espèces d'éléments représentés. Ainsi, conçue essentiellement comme système de repérage par L. Méroc, cette méthode qu'il avait créée devenait, perfectionnée, un instrument pratique d'analyse et de compréhension graphiques d'une couche archéologique et de ses rapports avec la stratigraphie. En suggérant des problèmes non perçus en cours de fouille, elle se révélait moyen de prospection. Nous devions appliquer avec le même succès la méthode modifiée, objet de la publication précitée (LAPLACE et MÉROC 1954), à l'étude de gisements très différents, sous grotte et abri ou de plein air, du Paléolithique ancien à la Protohistoire, tant dans les Pyrénées occidentales qu'en Afrique du Nord »[101].

Dans la publication de 1971, Georges Laplace revient seul, Louis Méroc étant décédé en 1970, sur l'origine de cette méthode et sur sa réception :

« *La publication en 1954, dans le Bulletin de la Société Préhistorique Française (…), des principes d'une méthode de fouille basée sur l'application des coordonnées cartésiennes fut accueillie comme une initiative d'une certaine hardiesse, heureuse pour les chercheurs soucieux de rigueur scientifique, inconsidérée pour la majorité des amateurs. Seize années plus tard, la méthode connaît une large diffusion mais c'est sous une forme appauvrie, réduite à ses rudiments, qu'elle est le plus généralement utilisée. C'est que le mémoire original, quand il n'est pas ignoré ou tenu dans l'ignorance, demeure difficilement accessible, les exemplaires tirés à part étant épuisés depuis longtemps. Pour cette raison, et pour répondre aussi à la demande réitérée de jeunes chercheurs, il nous a paru opportun de reprendre l'exposé de notre méthode en l'enrichissant des perfectionnements mûris au cours de multiples expériences poursuivies au long de ces années. Enfin, cet article méthodologique nous donne l'occasion de dissiper toute équivoque relative à la paternité de la méthode d'application des coordonnées cartésiennes à la fouille stratigraphique d'un gisement (…) »* [102].

Pour renforcer le succès qu'a rencontré la méthode auprès de grands noms de l'archéologie, Georges Laplace évoque l'usage qu'en fit le préhistorien français François Bordes qui, dans les années 1950 et 1960, fut, avec André Leroi-Gourhan, l'un des grands noms de la préhistoire mondiale. D'après Laplace, Bordes demanda aux deux inventeurs de « *l'initier aux procédés pratiques* » sur l'un des sites qu'il fouilla (fig. 8):

« Inventée et mise au point dans la région pyrénéenne, la méthode des coordonnées cartésiennes devait bientôt gagner le Périgord puisque, durant l'été 1951, à la demande de F. Bordes, nous vînmes au Pech-de-l'Azé Sud l'initier aux procédés pratiques et, notamment, quadriller le gisement »[103].

Si Georges Laplace use de l'argument de notoriété par l'usage qu'en fit le préhistorien français, il n'hésite pas, dans une note de bas de page de son article, à étriller l'épouse du préhistorien, Denise Sonneville-Bordes qui, dans son ouvrage de référence *La préhistoire moderne*, paru en 1967, a omis de mentionner la méthode :

« *(…) quoiqu'il puisse sembler flatteur, en un certain sens, de voir tomber un système original dans le domaine public, nous préférerions que certains auteurs (tel SONNEVILLE-BORDES 1967) ne négligent pas de nous citer en référence, ne serait-ce que pour permettre aux lecteurs de distinguer et, par conséquent, d'apprécier leur apport personnel* »[104].

---

[101] Georges Laplace, *art. cit.*

[102] Georges Laplace. « De l'application des coordonnées à la fouille stratigraphique ». Revue MUNIBE, année XXIII, n° 2/3, San Sebastián, Sociedad de Ciencias Naturales ARANZADI, 1971, pp. 223-236

[103] Georges Laplace, *art cit.*

[104] Georges Laplace, *art. cit.*

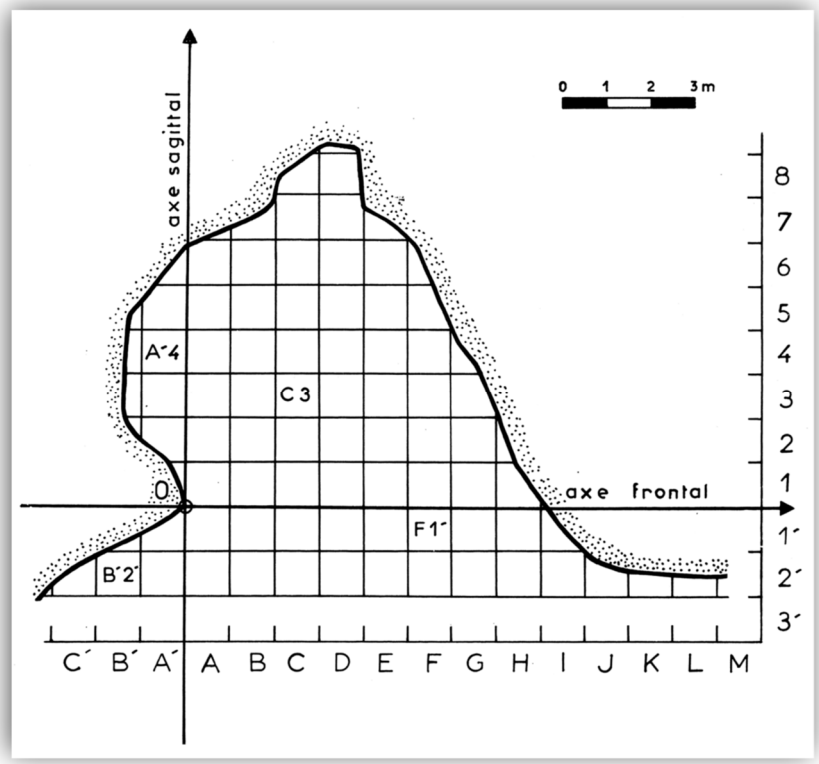


Figure 8 : Quadrillage de référence ou quadrillage primaire d'un gisement sous grotte (Grotte du Poeymail) (source : G. Laplace 1971)

Dans son article, Georges Laplace ajoute quelques lignes sur la réception de cette méthode à l'étranger :

« Pour ce qui est des pays étrangers, la méthode Laplace-Méroc fut diffusée en langue espagnole et italienne respectivement par nos collègues J. L. Lorenzo (…) de l'Université de Mexico et A. Broglio (…) de l'université de Ferrara. Enfin, de 1954 à 1970 nous devions apporter de nouveaux perfectionnements à la méthode modifiée. On les trouvera dans le texte qui va suivre »[105].

Georges Laplace décrit ce qu'il appelle les divers temps de la fouille stratigraphique (fig. 9) :

« *Le remplissage étant fouillé stratigraphiquement en décapage, l'unité de fouille à l'intérieur de chaque carré est constituée par le volume ayant pour base horizontale un carreau (33 cm de côté) et pour hauteur celle d'une taille (10 cm). Néanmoins, dans la plupart des cas, la dissection du sédiment sera avantageusement conduite par demi-unité de fouille, volume ayant pour base horizontale un carreau et pour hauteur celle d'une demi taille (5 cm.). Ainsi, unité et demi-unité de fouille dérivent directement des coordonnées globales* »[106].

L'auteur décrit ensuite les principes de ce qu'il nomme la « dissection stratigraphique (*sic*) ».

« *Selon notre expérience, l'organisation la plus rationnelle d'un chantier de fouille repose sur l'affectation à chaque carré de deux fouilleurs dont les observations se recoupent, se vérifient et se complètent mutuellement, la tenue de carnet de fouille étant avantageusement confiée tour à tour à chacun d'eux. Chaque fouilleur ou équipe de deux fouilleurs disposant, outre de l'outillage de dissection*

[105] Georges Laplace, *art. cit.*
[106] Georges Laplace, *art. cit.*

et d'une pelle plate légère à manche court, d'un seau 8 à 10 litres et d'un jeu de deux cuvettes en matière plastique de même couleur »[107].

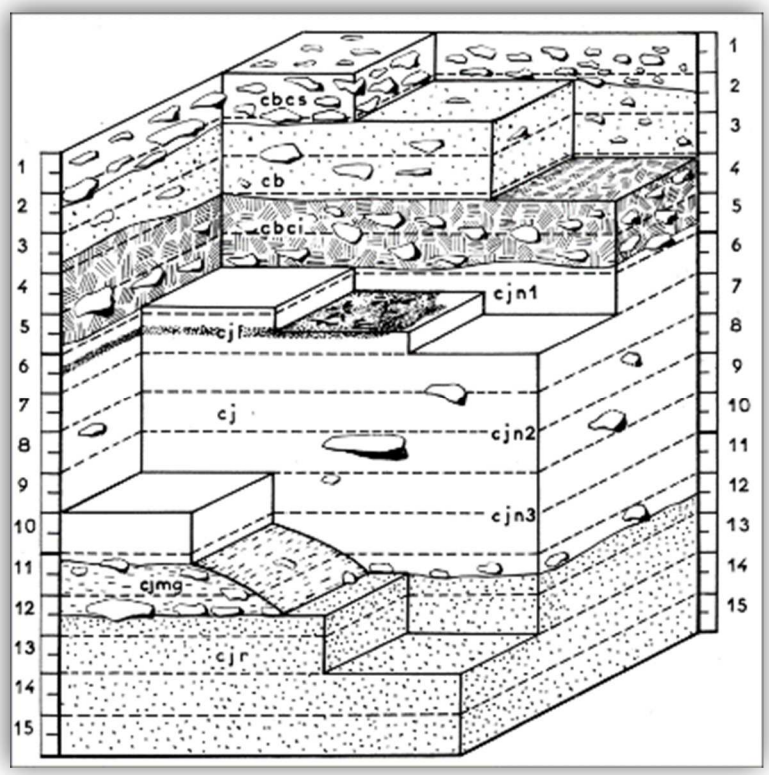


Figure 9 : Fouille stratigraphique par unités de fouilles (Grotte Gatzarria) (source : G. Laplace 1971)

L'auteur fournit aussi des indications concernant la préparation et la tenue du carnet de fouille. Cette précision mérite d'être soulignée car elle augure la future transformation numérique de l'enregistrement de terrain qui s'appuiera largement sur ces types d'archives de fouille pour proposer les premières formes de leur saisie informatisée.

« *On consacrera en principe un carnet de fouille à chacun des carrés. Le carnet étant ouvert, sur la page de gauche on tracera des traits verticaux délimitant de gauche à droite:*

a) une colonne destinée à recevoir les indications relatives à l'unité ou à la demi-unité de fouille (coordonnées globales) et à la stratigraphie (sigle de la couche et, le cas échéant, du faciès);

b) une colonne destinée aux coordonnées de profondeur (p);

c) une colonne destinée aux coordonnées frontales (f);

d) une colonne destinée aux coordonnées sagittales (s);

e) une colonne destinée à recevoir les indications relatives à la nature des pièces repérées (5).

Sur la page de droite prendront place:

a) la date et le nom du ou des fouilleurs;

b) les observations stratigraphiques et sédimentologiques;

c) les observations relatives à l'état ou à la position des pièces repérées;

d) les divers croquis ou schémas explicatifs concernant la stratigraphie et la position des objets »[108].

[107] Georges Laplace, *art. cit.*
[108] Georges Laplace, *art. cit.*

La technique des coordonnées cartésiennes a été reprise par le préhistorien François Bordes (1925-1981) dont les archives ont été étudiées par Jean-Patrick Loiseau (cf. *infra*)[109].

« *La position tridimensionnelle d'un objet (deux horizontales et une verticale) est relevée avec précision, à l'aide de moyens rudimentaires (piquet, fil à plomb, ficelle). Elle permet de situer l'objet dans sa couche stratigraphique, et de conserver la mémoire de ce qui est détruit. Elle présente en outre l'avantage de standardiser une approche (carroyage du site à partir d'un point de référence, repérage de l'objet, tenue d'un carnet de fouille, etc.) et de prendre en compte la totalité des éléments mis au jour (pièce lithique, ossement, morceau de bois, reste de charbon ou autre)* »[110].

Les entreprises de modélisation mathématique et de géométrisation du terrain de fouille, que ce soit celle proposée par Georges Laplace, celle importée par André Leroi-Gourhan de l'ex-URSS dans les années 1950 (voir *infra*), celle proposée par François Bordes dans les années 1960, furent multiples et convergentes.

Sébastien Plutniak replace ce moment dans le cadre d'un usage des mathématiques en archéologie dans la seconde moitié du XXe siècle, qui fut une tendance forte à l'échelle internationale.

« *Le recours aux mathématiques constituera, au cours de la seconde moitié du XXe siècle et à l'échelle internationale, une des principales ressources employées par les archéologues afin de rattraper le « retard » de leur domaine, en affermir le caractère scientifique, et l'établir en tant que discipline et profession* »[111]

Mais Sébastien Plutniak souligne la particularité de la situation française à cette époque :

« *L'historiographie des rapports entre archéologie et mathématiques est essentiellement anglophone et les auteurs sont souvent eux-mêmes des promoteurs de ces méthodes. En France, la majorité des chercheurs ont adopté une attitude méfiante – tels que Pradel ou, plus tardivement, Paul Courbin* ».

Des lieux de rencontre et d'échanges entre mathématiciens et archéologue se développèrent et des moments d'échanges furent organisés. Ces échanges prirent une forme institutionnelle à partir des années 1970, notamment avec le symposium *Application of Quantitative Methods in Archaeology*[112].

En 1950, le préhistorien André Leroi-Gourhan fit publier son ouvrage *Les fouilles préhistoriques (Technique et méthodes)*[113]. A l'occasion de la disparition du préhistorien en 1986, Paul Courbin lui rendit hommage :

« *Tous les fouilleurs d'alors se rappellent ce petit volume et sa couverture lie-de-vin : c'est là qu'on pouvait lire, entre autres, qu'en cas de découverte importante, l'archéologue, s'il était vraiment grand,*

---

[109] Jean-Patrick Loiseau. *François Bordes (1919-1981) et la construction de la Préhistoire dans la seconde moitié du XXe siècle*. Thèse de doctorat en épistémologie et histoire des sciences, soutenue en 2014 à l'université de Bordeaux

[110] Jean-Patrick Loiseau, *op. cit.* pp.59-60

[111] Sébastien Plutniak, « L'innovation méthodologique, entre bifurcation personnelle et formation des disciplines », Revue d'histoire des sciences humaines, 31, 2017, DOI : https://doi.org/10.4000/rhsh.435

[112] Cet événement est devenu le congrès annuel du *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology* (CAA), qui est aujourd'hui une organisation internationale qui cherche à soutenir les rencontres et les collaborations entre des archéologues, des mathématiciens et des experts en sciences numériques, à proposer une vision d'ensemble de l'état actuel de la discipline archéologique et à stimuler les échanges pour faire évoluer le domaine de l'archéologie.

[113] André Leroi-Gourhan. *Les fouilles préhistoriques (Technique et méthodes)*, Paris, A. et J. Picard et Cie, 1950, 88 pages

devait d'abord allumer une cigarette... Lui, qui à la fin de sa vie, avouait qu'il ne s'était jamais bien compris lui-même, déclarait en 1961 : « Au fond je suis un technicien des fouilles » »[114].

Au-delà de l'anecdote rappelée par Paul Courbin, l'ouvrage de Leroi-Gourhan permet de souligner la place particulière de l'auteur dans l'archéologie à partir des années 1930. Ethnologue de formation, Leroi-Gourhan, qui soutint sa thèse en 1944 sous la direction de Marcel Mauss, contribua à l'émergence d'une anthropologie des techniques. Il en établit les principes théoriques en décrivant les concepts de tendances et de faits techniques, de milieu technique, dont plusieurs de ses ouvrages majeurs ont rendu compte[115].

Parmi les sites sur lesquels Leroi-Gourhan mit au point des méthodes de fouille et d'enregistrement qui se voulaient innovantes se trouve le site de Pincevent. Sur ce site majeur dans l'histoire récente de l'archéologie préhistorique française, le préhistorien a cherché à développer une méthode de fouille nouvelle qui devait lui permettre d'établir un discours interprétatif inspiré d'une vision ethnologique, géographique et anthropologique, baptisée « ethnographie préhistorique ». Même si cette méthode avait déjà été mise au point dans les années 1930 en ex-URSS, l'archéologie préhistorique française n'en avait pas eu l'initiative jusque-là, à l'exception des Péquart à Téviec et Hoëdic.

Entre les années 1950 et 1970, l'archéologie a connu une évolution interne, du fait de certains archéologues qui ont établi des ponts avec des disciplines connexes (mathématiques, statistiques, logique). De nouveaux horizons ont été ouverts par le calcul, qui offre à la pensée des modalités d'expression différentes de ceux de la pensée littérale. Un changement de mode de raisonnement et surtout de présentation des observations et des interprétations et intervenu. Moins descriptiviste qu'il ne l'était jusqu'alors, ce mode de mise en forme et de publication des relevés de terrain a commencé à être utilisé par de plus en plus de chercheurs dans le troisième quart du XXe siècle et n'a cessé de demeurer une des normes de présentation des résultats des fouilles.

Comme d'autres disciplines, l'archéologie a vu la raison graphique s'imposer puis préparer l'arrivée de la raison computationnelle à partir de la fin des années 1960 et au début des années 1970.

L'usage de fiches d'enregistrement de terrain, de schémas, de formules statistiques, le déploiement de la pensée logiciste, la géométrisation du terrain de fouille que ce soit en carrés de 5m de côté comme chez Wheeler, ou d'1m comme chez Méroc et Laplace et largement adoptée en préhistoire, sont autant de modalités de la raison graphique qui ont trouvé leur prolongement dans la raison computationnelle.

Le tableau que propose Bruno Bachimont dans son livre déjà cité, *Le sens de la technique : le numérique et le calcul*, ne restitue pas l'argumentation très riche de son auteur[116]. Il permet néanmoins d'illustrer ce que l'auteur appelle la raison computationnelle, et de le prendre en compte pour évoquer la transformation de l'archéologie, qui eut lieu en deux temps.

Raison graphique	Raison computationnelle
Liste	Programme
Tableau	Réseau
Formule	Couche
Schéma	Maquette numérique

[114] Paul Courbin. « André Leroi-Gourhan et la technique des fouilles. ». Bulletin de la Société préhistorique française, Année 1987, 84-10-12 (E&T), pp. 328-334

[115] On peut citer *L'Homme et la matière* (1943/1971), *Milieu et techniques* (1945/1973) ou *Le Geste et la parole* (vol. 1 : *Technique et langage*, 1965 ; vol. 2 : *La mémoire et les rythmes*, 1965)

[116] Bruno Bachimont. *op. cit.*, p.169

Aux listes que la raison graphique proposait pour regrouper les informations relevées sur le terrain sur les couches, les structures, les mobiliers, ont correspondu les programmes informatiques de la raison computationnelle. Aux tableaux de la raison graphique ont correspondu la mise en réseau de la raison computationnelle qui a permis un mode d'ordonnancement de la pensée que les machines pouvaient mieux prendre en compte. Les formules de la raison graphique ont trouvé une sorte d'équivalence dans l'organisation et le traitement de l'information par couches de la raison computationnelle. Enfin, les schémas de la raison graphique se sont traduits dans la raison computationnelle par les maquettes numériques capables de représenter l'information.

Cette transformation profonde introduite par les premiers usages de l'informatique nous conduit à proposer de retenir les années 1970 comme le début d'une évolution majeure dans la formalisation du raisonnement archéologique. Ce changement a constitué un nouveau terreau intellectuel et technique pour l'évolution des méthodes de l'archéologie au cours des cinq décennies suivantes, de l'enregistrement de terrain à la publication.

Pour autant, nous ne prétendons pas que la décennie 1970 constitue une rupture avec les décennies suivantes. Les changements survenus au cours de ces années s'inscrivent dans une continuité historique et constituent une nouvelle étape de l'histoire des méthodes et techniques de la discipline.

De plus, les évolutions engagées au cours des années 1970 par l'adoption de méthodes quantitatives ne signifient pas une disparition totale des méthodes traditionnelles de l'archéologie, que ce soit pour les méthodes de fouille ou celles de l'enregistrement des informations et des observations du terrain. Ainsi, le *Manuel d'archéologie médiévale* publié par Michel de Boüard en 1975 et qui fut longtemps un ouvrage de référence, a continuer à présenter les méthodes et techniques classiques de la discipline[117]

Au milieu des années 1970, plusieurs initiatives visant à accompagner la mise au point d'applications informatiques en archéologie ont été prises comme le rappellent René Ginouvès et Anne-Marie Guimier-Sorbets en préface à leur ouvrage *La constitution des données en archéologie classique*[118] :

« *Ces recherches, conduites surtout au début sur le plan sémiologique et lexicographique, ont pris un nouvel essor dans les années 1973-1974, à la suite de plusieurs circonstances extrêmement favorables (…). D'autre part, la DGRST a lancé en 1974, dans le cadre de l'Action Complémentaire Coordonnée "Informatique et sciences humaines", un appel d'offres concernant précisément le problème de la constitution des données : le projet présenté par notre laboratoire ayant été accepté, l'aide généreusement apportée par la DGRST a permis une extension des travaux, et en particulier la réalisation des expériences informatiques, pendant une période primitivement fixée à 18 mois, mais que deux prolongations successives ont conduite jusqu'en mars 1977. Enfin, après la réunion, en octobre 1974, d'une Table ronde du CNRS sur le système documentaire SATIN, et après la publication, au début de 1975, du volume qui en décrit les caractéristiques, nous avons pu bénéficier, pour notre expérimentation informatique, des remarquables qualités de ce système, auquel nous avons été d'abord initiés par M.E. Chouraqui, un de ses deux créateurs : les premiers passages sur l'ordinateur du Centre de calcul du Pharo, à Marseille ont pu avoir lieu dès la fin de 1975, et les dernières expérimentations dont on rend compte ici ont duré jusqu'en juin 1977* »[119].

---

[117] Michel de Boüard. *Manuel d'archéologie médiévale : de la fouille à l'histoire*. Paris, SEDES, 1975, 338 pages. On pourra lire le compte-rendu qu'en fit Michel Bur dans la revue *Archéologie médiévale*. Année 1976, 6, pp. 383-385 : https://www.persee.fr/docAsPDF/arcme_0153-9337_1976_num_6_1_1322_t1_0383_0000_1.pdf

[118] René Ginouvès et Anne-Marie Guimier-Sorbets. *La constitution des données en archéologie classique*. Paris, CNRS, 1978, 161 pages

Disponible sur le site Gallica de la BnF : ark:/12148/bpt6k33360000

[119] René Ginouvès et Anne-Marie Guimier-Sorbets, *op. cit.*, p.4

Les années 1970, surtout leur seconde moitié, apparaissent donc bien comme un moment clé dans l'essor de l'usage de l'informatique dans les SHS, en particulier en archéologie.

Les transformations de l'archéologie intervenues à partir de ce moment, n'ont pas été les mêmes dans tous les pays. En Angleterre, des usages très pionniers de l'informatique appliquée à l'archéologie eurent lieu entre la fin des années 1950 et le début des années 1960. En 1961, Gerald Hawkins[120] utilisa les ressources technologiques de l'université pour étudier les alignements astronomiques de plusieurs sites mégalithiques. Il enregistra les positions des pierres dressées du site de Stonehenge et d'autres informations dans un ordinateur IBM 7090. Les calculs effectués lui permirent de modéliser les mouvements du soleil et de la lune. En 1965, Hawkins soutint dans son livre, *Stonehenge Decoded*, que les différents éléments du monument étaient disposés de manière à prédire une variété d'événements astronomiques[121].

Au cours des années 1970, l'archéologie française a connu un fort développement à l'étranger comme l'a rappelé le numéro consacré à ce thème de la revue *Les Nouvelles de l'archéologie*[122]. Ce fut l'occasion pour nombre d'archéologues français de confronter leurs pratiques à celles de leurs collègues étrangers. Les missions françaises à l'étranger ont remplacé les concessions archéologiques qui dataient de la période coloniale et qui ont prévalu jusque dans les années 1960.

Le courant de la *New Archaeology*, majoritaire pendant deux décennies dans plusieurs pays anglo-saxons, bénéficia d'une réception très mitigée en France. Mais en regardant la période pendant laquelle la *New Archaeology* connut son heure de gloire, celle-ci fut assez proche de celles de certains courants de pensée majeurs des SHS françaises entre les années 1950 et 1970, comme le structuralisme qui bénéficia d'une forte visibilité à l'international[123]. La *New Archaeology* très fut fortement critiquée par plusieurs des communautés françaises de l'archéologie, en particulier par certains de leurs représentants comme Paul Courbin[124]. Si André Leroi-Gourhan, venant de l'ethnologie et influencé par Claude Lévi-Strauss, chercha à trouver des structures et des invariants dans ses observations, que ce soit dans les structures d'habitat ou dans les symboles figurés dans l'art préhistorique, il s'est globalement tenu à distance de la *New Archaeology*[125].

Au cours des années 1980 intervint un changement d'attitude d'une partie des archéologues français vis-à-vis du courant anglo-saxon. Ainsi, comme l'évoque Boris Valentin, la *New Archaeology* a trouvé des ambassadrices dans les personnes de Françoise Audouze et de Michèle Julien, pourtant formées toutes les deux par André Leroi-Gourhan :

---

[120] Gerald Hawkins fut professeur et président du département d'astronomie à l'université de Boston, aux États-Unis entre 1957 et 1969 et chercheur au *Smithsonian Center for Astrophysics* à Harvard,

[121] Gerald Hawkins, John White. *Stonehenge decoded*. Delta Book, 1965, 202 pages

[122] Frank Braemer, Véronique Darras, Sophie Méry, Xavier Gutherz et Pierre-Yves Manguin, « L'archéologie française à l'étranger », Les nouvelles de l'archéologie [En ligne], 157-158 | 2019, mis en ligne le , consulté le 18 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/nda/7286 ; DOI : https://doi.org/10.4000/nda.7286

[123] On pense ici à la forte notoriété à l'international du courant du structuralisme dont François Dosse a proposé une historiographie. François Dosse, *Histoire du Structuralisme Tome I : le champ du signe, 1945-1966*, Paris, La Découverte, 1991, 550 pages et *Histoire du Structuralisme Tome II : le chant du cygne, 1967 à nos jours*, Paris, La Découverte, 1992, 588 pages. La réception du structuralisme aux États-Unis bénéficia d'une réception telle qu'il revint en Europe sous le vocable de la *French theory* qui a regroupé des auteurs divers et parfois très distants (François Cusset. *French Theory. Foucault, Derrida, Deleuze et C^ie^ et les mutations de la vie intellectuelle aux États-Unis.* Paris, La Découverte, 2005, 378 pages). Ce courant n'a concerné aucun archéologue.

[124] Paul Courbin. *Qu'est-ce que l'archéologie ?* Paris, Payot, 1982, 238 pages

[125] Aleksandar Palavestra. Structuralisme et archéologie. In *Problèmes d'ethnologie et d'anthropologie* n.s. vol. 4. is. 2 (2009), pp. 137-148. https://www.academia.edu/10334576/Structuralisme_en_archéologie

« Après A. Leroi-Gourhan, la méfiance s'est dissipée lorsque de véritables bases structurées de connaissance ont été diffusées, notamment quand les travaux inspirés par la New Archeology *américaine ont été connus. Dans notre équipe, Françoise Audouze et Michèle Julien ont joué le rôle de passeurs et de précurseurs avec des analogies concernant la structuration de l'espace habité et aussi des modélisations audacieuses, dès la fin des années 1980 et de façon ininterrompue depuis, concernant le régime de mobilité des sociétés magdaléniennes. Il y eut aussi l'influence de James G. Enloe, élève de Lewis Binford, avec ses travaux sur le partage des rennes à Pincevent et Verberie. Plus récemment, Francine David et Claudine Karlin ont pratiqué directement l'ethnoarchéologie avec Sylvie Beyriès en Sibérie parmi plusieurs sociétés actuelles dont l'économie est centrée sur le renne »*[126].

Pour revenir au domaine de l'informatique, l'archéologue Francis Hours (1921-1987) publia en 1980 un article majeur consacré à un retour d'expériences sur l'usage des ordinateurs dans la discipline, après un quart de siècle de mise en œuvre[127]. L'article commence par un bref rappel historique des débuts de l'informatisation de la documentation archéologique :

« *L'utilisation de l'informatique et des ordinateurs s'est introduite il y a près de 25 ans*[128] *dans l'archéologie du Proche-Orient, et on commence à pouvoir évaluer ce que cela nous apporte. Les nouvelles méthodes ne donnent pas grand-chose de neuf si on se borne à les employer pour des calculs traditionnels de proportions et de pourcentages. En revanche, pour étudier, grâce à des analyses factorielles diverses, les rapports complexes entre les assemblages ou les civilisations, ce sont les seuls procédés possibles (…). Les premières manifestations de ces nouvelles tendances remontent à 25 ans déjà et se situent en 1955, à Beyrouth sous l'impulsion de J.C Gardin*[129]*. Ce dernier était soutenu par Henri Seyrig*[130] *alors directeur de l'Institut Archéologie de Beyrouth, un des rares patrons en place à avoir compris les perspectives d'avenir qui s'ouvraient. Les réflexions théoriques déjà accompagnaient un travail d'analyse extrêmement pénétrant qui a abouti à des « codes » nombreux : monnaies, céramique, préhistoire en général, concepts coraniques, outillage de l'époque du bronze au Proche-Orient, iconographie des cylindres-sceaux mésopotamiens. J.C Gardin s'intéressait surtout aux problèmes de méthode, aussi l'usage de ces codes et les synthèses ultérieures furent-ils laissés aux besoins et aux capacités des utilisateurs On est loin d'avoir tiré tout le parti possible du travail d'analyse effectué alors. Finalement les initiatives de J.C Gardin ont été peu suivies pour des raisons qu'on pourra entrevoir à travers les lignes un peu allusives du bref article de Cleuziou et Demoule*[131]»[132].

L'article de Francis Hours regorge de commentaires très pertinents et déjà visionnaires sur l'usage de l'ordinateur en archéologie [133]:

---

[126] Boris Valentin, Monique Olive, François Valla, Françoise Audouze, Sophie A. de Beaune, et *al.* « Où en est l'ethnologie préhistorique ? ». In Philippe Soulier. *André Leroi-Gourhan, "L'homme, tout simplement"*, Éditions de Boccard; Travaux de la MAE, p 173-186, 2015. ffhalshs-02063050f

[127] Francis Hours. L'Informatique et les ordinateurs dans l'archéologie du Proche-Orient. Le point de vue d'un utilisateur. In: Paléorient, 1980, vol. 6. pp. 9-20. DOI : https://doi.org/10.3406/paleo.1980.4256 www.persee.fr/doc/paleo_0153-9345_1980_num_6_1_4256

[128] Francis Hours fait explicitement mention de la création en 1957 du CADA par Henry Serig et Jean-Claude Gardin.

[129] Sur Henri Seyrig, on peut lire l'article de Jean-Claude Gardin. « Une archéologie moderne : les initiatives d'Henri Seyrig ». In: Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, 140e année, N. 3, 1996. pp. 1013-1018. DOI : https://doi.org/10.3406/crai.1996.15653 www.persee.fr/doc/crai_0065-0536_1996_num_140_3_15653

[130] En 1968, Henri Seyrig (1895-1973) rédigea une *Note sur la réforme de la recherche archéologique en France*

[131] Francis Hours fait référence à l'article de Cleuziou et Demoule paru en 1980 « Situation de l'archéologie théorique » Nouvelles de l'archéologie 3, 7-15

[132] Francis Hours. *art. cit.*

[133] Le lecteur nous pardonnera cette longue citation qui est d'une remarquable lucidité pour l'époque.

« Il ne suffit pas grâce à l'ordinateur d'avoir situé les réalités archéologiques quelles qu'elles soient : objets ou assemblages dans un espace aux multiples dimensions. Il faut encore représenter ces classements d'une façon qui nous soit accessible, c'est-à-dire dans l'espace tridimensionnel qui est le nôtre, et l'espace bidimensionnel d'une feuille de papier (…). Le but du recours à l'ordinateur est donc finalement de situer les uns par rapport aux autres des ensembles archéologiques composés d'éléments variables. Les ordinateurs sont de plus en plus puissants, ils coûtent de moins en moins cher. Ils sont donc de plus en plus nombreux, et par conséquent de plus en plus accessibles. D'autre part les langages qu'ils emploient sont de plus en plus simples, les bibliothèques de programmes de plus en plus fournies. Leur utilisation est donc de plus en plus à la portée de tous. La tentation devient alors grande de faire usage de l'ordinateur à tout propos. Le procédé reste cependant lourd car il est soumis à bien des contraintes. Il découle de là que le recours à l'ordinateur, pour être scientifiquement rentable, ne doit être envisagé que pour des problèmes qui en vaillent la peine (…). Si le temps de calcul de l'ordinateur est d'ordinaire très court, car les problèmes que pose archéologie ne sont jamais très compliqués, la mise en forme des données est longue. Le plus souvent, il faut les coder, c'est à-dire élaborer un cadre de description chiffrée qu'on remplira ensuite. L'élaboration un code est un jeu très stimulant pour l'esprit tandis que faire rentrer le matériel d'une fouille dans les cases du code est un travail de tâcheron long et fastidieux. C'est sans doute pourquoi beaucoup de codes n'ont guère servi (…). Pour alléger les besognes fastidieuses, on a eu l'idée de les grouper de telle sorte qu'elles soient faites une fois pour toutes. On peut concevoir en effet que tout le matériel archéologique soit codé au fur et mesure et que ces informations soient stockées quelque part à la portée de tous, prêtes à être utilisées selon les programmes adéquats suivant les questions que pourrait se poser un client éventuel. C'est le principe des banques de données dont la réalisation, du moins en France, n'a jamais été vraiment opérationnelle (…) L'informatique n'est certes pas une panacée. Elle n'est pas toujours nécessaire et il y a des problèmes simples qu'on peut et qu'on doit résoudre sans recourir à l'ordinateur On ne doit pas se sentir déshonoré si on n'a pas de listings à présenter en appendice d'un travail quelconque. En revanche, l'ordinateur est souvent utile pour contrôler la subjectivité jusqu'à un certain point, car l'analyse première qui fournira les données du calcul est toujours peu ou prou subjective. L'ordinateur est encore un outil privilégié qui sert découvrir de nouveaux rapports inattendus entre les éléments d'un ensemble. Enfin, lorsqu'on a des problèmes à résoudre où les variables sont nombreuses, comme des comparaisons d'assemblages, l'ordinateur est le seul moyen d'étude efficace. D'où vient donc que certains s'y refusent par principe ? Les raisons alléguées pour justifier cette méfiance et qu'on a signalées plus haut, sont peu convaincantes et en tout cas ne sont pas dirimantes : lourdeur du travail préparatoire, résultats souvent prévisibles a priori, etc. On pourrait se demander si le refus ne vient pas d'une certaine crainte. L'ordinateur est un instrument parfait mais sans initiative et impitoyable. A chaque étape, l'intervention de l'archéologue est nécessaire pour poser les problèmes, pour choisir les variables, pour interpréter les résultats. Si le problème est mal posé, l'ordinateur montrera qu'il est absurde. Si les variables sont mal choisies, les résultats seront incohérents. Si l'interprétation est défaillante, l'ensemble de l'opération apparaîtra comme inutile. Tout cela, le recours à l'ordinateur le montrera en pleine lumière, sans qu'il soit possible de camoufler les points faibles de l'information ou du raisonnement. Contrairement à ce que certains redoutent, l'ordinateur ne remplace pas l'effort de réflexion mais il peut parfaitement démontrer l'absence de réflexion. Si on veut l'utiliser, il faut risquer, être honnête et accepter de réviser ses jugements, lorsqu'au détour d'un calcul des résultats inattendus contrediront les intuitions de départ ».

Cet article concentre une analyse particulièrement fine des apports possibles mais aussi des contraintes du recours à l'informatique en archéologie au tout début des années 1980. Il est également sincère. Il reconnaît certains risques d'usages non raisonnés des dispositifs informatiques. Mais il souligne aussi que face aux craintes exprimées par certains à l'époque, il faut redire à la fois tout l'intérêt de l'informatique par ses capacités nouvelles de traitement de l'information mais aussi de révélation des faiblesses de cette dernière. Enfin, l'auteur souligne que l'informatique n'est pas la panacée, qu'elle n'est pas toujours nécessaire et qu'il n'y a pas honte à ressentir si l'on n'y recourt pas.

Des quelques éléments de l'histoire des transformations de l'archéologie au cours des cinquante dernières années que nous venons d'évoquer, nous proposons de retenir l'idée que l'archéologie française présente les traits d'une double transformation externe et interne.

D'une part, l'archéologie a connu une évolution interne qui s'inscrit dans le contexte des transformations des SHS, sous l'influence des courants de quantification et des usages pionniers de l'informatique.

D'autre part, l'archéologie s'est ouverte à des courants de pensée venus de l'étranger, de façon limitée mais suffisante, en important des méthodes d'enregistrement de terrain en voie de standardisation et en empruntant les principes et les méthodes de la modélisation. Ce fut notamment le cas avec la méthode proposée par Edward Harris à partir de la seconde moitié des années 1970.

B. La méthode d'enregistrement d'Edward Harris : sa contribution aux transformations numériques de l'enregistrement de terrain

Edward Cecil Harris (né en 1950), de nationalité bermudienne, a été formé en anthropologie à la *Columbia University* de New York au début des années 1970 puis au *University College* de Londres où il a obtenu une thèse d'archéologie en 1979. Revenu aux Bermudes en 1980, il est devenu directeur du *National Museum of Bermuda* jusqu'en 2017[134].

Dans son ouvrage principal[135], Edward Harris évoquait les différentes étapes de la méthode stratigraphique depuis le XIXe siècle. Il souhaitait ainsi replacer son apport méthodologique dans l'histoire des méthodes de fouille et de relevés de terrain depuis les origines de la discipline archéologique. Il citait notamment les travaux de Mortimer Wheeler, en particulier son ouvrage publié en 1954, évoqué précédemment. Pour Edward Harris, Mortimer Wheeler est le premier à avoir attribué des numéros aux couches en stratigraphie :

« *Les strates sont soigneusement observées, distinguées, étiquetées au fur et à mesure du travail. C'est bien sûr tout au long de la fouille que les « découvertes » sont isolées et enregistrées, il est indispensable que cet enregistrement fasse partie intégrante de celui de la strate de laquelle provient la découverte* »[136].

Pour Edward Harris, les années 1960 ont constitué une rupture dans les pratiques de l'archéologie., Paradoxalement, pour cet auteur, les méthodes de l'enregistrement de terrain n'ont pas évolué pendant cette décennie :

« *Depuis les années 1960, la fouille archéologique a radicalement changé, en particulier dans les zones urbaines, sous la pression de nouveaux projets d'aménagement. Simultanément les archéologues ont progressé dans leur capacité à décrypter la stratification et davantage d'unités de stratification sont reconnues et enregistrées. Mais, à part une exception notable, les formes d'enregistrement demeurent les mêmes. Cette exception a été l'introduction de fiches d'enregistrement pré-imprimées utilisées pour la description par écrit des strates et des faits (…). Ces fiches garantissent que les relations stratigraphiques des couches et faits sont enregistrées de manière complète, puisque sur de nombreux sites complexes, celles-ci n'apparaîtront pas dans les coupes* »[137].

---

[134] http://harrismatrix.com/about-dr-harris/
[135] Edward Harris. *Principles of stratigraphic archaeology*, 2nde edition, 1989, 170 pages
[136] Mortimer Wheeler, *op. cit.*, p.54
[137] Edward Harris, *op. cit.*, p.37

Edward Harris a résumé les différentes étapes de production des archives de fouille et de publication du rapport de fouille sous la forme d'un schéma (fig. 10)[138].

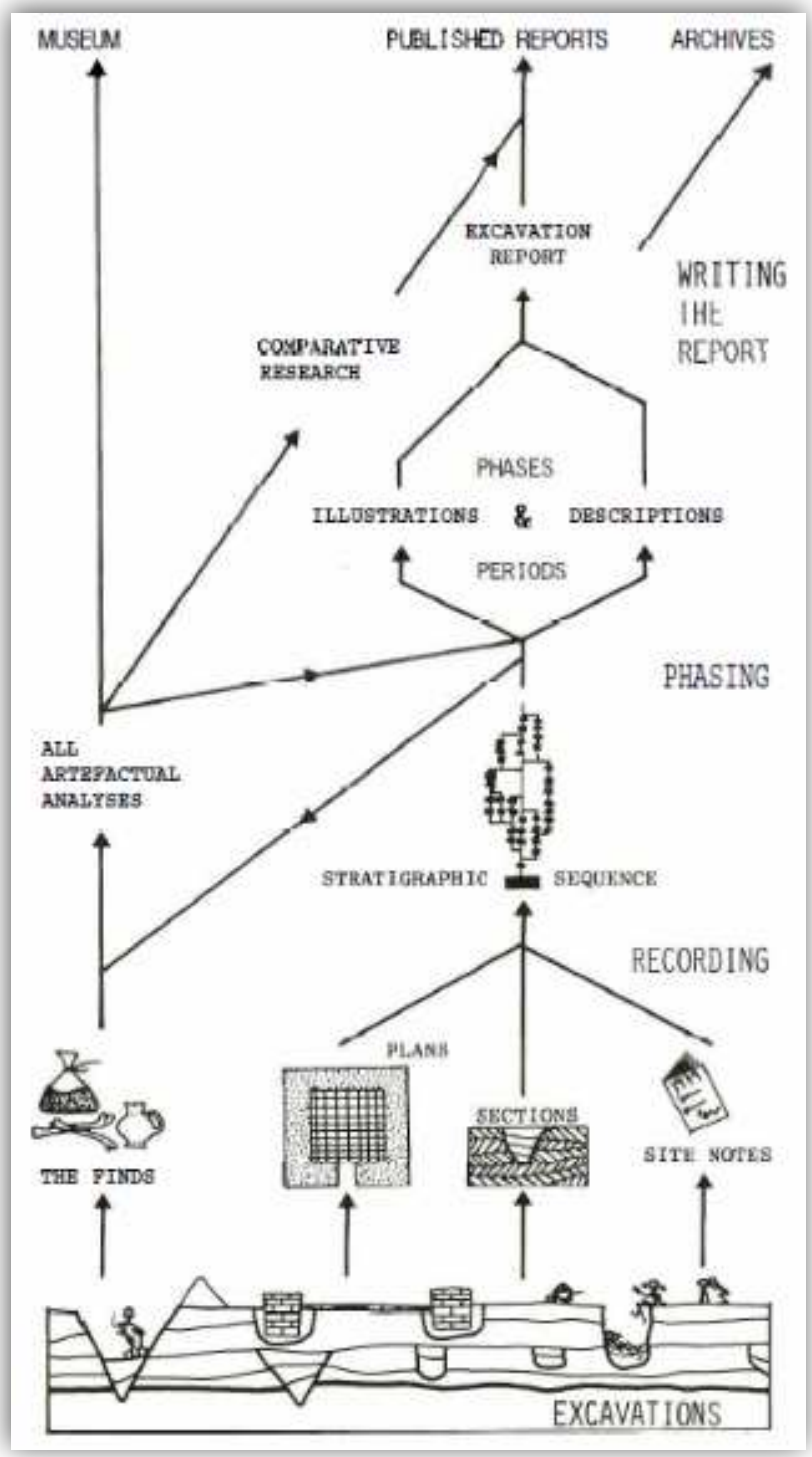


Figure 10 : Modélisation des différentes étapes et archives de fouille produites sur un site archéologique jusqu'à la production du rapport de fouille (source : E. Harris 1989)

[138] Edward Harris, *op. cit.*, p.139

Ce schéma du processus concernant l'information archéologique montre les différentes étapes du cheminement intellectuel depuis le terrain jusqu'au rapport de fouilles, en passant par les différentes étapes de production, de transformation et d'interprétation par l'archéologue. A chacune de ces étapes, correspondent différents types d'archives de fouilles, d'enregistrement de terrain d'abord (partie inférieure du schéma), puis d'analyse et d'interprétation ensuite avant la rédaction et la publication du rapport de fouilles. Dans cette schématisation, les observations de terrain se traduisent par la production de plans, de coupes, de notes de terrain.

En faisant le constat que ces méthodes traditionnelles des relevés archéologiques ne permettaient pas une compréhension d'ensemble complète des sites archéologiques stratifiés, Edward Harris a proposé une méthode qui porte son nom : la « méthode de Harris » ou « matrice de Harris », qu'il a développée en 1973, celle-ci étant considérée depuis des décennies comme une sorte de référence incontournable pour l'établissement des stratigraphies en archéologie.

Avant la mise au point de cette méthode, les archéologues s'appliquaient à établir des coupes et des profils selon des principes empruntés à la géologie et se limitant à prendre en compte une « colonne » traversant la stratification géologique, valable pour une zone donnée. Or dans la plupart des cas, la colonne ne fournissait une idée de la stratigraphie que pour une zone très limitée, la stratigraphie pouvant évoluer plus ou moins fortement de part et d'autre de cette colonne. Edward Harris a donc proposé une description de toutes les unités stratigraphiques observables en coupe, en ne se limitant pas à une colonne mais en prenant en compte la totalité de la coupe stratigraphique.

Pour appuyer cette description systématique de toutes les unités stratigraphiques et de leurs relations de chronologie relative[139], Edward Harris mit au point une fiche sous forme de matrice comportant une série de rectangles de même dimension, organisées d'une façon régulière en lignes et en colonnes (fig. 11). Chaque rectangle correspondait à une unité stratigraphique (US), les relations entre US étant déduites de la position des rectangles les uns par rapport aux autres. Une fois les rectangles renseignés et les relations de chronologie relative établies, la matrice de Harris permettait de dessiner le diagramme stratigraphique dit aussi « diagramme de Harris ».

Cette méthode reposait sur la traduction, sous la forme d'un schéma, d'observations qui étaient jusqu'alors transcrites de façon littérale soit dans les cahiers de fouilles soit dans des fiches descriptives, dont la forme et les modalités de renseignement étaient laissées à la liberté du responsable de la fouille.

L'invention de la matrice de Harris en 1973 a fait l'objet de la thèse de doctorat de son auteur à *l'University College* de Londres entre 1976 et 1978. Cette thèse a été publiée en 1979 avec comme titre « *Principles of Archaeological Stratigraphy* » aux éditions *Academic Press*. Une deuxième édition a été publiée en 1989[140].

[139] Les relations de chronologie relative sont dites d'antéro-postériorité pour les relations de superposition, et de synchronisme pour les relations d'égalité (avec continuité observable) ou d'équivalence (sans continuité observable) entre unités stratigraphiques.

[140] En 2004, Edward Harris a décidé de mettre à disposition son ouvrage sur son site internet au format .pdf et a autorisé des traductions dans d'autres langues, qui sont actuellement au nombre de neuf Les versions sont toutes disponibles à cette adresse : http://harrismatrix.com/download/. Après plusieurs échanges avec E. Harris, j'ai collaboré à la version française de cet ouvrage, traduit par Anne-Sophie Murray, étudiante en archéologie à l'Université de Clermont-Ferrand.

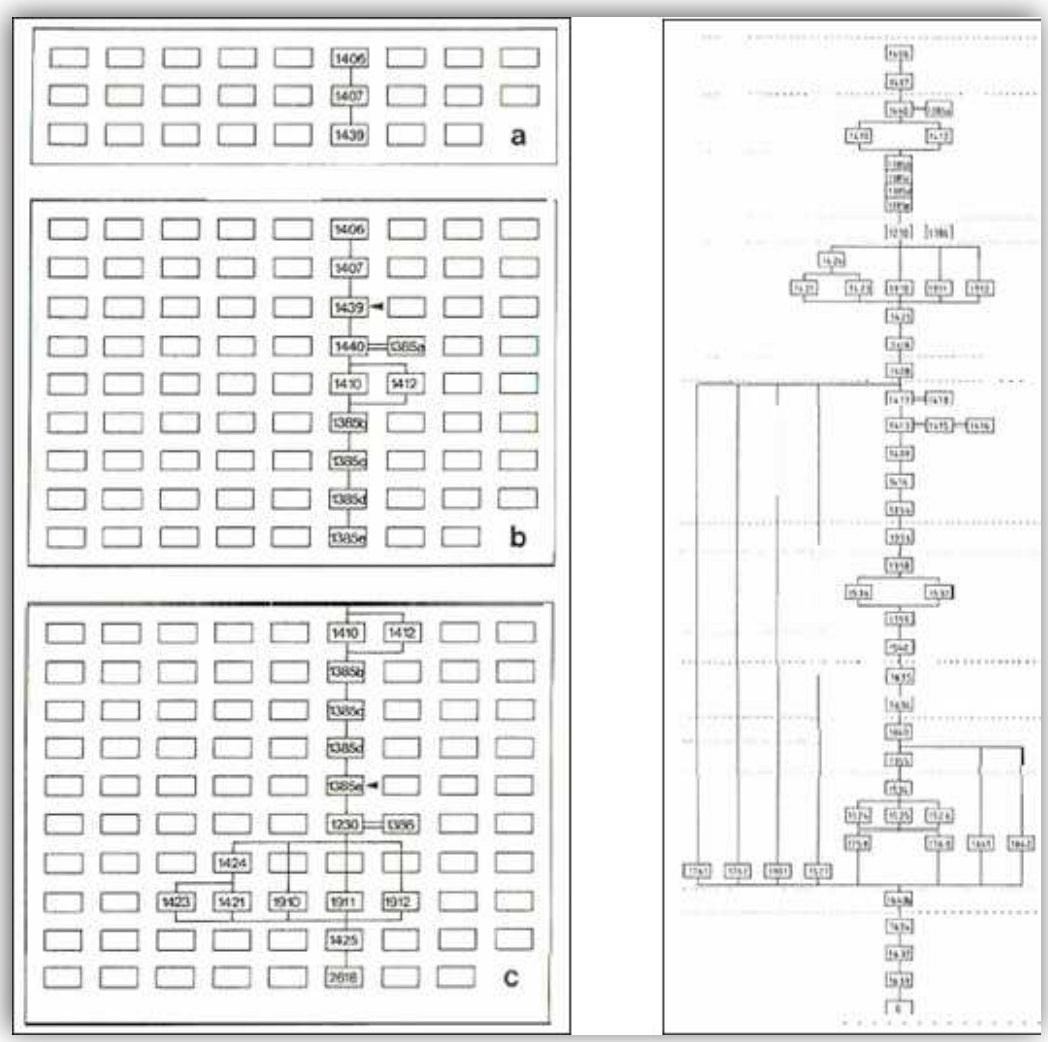
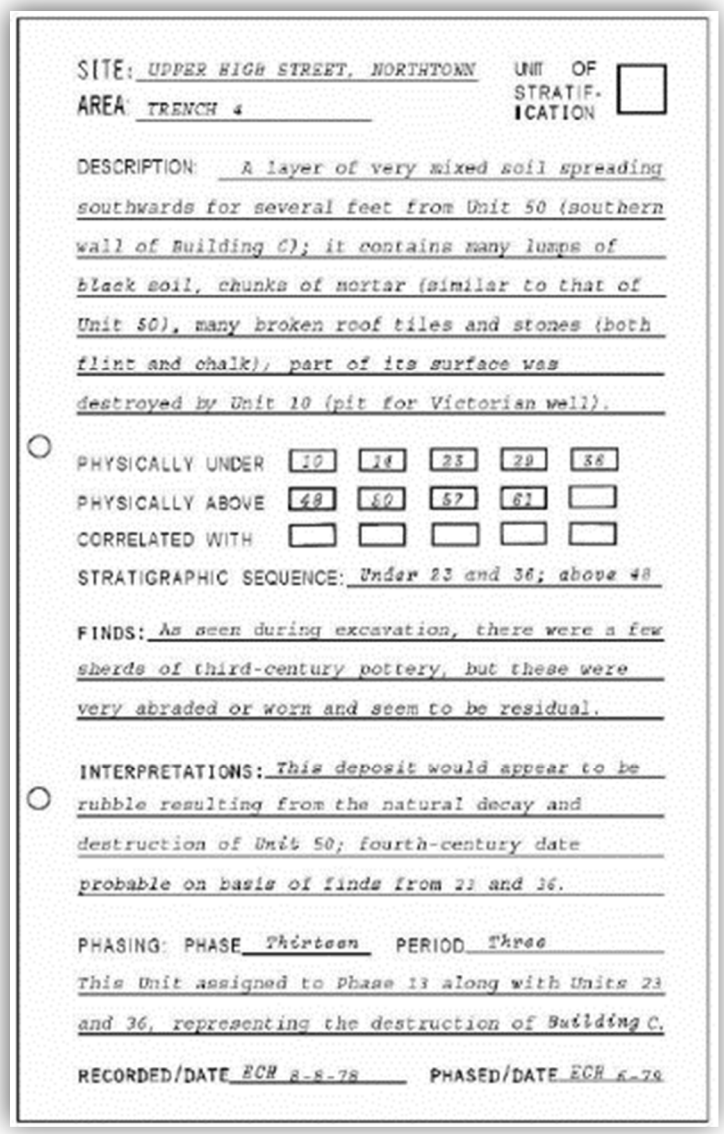


Figure 11 : Les étapes de construction du diagramme de Harris :

remplissage de la fiche à gauche, résultat de la matrice à droite (source : E. Harris 1989)

En appui à la démonstration de la mise en œuvre concrète de sa méthode, Edward Harris fournit un exemple de fiche support à l'enregistrement de l'information stratigraphique pour une série d'unités stratigraphiques[141]. La légende de cette figure précise qu'il s'agit d'une « fiche normalisée » (fig. 12)[142].

[141] Edward Harris, *op. cit.*, p.146
[142] Edward Harris, *op. cit.*, p.141



SITE: UPPER HIGH STREET, NORTHTOWN UNIT OF STRATIFICATION

AREA: TRENCH 4

DESCRIPTION: A layer of very mixed soil spreading southwards for several feet from Unit 50 (southern wall of Building C); it contains many lumps of black soil, chunks of mortar (similar to that of Unit 50), many broken roof tiles and stones (both flint and chalk); part of its surface was destroyed by Unit 10 (pit for Victorian well).

PHYSICALLY UNDER	10	14	23	29	36
PHYSICALLY ABOVE	48	50	57	61	
CORRELATED WITH					

STRATIGRAPHIC SEQUENCE: Under 23 and 36; above 48

FINDS: As seen during excavation, there were a few sherds of third-century pottery, but these were very abraded or worn and seem to be residual.

INTERPRETATIONS: This deposit would appear to be rubble resulting from the natural decay and destruction of Unit 50; fourth-century date probable on basis of finds from 23 and 36.

PHASING: PHASE Thirteen PERIOD Three

This Unit assigned to Phase 13 along with Units 23 and 36, representing the destruction of Building C.

RECORDED/DATE ECH 8-8-78 PHASED/DATE ECH 6-79

Figure 12 : Exemple de fiche pour un enregistrement normalisé de l'information d'une série d'unités stratigraphiques (source : E. Harris 1989)

Edward Harris affirma que sa méthode s'appuyait sur une série de « lois de la stratigraphie archéologique », qu'il considérait comme des axiomes ou des lois fondamentales : superposition, horizontalité originelle, continuité originelle, succession stratigraphique. Pour cet auteur, toute stratigraphie est composée d'une succession de dépôts considérés comme des unités stratigraphiques et d'interfaces qui sont vues comme des unités de stratification entre ces unités. Pour Harris, sa matrice permettait de décrire, de façon schématique, la traduction des différentes lois qui peuvent être observées sur un site archéologique stratifié.

En appuyant sa méthode sur les lois de la stratigraphie, Harris avait comme objectif de faire en sorte que sa méthode relevât d'un régime de scientificité différent de celui des SHS. Harris tenta en effet de faire admettre la méthode stratigraphique comme une méthode expérimentale, constituée d'un ou de plusieurs postulats établis à partir d'observations expérimentales répétées et qui permettent de décrire certains aspects de l'univers comme le font la physique, l'astronomie. Avec sa méthode et les supports à l'enregistrement de terrain qui s'y conforment, Edward Harris a cherché à permettre à l'archéologie de changer de régime de scientificité par une modélisation normalisée de l'information stratigraphique.

Il a ainsi préparé, sans en prévoir toutes les conséquences, le déploiement à venir, une dizaine d'années plus tard, des outils informatiques d'enregistrement de terrain qui se sont appuyés, eux aussi, sur une modélisation normalisée de l'information stratigraphique.

Edward Harris a aussi proposé une méthode qui s'appuie très largement sur une mise en schéma qui concourt à la modélisation des relations entre unités stratigraphiques, dont les lois qui sous-tendent leur mise en place et leur évolution peuvent être décrites sous une forme graphique. Cette façon de traduire les énoncés des observations de terrain sous la forme de diagrammes logiques relève d'une double démarche conceptuelle d'abstraction en même temps que de simplification. Il s'agit d'une entreprise de modélisation, c'est-à-dire de représentation du monde en utilisant des règles de construction préétablies et logiques.

Cette traduction de la méthode de Harris sous la forme de schéma rejoint une distinction du processus de modélisation dont un découpage en trois types a été proposé par Jean-Guy Meunier. Pour cet auteur, toute explication d'une technologie informatique doit présenter ces trois types de modèles, explicitement ou implicitement[143] :

- le modèle intentionnel ou représentationnel

- le modèle fonctionnel

- le modèle physique ou matériel

Le premier modèle consiste à décrire, pour un domaine, les objets et les tâches ou pratiques. Cette description est faite du point de vue des utilisateurs, spécialistes ou experts. La représentation de ce modèle s'appuie sur des concepts provenant du discours ordinaire.

Le second modèle permet de traduire les objets et tâches décrits dans le premier modèle. Ils en constituent les « intrants » et en précisent les fonctions sous forme d'opérations computationnelles, en précisant les données et les algorithmes.

Le troisième modèle est la traduction ou l'implémentation du modèle fonctionnel dans une machine comme un ordinateur, sous la forme d'un programme informatique afin de pouvoir procéder à des calculs.

Selon cette nomenclature, à travers sa méthode stratigraphique et ses traductions sous la forme d'un modèle fonctionnel, Edward Harris a préparé le passage du modèle fonctionnel à un modèle physique, celui de programmes informatiques capables d'implémenter la méthode de Harris à travers la saisie des unités stratigraphiques et de leurs relations pour produire, après leur vérification logique, le diagramme stratigraphique de Harris.

On peut émettre l'hypothèse que l'entreprise d'Edward Harris, à travers sa méthode stratigraphique, a constitué une tentative pour faire changer l'archéologie de régime de scientificité, une démarche empreinte d'une forme de « néopositivisme ».

Si on peut oser une comparaison en ayant conscience des risques d'anachronisme, on peut trouver une certaine similitude entre cette démarche et celle entreprise au début du XXe siècle par le Cercle de Vienne lorsqu'il tenta d'imposer une conception scientifique du monde[144].

---

[143] Jean-Guy Meunier, *Humanités numériques ou computationnelles*, Sens public, 2014 (http://sens-public.org/articles/1121/)

[144] Le Cercle de Vienne est un groupe de savants et philosophes qui fut actif entre 1923 et 1936. Le Manifeste du Cercle de Vienne, texte programmatique publié en 1929, fut rédigé par Rudolf Carnap, Hans Hahn et Otto Neurath, Il fixa les objectifs de la conception scientifique du monde dont le Cercle de Vienne fut à l'origine. Le

Dès lors, la question suivante peut être posée : mobiliser des lois de la stratigraphie pour établir la scientificité des faits observés et les décrire sous la forme de diagrammes logiques ne constitue-t-il pas une tentative pour faire que l'archéologie soit reconnue comme une science expérimentale, reproductible, relevant d'un autre régime de scientificité que celui auquel elle était associée jusqu'alors ?

Cette entreprise viserait à faire rompre l'archéologie avec son ancrage dans le domaine des sciences historiques et leur dimension spéculative. Or, l'archéologie, jusque-là, partageait avec les SHS un régime de scientificité qui leur est propre et ne pouvait être soumise au principe de la vérification des faits observés par l'expérience.

En 1993, Edward Harris a publié un second ouvrage « *Practices of Archaeological Stratigraphy* » (disponible uniquement en anglais à ce jour)[145]. Cet ouvrage regroupait plusieurs exemples illustrant l'utilisation de la matrice de Harris pour la description et l'interprétation de sites archéologiques. Cet ouvrage évoquait aussi les relations entre la méthode de Harris, les techniques de fouille en milieu ouvert, l'interprétation des interfaces et l'utilisation de plans et de fiches d'enregistrement.

Si la méthode harrissienne a permis incontestablement de proposer un mode de représentation standardisé des US et de leurs relations de chronologie relative, elle a aussi eu comme conséquence une convergence des pratiques de l'enregistrement de terrain pour la description des stratigraphies.

Aujourd'hui, la plupart des manuels d'archéologie mentionnent la méthode de Harris[146]. C'est le cas, par exemple, du « *Guide des méthodes de l'archéologie »* [147] où trois pages sont consacrées à la méthode et au diagramme de Harris, ce dernier étant présenté comme un « exercice de logique ».

« *Les intérêts de ce type de diagramme sont multiples : son élaboration en plusieurs étapes permet de procéder à un contrôle des informations à chacune d'entre elles. Les interprétations trop hâtives et trop subjectives ont ainsi plus de chances d'être écartées. Un tel diagramme permet surtout de passer d'un type de document de travail intermédiaire, la coupe stratigraphique, à un document analytique qui assimile de nombreuses informations collectées au cours de la fouille et intègre une donnée fondamentale en histoire, le temps* »[148].

Le diagramme de Harris voit ainsi ses mérites reconnus. Ce mode de représentation et d'ordonnancement de l'information stratigraphique est présenté comme vertueux à la fois sur le plan du raisonnement scientifique et sur celui de la production d'un nouveau type d'archives de fouille.

Déjà, dans son ouvrage de 1950, André Leroi-Gourhan avait proposé une démarche méthodique pour tout chantier de fouille, qui devait s'appuyer sur l'usage de fiches de relevé standardisées et d'outils pour la mesure précise de localisation des vestiges dans les carrés de fouille. Le schéma résumant les principales étapes de travail, du terrain à la publication, montre toute la documentation de fouille (fig. 13)[149].

« positivisme logique » ou « empirisme logique » promu par les membres du Cercle de Vienne cherchait à supprimer les énoncés métaphysiques des sciences. Cette démarche s'inscrivait dans une double tradition philosophique, celle du rationalisme et celle de l'empirisme. Pour les adeptes du positivisme logique, les sciences devaient établir une distinction entre faits et valeurs et devaient se soumettre au principe de la vérification des faits observés par l'expérience.

[145] Edward C. Harris, Marley R. Brown III, Gregory J. Brown. *Practices of Archaeological Stratigraphy* Academic Press, Elsevier Ltd. 1993, https://www.sciencedirect.com/book/9780123264459/practices-of-archaeological-stratigraphy

[146] François Djindjian. *Méthodes pour l'archéologie*. Paris, Armand Colin, 1991, 401 pages. *L'archéologie. Théories, méthodes et reconstitutions.* Paris, Armand Colin, 2017, 612 pages

[147] Jean-Paul Demoule, François Giligny, Anne Lehoerff, Alain Schnapp, *Guide des méthodes de l'archéologie*. Paris, La Découverte, 2020, 336 pages

[148] Jean-Paul Demoule, François Giligny, Anne Lehoerff, Alain Schnapp. *op.cit.*, p. 78

[149] André Leroi-Gourhan, *op. cit.*

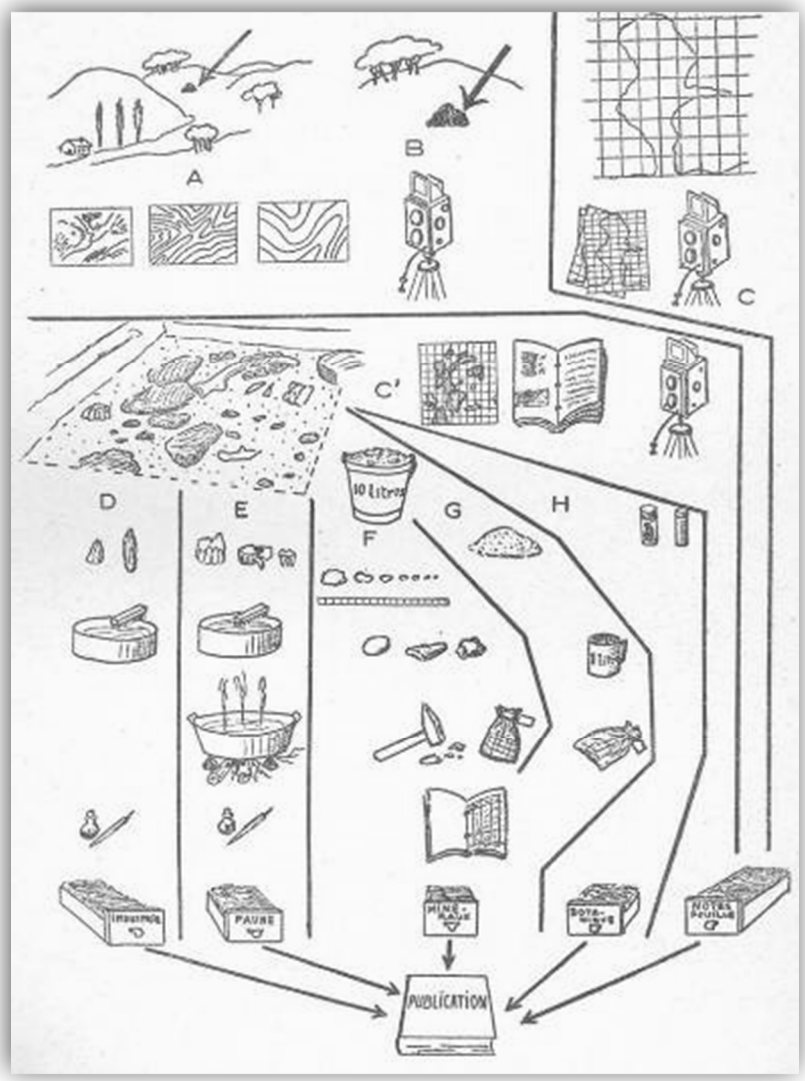
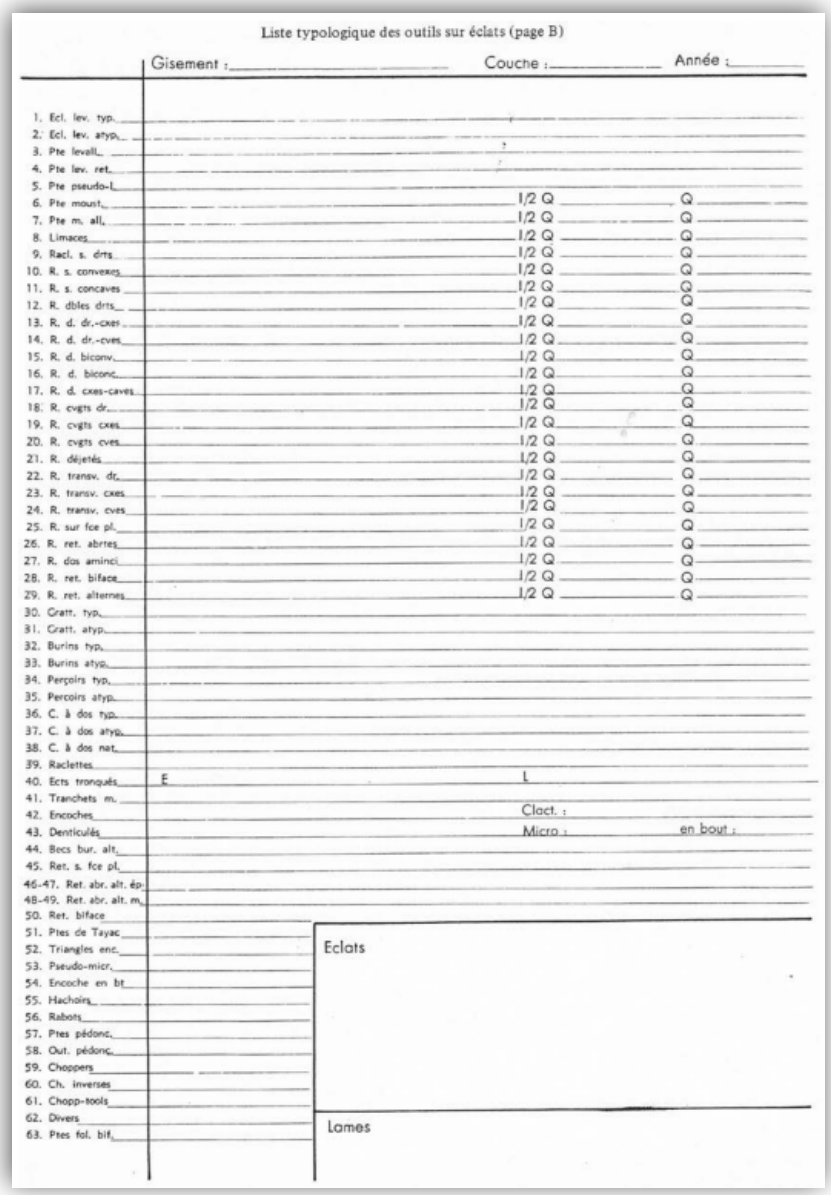


Figure 13 : Schéma des étapes et des diverses archives de fouille produites par une fouille archéologique préhistorique (source : A. Leroi-Gourhan 1950)

Ce schéma est assez similaire, dans une version horizontalement inversée, à celui proposé par Edward Harris près de 30 ans plus tard (fig. 10).

Une décennie après la publication de l'ouvrage de Leroi-Gourhan, le préhistorien François Bordes, déjà mentionné, a proposé un enregistrement standardisé des observations de terrain avec des « carnets de fouille normalisés de terrain ». Cette entreprise devait servir à la méthode d'analyse typologique de l'industrie lithique mise au point par le préhistorien (fig. 14)[150].

[150] Les quatre pages de cette liste sont reproduites dans Jean-Patrick Loiseau, *op. cit*


Liste typologique des outils sur éclats (page B)

Gisement : Couche : Année :

1. Ecl. lev. typ.
2. Ecl. lev. atyp.
3. Pte levall.
4. Pte lev. ret.
5. Pte pseudo-L.
6. Pte mount.
7. Pte m. all.
8. Limaces
9. Racl. s. drts
10. R. s. convexes
11. R. s. concaves
12. R. dbles drts.
13. R. d. dr.-cxes
14. R. d. dr.-cves
15. R. d. biconv.
16. R. d. biconc.
17. R. d. cxes-caves
18. R. cvgts dr.
19. R. cvgts cxes
20. R. cvgts cves
21. R. déjetés
22. R. transv. dr.
23. R. transv. cxes
24. R. transv. cves
25. R. sur fce pl.
26. R. ret. abrtes
27. R. dos aminci
28. R. ret. biface
29. R. ret. alternes
30. Gratt. typ.
31. Gratt. atyp.
32. Burins typ.
33. Burins atyp.
34. Perçoirs typ.
35. Perçoirs atyp.
36. C. à dos typ.
37. C. à dos atyp.
38. C. à dos nat.
39. Raclettes
40. Ects tronqués
41. Tranchets m.
42. Encoches
43. Denticulés
44. Becs bur. alt.
45. Ret. s. fce pl.
46-47. Ret. abr. alt. ép.
48-49. Ret. abr. alt. m.
50. Ret. biface
51. Ptes de Tayac
52. Triangles enc.
53. Pseudo-micr.
54. Encoche en bt
55. Hachoirs
56. Rabots
57. Ptes pédonc.
58. Out. pédonc.
59. Choppers
60. Ch. inverses
61. Chopp-tools
62. Divers
63. Ptes fol. bif.

1/2 Q Q

E L

Clact. :

Micro : en bout :

Eclats

Lames

Figure 14 : Première page de la liste typologique des outils sur éclats établie par François Bordes

Ces tentatives de méthodes modélisées et de supports normalisés à l'enregistrement de terrain prouvent que la standardisation des modalités et des supports de l'enregistrement de terrain, proposé en 1973 par Edward Harris, s'inscrit dans un processus déjà engagé depuis plus de deux décennies et qui avait pour ambition de donner à l'archéologie une dimension logique et scientifique en s'appuyant sur des méthodes normatives sur lesquelles planait l'ombre d'un nouveau « positivisme logique ».

Dans son ouvrage « *Manuel de recherches préhistoriques* » publié en 1990, le préhistorien Gabriel Camps (1927-2002) a consacré un paragraphe aux fiches, carnets et outils légers[151] :

« *Généralement, chaque fouilleur (...) dispose, en plus en ses outils (...), d'un carnet et d'un jeu de fiches descriptives (….). Chaque fiche renfermera par carré le plus grand nombre de renseignements. Elle porte le même numéro que le carré auquel elle correspond. Le document recevra donc au moins*

[151] Gabriel Camps, avec la collaboration de Robert Chernorkian, Henriette Camps-Fabrer, Éric Mahieu. *Manuel de recherches préhistoriques*, 2ème édition, Paris, Doin, 499 pages

deux numéros, celui de la fiche (c'est-à-dire du carré) et le sien propre. Le carnet de fouille est indispensable pour assurer la continuité des notations, que le passage d'une fiche à l'autre interrompt, pour décrire les vestiges fugaces et toute observation qui ne peut prendre place dans la fiche, nécessairement stéréotypée »[152].

L'auteur semble faire la critique des fiches individuelles d'enregistrement « *stéréotypées* » qui, seules, ne permettent pas de disposer de la vision d'ensemble de la documentation archéologique regroupée dans un carnet de fouille. En guise d'illustration de son propos, l'auteur fournit un exemple de fiche d'enregistrement standardisée (fig. 15)[153].

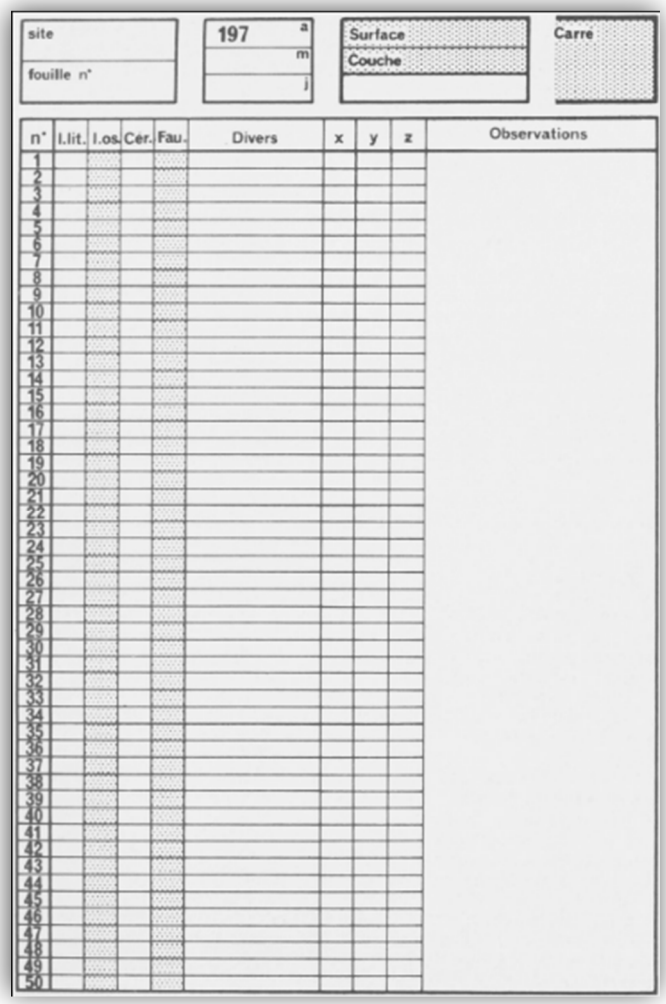


Figure 15 : Exemple de fiche d'enregistrement normalisée du mobilier archéologique

Ainsi, le caractère innovant de la proposition d'Edward Harris par rapport aux méthodes précédentes et aux supports de l'enregistrement proposés par d'autres auteurs, apparaît plus faible que ne l'a revendiqué son auteur.

Cette rapide évocation des méthodes de l'enregistrement des informations de terrain montre que les conditions de possibilité des savoirs archéologiques, leurs *épistémès*, ont connu une évolution depuis les années 1930. Les critères de scientificité ont changé et, en même temps, les critères de véridiction ont

[152] Gabriel Camps, *op. cit.*, p.26

[153] Modèle de fiche utilisée par le Laboratoire d'Anthropologie et de Préhistoire des Pays de la Méditerranée Occidentale

aussi évolué. Initialement rangés dans les humanités, par leurs traditions des notations sur le mode descriptif et littéral, les savoirs archéologiques ont cherché, dans la seconde moitié du XXe siècle, à s'inspirer de méthodes empruntant aux sciences mathématiques et expérimentales. Il s'agissait pour les auteurs à l'origine de cette transformation, de permettre à l'archéologie de prétendre à un autre régime de scientificité.

Ce mouvement a largement préparé l'arrivée des usages de l'informatique en archéologie, informatique dont les supports normalisés de saisie de l'information ont pu se diffuser sans introduire de véritable effet de rupture lors du tournant numérique de la discipline.

C. Le tournant numérique de l'archéologie

Le mouvement de transformation de l'archéologie française que nous datons des années 1970, semble résulter de la combinaison de plusieurs « tournants » :

- un « tournant numérique » proprement dit lié à l'essor de l'informatique personnelle à partir de la fin des années 1970 et surtout au cours des années 1980[154]. Pendant cette décennie, la micro-informatique est apparue et les micro-ordinateurs sont devenus des outils de travail quotidiens dans de nombreux domaines d'activité et pour de nombreux milieux socio-professionnels[155]. Pour les représentants de l'archéologie professionnelle comme pour celle des amateurs, ce tournant s'est traduit par l'achat de leurs premiers micro-ordinateurs[156],
- un « tournant préventif » initié par l'archéologie de sauvetage au cours des années 1970 (création de l'Afan en 1973) et prolongé par le développement de l'archéologie préventive au cours des années 1980[157],
- un « tournant de l'ingénierie dans les SHS » avec l'introduction des méthodes de conception et de conduite de projets provenant du secteur de l'ingénierie en les appliquant à de nombreux projets de recherche dont ceux concernant les SHS,
- un « tournant patrimonial »[158], doublé d'un « tournant historique » qui s'est traduit par une prise de conscience croissante dans le grand public et une partie des élites de l'importance des patrimoines et des récits historiques dans la construction du « sentiment national » et de sa composante mémorielle pour la société française[159].

---

[154] Nous empruntons la notion de tournant numérique à l'ouvrage publié sous la direction de Valérie Carayol et Franck Morandi (dir.). *Le tournant numérique des sciences humaines et sociales*. Nouvelle édition [en ligne]. Pessac : Maison des Sciences de l'Homme d'Aquitaine, 2015 (généré le 18 septembre 2022). Disponible sur Internet : <http://books.openedition.org/msha/1305>. ISBN : 9782858925148. DOI : https://doi.org/10.4000/books.msha.1305

[155] Sur l'histoire de l'informatique et de la micro-informatique en particulier, on peut lire d'Emmanuel Lazard et Pierre-Éric Mounier-Kuhn. *Histoire illustrée de l'informatique*. EDP sciences, 2022, 333 pages. Dans un autre style d'ouvrage, on peut lire de Georges Chapouthier, Michel Laguës, Denis Beaudouin. *L'invention de la mémoire. Écrire, enregistrer, numériser.* Paris, Éditions du CNRS, 2017, 384 pages

[156] Les archéologues ont été nombreux à acheter, parfois sur leurs deniers, des micro-ordinateurs de la marque *Apple*, notamment l'*Apple IIe*. Le modèle suivant, le *Macintosh*, apparu en 1984, a rencontré beaucoup de succès dans la communauté archéologique française pendant des années

[157] Les étapes du « tournant préventif » de l'archéologie française au cours des décennies 1970 et 1980 sont présentées dans l'ouvrage : Jean-Paul Demoule et Christian Landes (dir.), *op. cit.*

[158] Nous empruntons l'expression « tournant patrimonial » au titre de l'ouvrage de Christian Hottin et Catherine Voisenat. *Le tournant patrimonial. Mutations contemporaines des métiers du patrimoine.* Paris, Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme, 2016, 318 pages

[159] Plusieurs événements nationaux (Année de l'archéologie en 1980, bicentenaire de la révolution française en 1989) et des ouvrages de référence (les trois volumes des « *Lieux de Mémoire* » sous la direction de Pierre Nora) ont servi de catalyseurs à ce mouvement culturel dans la société française

La notion de tournant ne désigne pas une rupture radicale avec la période précédente, mais un changement perceptible dans les modalités de produire, de faire, d'agir, de penser des communautés humaines[160]. Pour être démontré, un tournant doit être documenté, daté, et doit pouvoir servir de point de repère dans un exercice historiographique dès lors qu'il est partagé et mis eu débat dans une communauté disciplinaire[161].

Concernant le « tournant numérique » de l'archéologie, comme celui des SHS en général, ils s'inscrivent tous les deux dans un contexte plus général, celui du « tournant informatique » de la société française, amorcé dans les années 1970. Présenté comme une des conditions de possibilité du projet politique de l'émergence d'une « nouvelle société »[162], le développement des technologies de l'information, s'il fut initié par le Président Georges Pompidou au tout début des années 1970, fut surtout porté par son successeur, le Président Valéry Giscard d'Estaing entre 1974 et 1980[163]. Arrivée au pouvoir en 1981 sur le thème du « changement » de société »[164], la gauche emprunta beaucoup des transformations qu'elle initia à l'usage des technologies de l'information, en particulier de l'informatique, dont elle accompagna l'essor au cours de la décennie 1980[165].

En parcourant plusieurs manuels des méthodes de l'archéologie parus pendant cette période comprise entre les années 1970 et 1980, on peut retrouver les traces du « tournant numérique » de la discipline.

Si le manuel de Louis Frédéric *Manuel pratique d'archéologie*, dans sa première édition de 1967[166], ne fait aucune référence à l'informatique[167] ni à l'ordinateur[168], il fait en revanche une large place aux méthodes de datation[169]. Parmi ces méthodes, se trouvent celles de la datation par les méthodes

---

[160] Pascal Ory. *L'entre-deux mai : histoire culturelle de la France mai 1968-mai 1981*, Paris, Le Seuil, 1983, 282 pages.

[161] Pour les SHS, on peut lire l'article de Fabien Granjon. « Présentation du dossier. Les sciences humaines et sociales au prisme du *digital turn* », Variations, 19 | 2016, DOI : https://doi.org/10.4000/variations.726

[162] Cette notion de « nouvelle société » fait référence au projet politique de Jacques Chaban-Delmas lorsque celui-ci fut le Premier Ministre du Président Georges Pompidou entre le 20 juin 1969 et le 5 juillet 1972. Dans son cabinet, Chaban-Delmas compta parmi ses chargés de mission Simon Nora (1921-2006). Simon Nora, haut fonctionnaire, énarque, est l'un des auteurs du célèbre thème de la nouvelle société chère à Chaban-Delmas.

[163] En 1977, Simon Nora et Alain Minc rédigèrent, à la demande du Président Valéry Giscard d'Estaing, un rapport sur l'informatisation de la société. Ce rapport évoquait le concept de télématique et annonçait le futur réseau Minitel (*L'Informatisation de la société, Rapport au président de la République*. Paris, La Documentation française, 1978).

[164] L'apparition du visage de François Mitterrand sur les écrans de télévision le soir du 10 mai 1981 consacra l'usage de l'informatique pour annoncer visuellement et symboliquement une ère nouvelle, celle annoncée par le thème de campagne du candidat socialiste. Cette image est incrustée durablement dans les représentations collectives du peuple français (https://www.ina.fr/ina-eclaire-actu/video/cac92020101/evocation-10-mai-1981). En visionnant cette séquence, on peut noter au passage qu'elle est associée à l'indication que les chiffres de la victoire du candidat Mitterrand proviennent des premières estimations de CII-Honeywell-Bull. Cette société privée française, créée en décembre 1966, dans le cadre du plan Calcul, lancé par le gouvernement du général de Gaulle, fut absorbée en 1975 par Honeywell-Bull et devint partie de CII Honeywell-Bull, rebaptisé Bull en 1982 (https://fr.wikipedia.org/wiki/Compagnie_internationale_pour_l'informatique).

[165] Le gouvernement de Laurent Fabius soutint le développement des usages de l'informatique à l'école à travers le Plan Informatique pour Tous (IPT) lancé en 1985 mais qui fut interrompu en 1989 après le constat de son échec.

[166] Louis Frédéric. *Manuel pratique d'archéologie*, Paris, Robert Laffont, 1967, 430 pages

[167] Le terme informatique lui-même semble dater de la fin des années 1950. Les premiers usages du terme en France sont apparus au début des années 1960.

[168] Le terme ordinateur semble avoir été créé par IBM France en 1955. Il s'agissait de donner un nom français aux ordinateurs IBM 650 en évitant les termes de calculateur ou calculatrice pour traduire le terme anglais « *computer* ». (https://www.lemonde.fr/planete/article/2005/04/15/16-avril-1955-que-diriez-vous-d-ordinateur_639449_3244.html).

[169] Voir en particulier le premier chapitre de la partie consacrée à l'enquête archéologique soit 27 pages

radiométriques alors en plein essor[170], ainsi que plusieurs des méthodes de la géoarchéologie (palynologie, carpologie, dendrochronologie, etc.) qui toutes ont été des consommatrices pionnières d'outils informatiques.

Dans son ouvrage déjà mentionné *Qu'est-ce que l'archéologie ?*, publié en 1982, Paul Courbin mentionne les termes d'informatique et d'ordinateur à plusieurs reprises :

« *Rappelons les progrès de l'électronique, l'essor prodigieux des ordinateurs et de l'informatique, et l'extension qu'ils donnent à la statistique : le tout se résumant dans la conquête de l'espace – et les premiers pas de l'homme sur la lune – dont on ne surestimera jamais l'importance secrète pour la* new archaeology. *Celle-ci puisera à pleines mains dans tout ce qui passe à sa portée, et lui paraît, à tort ou à raison, pouvoir être emprunté ou transposé. C'est dans ce contexte qu'elle naît et se développe, il ne faut jamais l'oublier : et cela « explique » bien des choses* »[171].

Si Paul Courbin mentionne les usages de l'informatique par la *New Archaeology*, c'est pour mieux la critiquer, comme il le fait tout au long de son ouvrage.

C'est encore plus le cas avec ces lignes où Paul Courbin évoque les traitements des données archéologiques par l'informatique et la statistique promus par la *New Archaeology* et dont il souligne

« *les dangers de ces méthodes statistiques informatisées, qui, destinées à éviter la confiance aveugle dans les oukases d'une autorité, finissent par réintroduire la foi du charbonnier dans les conclusions du statisticien et de l'informaticien ! Ces risques sont accrus du fait de l'incompétence, au moins actuelle, de la plupart des archéologues en matière de statistique et d'informatique (…) Il convient donc qu'ici encore ils n'aient pas une confiance absolue dans les résultats fournis ; ils doivent, notamment, dans la mesure de leurs possibilités, s'inquiéter des procédures exactement suivies par l'informaticien. La situation se modifiera d'ailleurs favorablement dans un avenir proche par la généralisation de l'enseignement en informatique, aussi nécessaire que la formation mathématique, topographique, ou photographique minimale, qu'on attend chez un archéologue* »[172].

En 1985, dans l'ouvrage collectif *L'archéologie et ses méthodes. Prospection, fouille, analyse, restauration*[173], il est fait explicitement référence à l'usage de l'informatique. Le manuel évoque autant l'intérêt d'un enregistrement informatisé des données de terrain que les erreurs possibles de ce type d'enregistrement :

« *Lorsqu'on utilise l'informatique pour accélérer l'étude et pour établir une sériation entre les éléments comparables, on s'aperçoit bien vite de ces erreurs d'enregistrement (…). L'enregistrement des objets peur rester essentiellement numérique. Le quadrillage et le nivellement fournissant une localisation dans les trois dimensions, il sera toujours possible de replacer avec précision le matériel archéologique dans sa position d'origine* »[174].

---

[170] On peut rappeler que l'appellation BP (*Before Present*) liées aux dates obtenues par la méthode radiométrique du carbone 14, correspond aux dates obtenues avec cette méthode avant 1950 du fait que Willard Frank Libby réalisa la première datation au carbone 14 en 1949. Cette méthode valut à Mibby le prix Nobel de chimie en 1960.

[171] Paul Courbin, *op. cit.*, p.36

[172] Paul Courbin, *op. cit.*, p.206-207

[173] André Pelletier (dir.). *L'archéologie et ses méthodes. Prospection, fouille, analyse, restauration*. Le Coteau, Editions Horvath, 1985, 384 pages

[174] André Pelletier (dir.), *op. cit.*, p.168

Dans son ouvrage *L'archéologie* publié en 1999[175], Philippe Jockey souligne la place de l'informatique dans l'enregistrement des données de terrain en consacrant un chapitre au système *Arkéoplan*[176] et un autre au système *SysLAT*[177].

Dans leur article sur l'histoire de l'informatique et de l'archéologie en France, François Giligny et Bruno Desachy soulignent à quel point les années 1980 ont été décisives dans la diffusion des moyens informatiques en archéologie[178]:

« *Que ce soit sur le terrain ou en laboratoire, l'arrivée des micro-ordinateurs a largement été à l'origine de leur généralisation. Du point de vue méthodologique, ce sont les applications de bases de données documentaires, les traitements mathématiques et statistiques pour des données chrono-culturelles ou spatiales et enfin les applications au terrain avec les systèmes d'information archéologiques afin de gérer des projets de fouille. Ces innovations ont été rendues possibles par des évolutions préalables dans les domaines méthodologiques et théoriques : l'enregistrement par contextes, l'analyse des relations entre contextes, l'approche de la fouille horizontale et la spatialisation des données à l'échelle intrasite, l'échantillonnage régional et les projets à large échelle géographique. Sans ces préalables, l'adoption d'outils informatique n'aurait pas connu un aussi grand succès.* »

Ces auteurs rappellent les conditions dans lesquelles l'essor des solutions informatiques en archéologie a été rendu possible, sur le terrain ou en laboratoire. Nous les avons déjà largement évoquées.

Si les changements sont intervenus dès les années 1980 et surtout au cours des années 1990, en particulier en archéologie préventive, où l'informatisation a accompagné le mouvement de professionnalisation des métiers de l'archéologie, l'enseignement universitaire en archéologie a mis près d'une dizaine d'années avant de prendre en compte l'évolution des pratiques et donc des compétences nécessaires. Cet écart temporel entre les besoins de nouvelles compétences et l'évolution de l'offre de formation académique a souvent été pointé par plusieurs des archéologues, formés à cette époque, et encore en activité, parmi ceux que nous avons interrogés pour cette recherche. Il est aussi évoqué par Giligny et Desachy :

« *Un autre problème, très peu envisagé il y a quarante ans mais aujourd'hui devenu crucial en archéologie comme en bien d'autres métiers, est celui de l'impact de cette informatisation sur les acteurs humains, leur rôle, leurs compétences, voire leur identité professionnelle* »[179].

Les auteurs terminent ainsi leur article :

« *Une discipline qui veut garder la maîtrise de son avenir doit se projeter constamment en avant pour ne pas subir les changements technologiques mais pouvoir pleinement les intégrer. Le phénomène de l'expansion rapide des technologies 3D en archéologie est un bon exemple actuel en ce sens. L'archéologie et les archéologues sont curieux de nature et plutôt enclins au changement technique et*

[175] Philippe Jockey. *L'archéologie*. Paris, Belin, 1999, 399 pages
[176] Philippe Jockey, *op. cit.*, p.264
[177] Philippe Jockey, *op. cit.*, p.274
[178] François Giligny et Bruno Desachy, « Informatique et archéologie en France : les années 1980 », Les nouvelles de l'archéologie [En ligne], 157-158 | 2019, consulté le 18 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/nda/7936 ; DOI : https://doi.org/10.4000/nda.7936
[179] François Giligny et Bruno Desachy, *art. cit.*

à l'adoption d'innovations. Ils sont assez peu enclins au luddisme[180]*, même si tous les archéologues ont un jour eu envie de briser leur micro-ordinateur récalcitrant* »[181].

Geneviève Pinçon et Thomas Sagory ont souligné la difficulté à distinguer en quoi consiste précisément le processus de transformation des métiers de l'archéologie depuis l'apparition des dispositifs et des pratiques numériques :

« *Si le métier d'archéologue s'est profondément transformé et adapté aux technologies numériques, il reste bien difficile de qualifier le rôle du développement de ces outils dans ce processus, et encore plus délicat de distinguer ce qui relève de l'adaptation, de l'évolution, voire de l'innovation* »[182].

Dans un article paru en 2010, l'archéologue Gilles Bellan propose une périodisation de l'évolution des métiers de l'archéologie[183]. Il fixe très clairement un basculement au milieu des années 1980, avec d'une part, l'arrivée de la micro-informatique et d'autre part, la professionnalisation de l'archéologie préventive.

L'archéologue et sociologue des sciences Sébastien Plutniak évoque l'histoire des relations entre l'informatique et l'archéologie dans les termes suivants :

« 1) [L'archéologie] *s'est formée en tant que discipline à la même période que l'informatique ;*

2) elle fait partie des sciences humaines, dans lesquelles l'utilisation de la quantification et du calcul automatisé était moins évidente pour les praticiens que dans les sciences dites « dures », soulevant ainsi des questions épistémologiques et sociales particulières ; cependant,

3) l'archéologie a été l'un des domaines pionniers des sciences humaines et sociales à développer l'application informatique »[184].

Nous reprenons partiellement à notre compte ces trois constats qui sont présentés comme des facteurs explicatifs des relations étroites qu'une partie de la communauté archéologique a développées avec l'informatique, surtout en France.

Nous pourrions multiplier à l'infini les références à des publications évoquant les transformations dans les pratiques de l'archéologie, liées à l'informatique.

Nous préférons proposer d'ancrer cette historiographie dans une série d'itinéraires de plusieurs des acteurs de cette période qui a vu l'informatique entrer progressivement dans la discipline archéologique et faire évoluer des compétences, des savoir-faire des pratiques scientifiques mais aussi langagières.

---

[180] Le « luddisme » est le nom donné au mouvement de protestation qui, dans l'Angleterre des années 1811-1812, a vu des artisans et ouvriers de l'industrie textile s'opposer à leurs employeurs et aux manufacturiers. Ces derniers ont tenté de favoriser le déploiement de métiers à tisser pour le travail de la laine et du coton. Les artisans et ouvriers, organisés en un mouvement clandestin, se sont appelés luddites ou luddistes, du nom de l'un d'entre eux, Ned Ludd, qui aurait détruit plusieurs de ces métiers à tisser dès la fin du XVIIIe siècle. Aujourd'hui le terme de néo-luddisme désigne les mouvements de contestation face à l'expansion de l'usage des nouvelles technologies.

[181] François Giligny et Bruno Desachy, *art. cit.*

[182] Geneviève Pinçon et Thomas Sagory. « Les archéologues et le numérique ». *Culture et recherche* 139, 2019, pp. 45-47

[183] Gilles Bellan. Vingt-cinq ans de rapports archéologiques : autoédition et publication. In : Soulier (Philippe) dir. *Le rapport de fouille archéologique : réglementation, conservation, diffusion* : journée d'étude, ArchéoIDF, avr. 2010. Paris, de Boccard, 2011, pp.129-135.

[184] Sébastien Plutniak. "Three models to shape the relationships between computer scientists and domain specialists: a case study from archaeology in France, 1950s–2000s". Publié en ligne le 30/05/2021. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03242182

Pour cela, nous avons fait le choix de rendre compte des parcours de vie et des œuvres scientifiques de plusieurs figures de l'archéologie française et étrangère qui ont joué un rôle important dans l'émergence et la diffusion de dispositifs numériques dans la discipline. Il s'agit de personnes disparues ou encore en vie, en retraite ou en activité.

Pour les évoquer, nous aurions pu faire le choix de les regrouper par courants ou écoles de pensée, par grandes périodes chronologiques de spécialisation, par origines, etc. Nous avons opté pour un regroupement par classes d'âge, qui nous a conduit à identifier une série de « générations ».

D. Les « générations » : une approche possible pour analyser des parcours de vie et des œuvres

Même si elle ne fait pas toujours l'unanimité sur sa définition, l'approche par la notion de « génération » est souvent mobilisée dans les recherches en sciences humaines. Par facilité, nous avons repris à notre compte le terme de « génération » mais en lui adjoignant des guillemets pour souligner que nous l'empruntons avec prudence et en ayant conscience des critiques qui peuvent être adressées à cette classification.

S'appuyant sur les travaux de Karl Mannheim et de Pierre Bourdieu, le sociologue français Gérard Mauger a développé ses travaux sur la notion de génération[185] telle qu'elle est utilisée dans les SHS. Si cette notion, dans son acception courante, sert à distinguer et à opposer les groupes d'individus par classes d'âge, les « générations » ainsi identifiées sont en fait souvent traversées par des divisions sociales. En effet, le milieu social est un facteur majeur dans l'explication de la façon dont les générations sont vécues, identifiées, reconnues, dénigrées. Pour limiter la critique souvent faite à la « notion de génération », les notions de « générations sociales » et « générations familiales » ont été proposées. Mais d'autres facteurs peuvent intervenir dans les sous-distinctions entre les membres de mêmes générations et de mêmes milieux sociaux. De plus, les sous-groupes ne sont pas toujours synonymes de distance entre eux. Des formes de solidarité peuvent intervenir et donner lieu à des rapprochements, des croisements ponctuels ou durables entre individus de générations et de sous-groupes différents.

Avant de présenter plusieurs des individus qui participent des « générations » que nous avons identifiées, nous tenons à expliquer notre choix d'en évoquer certains et d'en omettre d'autres. Les raisons de ce choix sont probablement fragiles et contestables.

Notre travail vise avant tout à présenter les pratiques numériques des archéologues, non pas à travers des statistiques désincarnées mais en tentant de restituer l'expérience de vie des acteurs.

En utilisant les sources documentaires disponibles pour ceux qui sont disparus et en profitant des témoignages que certains de ceux qui sont encore vivants ont bien voulu nous accorder[186], nous avons tenté de rendre compte de parcours de vie, qui peuvent expliquer pourquoi ces acteurs ont fait le choix d'adopter des dispositifs numériques et de changer leurs pratiques d'archéologues.

Certes, les témoignages recueillis ne sont pas exempts de critiques. Ils sont une source documentaire qui nécessite des précautions méthodologiques mais sont néanmoins une source de premier ordre lorsqu'il s'agit, comme nous en avions le désir, de rendre chair à des parcours de vie dans le respect de la mémoire de celles et ceux qui ne sont plus et dans le respect de la sincérité avec laquelle les témoignages nous ont été accordés.

---

[185] Gérard Mauger, *Ages et générations*, Paris, La Découverte, 2015, 128 pages

[186] Dans ce cas, les dates des entretiens qui nous ont été accordés sont indiquées.

En histoire de sciences, l'approche par les parcours de vie des savants est la plus classique. Elle met en avant ce qui, dans la vie des chercheurs, permet d'expliquer leur œuvre savante, les recherches qu'ils ont conduites, leurs sujets de prédilection, leurs lieux de recherche sur le terrain.

Dans son ouvrage récemment publié *La vie savante. La question biographique dans les sciences humaines* [187], l'anthropologue Nicolas Adell propose de ne pas limiter l'étude des chercheurs sous le seul angle de leur parcours de vie. L'auteur suggère d'inverser l'approche et d'étudier comment l'œuvre savante a aussi beaucoup influé sur le parcours de vie personnelle des chercheurs. Cette approche originale permet d'éviter les chemins trop souvent et trop facilement adoptés en histoire des sciences qui se révèlent réducteurs, comme la vocation, ou la place de figures tutélaires.

En citant le projet d'entreprise d'autodescription ethnographique de Michel Leiris (1901-1990)[188], Nicolas Adell propose de rechercher dans la vie et l'œuvre des savants ce qui peut en faire l'unité, grâce aux « sutures » qui permettent de dépasser les « coupures », en mobilisant une méthode originale :

« *Abolir une part des hasards en déterrant de la mémoire des points de suture qui ne forment pas la ligne d'une carrière vocationnelle, mais qui mettent un peu d'ordre et donnent de la cohérence à ce que l'on est et à ce que l'on fait* »[189].

Enfin, notre recherche se veut modeste puisqu'elle n'a pas l'ambition de traiter de son objet pour le monde entier mais seulement pour la France. A l'échelle internationale, des initiatives intéressantes complémentaires existent, notamment pour présenter des itinéraires d'archéologues dans leurs relations avec l'informatique. C'est le cas du projet du site *Virtual Museum of Archaeological Computing*[190]. Ce projet international dédié à l'histoire de l'informatique appliquée à l'archéologie a été promu en 2009 par l'*Academia nazionale dei Lincei* et le *Consiglio Nazionale delle Ricerche* (CNR). Ce projet présente les principales étapes du développement de l'application de l'informatique en archéologie depuis les années cinquante[191]. Le lecteur pourra utilement le consulter.

C.1. La « génération » des défricheurs

Parmi les professionnels de l'archéologie dont nous avons étudié les parcours et l'œuvre, la première « génération » que nous avons identifiée regroupe des chercheurs nés entre les années 1920 et les années 1940.

C.1.1. Jean-Claude Gardin

La figure de Jean-Claude Gardin (1925-2013) tient une place à part dans l'histoire des relations des archéologues avec l'informatique[192].

Jean-Claude Gardin a proposé lui-même un récit de son propre parcours dans une communication présentée au Premier Colloque sur l'Histoire de l'Informatique en France qui eut lieu à Grenoble en

---

[187] Nicolas Adell (dir.). *La vie savante. La question biographique dans les sciences humaines*. Paris, PUF, 2022, 320 pages

[188] Michel Leiris. *La règle du jeu*. Paris, Gallimard, 2003, 1747 pages

[189] Nicolas Adell (dir.). *op. cit.*, p.14

[190] http://archaeologicalcomputing.lincei.it

[191] Paola Moscati. "Parcours culturels pour une histoire de l'informatique appliquée à l'archéologie ». In Costa, L., Djindjian, F., Giligny, F. (ed.), *Actes des 3èmes Journées d'Informatique et Archéologie de Paris, JIAP 2012*. Archeologia e Calcolatori. Supp. 5: 9-17. Firenze, All'Insegna del Giglio

[192] Sébastien Plutniak a étudié les relations entre Jean-Claude Gardin et Georges Laplace.

1988[193]. Dans cette publication, Jean-Claude Gardin commence par qualifier les premières relations entre informatique et archéologie « d'alliance inattendue », tant les compétences des archéologues ne les prédisposaient pas à se saisir des principes sous-jacents ni des logiques de fonctionnement des ordinateurs. Par les différences abyssales qui existaient en apparence entre le mode de raisonnement des archéologues et le mode de pensée logique des informaticiens, cette rencontre semblait totalement improbable à l'époque.

L'histoire des relations entre Jean-Claude Gardin et l'informatique commence en réalité avant que l'informatique existe, en 1955 avec les premiers usages d'appareils de mécanographie. L'archéologue Gardin explora les possibilités de ces dispositifs pour des besoins de gestion de la documentation archéologique. Ces outils lui permirent de publier un fichier mécanographique concernant 4000 outils de l'âge du Bronze issus de fouilles au Proche-Orient[194]. La première question, qui semblait un obstacle infranchissable, était de savoir comment il serait possible de décrire les objets archéologiques en objets de connaissances susceptibles de pouvoir être traduits dans des fichiers mécanographiques puis électroniques. Les premiers résultats de ce qui était, au départ, une étude de faisabilité furent suffisamment convaincants pour que le CNRS autorise Jean-Claude Gardin à créer en 1957 le Centre Mécanographique de Documentation Archéologique (CMDA). En 1970, Jean-Claude Gardin poursuit son chemin exploratoire en contribuant à la création du Centre de recherche archéologique (CRA) du CNRS. Les domaines de recherche de Gardin sont alors l'automatique documentaire, la recherche d'information et les langages documentaires. Il participe activement au développement des usages de ces techniques ainsi que des statistiques appliquées aux corpus de savoirs archéologiques, notamment sur des mobiliers. Au cours des années 1960 et 1970, il prit part aux débats épistémologiques concernant les usages des techniques informatiques dans les SHS[195].

Pour Sébastien Plutniak, Jean-Claude Gardin aurait participé aux premiers travaux s'apparentant à des « humanités numériques », telles que nous les avons déjà sommairement définies, même si l'usage du terme pour les années 1950-1960 peut paraître anachronique[196]. En 1991, Jean-Claude Gardin a publié un recueil, *Le calcul et la raison*, regroupant plusieurs de ses articles majeurs sur les relations entre informatique et archéologie et dans lesquels il voyait à l'époque la possibilité d'une troisième voie pour rendre compte de la formalisation du discours savant dans les SHS ainsi que de la possibilité qu'ouvrait à l'époque l'informatique en matière de raisonnement et plus seulement de compilation de données[197].

Dès les premières années de sa vie de chercheur, les publications de Jean-Claude Gardin témoignent de son itinéraire intellectuel, de ses dialogues et collaborations avec des chercheurs d'autres horizons disciplinaires ainsi que de ses nombreuses rencontres avec des chercheurs étrangers[198].

---

[193] Jean-Claude Gardin. « Une contribution des « humanités » à l'informatique : de PÉNÉLOPE (1955) à ZETHOS (1974) et au-delà ». In *Le calcul et la raison. Essais sur la formalisation du discours savant*. Paris, Éditions de l'EHESS, pp. 44-58

[194] Jean-Claude Gardin. « Problèmes de documentation archéologique ». *Diogène*. 11 107-12, 1955

[195] Jean-Claude Gardin. « Modèles et récits ». In Jean-Michel Berthelot (dir.) *Épistémologie des sciences sociales*. Paris, PUF, 2018, pp. 407-454.

[196] Sébastien Plutniak, « Aux prémices des humanités numériques ? La première analyse automatisée d'un réseau économique ancien (Gardin & Garelli, 1961). Réalisation, conceptualisation, réception », ARCS. Analyse de réseaux pour les sciences sociales, 2018

[197] Jean-Claude Gardin. *Le calcul et la raison. Essais sur la formalisation du discours savant*. Paris, Éditions de l'EHESS, 296 pages

[198] cf. Sébastien Plutniak, « Une contribution archéologique à la théorie des sciences sociales est-elle possible ? Aspects de la controverse entre Jean-Claude Passeron et Jean-Claude Gardin », Palethnologie, vol. 9, 2017, p. 7-21. DOI 10.5281/zenodo.1167840

En 2016, un numéro spécial des *Nouvelles de l'archéologie* a été consacré à Jean-Claude Gardin après sa disparition[199]. En 2014, à l'occasion de la conférence « *Computer Applications in Archaeology* » (CAA 2014) qui s'est tenue à Paris, un hommage a été rendu à Jean-Claude Gardin, disparu l'année précédente, par Paola Moscati, l'actuelle rédactrice en chef de la revue *Archeologia e Calcolatori*[200].

François Djindjian qui fut l'un de ses étudiants, évoque le rôle majeur de Jean-Claude Gardin en ces termes :

« *Jean-Claude Gardin fut l'un des archéologues français les plus influents de la seconde moitié du XXe siècle, en France comme à l'étranger. Ses contributions à la formalisation des données (codes descriptifs) et du raisonnement (analyse logiciste) constituent un travail pionnier dans la constitution des fondements théoriques et épistémologiques de l'archéologie* ».

Jean-Claude Gardin est surtout connu pour sa contribution à l'application d'une approche logiciste au raisonnement archéologique. A partir du milieu des années 1970, il a publié de nombreuses contributions sur ses travaux dans ce domaine, seul ou en collaboration[201,202,203]. L'approche logiciste des constructions savantes vise à révéler les relations entre leurs différentes composantes comme par exemple une base de données et un ensemble d'opérations de réécriture qui traduisent le raisonnement reliant cette base de données aux thèses de la construction. Les travaux inspirés de ce programme ont conduit à des interrogations dans la perspective d'une épistémologie pratique, notamment en ce qui concerne l'étude des conflits d'interprétation[204].

Dans l'article d'hommage de François Djindjian à Jean-Claude Gardin, les rôles respectifs et complémentaires de l'archéologue Henri Seyrig (1875-1973) et de Jean-Claude Gardin sont soulignés :

« *C'est ainsi que le premier convainquit le Cnrs de créer un laboratoire, le Centre d'analyse documentaire en archéologie (Cada) – initialement Centre mécanographique de documentation archéologique (1957-1971) – et d'en confier la direction au second. C'est à cette période (1955-1969) qu'ont été réalisés les neuf codes descriptifs qui s'appliquèrent aussi bien aux objets archéologiques (poteries, outillage en métal, monnaies, cylindres orientaux) qu'à l'iconographie (scènes mythologiques des vases grecs, ornementation géométrique) qu'aux textes (Coran, cunéiformes assyriens, textes de Qumran).* »

Pour François Djindjian, la première moitié de la décennie 1970 fut ce qu'il appelle « *les années informatiques (1970-1975)* » de Jean-Claude Gardin.

Une des raisons pour lesquelles Jean-Claude Gardin a tenu une place à part dans l'histoire des méthodes numériques appliquées à l'archéologie est parce qu'il ne s'est pas limité à ce seul champ disciplinaire. Il a beaucoup contribué aux dialogues entre disciplines, en produisant des réflexions

---

[199] François Djindjian et Paola Moscati (édit.). « Dossier Jean-Claude Gardin (1925-2015) ». Les Nouvelles de l'archéologie, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, n° 144 | 2016, 64 pages, mis en ligne le 25 août 2016, consulté le 18 septembre 2022. DOI : https://doi.org/10.4000/nda.3448

[200] Paola Moscati, « Jean-Claude Gardin and the Evolution of Archaeological Computing », Les nouvelles de l'archéologie [En ligne], 144 | 2016, mis en ligne le 25 août 2016, consulté le 18 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/nda/3457 ; DOI : https://doi.org/10.4000/nda.3457

[201] Jean-Claude Gardin. *Les analyses de discours*. Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, 1974, 179 pages.

[202] Jean-Claude Gardin. *Une archéologie théorique*. Paris, Hachette, 1979, 340 pages

[203] Jean-Claude Gardin, Olivier Guillaume, P. Q. Herman, A. Hesnard, M.-S. Lagrange, M. Renaud, Élisabeth Zadora-Rio, *Systèmes experts et sciences humaines. Le cas de l'archéologie*, Paris, Eyrolles, 1987, p. 191-229).

[204] Jean-Claude Gardin, « Le questionnement logiciste et les conflits d'interprétation », Enquête [En ligne], 5 | 1997, mis en ligne le 15 juillet 2013, consulté le 25 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/enquete/1043 ; DOI : https://doi.org/10.4000/enquete.1043

épistémologiques. Il a tenté de les traduire par de nouveaux schémas de pensée comme le logicisme, appliqué à la construction des savoirs archéologiques. Si le logicisme de Gardin semble ne plus avoir beaucoup d'héritiers, ses réflexions épistémologiques gardent beaucoup de leur intérêt et de leur actualité, même si depuis les travaux de Jean-Claude Gardin, l'épistémologie de l'archéologie est un domaine en déshérence. Rares sont les archéologues à s'être essayés à l'exercice. On peut citer les contributions d'Alain Gallay (1938-2021), d'Henri Delporte (1920-2002)[205], d'Henri-Paul Francfort (1948-)[206], de Philippe Boissinot (1963-)[207].

C.1.2. Mario Borillo

Mario Borillo (1934-2013) fut un chercheur véritablement multidisciplinaire qui a beaucoup travaillé à la compréhension et la représentation des actions et des raisonnements humains[208]. Il est né en Catalogne dans une famille d'ouvriers, dont le père était militant de la CNT[209]. Obligé de s'exiler en France avec sa famille après la victoire franquiste au début de 1939, il obtient en 1954 un baccalauréat Mathématiques-Technique. ll est ensuite admis à l'ENSEEIHT et devient ingénieur de cette école en 1958. En 1961, il rejoint Paris, où il poursuit sa formation d'ingénieur à l'lnstitut Blaise Pascal, dirigé par un mathématicien pionnier de l'informatique. Cet épisode sera décisif pour sa carrière. Il s'y familiarise avec la théorie des automates et découvre un univers où se côtoient des figures marquantes des grammaires formelles et du traitement automatique des langues. En 1961, il entre comme chercheur fonctionnaire européen au Centre Européen de Traitement de l'Information Scientifique (CETIS) nouvellement créé à Ispra (Italie). Mario Borillo oriente ses recherches dans le domaine des calculs combinatoires (graphes, langages algébriques). En 1965, il est invité à la Rand Corporation de Santa Monica (Californie) pour travailler sur les relations langage-machine. Mario Borillo y rencontre notamment Noam Chomsky. Il a retiré de son séjour en Californie la conviction que le domaine des sciences cognitives devait être développé en France, en accordant un rôle central à l'informatique[210]. Revenu en France, à Marseille, Mario Borillo est recruté par Jean-Claude Gardin au Centre d'Analyse Documentaire pour l'Archéologie (CADA). A partir de 1971, suite au départ de Gardin pour Paris, Mario Borillo devient directeur de cette structure rebaptisée Unité d'Analyse Documentaire et Calcul en

---

[205] Henri Delporte. *Archéologie et réalité - essai d'approche épistémologique*. Paris, Picard, 140 pages. Dans son ouvrage, Delporte souligne qu' « *Il apparait avec une vraisemblance croissante que, seul, le recours aux diverses formes de la saisie et de la gestion informatique et micro-informatique est susceptible de répondre [aux] obligations [de la création d'archives archéologiques rigoureusement protégées tout en demeurant aisément consultables]* » p.138

[206] Henri-Paul Francfort « La position épistémologique de l'archéologie » (p. 269-277). In Anne-Sophie De Beaune et Henri-Paul Francfort (dir.). *L'archéologie à découvert*. Paris, CNRS Éditions, 2012, 330 pages

[207] En 2015, Philippe Boissinot, directeur d'études de l'EHESS, et membre du laboratoire TRACES UMR 5608 du CNRS à Toulouse (source : https://www.ehess.fr/fr/personne/philippe-boissinot), a publié. *Qu'est-ce qu'un fait archéologique ?*, Paris, EHESS, 2015, 366 pages. Dans cet ouvrage, issu de son HDR, l'auteur tente une étude épistémologique et métaphysique des savoirs archéologiques, à travers la notion d'agrégat, une catégorie ontologique qui doit servir à un regard renouvelé des relations entre SHS et sciences de la nature pour définir de quoi un site archéologique est constitué. En conclusion de son ouvrage, l'auteur souligne le fait que l'épistémologie de l'archéologie intéresse très peu les archéologues et les philosophes des sciences.

[208] Ces éléments de biographie de Mario Borillo sont extraits de la publication publiée en 2014 en hommage à Mario Borillo par deux de ses collaborateurs de l'IRIT Laure Vieu et Michel Aurnague « Demain est déjà dans nos têtes mais nous ne le savons pas – Sur les pas de Mario Borillo », 28 pages (https://fr.calameo.com/read/002992780a270b7422b67)

[209] La Confédération Nationale du Travail (CNT) est une confédération de syndicaliste révolutionnaire et anarcho-syndicaliste fondée en 1910 à Barcelone. En 1936, elle est la plus importante confédération syndicale quand éclate la guerre civile. Interdite pendant toute la période franquiste, elle n'a été de nouveau autorisée qu'en 1976. En France, le syndicat CNT, créé en 1946 par d'anciens exilés de la CNT espagnole, des anciens résistants et des déçus de la CGT alors sous l'emprise du parti communiste.

[210] Dans l'entretien qu'il nous a accordé, Jean-Paul Demoule a souligné le rôle de Mario Borillo ainsi que sa forte personnalité qui marqua nombre de ses collègues et étudiants.

Archéologie (URADCA), rattachée au Centre de Recherches Archéologiques (CRA) du CNRS. Au sein du laboratoire, Mario Borillo s'intéresse à la classification automatique et à la mise au point de méthodes de « taxinomie numérique ». L'expérimentation d'algorithmes sur des données proposées par des archéologues, des géographes, des architectes et des urbanistes le convainc alors de la complexité spécifique des problèmes formels posés par les sciences de l'homme. Mario Borillo fonde, en 1975, le Laboratoire d'lnformatique pour les Sciences de l'Homme (LISH), laboratoire propre du CNRS dont il prend la direction et qu'il dirige jusqu'en 1981. Cette structure est répartie sur plusieurs sites (Marseille, Paris) et comprend trois unités. Mario Borillo dirige l'Unité de Recherches Méthodologiques à Marseille. Là il commence à développer un programme scientifique spécifique aux sciences de l'homme dont il avait pressenti la nécessité et posé les bases. En 1980, Mario Borillo, quitte Marseille pour s'installer à Toulouse. Après plusieurs changements de postes à l'Université Paul Sabatier, il crée l'équipe « Formalisation du Raisonnement ». Puis il oriente ses recherches vers la sémantique de l'expression du temps, de l'espace et du mouvement, et le raisonnement spatio-temporel. Cette période révèle Mario Borillo comme l'un des pionniers des sciences cognitives en France et un acteur majeur de son institutionnalisation.

C.1.3. François Bordes

Si le nom du préhistorien François Bordes (1919-1981) n'est pas directement associé à la conception ni au développement d'un outil informatisé, il n'en reste pas moins connu pour avoir fortement promu l'adoption de formalismes analytiques, s'éloignant de la tradition descriptiviste de l'archéologie, et de méthodes statistiques appliquées à la typologie de mobilier archéologique, comme nous l'avons déjà évoqué. Dans la thèse qu'il a consacrée au préhistorien, Jean-Patrick Loiseau souligne son rôle majeur dans la constitution « *d'une approche plus normative* » afin de pouvoir « *comparer les industries lithiques et mieux comprendre les modalités de leur évolution au cours du Paléolithique* »[211]. En ce sens, François Bordes a proposé une « *méthodologie innovante qui a profondément modifié la perception des faits préhistoriques* »[212]. Celle-ci repose sur une analyse statistique de séries de mobiliers lithiques qui doivent être enregistrés sur le terrain avec le plus de précision possible et selon un même protocole et un même cadre descriptif. C'est dans ce cadre que François Bordes met au point ses fameux carnets de terrain normalisés, au format de livre de poche, à couverture jaune orange, avec des feuilles de papier quadrillé. Ces carnets devaient pouvoir être utilisés sur tout site archéologique fouillé selon la méthode préconisée par le préhistorien. Des listes typologiques des outils lithiques, sur quatre pages, permettaient de caractériser le matériel mis au jour sur les sites. Si ce type de document support de l'enregistrement du mobilier lithique montre l'aspect méticuleux que devait prendre la collecte et l'étude de chaque pièce sur le terrain, il témoigne aussi des dimensions quantitativistes et standardisées de ce type d'enregistrement. De plus, pour pouvoir utiliser correctement ces carnets, le fouilleur devait disposer d'un niveau d'expertise typologique afin d'éviter des confusions entre les divers types d'outils décrits (cf. *infra*).

C.1.4. Georges Laplace et Michel Livache

Parmi les autres acteurs de cette première « génération », qui ont compté dans l'usage de moyens informatiques mais aussi des méthodes mathématiques en archéologie, le rôle et les travaux de

[211] Jean-Patrick Loiseau, *déjà citée*

[212] Jean-Patrick Loiseau, « François Bordes (1919-1981) et la construction de la Préhistoire dans la seconde moitié du XXe siècle ». Dans : Bulletin de la Société préhistorique française, tome 112, n°2, 2015. pp. 378-379 : http://www.persee.fr/doc/bspf_0249-7638_2015_num_112_2_14531

l'archéologue Georges Laplace (1918-2004) sont probablement moins connus aujourd'hui de la communauté des archéologues que ne le sont ceux de Jean-Claude Gardin.

Nous avons déjà évoqué les travaux de Georges Laplace, en particulier la méthode Laplace-Méroc des coordonnées cartésiennes, mise au point entre les années 1930 et 1950 et adoptée notamment par François Bordes sur le site du Pech-de-l'Azé Sud (cf. *infra*).

Sébastien Plutniak a consacré plusieurs articles à Georges Laplace, en particulier sur ses travaux des décennies 1960 et 1970 qui ont concerné une méthode analytico-structurale qui devait servir à l'établissement d'une typologie du matériel lithique[213].

Inspiré par Georges Laplace, Michel Livache a aussi exploré les possibilités d'utiliser des outils informatiques en développant un programme en langage BASIC au cours des années 1980 :

« *Le programme développé par Livache au long des années 1980 et 1990, constitue le premier logiciel ayant permis de représenter des formules analytiques. Programmé en Basic sur son ordinateur personnel, le logiciel permettait de lire des formules analytiques, de les analyser, et de renvoyer divers résultats statistiques. Livache jugeait importante la similarité entre la typologie analytique, cette « méthode qu'aujourd'hui on nommerait un système-expert » et les développements contemporains menés en informatique* »[214].

D'autres noms mériteraient probablement d'être mentionnés mais un inventaire exhaustif ou un annuaire n'est pas dans le projet de cette recherche.

C.1.5. Les défricheurs, la naissance de l'internet et de l'informatique personnelle libertaire

Avant d'évoquer la « génération » suivante, on peut s'arrêter quelques instants sur ce qui semble une absence totale d'intérêt que les représentants des défricheurs ont manifestée pour les premières années de la naissance de l'internet entre la fin des années 1960 et le début des années 1970.

Dans son ouvrage consacré à l'histoire d'internet[215], Jonathan Bourguignon raconte l'histoire de la naissance du réseau mondial et fournit des éléments de repère sur les deux générations d'individus qui ont inventé l'internet et aussi le logiciel libre[216]. L'auteur rappelle que la création du réseau date des années 1950 dans ses principes conceptuels, avec la cybernétique et les travaux du mathématicien Alan Thuring. Jonathan Bourguignon souligne le rôle majeur d'une génération de chercheurs, américains pour

---

[213] Georges Laplace. « Solutréen et foyers solutréens. Essai de typologie analytique sur le phénomène de solutréanisation », Munibe. Revista de la Sociedad de Ciencias Naturales Aranzadi, 14, 3–4, 1962, p. 414-455.

[214] Michel Livache. « Exploitation d'une base de données de typologie analytique par un programme informatique simple. Codage et utilisation », Archivio di tipologia analitica, 20, 1997, p. 133-136

[215] Jonathan Bourguignon. *Internet année Zéro. De la Silicon Valley à la Chine, naissance et mutations du réseau*. Paris, Divergences, 2021, 240 pages

[216] Dans l'histoire de l'internet, Jonathan Bourguignon a identifié plusieurs générations : la première des « prophètes », la seconde des « enfants de l'abondance », la troisième des « hackers », la quatrième des « entrepreneurs du Web », la cinquième des « enfants de l'intelligence artificielle ». De cet ouvrage, nous nous sommes inspirés pour proposer les « générations » des archéologues ayant participé à l'histoire de l'informatique en archéologie.

une bonne partie d'entre eux, dans la naissance de l'internet et de la micro-informatique d'inspiration libertaire[217], parmi lesquels Steward Brand (1938-)[218].

L'héritage intellectuel de ce mouvement a largement inspiré les initiateurs du mouvement de l'*open source*, dont Richard Stallmann (1958-) qui est aujourd'hui l'un des représentants militants les plus connus, et inventeur du système d'exploitation GNU. Dans son livre « *Free Software Free Society : selected essays by Richard M. Stallman »*[219], l'auteur propose sa version de l'histoire de l'internet libre[220]. Il explique comment la période de foisonnement des projets expérimentaux et la forte créativité de la fin des années 1960 aux années 1970, ont été suivies par la période des années 1980 pendant laquelle l'esprit de partage et le fonctionnement en communauté, qui avaient prévalu la décennie précédente, ont totalement disparu au profit d'une conception marchande de l'informatique et de la circulation de l'information. Richard Stallman explique la genèse du projet GNU, le système d'exploitation libre qu'il a inventé en 1983 et l'initiative de la *Free Foundation* dont il est à l'origine. Ces deux projets visent à promouvoir les libertés fondamentales du logiciel libre et à donner vie à des communautés de développeurs et d'utilisateurs de ce type de logiciels, des communautés et des pratiques de développement dont Richard Stallman souligne qu'ils contribuent à l'exercice des libertés individuelles et collectives et à la coopération entre les individus.

Des témoignages que nous avions recueillis, des biographies que nous avons parcourues, il semble qu'aucun des représentants de la « génération » des défricheurs n'a été inspiré par les personnalités ni par l'esprit à l'origine de l'internet ni aux valeurs sous-jacentes à la création du logiciel libre entre les années 1960 et les années 1970. Cette absence de liens entre les communautés d'archéologues s'intéressant à l'informatique en France et les courants libertaires de l'informatique outre-Atlantique à cette époque peut étonner. Peut-être que quelqu'un comme Mario Borillo s'y intéressa lors de son séjour en Californie dans la seconde moitié des années 1960.

Le sociologue du numérique Dominique Cardon propose lui aussi une histoire de l'internet, en en traçant une « généalogie »[221]. Cet auteur parle des « origines hippies de la culture numérique ». Elles expliqueraient « l'éthique des hackers », qui se veulent adeptes d'une part du partage libre et gratuit et d'autre part de la coopération autour des savoir-faire numériques. Le fonctionnement en réseau des hackers a donc vu dans l'internet le support idéal, le considérant comme un « bien commun numérique »[222], capable de produire des « innovations ascendantes »[223]. Encore faut-il que cet

---

[217] Ce courant libertarien de la micro-informatique a nettement perdu la bataille face au courant qui a prôné et mis en œuvre son exploitation marchande. On connaît le rôle majeur qu'ont tenu dans ce mouvement certaines figures emblématiques comme Steve Jobs et Bill Gates, dont la légende met beaucoup en avant le fait qu'ils auraient commencé seuls dans leur garage, un mythe largement déconstruit depuis.

[218] Entre 1968 et 1972, Steward Brand publia les premières versions de *The Whole Earth Catalog*, un catalogue américain de contre-culture. Ces catalogues proposaient, sans les vendre, divers produits dont ils faisaient la promotion parce qu'ils permettaient de se défaire de l'emprise grandissante de la société de consommation. Les lecteurs de ces catalogues étaient invités à s'engager dans l'auto-apprentissage de ces équipements, le *DoItYourself* (DIY).

[219] *Free Software Foundation*, Boston, 2002, 230 pages

[220] A titre anecdotique, je dispose chez moi d'un exemplaire dédicacé du livre de Stallman, que j'ai rencontré en juillet 2008 aux Rencontres Mondiales du Logiciel Libre à Mont-de-Marsan. Sa signature accompagne l'autographe suivant « *Bonne (sic) anniversaire Chris et Happy hacking* ». Dans cet ouvrage, Stallman a écrit "*It is hard to write a simple definition of something as varied as hacking, but I think what most "hacks" have in common is playfulness, cleverness, and exploration. Thus, hacking means exploring the limits of what is possible, in a spirit of playful cleverness"* (https://www.gnu.org/philosophy/fsfs/rms-essays.pdf).

[221] Dominique Cardon. *Culture numérique*. Paris, Presses de Sciences Po, 2019, 431 pages (https://www.pressesdesciencespo.fr/fr/book/?gcoi=27246100540390)

[222] Sur la notion de « bien commun numérique », voir l'article de Wikipedia : https://fr.wikipedia.org/wiki/Biens_communs_numériques

[223] Dominique Cardon, *op. cit*, pp.101-110

espace ne soit contrôlé par aucun acteur marchand ni aucune autorité de contrôle pour lui maintenir son caractère de territoire virtuel des libertés.

Nous avons baptisé la « génération » des pionniers celle qui a succédé à celle des défricheurs. Ces deux « générations » ne se sont pas parfaitement succédé, certains membres de la seconde ont largement collaboré avec des figures de la première. Cette coexistence de deux « générations » prouve que cette notion de « génération » doit être prise comme un concept aux limites floues, aux frontières perméables, puisque des échanges entre « générations » ont existé. Ces deux « générations » ont cohabité, parfois en se tenant à distance l'une de l'autre, parfois en collaborant étroitement, en s'enrichissant et en s'inspirant mutuellement.

C.2. La « génération » des pionniers

Ce second groupe est constitué par des individus actuellement à la retraite ou décédés prématurément, et qui sont nés entre 1945 et 1960.

Avant d'en évoquer certaines figures, il faut souligner le rôle qu'a joué la revue *Les nouvelles de l'archéologie* créée en 1980 par plusieurs des membres de cette « génération »[224].

Créée par Serge Cleuziou, Anick Coudart, Jean-Paul Demoule et Alain Schnapp, cette revue a fêté ses 40 ans d'existence en 2020 par un numéro spécial[225] qui témoigne du fait que la revue fut l'un des vecteurs d'une évolution profonde de l'archéologie française commencée dans les années 1970.

Dans l'article introductif du dossier consacré à l'anniversaire de la revue, Anick Coudart et Jean-Paul Demoule rappellent le contexte dans lequel celle-ci a été créée :

« *Les deux auteurs de cet article se souviennent d'une suggestion que leur avait faite Mario Borillo, alors directeur du Centre d'analyse documentaire pour l'archéologie (Cada), fondé à Marseille par Jean-Claude Gardin (1925-2013) et devenu depuis le Laboratoire d'informatique pour les sciences de l'homme (Lish) : lancer une newsletter d'environ quatre pages qui publierait à date régulière les principales informations concernant l'archéologie, en particulier l'archéologie théorique (…). Cette suggestion fut discutée par le groupe fondateur susnommé et déboucha sur le numéro zéro des Nouvelles, un collector* »[226].

A propos de la façon dont la revue s'est préoccupée d'aborder les thèmes de l'archéologie théorique, Anick Coudart et Jean-Paul Demoule évoquent les rôles respectifs de deux des « générations » d'archéologues qui se sont succédé au cours des années 1980 :

« *Cette préoccupation était alors l'écho direct, dans cette génération des archéologues babyboomers français (Cleuziou et al. 1973), de l'indéniable rupture que venaient de provoquer, simultanément dans différents pays, un certain nombre d'archéologues de la génération précédente comme Lewis Binford (1931-2011) et son autoproclamée New Archaeology aux États-Unis ou David Clarke (1937-1976) et son Analytical Archaeology en Grande-Bretagne, mais aussi Carl-Axel Moberg (1915-1987) en Suède, Bohumil Soudsky (1922-1976) en Tchécoslovaquie, Stanislas Tabaczinsky en Pologne, Lev Klejn en*

[224] Hébergée par la Fondation de la maison des sciences de l'homme (Fmsh), la revue est publiée et diffusée depuis 2007 par les éditions de la fondation, avec des soutiens institutionnels et financiers du Ministère de la Culture, du CNRS.

[225] Aline Averbouh et Claudine Karlin (dir.) « Les nouvelles de l'archéologie ont quarante ans ». Dans *Les Nouvelles de l'archéologie*. 157-158, 2019. DOI : https://doi.org/10.4000/nda.7121

[226] Anick Coudart et Jean-Paul Demoule, « Les nouvelles de l'archéologie, la théorie et l'action : la crise de la quarantaine n'est pas inéluctable ! », Les nouvelles de l'archéologie [En ligne], 157-158 | 2019, consulté le 19 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/nda/7131 ; DOI : https://doi.org/10.4000/nda.7131

Union soviétique, ou encore Jean-Claude Gardin en France. Ils formaient ce que Lev Klejn a appelé un « collège invisible »[227].

Comme le soulignent les deux auteurs, Les Nouvelles de l'archéologie ont largement accompagné le « tournant » numérique de l'archéologie à partir des années 1980 :

« [La rupture que constitua la New Archaeology*] était multiforme, à la fois épistémologique, avec la recherche de mécanismes de validation qui rapprochent l'archéologie des sciences dites exactes, et méthodologique, avec l'intégration des nouvelles disciplines connexes, physico-chimiques (l'archéométrie), environnementales, mathématiques et informatiques – celles-ci particulièrement défendues par Jean-Claude Gardin, organisateur, en 1969, du premier congrès international sur l'informatique en archéologie (Gardin 1970). L'informatique était alors naissante et Gardin avait tendance à en surestimer l'impact : selon lui, le recours aux ordinateurs – qui occupaient alors des pièces entières des centres de calcul pour une puissance qui, dans celui du Pharo à Marseille, représentait environ 1500 K – allait contraindre les archéologues à formaliser leurs données sous forme de « codes descriptifs » et à les rendre publiques, en contrepartie de l'utilisation des machines. L'apparition de la microinformatique et sa généralisation allaient vite donner tort à sa seconde prédiction, mais l'informatique tenait alors une place importante dans les pages de la revue, y compris pour relever l'échec de projets ambitieux mais jamais réalisés (…)* »[228].

Les entretiens avec plusieurs des figures de la « génération » des pionniers, dont nous présentons ci-dessous des synthèses, ont fait l'objet de notes qui sont disponibles en intégralité dans le second volume de ce mémoire.

C.2.1. Jean-Paul Demoule

(entretien accordé les 21 et 29 juillet 2021)

Né en 1947, Jean-Paul Demoule est un ancien élève de l'École Normale Supérieure qu'il intègre en 1967[229]. Alors qu'il préparait son entrée à l'École Française d'Athènes, il se rend compte que la conception de l'archéologie telle qu'elle y était enseignée ne l'intéressait pas. Au même moment, il découvre les écrits de l'archéologue australien Vere Gordon Childe (1892-1957). En 1968, sur les conseils de Jean Deshayes, Jean-Paul Demoule rencontre l'archéologue Jean-Claude Gardin[230]. La

[227] Anick Coudart et Jean-Paul Demoule, *art. cit.*

[228] Anick Coudart et Jean-Paul Demoule, *art. cit.*

[229] Des éléments de la biographie de Jean-Paul Demoule sont disponibles sur sa page Wikipedia (https://fr.wikipedia.org/wiki/Jean-Paul_Demoule) et dans l'article que lui a consacré le journal *Le Monde* dans son édition du 17 février 2020 (https://www.lemonde.fr/idees/article/2020/02/17/jean-paul-demoule-la-protohistoire-transgressive_6029807_3232.html). Nous empruntons aussi des éléments de son parcours à son article « Quarante ans après, une génération ». In Jessica Giraud, Guillaume Gernez (dir.). *Aux marges de l'archéologie. Hommage à Serge Cleuziou*, Paris, Éd. De Boccard, 2012, p 19-33.

[230] Dans son article « Quarante ans après : une génération », Jean-Paul Demoule parle du « Mai 1968 de l'archéologie ». Il évoque longuement son parcours et son réseau de sociabilité, les chercheurs qu'il rencontra, ceux avec lesquels des affinités intellectuelles et des amitiés sont nées, d'autres avec lesquels des distances furent prises du fait de conceptions éloignées sur l'avenir de la discipline. Jean-Paul Demoule documente le fonctionnement des archéologues par groupes qui se définissaient spontanément par thèmes de recherche, par institutions, par convictions, etc. « *Ainsi, au sein des étudiants en histoire de la Sorbonne s'était formé un « groupe archéologique » qui avait entrepris de mettre sur pied un enseignement digne de ce nom et, en attendant, avait commencé un chantier d'auto-formation sur le sanctuaire gallo-romain de Ribemont, dans la Somme, que lui avait indiqué Roger Agache. Outre Alain Schnapp, il était animé, entre autres, par Annie Schnapp-Gourbeillon, Alain Ferdières, Martine Willaume, Jean Chapelot, Jacques Tarrête ainsi qu'un jeune amateur du cru, Jean-Luc Massy* ». S'il n'évoque pas d'intérêt pour ce qui se passait aux États-Unis en matière

même année, il se rend sur le chantier néolithique de l'archéologue tchèque Bohumil Soudský (1922-1976). Celui-ci a été probablement l'un des premiers à utiliser des fiches mécanographiques puis les premiers outils informatiques en archéologie. Les premiers essais d'utilisation de fiches *Peek-a-boo* (fiches mécanographiques[231]) ont lieu à cette époque[232]. En 1971, Soudský vient en France et occupe le premier poste de professeur en néolithique à Paris 1, Jean-Paul Demoule devenant son assistant. Il assiste aux premiers colloques sur l'informatique et l'archéologie, le premier à Marseille en 1969[233], le second à Mamaïa en Roumanie, le troisième en 1972 de nouveau à Marseille[234]. Les colloques de Marseille ont donné lieu à des publications qui restent aujourd'hui des références majeures[235] dans la bibliographique des relations entre informaticiens et archéologues au tout début des années 1970[236]. Au cours de cette décennie, pour les besoins d'étude de corpus de céramique dans le cadre de sa thèse, Jean-Paul Demoule se rend régulièrement à Marseille dans le laboratoire du CADA dirigé par Jean-Claude Gardin et Mario Borillo. Il y apprend le codage des vases avec la technique de Gardin (fiches IBM à 80 colonnes). Jean-Paul Demoule travaille souvent au centre de calcul au Palais du Pharo à Marseille puis au centre de calcul de Paris 1 au Panthéon où il utilise des listings de centaines de pages auxquels il applique des tris statistiques. En 1973-1974, Jean-Paul Demoule lance avec Soudský un projet d'informatisation des fouilles de la vallée de l'Aisne. Il y met en place un enregistrement direct sur le terrain connecté à distance avec le centre de calcul du CNRS (CIRCÉ) par l'intermédiaire d'un téléscripteur. L'encodage concerne la céramique et les structures d'habitat. Le système descriptif baptisé CATIA a pu évoluer grâce à un financement de la DGRST (futur Ministère de la Recherche). En France, dans les années 1970, les premiers grands programmes de fouilles comme celui de la vallée de l'Aisne, largement financés par les collectivités territoriales, conduisent les chercheurs concernés dont Jean-Paul Demoule à envisager d'utiliser des systèmes informatiques capables de répondre aux enjeux d'un traitement grandissant d'informations archéologiques que les procédés traditionnels ne pouvaient plus prendre en charge. En 1975, Jean-Paul Demoule passe son doctorat de troisième cycle en histoire de l'art et archéologie. Il travaille alors à Marseille avec des personnels du Laboratoire d'Informatique pour les

---

d'informatique, Jean-Paul Demoule évoque néanmoins l'année 1968 comme celle de la publication du livre *Analytical Archaeology* de David Clarke (1937-1976) et de *New Perspectives in Archeology* de Sally et Lewis Binford (1931-2011)

[231] Sur la mécanographie, on peut se reporter à l'encyclopédie en ligne Wikipedia : https://fr.wikipedia.org/wiki/Mécanographie

[232] Jean-Claude Gardin. « Les applications de la mécanographie dans la documentation archéologique », Bulletin des bibliothèques de France (BBF), 1960, n° 1-3, p. 5-16. En ligne : https://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-1960-01-0005-001.

[233] Mario Borillo et Jean-Claude Gardin. *Archéologie et calculateurs*. *Problèmes sémiologiques et mathématiques*. Paris, Éditions du CNRS, 1970, 372 pages

[234] Mario Borillo et Jean-Claude Gardin. *Les banques de données archéologiques.* Éditions du CNRS, 1974, 331 pages

[235] Le titre du colloque Archéologie et calculateurs, a donné son nom à une revue italienne, *Archeologia e Calculator*i, qui continue d'exister et dans laquelle les actes des *Journées Informatique et Archéologie de Paris* (JIAP) de 2010 et 2012 ont été publiés (http://www.archcalc.cnr.it/)

[236] Au début du compte-rendu du colloque de 1972 à Marseille, publié dans *Les Annales*, l'archéologue et historien Alain Schnapp affirme :

« *Le colloque "Banques de données archéologiques" est en quelque sorte une suite au colloque "Archéologie et calculateurs" tenu à Marseille en 1969. Une telle réunion qui a rassemblé des participants venus de tous les horizons de l'archéologie française est déjà le signe d'une profonde mutation. En 1972, en effet, les communications étaient présentées en majorité par les archéologues eux-mêmes à la différence du premier colloque de Marseille où informaticiens, linguistes et mathématiciens dominaient. On ne discute plus désormais de l'intérêt de l'information pour l'archéologie mais de la place de l'informatique dans l'archéologie* ».

Et Alain Schnapp de terminer son article ainsi :

« *Dans son état actuel, l'ouvrage est plus le reflet de la confusion due à l'introduction rapide des ordinateurs dans une discipline particulièrement poussiéreuse qu'un bilan scientifique : on veut seulement espérer qu'une bonne part des participants s'en sont aperçus* ».

Sciences Humaines (LISH)[237], successeur du CADA, parmi lesquels Alain Guénoche, qui travailla ultérieurement à l'Institut de mathématiques de Luminy. A partir des années 1980, Jean-Paul Demoule utilise les premiers ordinateurs *Apple II*. Il constate qu'avec l'arrivée de la micro-informatique, la situation change. Les chercheurs peuvent continuer à conserver leurs données pour eux, contrairement à la prédiction de Jean-Claude Gardin, qui pensait que la nécessité de passer par des centres de calcul centraux contraindrait à la mise en commun des données.

En 1980, Jean-Paul Demoule produit avec Serge Cleuziou un article dans l'ouvrage « *L'archéologie aujourd'hui* ». Cette publication fait suite au rapport sur l'informatique en archéologie rédigé par Serge Cleuziou, Jacques Lemaitre, Alain Guénoche et Jean-Paul Demoule, commandé par le Ministère de la Recherche, qui n'a jamais été publié.

Jean-Paul Demoule rappelle qu'au cours des années 1980, nombre de chercheurs pensaient que l'informatique permettrait de mettre tout type d'informations en bases de données. Certains s'y sont opposés au nom du caractère singulier des œuvres d'art et des éléments du patrimoine archéologique. A la même époque, l'analyse des données était promue par des chercheurs comme la solution à tout mais cette idée s'est révélée fausse. C'était le cas notamment du mathématicien et statisticien Jean-Paul Benzecri (1932-2019)[238].

Toujours au cours des années 1980, Jean-Claude Gardin travaille de son côté sur les systèmes experts mais cette idée n'a jamais abouti. Pour Jean-Paul Demoule, Jean-Claude Gardin a eu comme principaux disciples Alain Gallay en Suisse (1938-2021), ainsi que Valentine Roux et François Djindjian en France. Jean-Paul Demoule considère que, si Jean-Claude Gardin était « prophétique » au début des années 1970, ses travaux se sont révélés en partie inutilisables.

Jean-Paul Demoule a aussi suivi à la fin des années 1980 le développement du système Dracar développé par le Ministère de la Culture. Ce système a précédé le système actuel Patriarche qui permet de gérer la Carte Archéologique Nationale[239].

Pour Jean-Paul Demoule, les années 1980 voient apparaître plusieurs processus : l'informatisation de la société, l'essor de l'industrie informatique française, la patrimonialisation, le développement de l'archéologie de sauvetage après les scandales de destruction de sites archéologiques (ex. cimetière médiéval d'Orléans). Le bureau de fouilles du Ministère de la Culture ne comptait que 70 personnes en 1975, ce qui était très insuffisant au vu des besoins, du nombre de chantiers à suivre[240].

Enfin, pour Jean-Paul Demoule, l'introduction des grands décapages mécanisés par l'archéologie de sauvetage au cours des années 1970 a beaucoup contribué à une production massive d'informations

---

[237] Ce laboratoire est devenu aujourd'hui le Laboratoire d'Informatique & Systèmes (LIS) UMR7020 (https://www.lis-lab.fr/presentation/)

[238] Jean-Paul Benzecri est le fondateur de l'école française d'analyse des données dans les années 1960-1990. Il a créé la revue *Les Cahiers de l'analyse des données*, publiée entre 1976 et 1997.

[239] Pour une présentation de Dracar et de l'histoire de l'informatisation de la carte archéologique de la France par le Ministère de la Culture entre 1975 et 1994, on peut se reporter à l'article de Dominique Guillot. « La carte archéologique de la France, une base de données au service de la gestion du patrimoine archéologique ». In: Le médiéviste et l'ordinateur, N°29, printemps 1994. L'informatique et l'archéologie. pp. 43-47. DOI : https://doi.org/10.3406/medio.1994.1405 et www.persee.fr/doc/medio_0223-3843_1994_num_29_1_1405. Cette histoire a été complétée depuis par la thèse d'Anne Chaillou « *Nature, statut et traitements informatisés des données en archéologie : les enjeux des systèmes d'informations archéologiques* » soutenue en 2003 à l'Université de Lyon 2, sous la direction de Bruno Helly. L'article suivant en fournit un résumé : Anne Chaillou et José Thomas, « L'application Patriarche », Les nouvelles de l'archéologie [En ligne], 107 | 2007, mis en ligne le 22 avril 2011, consulté le 19 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/nda/498 ; DOI : https://doi.org/10.4000/nda.498

[240] Sur ce point, on peut se reporter au chapitre de Jean-Paul Demoule « Introduction. Contribuer à l'histoire de la discipline archéologique en France », dans l'ouvrage *La fabrique de l'archéologie*, 2009, p. 9-15

archéologiques et l'informatisation naissante dans les années 1980 a fait naître l'espoir de pouvoir l'absorber et aider à la traiter.

C.2.2. Michel Py

(entretien accordé le 7 août 2021)

Michel Py est né en 1947. Diplômé d'une maîtrise d'enseignement de Lettres Classiques, il a commencé sa carrière en 1970 comme chargé de mission au Musée Archéologique de Nîmes. En 1973, il obtient un doctorat de IIIe cycle d'Histoire et devient stagiaire de recherche au CNRS en 1974. L'année suivante, il est attaché de recherche au CNRS puis chargé de recherche en 1981. En 1987, il obtient un Doctorat d'État.

Michel Py découvre l'univers de l'informatique en 1980, lors de séminaires au Centre Archéologique du CNRS à Valbonne. Après une formation de quelques semaines sur un ordinateur Hewlett-Packard, il dispose en 1981 d'un des premiers ordinateurs *Apple II*. Dans ses souvenirs, ce sont surtout des préhistoriens qui s'intéressaient à ces outils pour des traitements statistiques.

Michel Py s'achète ensuite son premier ordinateur *Apple II* sur lequel il commence à écrire ses premiers programmes en langage BASIC.

Deux ans après apparaissent les premiers ordinateurs *Macintosh*, sur lesquels Michel Py a rédigé sa thèse d'État sur la culture, l'économie et la société protohistoriques dans la région nîmoise.

A partir de 1985, l'ingénieur américain Bill Atkinson commence à développer un programme initialement appelé *WildCard*. Le programme est publié en août 1987 pour *Macintosh* sous le nom de ©*HyperCard*. Atkinson développe le programme de manière indépendante et le donne à *Apple* qui s'engage à ce que la société le diffuse gratuitement sur tous les modèles *Macintosh*. L'objectif affirmé du programme est alors de « *mettre la puissance de la programmation informatique et de la conception de bases de données entre les mains de non-programmeurs* ». Les bases de données développées avec ©*HyperCard* peuvent être considérées comme les premiers "livres électroniques" avec un fonctionnement de type hypertexte, qui annonce ce qu'allait généraliser le Web. *Apple* commence à rendre payant ©*HyperCard* en 1990 avec la version 2.0. Lorsque Steve Jobs revient chez *Apple* en 1997, il décide d'arrêter le développement d'©*HyperCard*. Cette décision est mal accueillie par de nombreux utilisateurs fidèles qui appréciaient ce programme, en particulier pour sa grande facilité d'utilisation[241].

Michel Py utilise ©*HyperCard* pour programmer les premiers fichiers d'US, de céramiques, de comptages du programme *SysLAT*, utilisé sur le chantier école de Lattes à côté de Montpellier[242]. A cette occasion, Michel Py s'aperçoit des possibilités considérables qu'offre cet outil.

Depuis les années 1980, peu d'archéologues se sont mis à la programmation, contrairement au choix fait par Michel Py qui considère encore aujourd'hui qu'il est beaucoup plus efficace que des archéologues développent les programmes dont ils ont besoin plutôt que de s'en remettre aux développements réalisés par des informaticiens, aussi professionnels soient-ils.

Michel Py s'est formé lui-même à la programmation à l'aide de manuels, voulant prouver par là que d'autres archéologues peuvent le faire.

---

[241] Source : https://historyofinformation.com/detail.php?id=4783

[242] *SysLAT* est présenté en quelques lignes dans la seconde partie de ce volume

En 1991, il dirige la publication d'un ouvrage collectif présentant le programme *SysLAT* servant à l'enregistrement et l'exploitation informatisée de la documentation de fouille[243]. Cet ouvrage demeure une référence pour les utilisateurs de ce dispositif qui se caractérise notamment par la grande richesse des fonctionnalités proposées.

SysLAT utilise plusieurs dictionnaires, des « bibliothèques » (DICOBJ, DICMON, DICOCER), qui sont des listes de vocabulaires contrôlés et qui font relativement consensus dans les communautés de spécialistes respectifs pour la période gallo-romaine, période de référence pour *SysLAT*.

Depuis ses premières versions qui datent de 1986, ce programme a beaucoup évolué, autant par ses principes, ses interfaces (fig. 16) que par les progiciels et les systèmes de gestion de bases de données sur lesquels il a été développé.

Figure 16 : L'évolution des interfaces de la page d'accueil des différentes versions de SysLAT entre les années 1980 et les années 2020 (source : site SysLAT)

Le documentaire « *Une saison à Lattara* » produit en 1999 par CNRS Audiovisuel est disponible sur Internet[244]. Il permet de découvrir *SysLAT* dans sa version de l'époque, son utilisation sur le chantier de Lattes, ainsi que la vie de l'équipe de fouilleurs (fig. 17).

Ce film semble vouloir ne pas dissocier l'outil informatique, ses équipements et ses usages, et les pratiques traditionnelles des fouilleurs (fouille de structures, lecture de stratigraphies, réunions de travail, etc.), comme s'il s'agissait de ne pas opposer les uns aux autres.

[243] Michel Py (dir.). « Lattara 4 : Système d'enregistrement, de gestion et d'exploitation de la documentation issue des fouilles de Lattes ». 1991, 224 p. https://www.academia.edu/41232429/Lattara_4_Système_d_enregistrement_de_gestion_et_d_exploitation_de_la_documentation_issue_des_fouilles_de_Lattes

[244] https://images.cnrs.fr/video/871

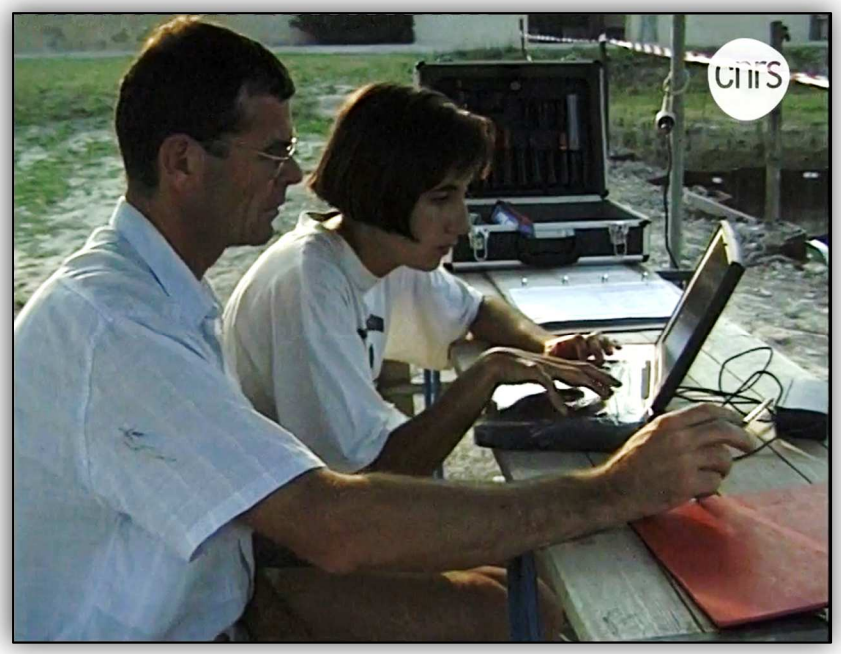


Figure 17 : Extrait du documentaire présentant SysLAT sur le site de Lattara

(source : CNRS Audiovisuel 1999)

Selon Michel Py, *SysLAT* serait aujourd'hui en France le programme d'enregistrement numérique le plus utilisé, du terrain à la publication. A l'Inrap, plusieurs dizaines d'opérations d'archéologie préventive utilisent cette application. Des formations à cette application sont organisées pour les agents de l'institut (cf. *infra*). *SysLAT* est aussi utilisé pour des fouilles à l'étranger et il fait régulièrement l'objet de nouveaux développements pour tenir compte des besoins et remarques des utilisateurs[245].

C.2.3. Olivier Buchsenschutz et Katherine Gruel

Les noms d'Olivier Buchsenschutz et Katherine Gruel doivent être mentionnés conjointement pour avoir travaillé ensemble à la conception et au développement du dispositif *Arkeoplan* (fig. 18).

Olivier Buchsenschutz est né en 1946. Directeur de recherches au CNRS, il est aujourd'hui en retraite. Au cours de sa carrière, il a travaillé à l'UMR 8546, Archéologies d'Orient et d'Occident (AOROC) à l'École Normale Supérieure à Paris et il a enseigné à l'Université de Paris 1. Spécialiste de la protohistoire, il a dirigé plusieurs fouilles dans le centre de la France (Levroux, Bourges, Bibracte sur le Mont-Beuvray). Ses domaines de recherches ont concerné essentiellement l'habitat, l'artisanat, l'outillage agricole, la recherche croisée dans les témoignages, les textes, les données archéologiques et paléogéographiques. Il a travaillé également sur les problèmes de représentation cartographique, d'automatisation des relevés de fouille et sur le traitement des images. Olivier Buchsenschutz a commencé à publier sur ses premiers usages d'outils informatiques à l'occasion de ses travaux sur le Cher[246].

---

[245] https://www.inrap.fr/l-enregistrement-et-le-traitement-des-donnees-bioarcheologiques-dans-syslat-14801

[246] Olivier Buchsenschutz, et Xavier Debanne, « Quatre années de traitement informatique des données de fouilles à Levroux (Indre) », Revue d'Archéométrie, 2 : 19-27, 1978.

Armelle Querrien, Olivier Buchsenschutz, Jean Dorion. *Carte archéologique du Cher : pour une banque de données des sites archéologiques de la France.* Paris, Les Belles-Lettres, pp.424, 1979, Annales littéraires de l'Université de Besançon ; 240. Centre de recherches d'histoire ancienne ; 35. ⟨hal-00354336⟩

Née en 1953, Katherine GRUEL est aujourd'hui directrice de recherche émérite au CNRS. Elle fut directrice adjointe du laboratoire AOrOc, UMR85 du CNRS-ENS. Elle a travaillé sur plusieurs programmes mobilisant des méthodes et techniques numériques, et a été porteuse de plusieurs d'entre eux (Extraction d'Informations textuelles pour l'alimentation des Bases de donnée, Imagerie d'Objets, cartographie numérique, etc.). Elle a aussi des responsabilités dans la publication d'ouvrages.

En 1994, Katherine Gruel et Olivier Buchsenschutz ont mis au point ensemble l'outil *Arkeoplan* (fig.17)[247]. Ces deux auteurs ont publié dans un numéro de la revue *Le médiéviste et l'ordinateur* consacré à *L'informatique et l'archéologie*, un article qui décrit ce dispositif[248].

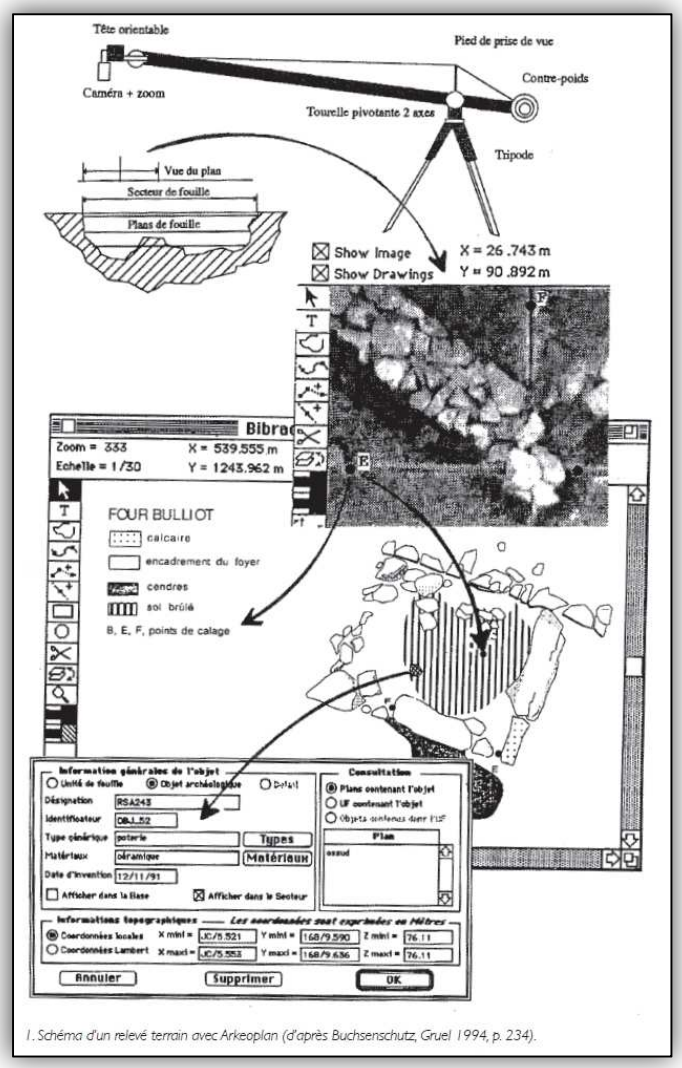


Figure 18 : Interface de saisie des données graphiques et descriptives du dispositif Arkeoplan (source : K. Gruel et O. Buchsenschutz 1994)

[247] Arkéoplan est présenté en quelques lignes dans la seconde partie de ce volume.

[248] Katherine Gruel et Olivier Buchsenschutz. « Le relevé de terrain en archéologie : le système Arkéoplan », Dans *Histoire & Mesure*, 9-3 : 231-237, 1994. https://www.persee.fr/doc/hism_0982-1783_1994_num_9_3_1436

Katherine Gruel et Olivier Buchsenschutz. « De l'usage d'Arkéoplan pour l'enregistrement d'éléments en élévation : étude d'un mur du couvent du Mont Beuvray (Bourgogne) ». Dans *Le médiéviste et l'ordinateur*, Année 1994, 29, pp. 12-18. https://www.persee.fr/doc/medio_0223-3843_1994_num_29_1_1395

Arkeoplan était constitué d'une caméra numérique installée au bout d'un mat télescopique. L'image de la caméra était transmise et affichée sur l'écran d'un ordinateur installé sur le terrain, accompagné de tous les équipements informatiques nécessaires (fig.19).

Figure 19 : Ensemble des équipements constituant le dispositif Arkeoplan

(source : CNRS Audiovisuel 1992)

A l'aide d'un logiciel de dessin, les contours des structures et vestiges archéologiques étaient dessinés par l'utilisateur directement sur l'écran, par un décontourage sur l'image numérique provenant de la caméra. Le résultat consistait en un fichier numérique d'entités archéologiques comportant la géométrie géoréférencée de chaque entité et ses données attributaires.

L'ensemble du dispositif et un exemple de sa mise en œuvre sont visibles dans une vidéo disponible sur le site internet du CNRS Images[249].

Aujourd'hui *Arkeoplan* n'est plus utilisé. Nous ignorons s'il peut encore fonctionner à l'aide d'un émulateur ni si toutes les données produites avec ce dispositif ont fait l'objet d'un archivage pérenne et de migration dans des formats ouverts.

C.2.4. Henri Galinié

Né en 1946, Henri Galinié a suivi des études supérieures à Paris et à Caen. Titulaire d'un doctorat d'Histoire en 1981 à l'université de Caen, il suit une formation en archéologie à Winchester au Royaume-Uni. Il a participé au chantier de fouilles du Wolvesey Castle sous la direction de Martin Biddle (1937 -). Il est entré au CNRS en 1978. Il a enseigné à l'Université François-Rabelais de Tours depuis 1992 où il a été le directeur de nombreuses thèses. Il y a fondé en 1973 le Laboratoire d'archéologie urbaine

249 « *Arkéoplan. La caméra explore le passé* ». Documentaire de 5mn réalisé en 1992 par Anne Papillault et Jean-François Dars, auteur Robert Clarke, production CNRS AV, disponible en ligne (https://images.cnrs.fr/video/687)

de Tours (LAUT), à la tête duquel il est resté jusqu'en 2003. Il a aussi œuvré à la création du Centre national d'archéologie urbaine (Cnau) en 1984, dont il a assuré la direction jusqu'en 1992[250].

Henri Galinié a profondément marqué toute une génération d'archéologues urbanisants pour les périodes antique et médiévale, notamment à l'université de Tours et à l'UMR CITERES[251].

Il a aussi beaucoup encouragé des usages pionniers de l'informatique, notamment en développant une méthode d'enregistrement très proche de celle d'Edward Harris[252], qui a servi de modèle au programme d'enregistrement de données de fouilles *ArSOL*[253].

Entre 1976 et 1977, Henri Galinié a publié trois courts textes, « *Les clefs du sol. I, II, III* », de 5-6 pages chacun. Destinés aux fouilleurs du chantier de fouille du château à Tours, ces documents expliquaient les principes de la méthode d'enregistrement en œuvre depuis 1974 (fig. 20). L'auteur y rappelle l'origine de la conception d'*ArSOL*.

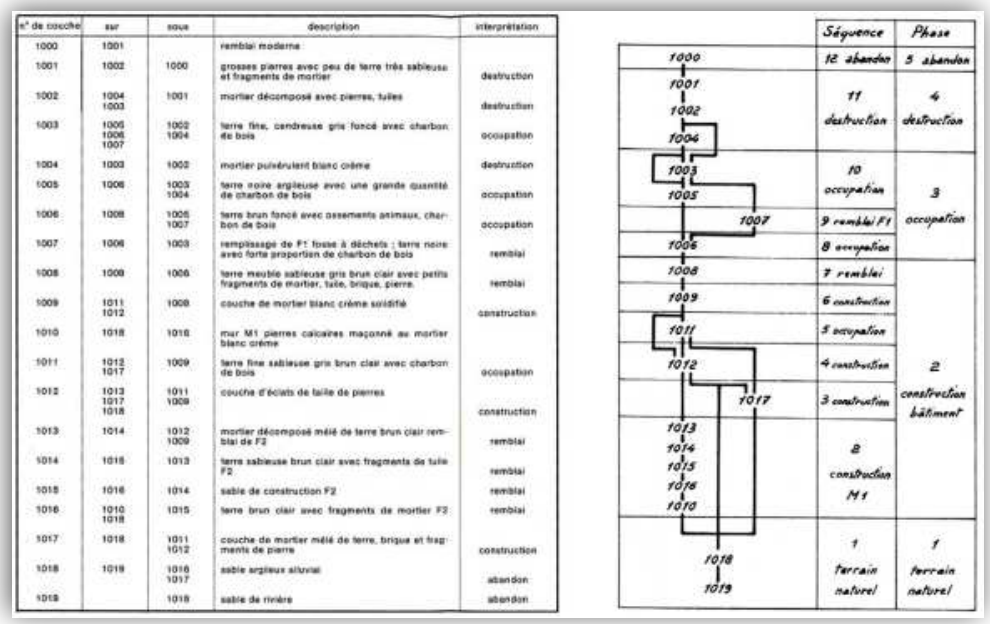


Figure 20 : Tableau d'une série d'unités stratigraphiques et de leurs relations à gauche ; diagramme stratigraphique à droite (source : H. Galinié 2013)

250 Le Cnau, fut un service central du ministère de la Culture et de la Communication (Sous-direction de l'archéologie) qui a beaucoup œuvré à la reconnaissance des spécificités de l'archéologie urbaine et a contribué à de nombreux travaux dans ce domaine, notamment par la publication de la base de données Terres urbaines (sorte d'annuaire des opérations de terrain en milieu urbain) qui contenait plus de 7 700 notices sur 850 villes pour les opérations réalisées entre 1985 et 2010, le Bulletin bibliographique d'archéologie urbaine, la série des Études et documents et les Documents d'évaluation du patrimoine archéologique des villes de France (Depavf). La décision de dissoudre le Cnau a été prise en 2010 et fut effective en 2016, dans le contexte de la Révision Générale des Politiques Publiques (RGPP).

251 Henri Galinié n'est pas le seul à avoir promu l'usage d'outils numériques au sein du Laboratoire Archéologie et Territoires, aujourd'hui intégré à l'UMR 7324 CITERES. On peut mentionner Élizabeth Zadorio-Rio (1945 -), déjà évoquée pour avoir collaboré avec Jean-Claude Gardin sur l'application de l'approche logiciste.

252 Cette méthode est expliquée dans *Les petits cahiers d'Anatole*, n° 25 en novembre 2013, 23 pages (http://citeres.univ-tours.fr/doc/lat/pecada/pecada_25.pdf)

253 ArSOL est présenté en quelques lignes dans la dernière partie de ce mémoire

« *Ces techniques d'enregistrement et de traitement ont une histoire. Elles sont fondées sur les pratiques de terrain alors récemment mises au point, dans les années 1960, en Grande-Bretagne, notamment par Philip Barker dans ses fouilles de Wroxeter et de Hen Domen et par Martin et Birthe Biddle pour les fouilles urbaines de Winchester. Les emprunts à l'une et l'autre source étaient nombreux, enrichis de l'expérience de leur traduction dans la fouille du site 1 à Tours, de 1968 à 1973. Les principes se transmettaient alors par des échanges personnels, par des guides internes aux équipes et par de la littérature grise comme* A propos. *C'est à la toute fin de la décennie 1970 que parurent les ouvrages méthodologiques synthétiques. Les auteurs des trois articles collectifs des "clefs du sol" qui présentaient par écrit les bases des méthodes et techniques du laboratoire d'archéologie urbaine de Tours que je dirigeais étaient Annie Guedez, James Motteau, Richard Kemp, Bernard Randoin et Christian Theureau, les illustrations étant dues à Alain Fonquernie. Rappelons, pour mémoire, qu'aucun de nous n'était alors archéologue professionnel* »[254].

Grâce à l'action d'Henri Galinié, Tours est devenu un lieu important dans le partage d'expériences sur les méthodes de l'archéologie, notamment pour l'enregistrement et le partage des savoirs archéologiques. On peut ainsi mentionner le Colloque international consacré à l'archéologie urbaine qui eut lieu à Tours du 17 au 20 novembre 1980 [255] et dans lequel sont évoquées plusieurs expérimentations pionnières pour l'époque en matière d'informatisation de la recherche archéologique en milieu urbain.

Au sein de l'actuelle UMR CITERES 7324 (CNRS-Université de Tours), le Laboratoire Archéologie et Territoires (LAT)[256] doit beaucoup à l'héritage d'Henri Galinié. Parmi ses domaines de recherche se trouvent des réflexions épistémologiques et méthodologiques sur l'archéologie et l'archéomatique. Au LAT s'appuie le parcours « Métiers de l'Archéologie et Archéomatique » au sein du « Master Histoire, Civilisation, Patrimoine » de l'École supérieure en Intelligence des Patrimoines de l'Université de Tours.

C.2.5. François Djindjian

(entretien accordé le 25 octobre 2021)

François Djindjian, né en 1949, est aujourd'hui en retraite. Du fait de ses dispositions en mathématiques, il a commencé ses études supérieures par des classes préparatoires en sciences. Il a intégré l'école Supérieure d'Électricité (ancienne Supélec). En parallèle, pour se « *déverrouiller les neurones* », il s'est inscrit en archéologie à l'Université de Paris 1. Il y a suivi les unités d'archéologie de premier cycle puis s'est inscrit en auditeur libre en licence avec Michel Brézillon[257], avant d'arrêter faute d'équivalence entre l'Université et les grandes Écoles. En 3ème année d'école d'ingénieur, il a effectué son stage dans un laboratoire de physique. A la bibliothèque universitaire, il a découvert par hasard le livre de Jean-Paul Benzecri, précédemment mentionné. Il a pensé qu'il s'agissait d'une révolution épistémologique en sciences humaines. Après en avoir discuté avec Michel Brézillon qui lui

[254] Les petits cahiers d'Anatole n°25, 2013, p.3

[255] Collectif « Archéologie urbaine. Actes du colloque international. Tours, 17-20 novembre 1980 », Paris, Afan, Imprimerie nationale, 1982, 769 pages

[256] Pour une présentation du LAT, consulter son site internet (http://citeres.univ-tours.fr/spip.php?rubrique57). J'ai été chercheur associé à ce laboratoire entre 2010 et 2022.

[257] Michel Brézillon (1924-1993) fut d'abord assistant d'André Leroi-Gourhan en 1958 et il fouilla les grottes d'Arcy-sur-Cure (Yonne) jusqu'en 1963. Il dirigea plusieurs dizaines de fouilles, dont celle de Pincevent (Seine-et-Marne) avec Leroi-Gourhan. Au cours de ses nombreuses missions archéologiques à l'étranger, il établit une nouvelle technique de fouille des sites préhistoriques, en s'appuyant sur le moulage en latex des couches au fur et à mesure de leur dégagement. Maître-assistant à la faculté de lettres et de sciences humaines de Paris (1965-1969), il fut nommé directeur des Antiquités préhistoriques de l'Ile-de-France de 1969 à 1975. Inspecteur général de l'archéologie en 1979, il reçut le Grand Prix national de l'Archéologie en 1987 (source : Dictionnaire Larousse : https://www.larousse.fr/).

a conseillé d'échanger avec Henri Delporte, alors directeur du Musée d'Archéologie Nationale (MAN) de Saint-Germain-en-Laye, François Djindjian a commencé une maîtrise de préhistoire à la fin de 1974. Il a pu ainsi avoir accès aux collections du MAN.

En 1975, il a effectué son service militaire comme scientifique du contingent dans un laboratoire de physique à Jussieu, ce qui lui a permis de continuer à travailler sur sa maîtrise. En 1976, François Djindjian a soutenu une maîtrise de préhistoire à l'Université de Paris 1 avec Michel Brézillon, puis un Diplôme d'Études Approfondies de statistique mathématique à Paris 4 avec Jean-Paul Benzecri. Après avoir tenté d'enseigner pendant des années les analyses de données multidimensionnelles aux étudiants en sciences humaines en général et en archéologie en particulier, François Djindjian a fait le constat que ces étudiants ne disposaient pas des bases nécessaires.

En 1976, ne disposant que d'une maîtrise et ne pouvant pas espérer entrer au CNRS, il a fait le choix de travailler pendant plusieurs décennies dans le secteur de l'industrie où il a fait une partie de sa carrière dans le domaine des réseaux et systèmes de télécommunications.

François Djindjian a soutenu sa thèse d'archéologie en 1981 à l'Université de Paris 1 où il lui a été proposé d'assurer un séminaire de DEA entre 1981 et 1991. Ces enseignements se répartissaient entre l'École Normale Supérieure et le centre de calcul du CNRS à Orsay.

A la demande de Jean-Paul Demoule et d'Alain Schnapp, François Djindjian est devenu maître de conférences associé à l'Université de Paris 1, aux côtés de François Giligny afin d'assurer l'enseignement de la chaire de théorie et méthodes de l'archéologie. Après avoir soutenu son Habilitation à Diriger des Recherches en 2005, il est devenu professeur associé des universités.

Quand il évoque la seconde moitié des années 1970 lorsqu'il était étudiant, François Djindjian assure que « *la quantification des données archéologiques et les traitements statistiques se sont imposés dans les études de la culture matérielle* ». L'analyse des données multidimensionnelles a été un important domaine de recherche pendant les deux décennies 1975-1995, période pendant laquelle il pense avoir joué un rôle de premier plan dans ce domaine dans la recherche internationale.

Dans les années 1980, il n'a pas cru aux systèmes expert que Jean-Claude Gardin a explorés pendant un temps. François Djindjian ne pensait pas que ce type de système pouvait apporter des résultats fiables en SHS, compte-tenu de la complexité des règles logiques sous-jacentes.

Dans les publications de François Djindjian se trouve un schéma qu'il a établi en 1980 (fig. 21)[258]. Cette figure illustre une conception, assez fréquente chez nombre d'ingénieurs, habitués à la schématisation des processus de travail et d'organisation des tâches ainsi que des activités dont l'auteur a eu besoin pour modéliser ce que pourrait être un système d'information archéologique à l'époque.

[258] Ce schéma a été publié par François Djindjian. « Les systèmes d'informations en archéologie », Archeologia e Calcolatori, 4, 1993, pp. 9-25. Il a été repris dans François Giligny et Bruno Desachy, « Informatique et archéologie en France : les années 1980 », Les nouvelles de l'archéologie [En ligne], 157-158 | 2019, consulté le 25 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/nda/7936 ; DOI : https://doi.org/10.4000/nda.7936

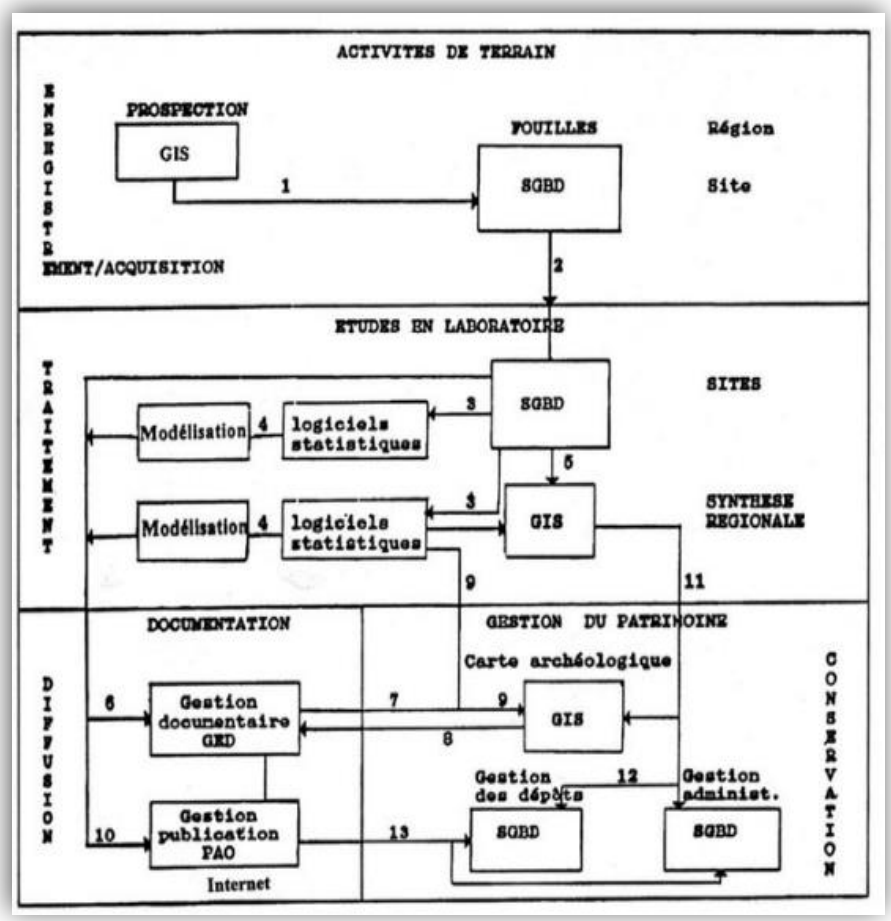


Figure 21 : Formalisation d'un système d'information archéologique dans les années 1980 (source : F. Djindjian 1993)

Au cours des années 1990, François Djindjian s'est investi dans les Systèmes d'Information Géographique (SIG), aux côtés de Françoise Pirot qui travaillait alors à la Maison des Sciences de l'Homme à Paris.

Parmi les constats faits lorsqu'il enseignait (et qu'il continue de faire en étant aujourd'hui en retraite), François Djindjian souligne le manque de compétences numériques des étudiants en archéologie. Il reconnaît qu'il n'a peut-être pas réussi à transmettre au plus grand nombre d'entre eux ce qu'il aurait aimé réussir à leur inculquer[259].

La place de François Djindjian dans cette « génération » des pionniers tient à sa classe d'âge autant qu'à la nature de ses contributions tout au long de dans son parcours, mais par ses actions et son engagement pour l'enseignement des méthodes et techniques numériques, mathématiques, statistiques, il emprunte aussi à la « génération » suivante avec laquelle il a gardé quelques contacts qui le citent souvent dans leurs propres parcours.

[259] François Djindjian, « Archéologie, de l'analogique au numérique : évolution technique ou révolution méthodologique ? », Les nouvelles de l'archéologie [En ligne], 146 | 2016, mis en ligne le 26 janvier 2018, consulté le 25 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/nda/3820 ; DOI : https://doi.org/10.4000/nda.3820

C.2.6. René Ginouvès et Anne-Marie Guimier-Sorbets

Les noms de René Ginouvès (1926-1994) et d'Anne-Marie Guimier-Sorbets (1948-) doivent être mentionnés conjointement pour avoir travaillé ensemble à un projet de base de données documentaires pionnière pour la gestion de la documentation archéologique.

Nommé professeur au département d'histoire de l'art et d'archéologie de l'Université Paris-Nanterre en 1968, René Ginouvès a dirigé le Centre de recherches d'archéologie classique de 1969 à 1989. Il fut l'un des premiers chercheurs à avoir initié l'application de l'informatique en archéologie, à la fin des années 1970.

Aux côtés d'Anne-Marie Guimier-Sorbets, Professeur émérite d'archéologie grecque et d'histoire de l'art à l'Université de Paris-Nanterre, René Ginouvès mit au point la base de données documentaires « *SATIN I* ». Celle-ci permettait d'inventorier, de répertorier, de dater et de comparer les éléments mobiliers recueillis lors de fouilles[260].

Dans leur préface à leur ouvrage écrit en commun en 1978, *La constitution des données en archéologie classique*[261] dont nous avons déjà cité un extrait, les deux auteurs rappellent longuement les circonstances dans lesquelles ce système a été mis au point :

« (…) *Toutes ces circonstances nous ont évidemment amenés à donner à notre recherche une tournure plus générale, en nous incitant à envisager, d'une part, la chaîne complète des opérations qui, dans un certain domaine, permettent de passer de l'objet brut à sa représentation symbolique sous une forme susceptible d'un traitement automatique, à envisager, d'autre part, de domaine à domaine, les convergences et les différences dans la position des problèmes et dans les solutions proposées. Mais, de toute manière, le lecteur constatera que les pages qui suivent n'ont rien d'un traité théorique : il s'agit du compte rendu, nécessairement abrégé, de recherches fragmentaires, conduites avec passion mais aussi avec beaucoup de modestie, et dont plusieurs n'ont pas encore été menées à leur terme. Nous les présentons ici dans le seul espoir qu'elles sont peut-être susceptibles d'apporter quelques matériaux à la réalisation d'un édifice dont les formes demeurent bien incertaines - l'archéologie de demain -, susceptibles aussi d'éviter à d'autres chercheurs de recommencer les tâtonnements et les erreurs par lesquels nous sommes passés, et de leur proposer certaines bases au-delà desquelles ils pourront faire avancer leurs propres recherches. Il est agréable au responsable du travail accompli - aussi limité soit-il - de remercier tous ceux qui y ont collaboré ou qui l'ont favorisé. C'est, dans notre laboratoire de Paris X, d'abord Mme A.-M. Guimier, qui a rédigé avec moi ce petit livre après avoir construit intégralement un langage de description de l'ornement géométrique dans la mosaïque gréco-romaine, et réalisé son adaptation au système informatique SATIN I, comme elle a réalisé les deux expérimentations sur les analyses iconographiques, et qui a largement participé à l'ensemble des travaux du laboratoire depuis sa fondation* »[262].

Les auteurs expliquent ensuite les motivations et les objectifs de leurs recherches qui ont abouti à la mise au point du système SATIN :

« Ces problèmes sont théoriquement aussi anciens que l'archéologie elle-même et on avait commencé à bien en prendre conscience dès avant le milieu de ce siècle, ce dont témoigne la qualité toujours grandissante des publications, aux descriptions plus fines et plus riches. Il est vrai que, d'autre part, les progrès même des moyens mécaniques de reproduction, la présence dans les publications de photographies (éventuellement en couleurs) de plus en plus nombreuses, à côté de dessins au trait, de

---

[260] Louis Bourrelly et Eugène Chouraqui. *Le Système documentaire Satin 1. Vol. 1. Description générale, manuel d'utilisation, vol. 2. Génération et aide à la mise au point,* Paris, CNRS, 1975 et 1978

[261] René Ginouvès et Anne-Marie Guimier-Sorbets. *La constitution des données en archéologie classique*. Paris, CNRS, 1978, 161 pages (https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k33360000)

[262] René Ginouvès et Anne-Marie Guimier-Sorbets *op. cit. p. 4*

coupes, de présentations axonométriques, etc....conduisaient certains à s'interroger sur le contenu qu'il convient de confier à la description rédigée ; et effectivement plusieurs réponses théoriques peuvent être apportées à cette question pratique. Pour certains, épris de brièveté et d'économie, la description devrait seulement rendre compte de ce que l'illustration n'indique pas. Pour d'autres, plus nombreux, il importe de donner de toute manière une description aussi complète que possible, malgré les qualités éventuelles de l'illustration, car l'exercice de la description est pour l'auteur de la publication une invitation à observer, à reconnaître, un moyen d'appréhender dans le détail la réalité archéologique dont il s'occupe ; et la lecture de cette description est, pour celui qui utilise la publication, le plus sûr moyen de prendre une première connaissance du document en comparant, avec ce que l'auteur a reconnu, ce que lui-même tire de son contact avec la réalité archéologique, à travers son illustration graphique ou photographique »[263].

Quelques années plus tard, les deux auteurs ont publié un nouvel ouvrage reprenant plusieurs expérimentations de l'utilisation de l'informatique en archéologie classique, dont le système SATIN 1 et d'autres, et en mettant en perspective ces systèmes informatiques[264]. Dans cet ouvrage comme dans celui de 1978, il faut souligner que les réflexions et interrogations épistémologiques sont largement présentes[265].

Enfin, dans leur ouvrage de 1978, René Ginouvès et Anne-Marie Guimier-Sorbets ont largement évoqué les limites et les problèmes des recherches et expérimentations dont ils ont rendu compte. Ces problèmes ne sont pas seulement techniques mais aussi pratiques et institutionnels comme les auteurs le mentionnent dans leur conclusion.

C.2.7. Pascal Darcque

(entretien accordé le 14 janvier 2022)

Âgé de 68 ans, Pascal Darcque a fait des études de lettres supérieures (hypokhâgne et khâgne). En 1973, il a été admis à l'ENS, orientation littéraire, où il a été formé à l'archéologie par Paul Courbin. Après avoir passé l'agrégation de lettres classiques, il a été tenté de travailler sur l'âge du Bronze récent en Syrie car la fouille de Courbin concernait, entre autres, cette période. Finalement, il s'est orienté vers l'âge du Bronze dans le monde égéen. Ayant intégré l'École Française d'Athènes (EFA) en 1979, il a pu travailler en Grèce tout en continuant à travailler en Syrie. Il a quitté l'EFA en 1983. Après avoir travaillé pendant deux ans comme professeur dans l'enseignement secondaire, Pascal Darcque a intégré le CNRS en 1985, d'abord comme Chargé de recherche, puis comme Directeur de recherche. Il a fait l'essentiel de sa carrière au CNRS sauf pendant une parenthèse comme secrétaire général/directeur des études de l'EFA (1990-1995). Pascal Darcque a travaillé sur le site de Dikili Tash de 1986 jusqu'à aujourd'hui ainsi que sur le site de Malia en Crète.

Pascal Darcque a découvert l'informatique avec le traitement de texte dans les années 1983-1984 sur micro-ordinateur personnel *Apple* pour le manuscrit de la première édition sur la Clio, *Les civilisations égéennes*, première édition parue en 1989. Il s'est investi dans des outils informatiques parce qu'il a eu conscience assez tôt qu'il n'y avait personne d'autre que les archéologues pour prendre en charge ces nouveaux moyens.

---

[263] René Ginouvès et Anne-Marie Guimier-Sorbets *op. cit. p.9*

[264] Anne-Marie Guimier-Sorbets et René Ginouvès. *Les bases de données en archéologie : conception et mise en œuvre*. Paris, CNRS, 1990, 280 pages

[265] Cette pratique a largement disparu des publications portant sur l'application de l'information en archéologie depuis une vingtaine d'années, sauf à de très rares exceptions.

Pascal Darcque a participé aux premiers essais de base de données sur le logiciel *File* puis il est passé assez rapidement à l'usage de *FileMaker*™. Il a aussi découvert les premiers logiciels de DAO au début des années 1990.

Lorsqu'il était secrétaire général de l'EFA, il a poussé à l'équipement en postes de travail des étudiants et des chercheurs. Il a invité Michel Py à Athènes pour y présenter *SysLAT* ce qui a provoqué un certain « choc » dans la communauté à l'époque.

En 1991-1993, il a commencé à faire de la mise au net de dessins avec des outils de DAO. Il a découvert le SIG plus tard mais il s'est surtout concentré sur les bases de données et certains des outils de bureautique les plus courants.

Il insiste sur le fait qu'il y a beaucoup d'utilisateurs d'outils numériques mais peu en ont une connaissance intime. Peu ont vraiment « mis les mains dans le moteur ». Pascal souligne qu'aujourd'hui, autour de lui, personne ne sait décortiquer les liens dans une base de données comme *FileMaker*™. C'est devenu moins le cas pour la DAO car davantage d'archéologues ont suivi des formations aux logiciels dans ce domaine.

Pour ce qui concerne les SGBD et la DAO, c'est surtout par une auto-formation que Pascal Darcque a découvert ces outils. Les formations du CNRS sont venues seulement après sa pratique de certains de ces outils. Pour les SGBD, il est clair que le fait de s'être auto-formé a été un facteur de ralentissement dans la découverte des outils. Les vraies questions ont commencé à surgir lors de la mise en œuvre des outils, lorsqu'il a été confronté à l'architecture d'une base de données, ce qui est plus rare lors des formations. Aujourd'hui encore, Pascal Darcque a des questions pour lesquelles il n'a toujours pas de réponse, même lors des formations. Pascal ressent beaucoup cette frustration lorsqu'il est confronté à une difficulté qu'il ne sait pas surmonter tout seul. Il contacte alors des collègues spécialisés dans tel ou tel outil qui, parfois, parviennent à le renseigner et à lui permettre de dépasser ses limites.

Pascal Darcque considère que la façon dont les archéologues se sont beaucoup investis par eux-mêmes dans la découverte et l'auto-formation aux outils numériques est liée aux rythmes d'acquisition et de restitution des informations de terrain. Il y a un décalage général entre ces rythmes et les moyens qui sont mis au service des opérations archéologiques. Cette durée constitue un facteur de blocage pour l'engagement sur la longue durée de personnels techniques parfaitement formés et disponibles pour un projet.

La gestion au long terme d'un projet finit par reposer sur une ou deux ou trois personnes qui doivent se débrouiller pour gérer tous les aspects du projet. Pascal Darcque cite l'exemple du site de Dikili Tash sur lequel il s'est investi depuis 35 ans.

S'il n'a pas été directement touché par les travaux de Gardin, il reconnaît qu'assez tôt les notions de vocabulaire (taxinomie) et des effets du développement des premiers outils informatiques ont rejoint certaines de ses préoccupations d'ordre analytique.

Concernant les carnets de fouille, Pascal Darcque estime qu'il y a un débat permanent dans les équipes avec lesquelles il a travaillé sur l'intérêt de ce type de documentation sous forme numérique. Les plus anciens archéologues sont encore attachés à une forme d'expression discursive sur leurs observations de terrain. Il est important de pouvoir maintenir cette possibilité d'exprimer les remords, les impressions, les incertitudes sur les observations et leur enregistrement. L'usage de logiciels et d'application qui se limitent à des cases à cocher montrent leurs limites. Dans certains cas, des archéologues en reviennent car ces outils ne permettent plus d'exprimer des nuances, des doutes, des repentirs, etc.

Pascal Darcque souligne aussi son inquiétude sur la pérennité des informations numériques et sur la possibilité dans quelques années de pouvoir ou pas disposer encore des carnets de fouille traditionnels, qui tendent aujourd'hui à disparaître du fait du développement des outils numériques.

Pascal Darcque se veut néanmoins optimiste en essayant de montrer l'intérêt d'une recherche sur 35 ans dont les informations sont encore mobilisables aujourd'hui avec les mêmes modalités à peu près que celles du début. Par exemple, sur le site de Dikili Tash, il a pris l'habitude d'enregistrer l'histoire de la documentation de terrain pour permettre d'en retracer l'évolution. Un module appelé « DikCarnet », a été développé pour permettre d'enregistrer la stratégie de fouille retenue par les fouilleurs.

Pascal Darcque essaie de tenir aussi un journal sur ses propres bases de données. Il y enregistre pourquoi il a développé telle commande, pourquoi il a créé tel champ, quelles interventions il a réalisées sur telle ou telle base de données. Il souligne que les enregistrements tels qu'ils sont conçus aujourd'hui ont du mal à enregistrer la stratégie d'ensemble des opérations de terrain.

L'essentiel de ses réalisations en matière de pratiques numériques ont concerné le terrain. C'est sur le terrain qu'il a assuré la formation de beaucoup d'étudiants, surtout pour les bases de données. Pascal Darcque a aussi assuré pendant plusieurs années un séminaire à Paris 1 sur les risques de la perte de données numériques (« la sauvegarde ou le suicide ») et sur la nécessité d'adopter des bonnes pratiques dans ce domaine.

Il y a un style de pratique induit par la facilité d'utilisation des outils numériques qui conduit à faire croire à une partie des archéologues que l'usage d'outils numériques est indispensable dans tous les domaines de compétences. De plus, la demande sociale est forte pour que l'archéologie évolue dans ses pratiques. Pascal souligne que « *nous sommes souvent trop immergés dans le paysage numérique pour avoir une lucidité sur nos pratiques, bonnes et moins bonnes* ».

Pascal Darcque se dit un amateur parce qu'il a conscience de ses limites. Il ne se présente pas comme un professionnel du numérique. Il pense qu'il ne faut pas systématiquement utiliser des outils numériques dans des domaines où cela n'est pas indispensable. A titre d'exemple, il cite un épigraphiste qui n'est pas obligé d'utiliser de tels outils.

Il faut donc veiller à garder une certaine distance et exercer un regard critique sur ces outils et sur les pratiques qui en sont faites.

Pascal Darcque pense qu'utiliser des guides des bonnes pratiques peut constituer une réponse utile à ses questionnements et ceux de nombre de ses collègues, même si cela peut paraître un peu normatif. Les enseignements universitaires d'archéologie passent presque complètement à côté de ces besoins. Ces enseignements restent largement théoriques et ne préparent pas suffisamment les futurs archéologues à s'interroger sur leurs pratiques lorsqu'ils sont sur le terrain. Il y a donc une nécessité de faire évoluer les enseignements universitaires dans ce domaine. Cela pourrait être aussi le cas tout au long de la vie par des formations professionnelles qui consisteraient à recycler des pratiques numériques.

Il serait peut-être aussi utile de trouver des moments et des lieux pour mettre davantage en débat les modalités et l'organisation des travaux numériques d'archéologues pour échanger sur des échecs, des doutes, des interrogations et non pas uniquement sur des résultats obtenus. L'ignorance et les doutes ne sont que rarement valorisés. Il est donc difficile de convaincre les chercheurs de se prêter au partage de leurs expériences lorsqu'elles n'ont pas été couronnées de succès.

A propos du mouvement de la science ouverte et de ses conséquences pour l'archéologie, Pascal reconnaît qu'il n'a pas encore trop d'opinion sur la question. Le site de cartographie en ligne pour le site de Dikili Tash est peut-être une première réponse pour un partage élargi des données sur ce site, même si elle est un peu frileuse. Pascal Darcque considère que des données archéologiques, au moins une partie d'entre elles, doivent être protégées car elles ne sont pas encore entièrement analysées. Il n'est pas prêt à mettre en ligne sur le Web l'ensemble de la documentation du site de Dikili Tash et ses co-directeurs n'y sont pas favorables non plus. Il faut donc attendre que les données soient publiées avant de les ouvrir. Avant cela, les données doivent être absolument protégées. Pour autant, Pascal Darcque apprécie de pouvoir accéder à des publications en *open access*.

Sur les relations avec d'autres champs disciplinaires en matière de numérique, Pascal Darcque et ses équipes ont pu constater qu'ils obtenaient souvent de mauvais résultats lorsqu'ils passaient commande de prestations de services. Certaines offres de services peuvent paraître attirantes mais c'est souvent une illusion. Il faut savoir s'en tenir à distance si aucune collaboration ne peut être bâtie sur de solides bases.

Pascal Darcque a ainsi pu aboutir à de très bons résultats lorsqu'il était dans des relations de partenariat. Ce constat renvoie à la question des moyens pour bâtir des collaborations et de la durée pendant laquelle celles-ci s'établissent.

A propos de la question de la pérennité des données, celle-ci semble essentielle et encore insuffisamment investie pour Pascal Darcque. Les archéologues pensent encore trop souvent qu'ils trouveront des solutions au fur et à mesure. Mais rien n'assure que leurs activités, leurs productions numériques resteront interrogeables dans 50 ans. C'est pourquoi, sur le site de Dikili Tash, les données ont été régulièrement transformées et sauvegardées sous des formats standardisés. Cela reste à formaliser dans un document qui pourrait présenter les bonnes pratiques numériques dans ce domaine.

Au-delà de la sauvegarde des données, se pose le problème de leur pérennité matérielle qui est un sujet compliqué. Pascal Darcque fait régulièrement des extractions de ses propres bases de données mais il pense qu'il serait utile de pouvoir faire plus pour en garantir la pérennité.

C.2.8. Claudine Karlin

(entretien accordé le 11 juillet 2022)

Lors de l'entretien qu'elle nous a accordé, Claudine Karlin a affirmé d'emblée qu'elle n'était pas une experte du numérique. Mais en se remémorant ses années de fouille passées sur le site de Pincevent, Claudine Karlin a fourni des précisions sur une expérimentation qui eut lieu sur ce site à la fin des années 1990 d'un enregistrement informatisé sur le terrain des données de la fouille. Cette expérience bénéficia d'un financement du Ministère de la Culture qui permit l'achat du premier ordinateur du laboratoire lié à la fouille de Pincevent.

Un chercheur de l'équipe s'était formé lui-même à l'informatique. Il souhaita alors développer une expérimentation et entreprit une numérisation des données de fouille avec l'objectif de pouvoir en faire une présentation lors des 30 ans de la fouille de Pincevent.

Dans l'ouvrage publié par Philippe Soulier en 2021[266], il est fait mention de cette expérience en 1997 qui a consisté en l'utilisation de micro-ordinateurs pour l'enregistrement des observations et mobiliers dès le terrain sur la fouille de Pincevent. Sur une photographie publiée dans cet ouvrage, on peut observer l'un des fouilleurs utiliser un micro-ordinateur (fig. 22).

[266] Philippe Soulier. P*incevent 1964-2019, 55 ans d'ethnologie préhistorique*, Mémoires de la SPF, Paris, 2021, 168 pages

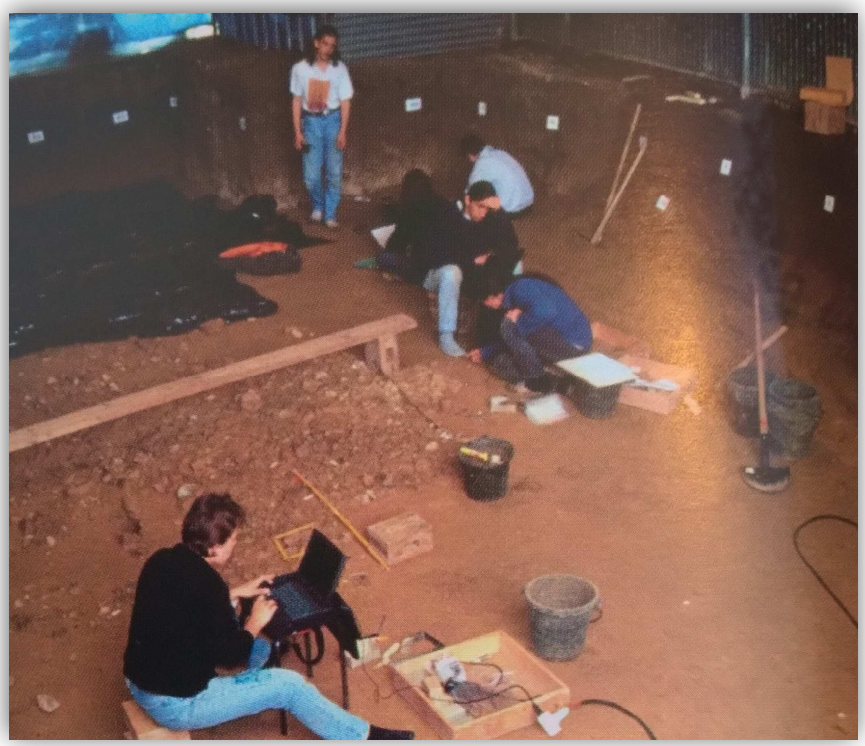


Figure 22 : Photographie du site de Pincevent, montrant l'usage d'un micro-ordinateur en 1997 (source : P. Soulier 2021)

Une autre photographie montre en gros plan l'ordinateur avec le programme qui devait permettre la saisie des données en détourant les objets directement sur l'écran à partir des photos des mètres carrés préalablement numérisées.

Mais le protocole spécifique s'est révélé inadapté. De plus, l'équipe ne disposait pas des moyens pour acheter autant d'ordinateurs qu'il y avait de fouilleurs. Enfin, le séjour sur le terrain des ordinateurs ne leur fut pas particulièrement favorable.

Dans l'ouvrage de Philippe Soulier, cette expérimentation malheureuse est ainsi évoquée :

« *il y a eu confusion par assimilation entre valeur pratique-technique et valeur conceptuelle-méthodologique, l'informatique a été en quelque sorte « l'outil magique » qui cache le terrain comme l'arbre la forêt.(...) Par ailleurs, un certain nombre de membres de l'équipe, non formés et donc incapables d'utiliser l'outil mis en place, se sentent exclus et réagissent par un rejet frontal, ce qui suscite parfois de vives tensions* »[267].

Plusieurs erreurs de fond ont voué cette tentative à l'échec. La première fut l'absence d'organisation d'une réflexion collective pour que chacun fasse sien ce projet. La seconde fut qu'aucune discussion avec les membres de l'équipe ne permit de réfléchir aux modifications que pourrait induire l'usage de cet outil informatique sur les pratiques de l'équipe. La troisième fut que la méthode d'enregistrement préexistante fonctionnait sans problème. La majorité des chercheurs ne voyait donc pas la nécessité d'en changer pour un outil informatique mal maîtrisé. La quatrième fut que ce projet fut conçu et mis en place par un seul chercheur qui gérait la base de données de son côté alors que les autres en étaient exclus, faute de compétences, de discussions, d'explications et de beaucoup de mauvaise volonté. Les fouilleurs

[267] Philippe Soulier, *op. cit.* p.79

se sentirent dépossédés de cette base de données. Ce contexte favorisa les tensions au sein de l'équipe et braqua une partie des membres contre celui d'entre eux qui portait l'initiative[268].

C.2.9. Quelques autres noms

Dans cette série de portraits succincts d'archéologues qui ont œuvré au renforcement des usages de l'informatique en archéologie entre les années 1970 et 2000, nous aurions pu mentionner d'autres noms comme Daniel Arroyo-Bishop qui a développé le système ArchéoData[269], Dominique Joly[270] qui a conçu et développé le système SysDa (Système documentaire en Archéologie informatisé) pour la ville de Chartres[271]. Mais il ne nous a pas été possible de recueillir leur témoignage[272].

Dans le chapitre suivant, nous présentons certains de celles et ceux qui ont été formés à l'archéologie et à l'informatique dans ce domaine par des archéologues ayant appartenu au groupe des pionniers. Ils en ont suivi les enseignements et en ont été souvent profondément marqués. Certains d'entre eux assurent aujourd'hui des charges d'enseignement, poursuivant ainsi cette chaîne de transmission de savoir-faire numériques en archéologie.

C.3. La « génération » des passeurs

Cette « génération » regroupe des individus nés entre 1960 et 1970[273] et qui, au cours des années 1980, souvent lors de leurs études supérieures en archéologie, ont commencé à se saisir des nouveaux dispositifs matériels et logiciels liés à l'essor de la micro-informatique.

Formés par les représentants de la « génération » précédente, ces passeurs reconnaissent souvent une dette vis-à-vis de certains de leurs aînés dont ils mentionnent parfois les noms. S'ils ont pu parfois être dans l'ombre de ces figures tutélaires, ils ont su prendre leur autonomie depuis. Ils participent aujourd'hui à la formation et à des travaux de recherche autour de l'usage de dispositifs numériques. S'ils jouent le rôle de passeurs, c'est en évitant les postures du mandarinat qu'avaient parfois adoptées leurs prédécesseurs et parce qu'ils sont profondément convaincus et engagés dans le transfert des savoirs

---

[268] Aujourd'hui, dans le cadre du Labex *Le passé dans le présent*, un programme MANA (Mémoires Archéologique, Numérique et Audiovisuelle), a été mis en place. Il est porté par Olivier Bignon-Lau, chercheur ArScAn (aujourd'hui TEMPS) désormais en charge de Pincevent. Il réunit l'UMR ArScAn, le service des archives de la MAE, le Musée des Antiquités Nationales, le service des archives du Service archéologique de la DRAC Ile-de-France, le centre archéologique de Pincevent, le musée de Nemours, l'association Archéomédia. La numérisation de toutes les archives de Pincevent répond à une volonté de valoriser la mémoire de Pincevent et de son impact. Parce qu'il a été conçu, mis en œuvre et animé non pas par un seul individu mais par un collectif, ce projet a rencontré le succès attendu. Il est un exemple de réussite d'un projet de numérisation des données de fouille.

[269] Daniel Arroyo-Bishp, (M.T.) Lantada Zarzosa. "The ArchéoDATA System : a method for structuring an european Archaeological Information System (AIS)". In Sites and monuments. National Archaeological Records, numéro, p. 133-154. København, Nationalmuseet, 1992.

[270] Entré en 1976 dans les services du Musée des Beaux-Arts comme étudiant en archéologie, Dominique Joly a largement contribué à renouveler la connaissance du patrimoine archéologique de l'agglomération de Chartes avec d'autres jeunes archéologues de l'époque comme Alain Chartrain entre le milieu des années 1970 et la fin des années 1980.

[271] Le système SysDA, qui a beaucoup évolué, continue d'être utilisé par ses successeurs au Service archéologique de l'agglomération de Chartres Métropole (https://archeologie.chartres.fr/qui-sommes-nous/historique-de-la-recherche)

[272] Je n'ai pas réussi à obtenir leurs témoignages ou j'ai manqué d'éléments sur leurs parcours et leurs travaux. Certains, sollicités, ne m'ont pas répondu. Pour d'autres, je n'ai pas pu rentrer en contact avec eux.

[273] Une « génération » dans laquelle je pense pouvoir me ranger.

et savoir-faire autour de l'usage des dispositifs numériques utiles pour l'archéologie, sur le terrain, en laboratoire ou pour des besoins de médiation et de valorisation culturelle.

C.3.1. François Giligny

(entretien accordé le 11 janvier 2022)

Âgé de 54 ans, François Giligny est Professeur des universités en archéologie à l'Université de Paris1-Panthéon-Sorbonne depuis 2009, où il est spécialisé en « Théories et méthodes de l'archéologie ».

François Giligny a commencé ses études d'archéologie au cours des années 1985-1986. Il a commencé à utiliser des dispositifs numériques pendant ses cours de licence en suivant les cours de méthodologie de DEA en informatique et mathématiques appliquées de François Djindjian. Il a pu être formé au langage de programmation FORTRAN ou encore aux logiciels de la suite SAS pour les statistiques. Il a eu régulièrement accès au serveur IBM de l'université et à celui du centre de calcul du CNRS. Il a suivi ses premiers cours sur les systèmes d'information géographique (SIG) en 1993-1994. En revanche, il n'a suivi aucune formation sur la 3D, pour laquelle il s'est largement auto formé. Il s'est également autoformé à la photogrammétrie et à la lasergrammétrie avec ses collègues du laboratoire.

Après avoir créé et codirigé le Master 2 Professionnel d'archéologie de l'université Paris 1 entre 2006 et 2016, il codirige actuellement le parcours du Master Patrimoine et musées « Valorisation et médiation du patrimoine archéologique », ainsi que le parcours « Ingénierie de l'archéologie préventive et programmée » depuis 2016-2017. En 2014, il a pris la suite des cours de méthodologie de François Djindjian parti à la retraite. Il a en charge désormais surtout la partie théorique sur la 3D et sur les statistiques, les aspects pratiques qu'il a assurés durant près de quinze années étant assurés par d'autres intervenants. Le cours intitulé « Archéologie numérique : du terrain à la réalité virtuelle » qui fut créé en 2008 fut considéré comme trop difficile par nombre d'étudiants et a failli disparaître en raison d'un manque d'inscrits. Aujourd'hui, ce cours est devenu obligatoire pour les trois masters professionnels dans lesquels François Giligny intervient, mais il est facultatif en master recherche en archéologie.

François Giligny a participé au suivi de mémoires de master en conservation restauration préventive où les techniques numériques sont maintenant enseignées. Il croit beaucoup à ces techniques et considère qu'elles doivent être absolument maîtrisées, non seulement par les futurs archéologues mais, aussi, en conservation-restauration. Parmi les collègues de François Giligny, certains, qui partent à la retraite prochainement, considèrent que ces outils, notamment la 3D, n'apportent pas forcément une réelle valeur ajoutée. Mais ces réticences s'expriment de moins en moins.

François Giligny constate encore une réticence parmi les étudiants en master de recherche à utiliser certains outils numériques. Ce constat étonne car les étudiants devraient être plutôt fortement demandeurs dans ces domaines. Pour autant, François Giligny remarque que les étudiants en profil recherche, au niveau du doctorat, savent faire preuve de capacités d'adaptation dans leurs usages des outils numériques selon leurs besoins. C'est ainsi que certains étudiants disposent du certificat d'usage de drones et s'en servent pour leurs travaux de façon tout à fait adaptée. D'autres parviennent sans grande difficulté à se servir de certains matériels, même très sophistiqués comme le scanner-laser.

Lors de l'entrée sur le marché de l'emploi, les compétences numériques permettent aux étudiants de se distinguer les uns des autres. C'est le cas aussi bien sur des chantiers d'archéologie programmée que pour des opérations d'archéologie préventive. C'est ce qui fait que les étudiants ne craignent plus de « perdre pied » face aux méthodes et techniques numériques utilisées.

François Giligny considère que l'archéologie n'a plus besoin de s'interroger sur elle-même comme une discipline moderne parce qu'elle a su adopter des techniques récentes. Dans les media, on voit très

souvent des archéologues utiliser des outils et des méthodes numériques. Cette évolution de l'image donnée des métiers et des compétences des archéologues a permis aux responsables politiques et au grand public de changer leur regard sur la discipline.

Néanmoins, François Giligny a noté des cas de mésusages de certaines techniques numériques comme la 3D, dans des travaux de médiation et de valorisation réalisés par des sociétés de services. Les applications de cette technique pour l'archéologie ou le patrimoine en général ne sont pas toujours justifiées. Dans certains cas, l'usage de la 3D n'apporte pas toujours de valeur ajoutée scientifique ou encore la qualité de la restitution n'est pas toujours au rendez-vous. Néanmoins, François Giligny considère que l'archéologie a beaucoup à gagner avec la 3D, notamment dans des domaines comme l'archéo-anthropologie et l'archéo-thanatologie dans l'étude des sépultures. C'est l'occasion de renouveler certains questionnements. C'est pourquoi François Giligny tient beaucoup à l'apport de ces techniques numériques au renouvellement des méthodes de l'archéologie, les premières ne pouvant être dissociées des secondes.

C.3.2. Geneviève Pinçon

(entretien accordé le 3 août 2021)

Âgée de 62 ans, Geneviève Pinçon est actuellement directrice du Centre national de préhistoire (Cnp), un service déconcentré du Ministère de la Culture situé à Périgueux.

Après un DEA d'archéologie et une licence de géographie à Paris 1-Sorbonne, Geneviève Pinçon a obtenu un doctorat de préhistoire en 2020. Dans la seconde moitié des années 1980, elle a commencé comme chargée d'étude au Musée d'Archéologie Nationale (MAN). Pendant neuf ans, elle a travaillé à la réalisation du vidéodisque analogique de la salle Piette. Elle a aussi contribué au système descriptif et à l'enrichissement de la base de données de référence sur l'art paléolithique.

Elle a aussi mis en œuvre des bases de données interactives sur Minitel concernant les tombes à chars et a participé à l'Atlas des grottes ornées et à plusieurs films archéologiques. En 1991, elle a été chargée de l'étude scientifique de l'abri sous-roche du Roc-aux-Sorciers, à la demande de Suzanne de Saint-Mathurin, inventeur des sculptures pariétales.

La même année, elle a été recrutée comme chef de projet télématique à la Direction des Systèmes d'Information du Ministère de la Culture. Fortement impliquée dans les nouvelles technologies, Geneviève Pinçon a été intégrée au bureau en charge de la veille technologique du Ministère. Elle a ainsi développé les premières pages du site internet du Ministère en 1995 sur le réseau Renater et a collaboré aux liens entre plusieurs bases de données nationales du Ministère. Recrutée en 1999 à la Sous-Direction de l'inventaire, elle y fut chargée de mettre en œuvre l'Atlas du patrimoine[274], réalisé au début des années 2000. Elle a participé à plusieurs atlas nationaux et a permis au Ministère de la Culture d'être lisible pour d'autres ministères. Elle a contribué à la création du Géoportail avec l'IGN et le BRGM.

En 2010, elle est devenue chef du bureau à la Sous-Direction de l'Archéologie (SDA) où elle a été chargée de la base de données Patriarche, de la Carte Archéologique Nationale (CAN) et des documents d'urbanisme. Elle a géré le Centre national d'archéologie urbaine (Cnau) de Tours et encouragé l'utilisation de la chrono-chorématique sur l'étude des villes, dans une approche interdisciplinaire.

En 2014, devenue Directrice du CNP, elle a pu allier son expertise archéologique, technique et managériale. Dans le cadre de ses nouvelles fonctions, elle a mis en place divers outils numériques pour la recherche, la conservation et la médiation des grottes ornées, en s'appuyant sur la 3D et la réalité

[274] http://atlas.patrimoines.culture.fr

virtuelle[275]. Forte de son expérience de plusieurs décennies, Geneviève Pinçon considère que les usages numériques en archéologie sont essentiels. Mais elle souligne la nécessité d'accompagner le développement des usages par des guides de bonnes pratiques et de référentiels méthodologiques de façon à pouvoir exercer, si besoin, un regard critique sur des usages qui ne seraient pas assez rigoureux[276].

C.3.3. Bruno Desachy

(entretien accordé le 27 août 2021)

Né en 1962, Bruno Desachy a découvert l'archéologie à 17 ans en participant à un premier chantier gallo-romain à Épiais-Rhuis dans le Val d'Oise « *dans une joyeuse ambiance typique des années post-soixante-huitardes* ». Bruno Desachy a suivi les enseignements en double licence d'histoire et d'archéologie entre 1979 et 1982 à l'université de Paris 1. Il a ensuite suivi les enseignements de François Djindjian pendant plusieurs années, dans le cadre de son séminaire, ainsi que pendant un stage intensif européen organisé en 1982. Reconnaissant l'héritage de François Djindjian, Bruno Desachy fait sien le prérequis d'une bonne culture mathématique et statistique avant l'apprentissage et l'emploi d'outils informatiques. En 1982-1983, Bruno Desachy a aussi suivi le cours de Jacques Bertin à l'EHESS sur la représentation graphique des données ainsi que le séminaire de Jean-Claude Gardin.

Bruno Desachy a commencé ses premiers contrats et vacations en 1983 sur des opérations d'archéologie urbaine à la Ville de Paris, puis à l'Afan à Saint-Denis, puis en Picardie (Beauvais, Noyon). Il y fut d'abord fouilleur, devint responsable de secteur, puis responsable d'opération chargé d'études. Dans l'intervalle, après avoir effectué son service national comme objecteur de conscience entre 1984 et 1986 au musée de Dourdan dans le cadre d'un projet collectif de recherche sur les ateliers de potiers de la vallée de la Rémarde, il est devenu archéologue municipal à Noyon en 1989 comme contractuel à mi-temps, en complément de contrats avec l'Afan sur la région de Noyon. Il est devenu ensuite attaché territorial de conservation à plein-temps (1994 à 1997) suite à la création de la filière culturelle de la fonction publique et après avoir passé le concours d'attaché de conservation. De son aveu, ce fut probablement la période la plus féconde dans son parcours. Elle a correspondu à la période où l'archéologie préventive s'est professionnalisée et où la « bureaucratie déconnectée » n'avait pas encore « pris le pas » sur l'activité scientifique. Si Bruno Desachy affirme qu'il a été intéressé depuis le début de ses études par les « nouvelles technologies » et l'informatique appliquées à l'archéologie, c'est à la fin des années 1980 qu'il s'est posé la question de l'automatisation de la réalisation des diagrammes stratigraphiques utilisés en fouille urbaine. Il avait remarqué la ressemblance formelle de ces diagrammes et de certains graphes utilisés en recherche opérationnelle pour modéliser des processus industriels (graphe PERT, MPM, etc.). François Djindjian lui fait alors découvrir la théorie des graphes. A partir de l'utilisation d'une matrice d'adjacence suggérée par l'enseignant, Bruno Desachy a commencé à travailler sur un algorithme de traitement des relations stratigraphiques, aboutissant à un

[275] Violette Abergel, Geneviève Pinçon, Stéphane Konik et Kévin Jacquot, « Harmonisation et diffusion des ressources numériques 3D des grottes ornées », In Situ [En ligne], 39 | 2019, mis en ligne le 04 juin 2019, consulté le 17 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/insitu/21550 ; DOI : https://doi.org/10.4000/insitu.21550 et Oscar Fuentes, Julie Lepelé et Geneviève Pinçon, « Transferts méthodologiques 3D appliqués à l'étude de l'art paléolithique : une nouvelle dimension pour les relevés d'art préhistorique », In Situ [En ligne], 39 | 2019, mis en ligne le 24 mai 2019, consulté le 17 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/insitu/21510 ; DOI : https://doi.org/10.4000/insitu.21510

[276] Sur la 3D en archéologie, plusieurs publications existent en français, dont celles du consortium 3D-SHS de la TGIR Huma-Num, parmi lesquelles on peut citer Anthony Pamart, Violette Abergel, Anne Flammin, Charlie Morineau, Hervé Paitier, et al. *Apport critique sur les matériels et logiciels 3D : Synthèse des outils et des technologies 3D. Les recommandations du Consortium 3D SHS*, 2019. ffhal-02159453f

premier article publié avec Djindjian en 1989. En 1989-1991, il a suivi une maîtrise de sciences et techniques d'archéologie à Tours à mi-temps, puis entre 1997 et 2005, il rejoint le SRA de Picardie à Amiens, en passant le concours d'ingénieur d'étude du Ministère de la Culture. En 2004, il a pu bénéficier d'un congé de formation permanente d'une durée de six mois pour s'inscrire en DEA d'archéologie à Paris 1 avec François Djindjian (dont il a suivi le séminaire de 1979 à 1991 avant d'en devenir moniteur) et François Giligny.

Au cours des années 1990, Bruno Desachy a suivi plusieurs formations proposées par le Ministère de la Culture, notamment en conception de bases de données relationnelles. Mais il s'est aussi beaucoup auto-formé, que ce soit à des logiciels (*Access*, *FileMakerPro*™), des langages de programmation (*Visual Basic for Application*). Cinq ans plus tard, il est parvenu à développer le programme *Le Stratifiant* conçu dans le cadre de son DEA obtenu en 2005 sur un sujet méthodologique (formalisation et automatisation du traitement des données stratigraphiques[277]), travail qu'il a décidé de prolonger par une thèse. En 2006, il a rejoint comme ingénieur d'études le « département recherche méthodes expertise » de la sous-direction chargée de l'archéologie, et plus particulièrement le Cnau de Tours rattaché à ce département. En 2007 il a repris un congé de formation permanente d'une durée de 6 mois pour achever sa thèse qu'il a soutenue en 2008[278]. De retour à la sous-direction de l'archéologie, il a fait fonction d'adjoint à la dernière directrice du Cnau (D. Chaoui-Derieux) à partir de 2008.

Promu conservateur du patrimoine en 2010 et après une scolarité de six mois à l'Inp, il est parvenu à être mis à disposition de l'Etablissement Public de Coopération Culturel de Bibracte (Glux-en-Glenne) de 2011 à 2013. Il y a travaillé sur les diagrammes stratigraphiques afin de permettre aux fouilles de regagner en qualité dans la production d'une partie de leurs résultats. En 2014-2015, il a obtenu sa mise à disposition à l'Université de Nanterre à temps partiel (UMR ArScan sous cotutelle du Ministère de la Culture). Il a pu compléter ce temps partiel par un demi-poste d'enseignant contractuel (maître de conférence associé à temps partiel) en archéologie urbaine et méthodologie à l'Université de Paris 1 où il devrait prendre sa retraite d'ici un ou deux ans.

Aujourd'hui, comme enseignant, Bruno Desachy cherche à retransmettre ses compétences numériques (conception, développement) non seulement par goût mais aussi pour combler le manque qu'il constate de l'offre de formation des étudiants dans ce domaine.

C'est le sens de ses publications, comme des ateliers Sitrada qu'il co-organise une fois par mois les samedis matin à l'Institut d'Art et d'Archéologie Michelet à Paris. Lors de ces ateliers[279], Bruno distille ses savoirs et parfois ses bons mots et ses critiques acerbes. Il est un utilisateur averti, assez critique sur certains outils numériques comme les SIG ou le langage de modélisation du CIDOC-CRM. Mais son goût pour la confrontation des idées, pour l'échange de points de vue, pour les partages d'expériences, l'emporte toujours et lui fait jouer le rôle de passeur de savoirs et de mémoires, dans une démarche de type maïeutique, qui pourrait servir de modèle du genre à d'autres enseignants et formateurs. Nombre d'étudiants et de chercheurs lui doivent beaucoup dans leur découverte et leur maîtrise critique d'outils numériques.

---

[277] Bruno Desachy, Formalisation du traitement des données stratigraphiques en archéologie de terrain (vers un système d'information stratigraphique). Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies, Université de Paris 1, 2005, 2 vol., 139 pages et 87 pages, 1 cédérom.

[278] Bruno Desachy. De la formalisation du traitement des données stratigraphiques en archéologie de terrain. Thèse en Sciences de l'Homme et de la Société, soutenue à l'Université Panthéon-Sorbonne - Paris I en 2008 ⟨tel-00406241v2⟩

[279] J'ai participé à nombre d'entre eux dès 2013.

C.3.4. Laïle Nehmé

(entretien accordé le 14 juin 2022)

La carrière de Laïla Nehmé, chercheuse au CNRS, est très étroitement liée aux pays et aux sites emblématiques sur lesquels elle travaille depuis plus de 35 ans[280]. Née en 1968 au Liban, Laïla Nehmé est entrée en classes préparatoires à Paris puis a obtenu une licence d'histoire option archéologie dans la seconde moitié des années 1980. Elle a continué par un master et un DEA d'archéologie des périodes historiques. Parallèlement, elle a suivi des études de langues sémitiques anciennes à l'École des Langues Orientales Anciennes à l'Institut Catholique de Paris. Elle a commencé à participer à des chantiers de fouille, dont celui de Bosra en Syrie avec Jean-Marie Dentzer.

Elle a fait sa thèse d'archéologie à l'Université Paris 1, soutenue en 1994, sur l'espace urbain de Pétra, de l'époque nabatéenne à l'époque byzantine, à travers les sources archéologiques et épigraphiques. Elle a ensuite été recrutée en 1995 comme chargée de recherche au CNRS puis a soutenu une Habilitation à Diriger des Recherches (HDR) en épigraphie en 2013 à l'École Pratique des Hautes Études (EPHE). Devenue directrice de recherche au CNRS en 2014, elle est actuellement à l'UMR 8167 Orient & Méditerranée, Équipe Mondes sémitiques. Elle assure depuis 2002 la direction de la mission archéologique de Hégra/Madâin Salih en Arabie Saoudite.

Au cours de ses études universitaires, Laïla Nehmé n'a jamais suivi de formations aux outils numériques. Elle s'est formée toute seule à l'aide d'un *Mac+* acquis en 1986. Comme nombre d'archéologues, elle a souvent fait l'apprentissage de logiciels par elle-même. Mais elle reconnaît qu'elle préfère déléguer certaines tâches dans ce domaine pour se consacrer plutôt à des activités pour lesquelles elle considère qu'elle peut être moins facilement remplacée.

Au vu de sa propre expérience, Laïla Nehmé considère que l'enregistrement des données archéologiques sur le terrain nécessite de maintenir des pratiques traditionnelles. Les outils numériques imposent une uniformisation des modalités de l'enregistrement de terrain qui diminue la part de subjectivité et, surtout, qui a pour conséquence que certaines informations disparaissent parce qu'elles ne sont pas conformes à la grille de saisie.

Sur certains projets sur lesquels elle intervient ou dont elle a connaissance, Laïla Nehmé remarque que l'enregistrement numérique devient parfois une finalité en soi, il n'est plus fait pour répondre à une problématique scientifique définie a priori. Pour la chercheuse, il ne faut pas confondre exhaustivité et qualité, autrement dit, la quantité d'information que permet de gérer le numérique n'est pas en elle-même une garantie de qualité.

Dans ses lectures des rapports d'opération dans le cadre de la Commission des fouilles au Ministère des affaires Étrangères dont elle est membre, Laïla Nehmé a remarqué que certains rapports ne contiennent quasiment plus de relevés de terrain manuels et sont remplacés de plus en plus par des clichés photogrammétriques. Or les deux sont, au mieux, complémentaires, le relevé pierre-à-pierre étant le seul à offrir une interprétation du chantier archéologique. Laïla Nehmé considère que les outils numériques doivent être au service d'une pratique scientifique et non pas une finalité en soi. L'intérêt d'utiliser des dispositifs numériques doit être apprécié à chaque fois selon les besoins.

De nombreux projets numériques s'inscrivent dans une vision court-termiste, sous l'influence des évaluations de l'HCERES ou encore le mode de financement par projets de l'ANR.

Laïla Nehmé évoque le temps nécessaire pour déchiffrer des inscriptions de façon traditionnelle, avec l'œil et parfois avec les doigts. Elle considère aussi que le numérique peut éloigner d'une expérience

[280] Des éléments de biographie de Laïla Nehmé sont disponibles sur la page Wikipedia qui la concerne : https://fr.wikipedia.org/wiki/Laïla_Nehmé

sensible dans le rapport à la matérialité du vestige archéologique. Pour autant, elle souligne l'intérêt de certains relevés numériques pour des besoins de restitution, de présentation, complémentaires d'autres méthodes et sous réserve que ces techniques ne prétendent pas imposer de nouvelle formes de scientificité.

C.4. Quelques commentaires sur les « générations » identifiées

Comme nous l'avons déjà précisé, ces différentes « générations » relèvent d'un découpage par classes d'âges. Cette catégorisation est critiquable et n'est pas adaptée pour rendre-compte de tous les témoignages que nous avons recueillis. Nous invitons le lecteur à prendre connaissance dans le second volume de ce mémoire les notes de tous les entretiens.

Ainsi que nous l'avons déjà évoqué, la notion de génération ne fait pas l'unanimité dans les SHS. Pour parler de génération, il faudrait disposer d'un recensement bien délimité statistiquement pour être capable de démontrer en quoi les portraits et les témoignages recueillis sont représentatifs des générations proposées ici. Or l'étendue de la population concernée par le périmètre de notre recherche est très difficile à définir. Faut-il considérer le fait que les personnes sont en activité professionnelle ? Quel catégorie d'emploi faudrait-il prendre en compte ? Ce découpage exclurait certains des étudiants qui ne vivent pas de leur activité comme archéologue parce qu'ils sont encore formation (pas encore ou pas de façon durable). Mais comment ranger les doctorants qui sont titulaires d'un contrat doctoral ? Et comment prendre en compte tous les professionnels qui sont actuellement en contrat à durée déterminée ? Et que dire des personnes en retraite ?

Notre choix des personnes interrogées et les « générations » que nous avons commencé à présenter n'ont donc aucune prétention statistique. De plus, la population de référence de notre échantillon n'est pas connue puisque nous ne prenons pas en compte uniquement les archéologues mais les professionnels de l'archéologie, ce qui représente plusieurs milliers de personnes. Si les chiffre de 4000 ou de 3000 archéologues circulent le plus souvent pour la France, nous ne savons pas quelle en est la fiabilité. Pour l'Inrap, qui compte environ 2200 agents, 1500 font partie de la filière scientifique et technique. Ils font partie des professionnels de l'archéologie que nous avons étudiés pour notre recherche. Les autres sont, pour l'essentiel, agents du CNRS, de l'université, de services agréés de collectivités territoriales, du Ministère de la Culture, de celui de la Recherche, d'autres ministères, salariés d'opérateurs privés d'archéologie préventive.

L'approche par les témoignages présente l'intérêt de donner vie à des groupes sociaux et des individus au lieu d'en donner une vision largement désincarnée, en se limitant à des propos généraux ou une approche purement statistique. Cette méthode d'enquête présente aussi des limites, car les témoins, en racontant leur parcours, en exprimant leurs opinions, fournissent toujours un récit qui n'est que l'un parmi d'autres possibles. Ils livrent leur version de leur histoire en mobilisant leur mémoire qui est, par définition, empreinte de subjectivité. Les hésitations, les impasses, les retours en arrière sont souvent occultés au profit d'un récit assez linéaire des parcours. Mais nombre de ces témoignages se recroisent. Les noms de plusieurs des personnes interrogées apparaissent dans les témoignages d'autres.

Pour autant, il est utile de tenter de croiser ces témoignages avec des éléments factuels provenant d'archives, comme nous l'avons fait dans les chapitres précédent l'évocation des « générations ». Nous conservons à l'esprit que nous devons tenter de démontrer les hypothèses que nous avançons dans ce travail historiographique en administrant des éléments de preuve.

Il faut aussi souligner qu'aucune des femmes parmi les quelques figures que nous venons de présenter, n'a mentionné le fait d'avoir développé elle-même des méthodes ou des outils numériques, contrairement à plusieurs de leurs collègues hommes. Sous réserve d'enquêtes plus systématiques qui permettraient de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse, il semble que les compétences en langage

informatique soient inégalement réparties entre hommes et femmes en archéologie. Plusieurs des archéologues hommes présentés ont tiré leur notoriété et une partie de leurs compétences et parcours professionnels du fait d'avoir développé des outils numériques. En revanche, aucune des archéologues femmes que nous avons interrogées n'a obtenu sa reconnaissance professionnelle de ses compétences et réalisations en développement informatique. En archéologie, que ce soit en France ou dans les autres pays européens où nous avons interrogé des professionnels, la place des femmes et des hommes semble donc marquée par une différenciation de genre. Cette sous-féminisation des compétences en développement informatique, déjà identifiée et documentée par plusieurs auteurs[281], pourrait être intéressante à explorer davantage pour l'archéologie, d'autant que cette situation semble se prolonger nettement pour les professionnels les plus jeunes[282].

En résumé de la première partie

Après avoir évoqué quelques éléments de l'histoire des méthodes de l'archéologie avant le numérique, nous avons cherché à montrer comment cette transformation par l'informatique, engagée au cours des années 1960, s'est surtout déployée à partir de la décennie 1970, début de la période de référence de notre recherche. Nous avons aussi réinscrit cette histoire de la discipline archéologique dans celle des transformations des SHS engagée au lendemain de la seconde guerre mondiale.

Au cours de la décennie 1970, de profondes transformations ont eu lieu, que ce soit avec l'usage des formalisations provenant des usages pionniers de l'informatique ou de la modélisation de la stratigraphie proposée par Edward Harris.

Le tournant numérique de l'archéologie s'inscrit dans une histoire de la discipline, en particulier dans celle de ses méthodes et techniques. Mais cette transformation s'appuie aussi sur les travaux de plusieurs acteurs, que nous avons évoqués individuellement et que nous avons proposé de regrouper par « générations ». Ces acteurs n'ont jamais été seuls dans leur parcours professionnel. Ils se sont inscrits dans des réseaux socio-techniques, des filiations, des héritages. Mais quelques-uns d'entre-eux ont aussi choisi des ruptures avec certains de leurs confrères et collègues, et ils ont pu opter pour des parcours plus solitaires.

Les personnalités de cette histoire de l'archéologie française récente dont nous avons succinctement évoqué la mémoire continuent de faire sentir l'importance de leur œuvre savante sur leurs héritiers et sur les membres des générations les plus récentes. C'est ce dont témoignent plusieurs des entretiens que nous avons effectués et dont nous avons extrait quelques éléments pour certains d'entre eux. Ceux-ci participent aujourd'hui à transmettre à leur tour le flambeau vers les plus jeunes.

En guise de transition

Après avoir rappelé quelques éléments de l'histoire des méthodes de l'archéologie, nous avons expliqué comment le tournant numérique de la discipline à partir des années 1980 s'inscrit dans une certaine continuité avec les changements des années précédentes. Nous avons ensuite évoqué plusieurs figures qui ont joué un rôle majeur à différents moments de la transformation des méthodes de

[281] Voir par exemple Isabelle Collet. *Les oubliées du numérique*, Paris, Le Passeur, 2019, 224 pages, Aurélie Jean. *De l'autre côté de la machine : voyage d'une scientifique au pays des algorithmes*, Paris, Éd. De l'Observatoire, 2019, 205 pages

[282] Les discours et les actions en faveur de l'amélioration de la place et de l'image des femmes en archéologie ont, d'une part, cherché ces dernières années à contester les comportements sexistes notamment sur les chantiers (cf. les actions du collectif *Paye ta truelle*). D'autre part, plusieurs recherches ont proposé de nouveaux cadres interprétatifs sur la place des femmes dans les activités matérielles et culturelles des sociétés du passé, en développant une archéologie du genre. Le sujet de la place des femmes archéologues dans les pratiques numériques de l'archéologie ne semble absolument pas exploré pour l'instant.

l’archéologie sous l’effet du déploiement des méthodes et techniques numériques. Les trois « générations » identifiées ont permis de séquencer les cinq dernières décennies jusqu’à aujourd’hui : les défricheurs, les pionniers, les passeurs. Si cette dimension sociale de l’histoire récente de l’archéologie était nécessaire en l’ancrant dans des parcours de vie individuels et des affinités électives professionnelles, le paysage numérique technique actuel de l’archéologie nécessite d’être présenté, en prenant comme principal domaine d’application l’acquisition de l’information de terrain.

2EME PARTIE :
QUELS DISPOSITIFS NUMERIQUES POUR L'ENREGISTREMENT DE TERRAIN AUJOURD'HUI ?

Dans cette partie, nous présenterons quelques éléments sur les modalités et les conséquences de l'usage de dispositifs informatiques en archéologie. Nous évoquerons d'abord la notion d'interopérabilité, notion parfois mal connue et pourtant indispensable lorsqu'on évoque des dispositifs numériques. Nous présenterons ensuite plusieurs des dispositifs matériels utilisés aujourd'hui sur le terrain en tentant de résumer les bénéfices et les contraintes qu'ils impliquent pour leurs utilisateurs. Puis, nous décrirons succinctement plusieurs des applications d'enregistrement de données de terrain que nous avons pu étudier ou que nous avons nous-même développées au cours des douze dernières années. Nous aborderons les effets de la modélisation de l'information sur l'enregistrement des données archéologiques. Nous évoquerons ensuite ce que change la géomatique dans les pratiques de construction et de représentation des savoirs archéologiques. Nous finirons cette partie en abordant l'impact environnemental des pratiques numériques en archéologie, sujet très rarement évoqué. Consacrer un chapitre à ce thème participe de la recherche d'une dimension éthique pour notre travail.

A. Les dispositifs numériques existants : de leur grande diversité à leur nécessaire convergence

Depuis une trentaine d'années, en lien avec le mouvement de professionnalisation, les acteurs de l'archéologie ont utilisé des dispositifs numériques pour des usages très divers. Que ce soit pour les tâches de gestion administrative, financière, de ressources humaines, d'allocation de moyens techniques, etc., aucun domaine de l'archéologie n'a échappé à l'emprise de l'informatisation.

Pour l'archéologie préventive, qui a vu ses moyens et le nombre d'opérations augmenter considérablement au cours des années 1990 et 2000, l'informatisation s'est imposée comme un moyen incontournable pour pouvoir répondre aux masses toujours plus grandes d'informations à gérer, de natures très variées.

L'opérateur public national qu'est l'Inrap comme les services agréés des collectivités territoriales se sont engagés dans des projets d'informatisation, le plus souvent de façon segmentée par domaines d'activités.

Des problèmes importants sont apparus lorsqu'il s'est agi de faire converger des systèmes d'information hétérogènes conçus initialement sans vision d'ensemble. L'expérience de l'Afan puis de l'Inrap est symptomatique de cette évolution.

A partir de 2003, les opérateurs privés ont fait des choix d'informatisation en fonction de leur taille, de leur volant d'activités, du nombre de personnels à gérer, etc. Du fait d'une taille relativement limitée et de leur relative jeunesse, la plupart n'ont pas rencontré les mêmes types de problèmes que l'opérateur public historique national.

Ces dispositifs numériques concernant des domaines autres que scientifiques sont volontairement en dehors du périmètre de la thèse, celle-ci se concentrant sur les dispositifs en liens directs avec l'activité scientifique[283].

[283] A titre d'exemple, l'histoire de l'informatisation de l'Afan puis de l'Inrap par domaines d'activités, fait actuellement l'objet d'un important programme de modernisation des systèmes d'information de gestion de l'Inrap, baptisé NeoNum (Nouvel EnvirOnnement NUMérique) qui vise à mettre à disposition de chacun des agents de l'Inrap un système d'information partagé permettant de mener leurs activités professionnelles dans les meilleures conditions. Ce projet s'appuiera notamment sur l'utilisation de standards paramétrables et la réduction des outils

De même, les dispositifs numériques mobilisés pour des besoins de valorisation et de médiation culturelle de l'archéologie sont à peine évoqués ici[284].

Historiquement, le travail des archéologues et les dispositifs qui leur étaient liés ont été développés de façon séparée, selon une conception séquentielle organisée comme une « chaîne opératoire », notion empruntée aux travaux de Marcel Mauss, d'André Leroi-Gourhan, d'André-Georges Haudricourt et de Marcel Maget[285].

Depuis les années 2000, cette conception a laissé place progressivement à une autre conception, qui présente une forme circulaire, qui s'appuie sur ce qui est appelé le « cycle de vie des données de la recherche »[286] (fig. 23).

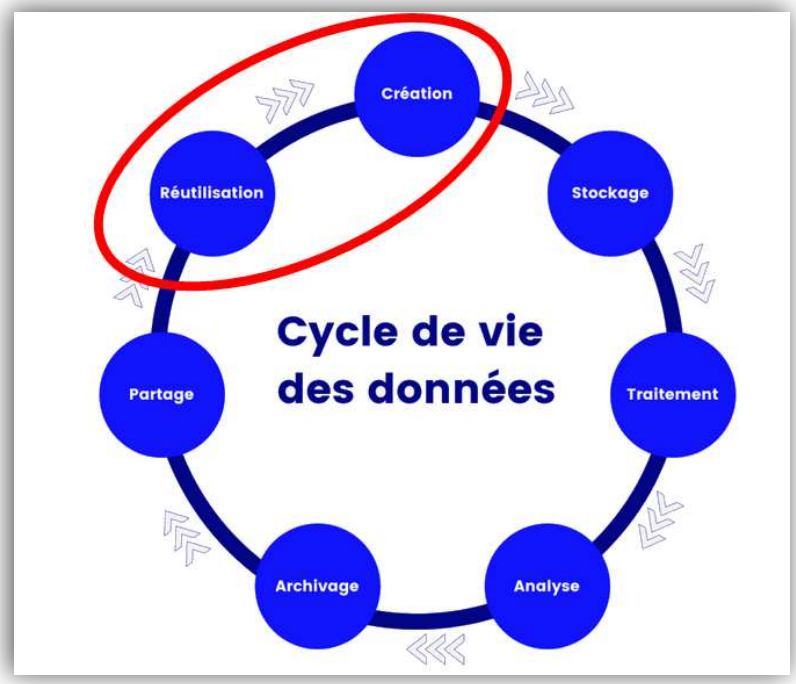


Figure 23 : Cycle de vie des données de l'archéologie (adapté de UK Data Archive)

« maison », développés au cours de l'histoire de l'institut et qui aujourd'hui ne sont plus en mesure de répondre aux exigences d'une gestion informatique efficace. En parallèle, l'Inrap a entrepris en 2021 la conception d'une plateforme de données scientifiques pour la recherche archéologique, soutenu par le Fonds pour la Transformation de l'Action Publique (FTAP). Ce projet vise à « *développer un usage fluide de la donnée sur l'ensemble de la chaîne, de l'opération terrain à la remise du rapport d'opération* ».
(https://www.modernisation.gouv.fr/actualites/le-ftap-soutient-plus-de-100-projets-de-transformation-publique-decouvrez-les)

[284] De nombreux travaux existent pour ce domaine. Le lecteur pourra notamment se reporter à Marc-Antoine Kaeser, « La médiation de l'archéologie. Éthique de la complaisance ou impératif épistémologique ? », In Situ [En ligne], 28 | 2016, mis en ligne le 29 mars 2016, consulté le 20 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/insitu/12814 ; DOI : https://doi.org/10.4000/insitu.12814. On pourra aussi consulter le dossier de la revue In Situ. In Situ. Revue des patrimoines, consacré au thème « Imagerie numérique et patrimoine culturel : représentation et transmission des connaissances ». 42 | 2020.
DOI : https://doi.org/10.4000/insitu.27236

[285] Voir l'article de Wikpedia (https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Chaine_opératoire) et « FP 01. Chaîne opératoire », Techniques & Culture, Suppléments au n°71, Des fiches pratiques pour accompagner vos terrains, 2019, URL : http://journals.openedition.org/tc/11410

[286] Sur le cycle de vie des données, voir le site de UK Data Archive (https://ukdataservice.ac.uk/learning-hub/research-data-management/). Une vidéo très pédagogique est disponible (https://youtu.be/-wjFMMQD3UA).

Cette conception souligne les liens entre les différentes étapes qui se trouvent relativement proches les unes des autres. Ainsi, comme le souligne l'ellipse rouge sur la figure 23, l'étape de production ou acquisition de l'information est très proche de celle de sa réutilisation. Cette conception théorique montre clairement qu'une telle réutilisation ne peut être de qualité qu'à la condition que l'étape de création de l'information prenne en compte les exigences d'une réutilisation de qualité. Ce principe trouver très concrètement sa traduction dans l'importance qu'il convient d'accorder à la production des métadonnées dès le terrain, en même temps que les données elles-mêmes[287].

Cette exigence fait partie des quatre principes regroupés sous l'acronyme anglais FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable, Reusable)* traduit en français par Facilement trouvable, Accessible, Interopérable, Réutilisable[288] (fig. 24).

Figure 24 : Les principes FAIR (source : site Web Paris Time Machine)

Les principes FAIR, définis en 2016 et qui sont à la base de la science ouverte, concernent les échanges d'information sous forme numérique aussi bien entre les humains qu'entre les machines[289].

Ces principes servent à décliner une notion centrale, celle de l'interopérabilité, dont nous proposons d'évoquer concrètement les principes, les difficultés et les enjeux pour l'archéologie.

B. Les principes, les difficultés et les enjeux de l'interopérabilité pour l'archéologie

Les dispositifs numériques utilisés en archéologie, sur le terrain ou en laboratoire, s'appuient sur des équipements matériels et logiciels nombreux et parfois complexes à maîtriser. De plus en plus, ces équipements doivent fonctionner en étant connectés entre eux, par une connexion filaire (câble) ou non-filaire (wifi, Bluetooth, radio, etc.). Cette interconnexion repose sur le principe de faire communiquer des dispositifs ayant chacun des domaines d'utilisation spécifiques. Elle vise à donner aux utilisateurs un sentiment de facilité dans l'usage croisé de ces divers dispositifs ainsi que d'une fluidité dans la circulation des données numériques. L'enjeu final est de décloisonner les domaines d'utilisation des dispositifs[290].

---

[287] Les travaux des PCR « Réseau de lithothèques » et du GDR SILEX illustrent la prise en compte de ces exigences qui sont celles des principes FAIR et des politiques de la science ouverte.

[288] « *La notion de FAIR data recouvre les manières de construire, conserver, présenter ou publier des données de manière à permettre que la donnée soit facile à trouver, accessible, interopérable et réutilisable* » (source : lexique du Deuxième plan national pour la science ouverte : https://www.ouvrirlascience.fr/deuxieme-plan-national-pour-la-science-ouverte)

[289] Sur les principes FAIR, on peut se reporter au site : https://www.ouvrirlascience.fr/fair-principles/

[290] L'un des exemples les plus emblématiques de cette tendance actuelle est le *smartphone* qui offre de nombreuses fonctionnalités autres que la seule possibilité de téléphoner.

Selon Gérard Berry[291], des difficultés à établir les connexions entre les différents piliers des dispositifs matériels et humains naît la nécessité de l'interopérabilité (fig. 25).

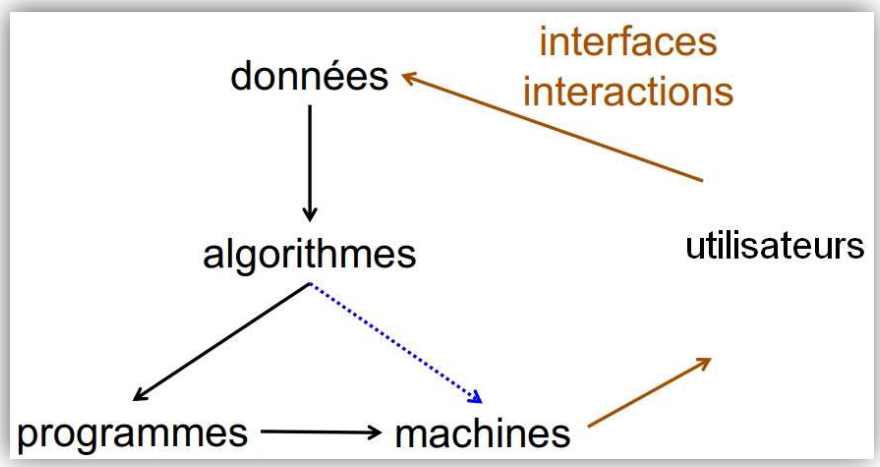


Figure 25 : Les piliers de l'informatique (source : G. Berry 2019)

B.1. Qu'est-ce que l'interopérabilité ?

La notion d'interopérabilité, notion polysémique, est définie ainsi :

« *la capacité que possède un produit ou un système, dont les interfaces sont intégralement connues, à fonctionner avec d'autres produits ou systèmes existants ou futurs et ce sans restriction d'accès ou de mise en œuvre* »[292].

Pour l'informatique, l'interopérabilité est la possibilité de communication entre deux ou plusieurs systèmes, appareils ou éléments informatiques. Le terme est défini dans la norme ISO/IEC 2382:2015 comme « *l'aptitude de plusieurs unités fonctionnelles à coopérer pour traiter des données* ».

Le manque d'interopérabilité est désigné par tous les acteurs de l'archéologie en France et à l'étranger comme un problème majeur. Le séminaire qui eut lieu au Centre archéologique européen du Mont-Beuvray, en septembre 2006 à propos de la gestion de la documentation scientifique a pointé les besoins de connexion entre des systèmes de gestion informatisés locaux et nationaux[293].

En 2008, un séminaire de la DST de l'Inrap a souligné la nécessité d'harmoniser les pratiques d'enregistrement pour répondre aux besoins d'échange de données entre des applications hétérogènes en particulier pour les systèmes d'enregistrement de terrain (fig. 26).

[291] Gérard Berry *« Où va l'informatique ? »* leçon au Collège de France le 23 janvier 2019 (https://www.college-de-france.fr/chaire/gerard-berry-algorithmes-machines-et-langages-chaire-statutaire)

[292] https://www.numerique.gouv.fr/actualites/le-referentiel-general-dinteroperabilite-fait-peau-neuve

[293] Collectif, 2008, *Gestion de la documentation scientifique et des mobiliers issus des opérations archéologiques dans le cadre de la réglementation actuelle*. Actes du séminaire Centre archéologique européen du Mont-Beuvray, Glux-en-Glenne, 25-27 septembre 2006, MCC/ SDARHETIS, Paris, 199 pages (https://www.culture.gouv.fr/content/download/64667/file/bibracte_2006.pdf)

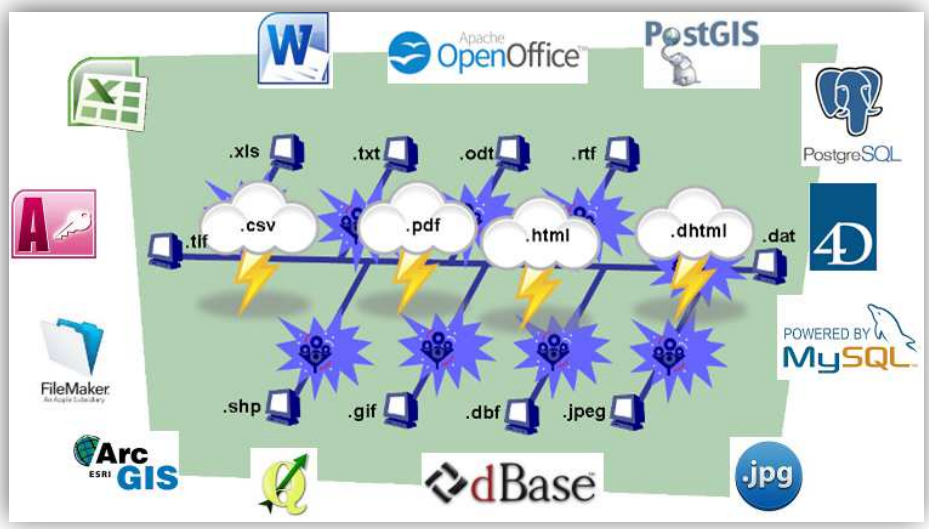


Figure 26 : Les difficultés de communication entre logiciels et bases de données

Beaucoup d'applications d'enregistrement de données de terrain ne peuvent pas aisément échanger des données parce qu'elles ne s'appuient pas sur les mêmes modèles de structuration des tables, ni sur les mêmes champs descriptifs des données, ni sur les mêmes modèles relationnels. Ce manque constitue une limite considérable au partage, à la diffusion et au croisement des données de la recherche archéologique L'adoption de règles d'interopérabilité s'impose dans un univers où les échanges de données sur l'internet s'appuient sur des protocoles de communication http, ftp, etc. et des formats normés ouverts.

Dans ce contexte, le gouvernement français a émis en 2009, la première version d'un Référentiel Général d'Interopérabilité (RGI)[294], qui faisait suite à quatre années de travaux préparatoires[295]. Une seconde version est disponible depuis 2013[296]. Ce document n'a pas force de loi, mais constitue un ensemble de préconisations auxquelles toutes les administrations publiques sont invitées à se conformer. Il inventorie les « bonnes pratiques » numériques et liste les formats ouverts ou des standards de fait que les administrations doivent privilégier. A ce jour, ce RGI reste mal connu de la plupart des acteurs publics de l'archéologie, et ses effets sur les échanges de données archéologiques restent limités.

Le respect de normes d'interopérabilité est une des conditions de la publication durable de données archéologiques sur le Web des données et de leur moissonnage par des applications dédiées à cette tâche comme par exemple la plateforme *Isidore* du consortium Huma-Num[297]. On peut constater ainsi que l'usage de formats ouverts et normés pour la publication de données sur le Web comme par exemple les *WebMapServices* (WMS) et *WebFeaturesServices* (WFS) pour les données à référence spatiale, tend à être adopté par une part croissante des acteurs chargés de la diffusion sur le Web de données archéologiques.

C'est le cas du Service Régional d'Archéologie (SRA) de Bretagne.

---

[294] Le RGI est défini dans l'ordonnance n° 2005-1516 du 8 décembre 2005 relative aux échanges électroniques entre les usagers et les autorités administratives et entre les autorités administratives (https://www.numerique.gouv.fr/publications/interoperabilite).

[295] Le premier arrêté concernant la version 1 du RGI est celui publié au JORF n°0262 du 11 novembre 2009 page 19593 texte n° 32

[296] La version 2.0 en vigueur du RGI a été publiée par l'arrêté en date du 20 avril 2016 (JORF n°0095 du 22 avril 2016 texte n° 1)

[297] http://isidore.science

B.2. Un exemple concret d'interopérabilité pour le partage de données et de documentations archéologiques

En 2017, le SRA Bretagne a décidé la publication de plusieurs types de données et documentations archéologiques, en s'appuyant sur la plateforme GéoBretagne (fig. 27) :

Figure 27 : Interface de recherche de la plateforme GéoBretagne (source : GéoBretagne)

Cette plateforme présente plusieurs modules parmi lesquels un module de visualisation cartographique[298] . Celui-ci permet une navigation parmi plusieurs couches de données dont celle des opérations archéologiques fournie par le SRA Bretagne (fig. 28)[299].

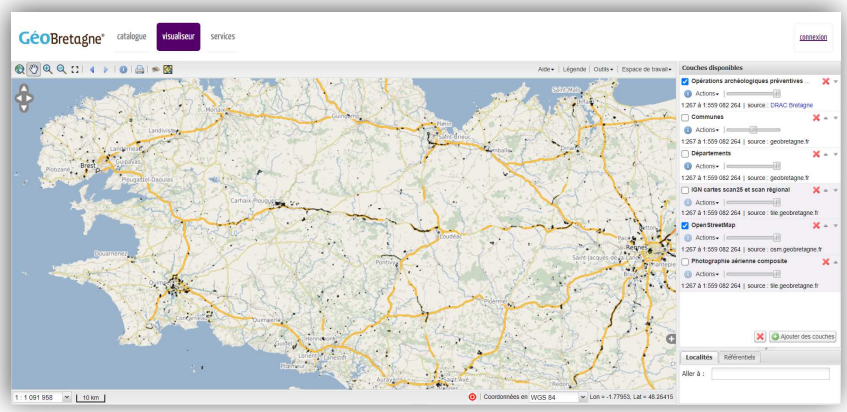


Figure 28 : Interface cartographique (source : GéoBretagne)

Dans la fenêtre cartographique il est possible de faire apparaître contours de l'emprise de l'opération en zoomant sur une opération archéologique présente dans la couche regroupant toutes les opérations, Puis en cliquant avec l'outil d'information sur le polygone, l'utilisateur peut faire apparaître quelques informations dans la table descriptive, sous la partie cartographique (fig. 29).

[298] Adresse du visualiseur cartographique du site : https://geobretagne.fr/mapfishapp/

[299] Le format WMS de la couche des opérations archéologiques, fournie par le Service régional de l'Archéologie de Bretagne, est : https://geobretagne.fr:443/geoserver/drac/ows?SERVICE=WMS&REQUEST=GetCapabilities. Ce format peut être ajouté comme une couche WMS dans un logiciel de SIG comme QGis.

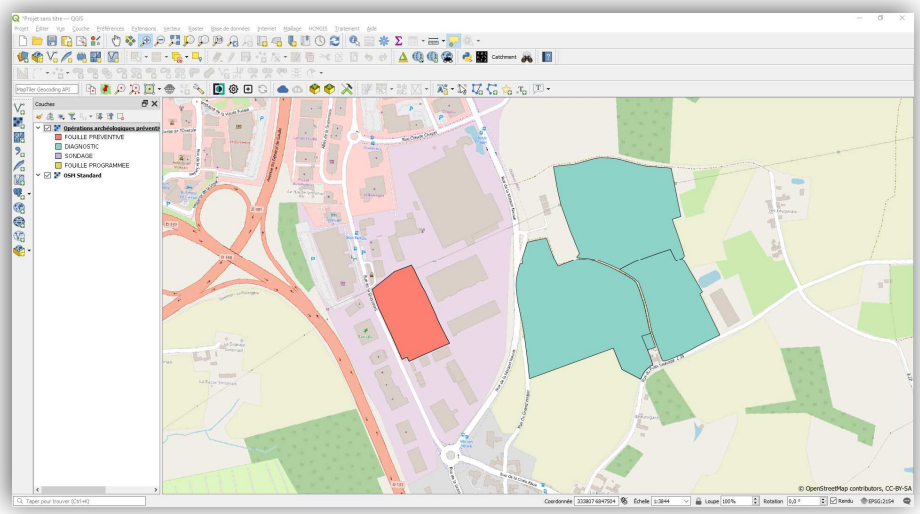


Figure 29 : Zoom et sélection d'une opération d'archéologie préventive (diagnostic) réalisée en 2019 par l'Inrap sur la commune de Saint-Malo (source : GéoBretagne)

A droite dans l'interface, dans le tableau des données descriptives, se trouve l'hyperlien qui permet d'accéder au rapport d'opération publié sur le site de la bibliothèque numérique du SRA Bretagne. Dans l'onglet du navigateur qui s'ouvre, le rapport d'opération s'affiche et peut être téléchargé au format PDF (fig. 30).

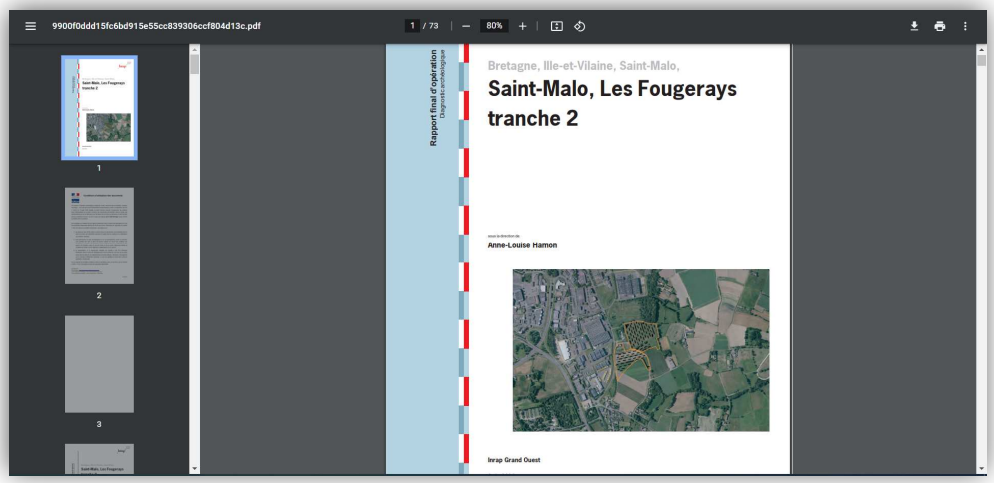


Figure 30 : Rapport d'opération disponible au format .PDF à l'affichage et au téléchargement

La couche des données sur les opérations archéologiques est disponible sous la forme d'un service Web de type WMS (*WebMapService*) utilisable avec un logiciel de SIG comme *QGis* (fig. 31) :

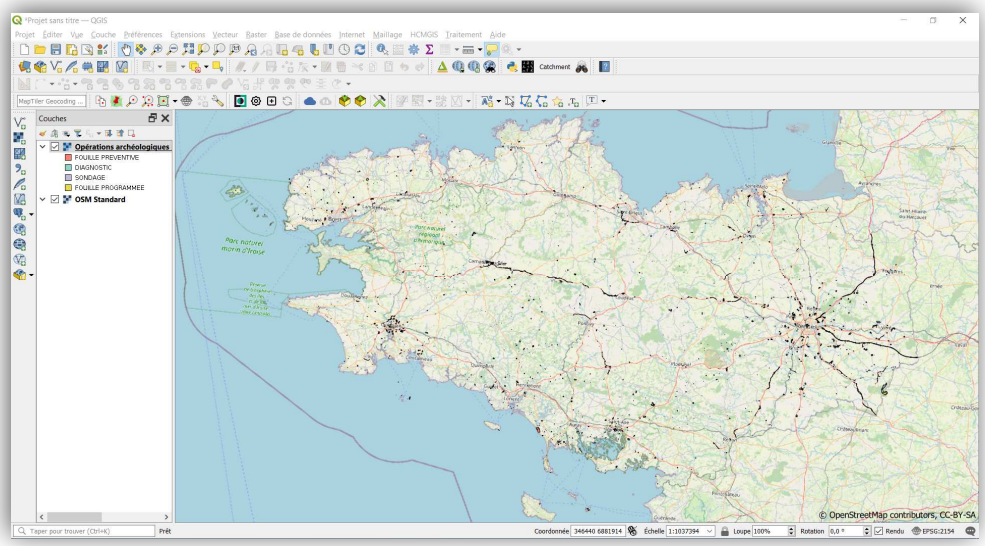


Figure 31 : Affichage dans le logiciel QGis du WMS des opérations archéologiques de Bretagne

Cet exemple du site du SRA Bretagne regroupe deux exemples d'interopérabilité : l'usage du format de publication de données à référence spatiale *WMS* pour l'affichage de la couche des opérations d'archéologie et l'usage du format HTML pour la publication du rapport d'opération au format PDF.

Ces trois formats sont ouverts et contribuent à l'interopérabilité des savoirs archéologiques[300].

Depuis 2017, l'Inrap s'est engagé dans une voie comparable en certains points à celle du SRA Bretagne à travers le serveur cartographique *Caviar* (CAtalogue de Visualisation de l'Information Archéologique). Celui-ci vise à répondre à des besoins d'une gestion harmonisée des opérations archéologiques réalisées par l'Inrap (diagnostics et fouilles) à l'échelle de l'institut.

Ce serveur, qui s'appuie sur une base de données *Postgresql* et *Postgis*, comprend les couches de données à référence spatiale regroupées en six thèmes : prescription, ouverture, unité d'observation, axe, geo, us[301].

Les données proviennent d'un travail de numérisation des emprises des opérations et d'une partie des données descriptives associées. Il ne constitue pas un doublon avec la Carte Archéologique Nationale gérée par le Ministère de la Culture dont c'est la prérogative et dont les données sont bien plus diversifiées que celles de *Caviar*.

Les couches de données de *Caviar* peuvent être consultées, interrogées et imprimées avec un logiciel de SIG comme *ArcGIS* ou *QGis* sous la forme de services web de données au format *WMS* (fig. 32).

[300] Le format PDF est une norme depuis 2008 sous l'appellation ISO 32000.

[301] A ce jour, il n'est accessible que sur l'intranet et réservé aux agents de l'institut ou rendu accessible à quelques partenaires dans le cadre de conventions Même si cette solution n'est pas (encore ?) disponible sur l'internet en accès ouvert à tous, il nous a semblé judicieux de l'évoquer et de l'illustrer très succinctement ici. Une présentation plus détaillée est faite dans la suite de ce mémoire (cf. *infra*).

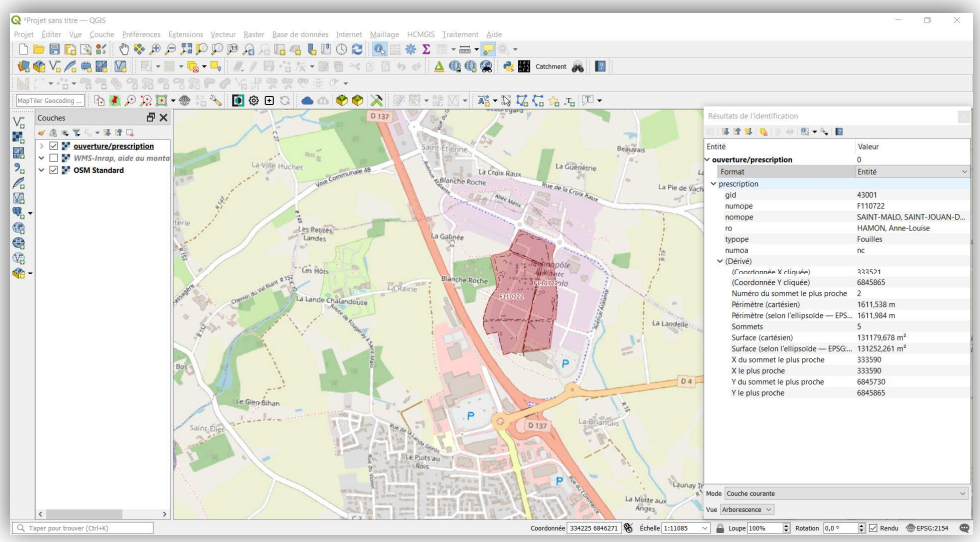


Figure 32 : Affichage dans le logiciel QGis de la couche des ouvertures de Caviar

Les données de *Caviar* peuvent aussi être affichées et interrogées depuis une application de cartographie en ligne (*webmapping*) baptisée *Iliad*[302]. Cette application permet la consultation des données, l'import-export de données dans divers formats, l'impression de cartes. A ce jour, cette application n'est accessible qu'en version intranet (fig. 33).

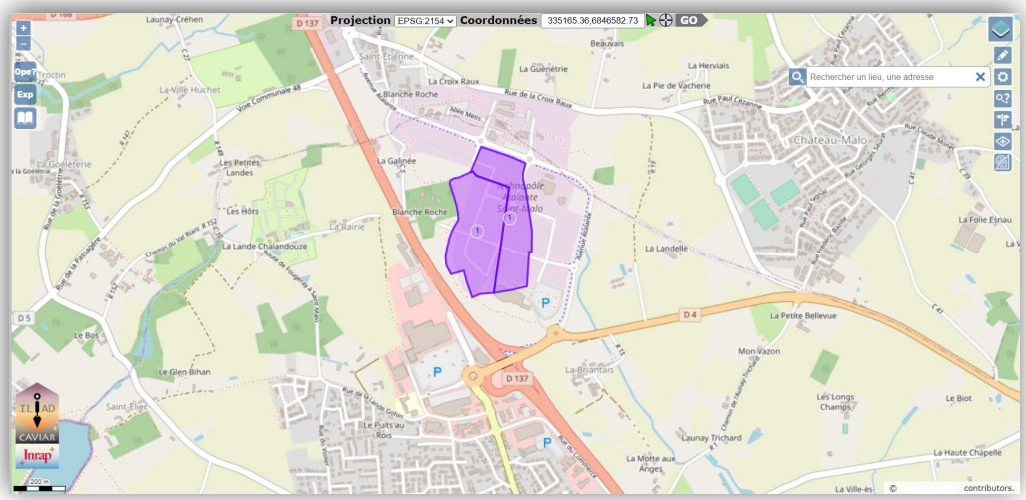


Figure 33 : Affichage de l'interface de l'application Iliad (source : Inrap)

L'Inrap poursuit le travail d'intégration des données géoréférencées sur les opérations archéologiques de façon à disposer d'un outil homogène pour l'ensemble du territoire sur lequel il intervient. Cela représente un travail considérable en temps consacré à cette plateforme mais les bénéfices sont majeurs.

Comme le montrent très rapidement ces quelques exemples, l'utilisation de formats d'interopérabilité entre dispositifs numériques permet le partage beaucoup plus aisé de données et de documentations archéologiques, surtout en dehors du terrain, même si une partie des données, des logiciels et des

[302] Le développement de cette application a été réalisé par Eric Plassot, Inrap

applications mentionnées ci-dessus peuvent être utilisées sur le terrain, notamment grâce à l'internet mobile lorsqu'il s'agit de se connecter à des ressources disponibles sur l'internet.

Afin de dépasser les limites qu'imposent certains modèles de données sous-jacents d'applications utilisées en archéologie, en particulier sur le terrain comme celles mentionnées précédemment, l'usage de normes d'échange et de publication peut constituer une solution, même si elle est perçue par nombre d'archéologues comme contraire à l'exercice de la liberté scientifique à laquelle ils sont attachés. Parmi les normes que l'archéologie utilise, nous pensons utile d'évoquer celle du CIDOC CRM ou *Conceptual Reference Model*[303] utilisée depuis une dizaine d'années dans la discipline archéologique et dans d'autres du domaine patrimonial.

B.3. Le CIDOC CRM et son utilisation pour les données archéologiques de terrain

Cette norme internationale, publiée sous le numéro ISO 21127:2006., vise à permettre la publication de l'information archéologique sur le Web des données ou Web sémantique du patrimoine culturel. Le CIDOC CRM propose une série de concepts (dites classes ou entités) et de relations entre les concepts (dites propriétés) selon les principes de triplets sémantiques.

Le modèle du CIDOC CRM est constitué d'un modèle central, dit de haut niveau, où les classes et les propriétés permettent de décrire les entités du domaine patrimonial avec des concepts généraux. C'est pourquoi, en complément du modèle central, ont été ajoutés plusieurs modèles spécifiques dits de bas niveau, correspondant à des sous-domaines (fig. 34). C'est le cas par exemple de l'extension CRM*archaeo* pour l'archéologie qui a été développée dans le cadre des programmes européens *Ariadne* et *Ariadne+*[304].

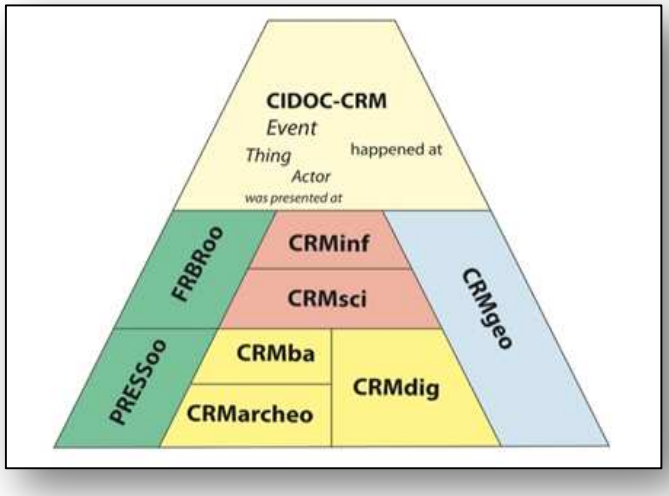


Figure 34 : Le modèle CIDOC CRM et ses principales extensions (source : site Web du CIDOC CRM)

Un triplet sémantique est la plus petite structure de description de ressources qui utilise le modèle « sujet - prédicat (ou verbe) – objet ». Dans l'exemple suivant « une US appartient à un fait », le sujet est « une US, le prédicat est « appartient à », l'objet est « un fait ». Tout objet informationnel, mais aussi toute ressource documentaire, peuvent être décrits selon ce principe.

[303] https://www.cidoc-crm.org/

[304] https://ariadne-infrastructure.eu/. Ce projet a été financé dans le cadre du programme Horizon 2020 de la Commission européenne sous la convention de subvention n° 823914. Il a regroupé 41 partenaires de 23 pays européens et 4 pays extra-européens.

Les classes de base du CIDOC CRM se répartissent en : Entités temporelles, Acteurs, Entités physiques, Entités conceptuelles, Identification, Types, Lieux.

Les données archéologiques présentes dans les documents de fouille peuvent ainsi être traduites à l'issue d'un travail de modélisation qui utilise des concepts et des relations entre concepts propres à l'archéologie. Une fois traduites, les données peuvent être publiées sur internet dans des formats normés ouverts comme par exemple le XML/RDF[305]. Une fois ces données publiées sur des serveurs spécifiques, appelés *Triple Stores*, elles peuvent être interrogées sur internet à l'aide de moteurs spécifiques dans un langage particulier appelé *Sparql*. Mais pour des non-informaticiens, ce langage est totalement abscons. Il faut alors développer des applications avec des interfaces relativement simples d'usage pour des non-experts, pour leur permettre d'interroger les données publiées sur les serveurs *triple stores* sans avoir à maîtriser le langage de requête *Sparql*.

Pour m'être investi dans l'apprentissage de la modélisation avec le CIDOC CRM depuis 2015 et pour avoir tenté de la mettre en œuvre sur le système d'enregistrement de terrain *EDArc* (cf. *infra*), je peux témoigner de la difficulté à s'approprier ce type de démarche (cf. *infra*)[306]. Le travail préalable nécessaire pour que des données archéologiques de terrain puissent être publiées selon la norme du CIDOC CRM est considérable. Il nécessite une formation à ce type de modélisation qui est d'abord un exercice intellectuel et un mode de raisonnement qui ne sont pas ceux du raisonnement archéologique habituel, ni pour la mise en séries des données archéologiques (saisie de données dans des tableurs), ni pour la conception d'une base de données relationnelle (saisie dans des applications comme celles mentionnées précédemment).

Un important travail préalable de traduction est donc nécessaire. Il doit permettre de décrire à l'aide des concepts et des relations entre concepts, tout type de ressource documentaire ou tout jeu de données : une procédure de fouille, une publication scientifique, des fiches d'enregistrement de terrain, une collection de mobiliers archéologiques, une série de photographies, un fichier de données topographiques, un modèle 3D, un acte administratif, un document de gestion comptable, etc.

Une réflexion préalable (et difficile lorsqu'on n'y est pas habitué) est nécessaire pour découper toute donnée archéologique, toute notice d'un rapport d'opération, toute phrase d'une publication scientifique, en une série de classes et de propriétés entre classes.

Un exemple est nécessaire pour illustrer concrètement ces principes qui restent théoriques à ce stade.

En utilisant les classes et propriétés de la norme générique du CIDOC CRM, une opération archéologique doit être déclarée en utilisant la classe *E7_Activity* et une classe dont la localisation géographique peut être décrite, entre autres, à l'aide de la classe *E53_Place* (fig. 35)[307].

---

[305] *eXtensible Markup Language* et *Resource Description Format*, deux formats de publication du Web des données ou Web sémantique.

[306] Christophe Tuffery et Emeline Le Goff. Contribution de l'Inrap à l'usage du CIDOC-CRM pour les données archéologiques d'enregistrement de terrain –[Vidéo]. Canal-U. MSH Val-de-Loire. (2017, 21 novembre). https://www.canal-u.tv/96381

[307] Extrait de Christophe Tufféry. « Le CIDOC-CRM : principes de base et outil en ligne disponible pour évaluer la conformité des systèmes d'enregistrement de terrain avec un modèle conceptuel cible ». Atelier SITraDA - Séance du 25 11 2017.
https://sitrada.hypotheses.org/files/2018/01/2017_11_25_presentation_Tuffery.pdf

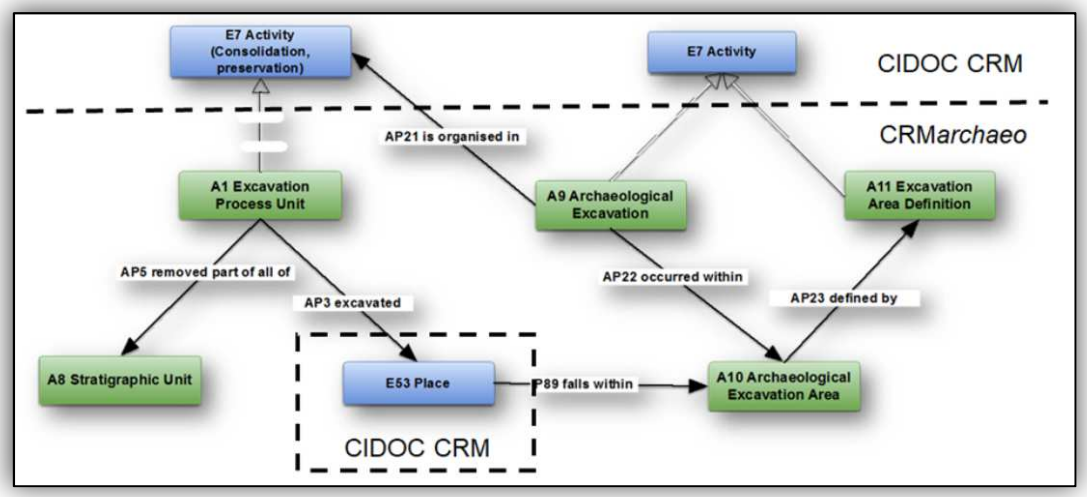


Figure 35 : Classes et propriétés principales d'une opération archéologique

(source : C. Tufféry 2018)

Pour décrire la fouille archéologique elle-même, il faut utiliser des classes et des propriétés spécifiques au domaine de l'archéologie. Celles-ci existent dans l'extension CRM*archaeo* qui enrichit le modèle générique du CIDOC CRM avec des classes et des propriétés du domaine de l'archéologie. Ainsi le processus de fouille peut être décrit à l'aide des classes *A9 (ArchaeologicalExcavation)*, *A10 (ArchaeologicalEcvavationArea)* et *A11 (ExcavationAreaDefinition)*. Une unité stratigraphique peut être décrite à l'aide de la classe A8 (*Stratigraphic Unit*. Cette unité peut aussi être décrite à l'aide de la classe A3 (*Stratigraphic Interface*) et de la classe A2 (*Stratigraphic Volume Unit*), si on souhaite détailler les entités composant une unité stratigraphique, à savoir un volume stratigraphique (une couche de sédiment par exemple) et ses interfaces avec les unités stratigraphiques sous-jacentes et superposées. Un fait archéologique peut être décrit de la même façon qu'une unité stratigraphique ou en décomposant les unités stratigraphiques qui le constituent. Mais un fait peut aussi être décrit en utilisant les classes S20 (*Physical Feature*) et S10 (*Material Substance*). Ces deux classes sont spécifiques à l'extension CRM*sci* qui permet d'enrichir le modèle générique du CIDOC CRM avec des classes et des propriétés spécifiques aux concepts d'inférence du raisonnement scientifique (fig. 36).

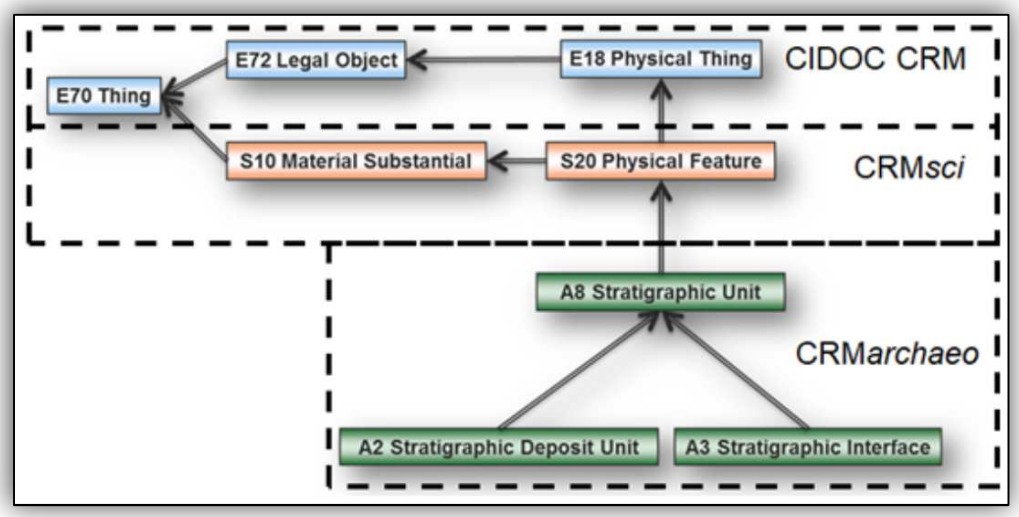


Figure 36 : Classes et propriétés principales d'une stratigraphie archéologique

(source : C. Tufféry 2018)

Enfin, les relations de chronologie relative entre unités stratigraphiques peuvent être décrites en utilisant les classes et propriétés suivantes de l'extension CRM*archaeo* (fig. 37)[308].

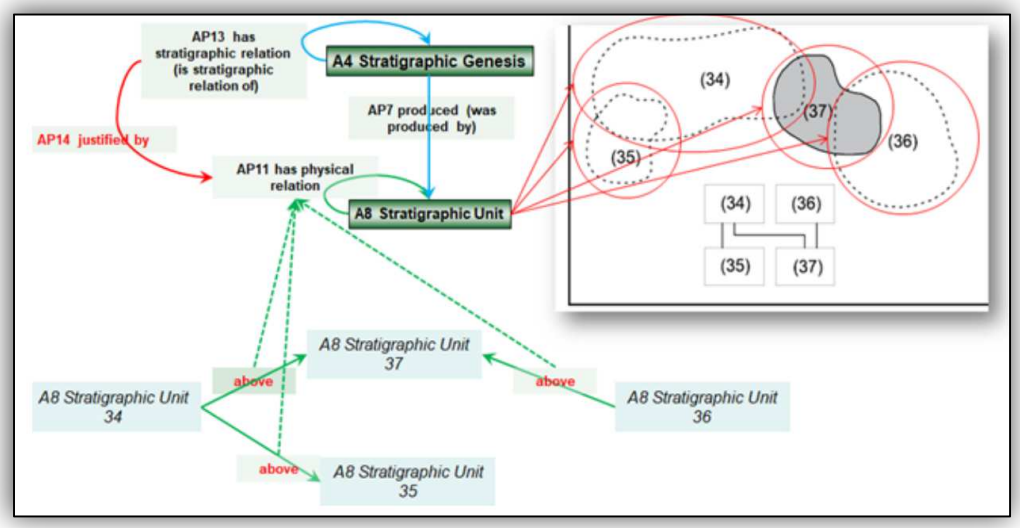


Figure 37 : Classes spécifiques pour décrire les relations de chronologie relative entre unités stratigraphiques (source : C. Bekiari 2014)

Selon le niveau de précision, on peut compléter le modèle. Le nombre d'entités et de relations peut donc être plus ou moins important et la finesse des relations entre entités plus ou moins grande. Tout dépend de l'objectif du projet de diffusion des données et ressources documentaires sur le Web des données, cible de leur publication selon la norme du CIDOC CRM.

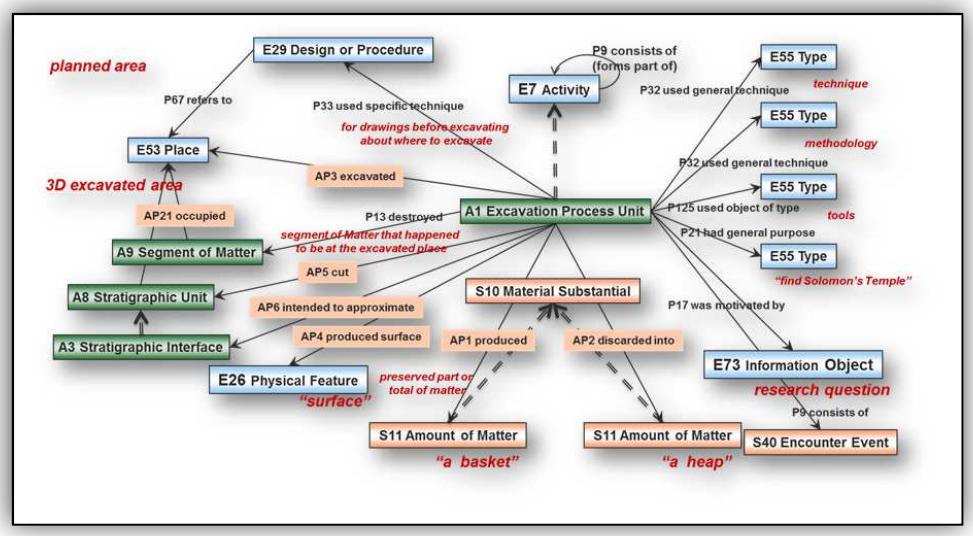


Figure 38 : Description d'une fouille archéologie utilisant des classes et propriétés de l'extension Crmsci (source : C. Bekiari 2014)

[308] Extrait de Christophe Tufféry. « Le CIDOC-CRM : principes de base et outil en ligne disponible pour évaluer la conformité des systèmes d'enregistrement de terrain avec un modèle conceptuel cible ». Atelier SITraDA - Séance du 25 11 2017.
https://sitrada.hypotheses.org/files/2018/01/2017_11_25_presentation_Tuffery.pdf

D'autres extensions peuvent être utilisées comme CRM*sci* déjà cité, qui propose des classes et des propriétés entre classes pour rendre compte des concepts de l'inférence du raisonnement scientifique et intégrer des métadonnées sur des observations et des mesures scientifiques dans les sciences descriptives et empiriques (fig. 38)[309].

D'autres classes peuvent être mobilisées dans l'extension CRM*ba* pour la modélisation des données et documents sur l'archéologie du bâti ou encore FRBROO pour la modélisation des ressources bibliographiques.

A titre d'exemple d'utilisation du CIDOC CRM pour la publication de ressources documentaires sur l'archéologie préventive, on peut mentionner le travail réalisé par l'Inrap, partenaire du projet. En 2021 et 2022, plus de 38 000 rapports de terrain de l'Inrap ont été publiés dans le nouveau portail *Ariadne (cf. infra)*[310].

Comme cela a déjà été indiqué, l'utilisation du CIDOC CRM, reste une tâche difficile et très chronophage. Peu d'archéologues sont aujourd'hui en mesure de se lancer dans ce type de publication de leurs données, de leurs rapports d'opération ou de leurs publications.

Ce constat invite d'ailleurs à s'interroger sur un point central : est-ce aux archéologues de prendre en charge la publication des résultats de leurs travaux à l'aide de la norme du CIDOC CRM dans l'hypothèse où celle-ci s'imposerait dans le paysage de la diffusion des savoirs archéologiques sur le Web sémantique ? Ne serait-ce pas l'occasion de considérer qu'il pourrait s'agir là plutôt d'une mission relevant du périmètre de gestionnaires de documentation comme il en existe à l'Inrap ou de bibliothécaires ou de spécialistes de la documentation numérique et de la publication sur internet ? Ce qui apparaît avec l'émergence de ces nouvelles formes de partage des savoirs archéologiques, c'est une reconfiguration des métiers de l'archéologie, à la limite entre production et diffusion des savoirs à l'heure du Web des données.

En France, des travaux concernant l'utilisation de la norme CIDOC CRM ont été engagés depuis moins d'une dizaine d'années par plusieurs acteurs de l'archéologie, notamment dans le cadre du Consortium Mémoire des Archéologues et des Sites Archéologiques (MASA), soutenu par la TGIR Huma-Num, et associé au programme européen *Ariadne+* déjà mentionné.

B.4. Les travaux du Consortium MASA sur le CIDOC CRM

Depuis 2018, le consortium MASA a appuyé et financé plusieurs actions en faveur du développement de l'utilisation du CIDOC CRM. C'est notamment le cas du développement de la plateforme *OpenArchaeo*[311]. Celle-ci a nécessité une forte collaboration entre archéologues et informaticiens dont la société SPARNA[312].

Grâce à une interface d'interrogation inspirée du moteur de recherche *ResearchSpace*[313], la plateforme *OpenArchaeo* permet de consulter des données propres à l'archéologie, préalablement publiées à la norme CIDOC CRM[314]. C'est le cas de plusieurs jeux de données dont ceux de la base de

[309] Chryssoula Bekiari "CRMarchaeo Modelling Context, Stratigraphic Unit, Excavated Matter". CIDOC 2014, Dresden 6-11 September 2014

[310] https://ariadne-infrastructure.eu/inrap-publishes-38000-excavation-reports-in-the-portal/

[311] http://openarchaeo.huma-num.fr/explorateur/home

[312] http:/www.sparna.fr

[313] https://researchspace.org/

[314] Olivier Marlet, Thomas Francart, Béatrice Markhoff et Xavier Rodier."OpenArchaeo for Usable Semantic Interoperability", in : Poggi Antonella - Proceedings of First International Workshop on Open Data and Ontologies for Cultural Heritage (ODOCH), 31st International Conference on Advanced Information Systems

données provenant de l'utilisation de l'application d'enregistrement de données archéologiques de terrain *ArSOL* déjà mentionnée, développée par le Laboratoire Archéologie et Territoires de Tours (UMR CITERES)[315] (fig. 39).

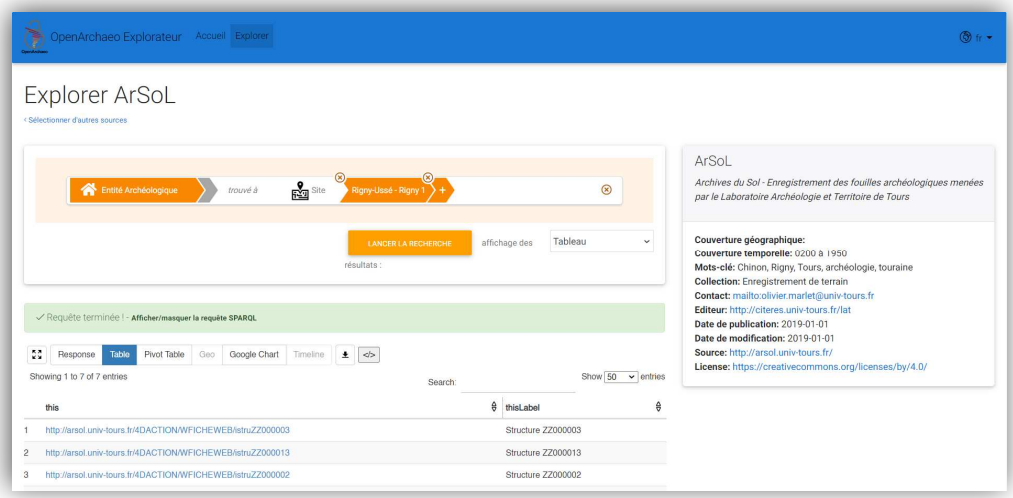


Figure 39 : Exemple de données de la base de données ArSOL sur le site de Rigny publiées sur OpenArchaeo (source : UMR CITERES et MASA)

A l'issue d'une requête réalisée par l'utilisateur sur la plateforme *OpenArchaeo*, les résultats s'affichent sous la forme de liens hypertexte vers des ressources disponibles sur internet. Il s'agit des données archéologiques publiées sur le site Web comportant les données de la base de données d'*ArSOL* (fig. 40).

Ces données regroupent les unités d'enregistrement (US, faits, mobiliers, etc.) correspondant aux termes de la requête effectuée depuis *OpenArchaeo*, ainsi que les relations entre unités, la documentation disponible en ligne (photographies, autres documents).

Cet exemple illustre concrètement ce que permet l'interopérabilité de données et de sources documentaires de l'archéologie, dès lors qu'elles sont publiées sur le Web des données à l'aide de procédures et de dispositifs comme ceux du CIDOC CRM.

Si on peut voir aisément l'intérêt de ce genre d'entreprise pour permettre aux gisements considérables des données et de la documentation archéologique sous forme numérique de devenir accessibles à tout archéologue et, au-delà à tout internaute, on ne peut qu'insister sur le travail considérable qu'implique ce type de démarche. Il est indispensable de le souligner lors de toute présentation ou promotion de ce type de publication.

Engineering (CAiSE 2019), Rome, Italy, June 3, 2019, Sapienza University of Rome, Rome. http://ceur-ws.org/Vol-2375/paper1.pdf

[315] http://openarchaeo.huma-num.fr/explorateur/explorer?source=http://openarchaeo.huma-num.fr/federation/sources/arsol

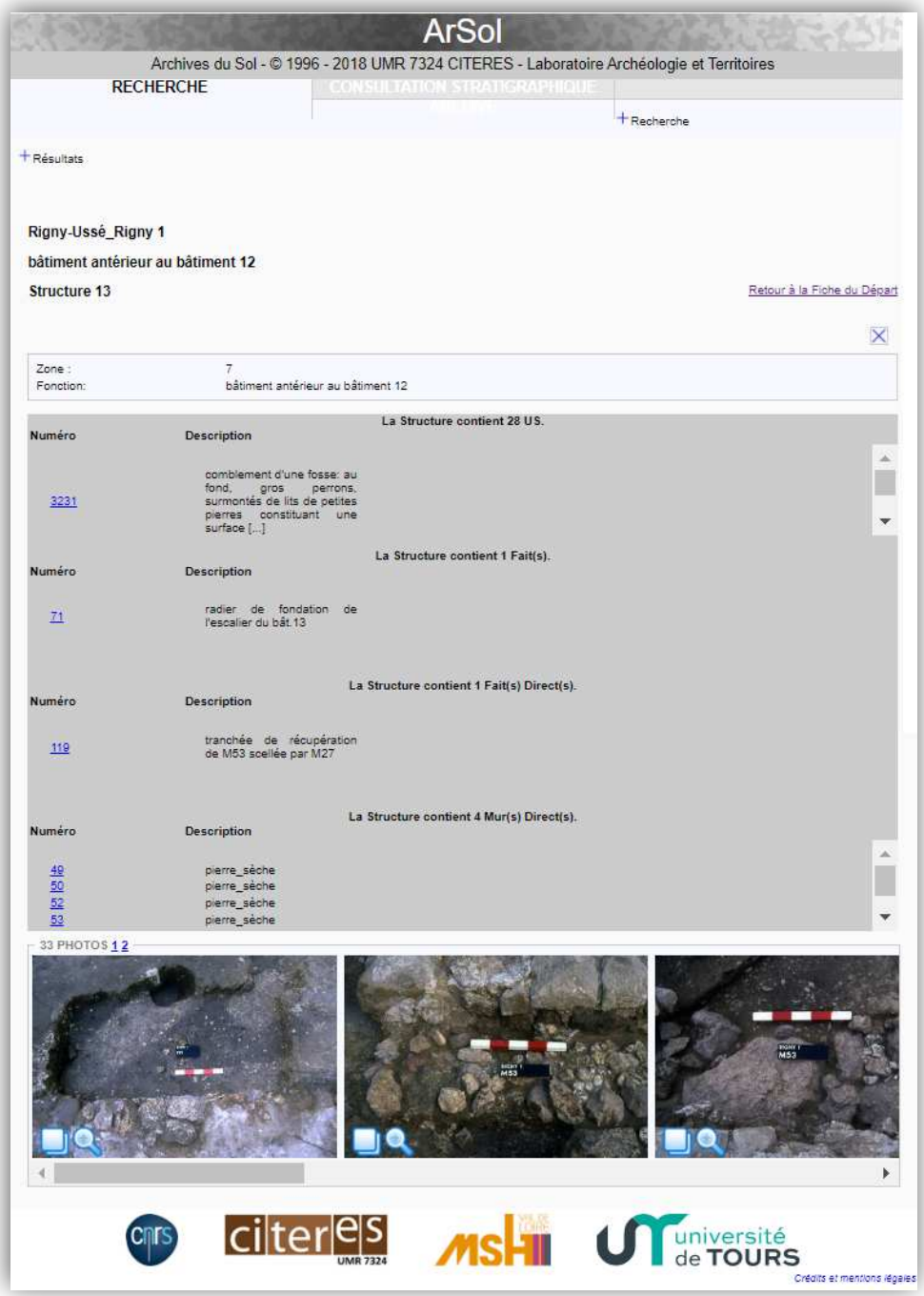


Figure 40 : Exemple de données sur le site de Rigny,

publiées sur le site de la base de données ArSOL (source : UMR CITERES)

Constatant la difficulté à s'engager pour l'immense majorité des archéologues dans la publication à l'aide de la norme du CIDOC CRM, un jeu de cartes a été conçu par deux chercheurs, Anaïs Guillem (*Université de Merced*) et George Bruseker (*Takin.solutions*)[316].

[316] Anaïs Guillem and George Bruseker. "THE CIDOC CRM GAME: A Serious Game Approach to Ontology Learning." ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-2/W5, 2017: 317–23.

Avec leur aide, j'ai développé une version de ce jeu de cartes spécifique pour l'archéologie préventive. Cette version a été utilisée lors d'une session de formation avec huit agents de l'Inrap en septembre 2019 (fig. 41)[317].

Figure 41 : Jeu de cartes du CIDOC CRM réalisé pour l'archéologie préventive et utilisé pour la formation d'agents de l'Inrap (source : A. Guillem et G. Bruseker)

Le consortium MASA[318] a fait réaliser de son côté l'adaptation en version numérique du jeu de cartes sous forme d'un jeu téléchargeable[319]. Cette application pour PC et pour MAC est utilisable par un joueur seul ou dans le cadre de formations. Le jeu utilise le cas des fouilles de l'abbaye de Marmoutier à Tours pour rendre le plus concret possible les principes de la modélisation conceptuelle du CIDOC CRM et les différentes étapes du processus de publication selon cette modélisation.

Une fois l'alignement effectué entre un jeu de données et les classes et propriétés du CIDOC CRM et des extensions nécessaires, il faut déclarer cet alignement avec des applications numériques comme l'application en ligne *3M (Mapping Memory Manager)* une application *opensource*, développée par l'*Institute of Computer Science* de la *Foundation for Research and Technology* à Hellas (Crète) qui fait partie du FORTH[320]. On peut aussi utiliser le logiciel *Protege*[321] qui permet la création d'ontologies et l'extension *Ontop*, un système de graphe de connaissances visuel[322].

---

[317] Olivier Marlet (UMR CITERES et MASA) a participé à une partie de la formation pour présenter le CIDOC CRM et les outils numériques *Protege* et *Ontop* servant à l'appariement des jeux de données

[318] https://masa.hypotheses.org/jeu-de-carte-cidoc-crm

[319] Cette version numérique du jeu de cartes a été pilotée par Olivier Marlet (UMR CITERES-LAT) pour le Consortium MASA et réalisée par François-Xavier Talgorn (Indytion) : http://www.cidoc-crm-game.org/node/39

[320] https://www.ics.forth.gr/

[321] *Protege* est développé par l'Université de Stanford (https://protege.stanford.edu/)

[322] *Ontop* est développé par la *Free University of Bozen-Bolzano* (https://ontop-vkg.org/)

Le résultat du travail d'alignement consiste en un fichier au format XML/RDF qui peut être déposé sur un *Triple Store* pour être ensuite interrogé à l'aide du langage *Sparql*.

Malgré tout, s'engager dans l'utilisation de la norme du CIDOC CRM nécessite de solides formations et un accompagnement considérable avant de pouvoir devenir autonome dans l'utilisation de la norme pour des non-experts de la modélisation de l'information que sont la majorité des professionnels de l'archéologie. Mais là aussi, du succès de ce type de démarche dépendra une reconfiguration des compétences nécessaires, des profils des acteurs et des modalités de partage et de publication des savoirs archéologiques dans les prochaines années. L'enjeu de ce type de démarche n'est donc pas uniquement technique. Il concerne aussi l'évolution des métiers et des compétences des futurs professionnels de l'archéologie, qu'ils soient archéologues, documentalistes, bibliothécaires, informaticiens.

B.5. Les projets européens *Ariadne* et *Ariadne* + : vers une infrastructure européenne de données et de publications sur l'archéologie

Le projet *Ariadne* consiste en une infrastructure européenne de données et de publications ouvertes sur l'archéologie[323]. Ce projet a abouti au développement de plusieurs dispositifs numériques accessibles, pour une part d'entre eux, depuis le site portail du projet (fig. 42).

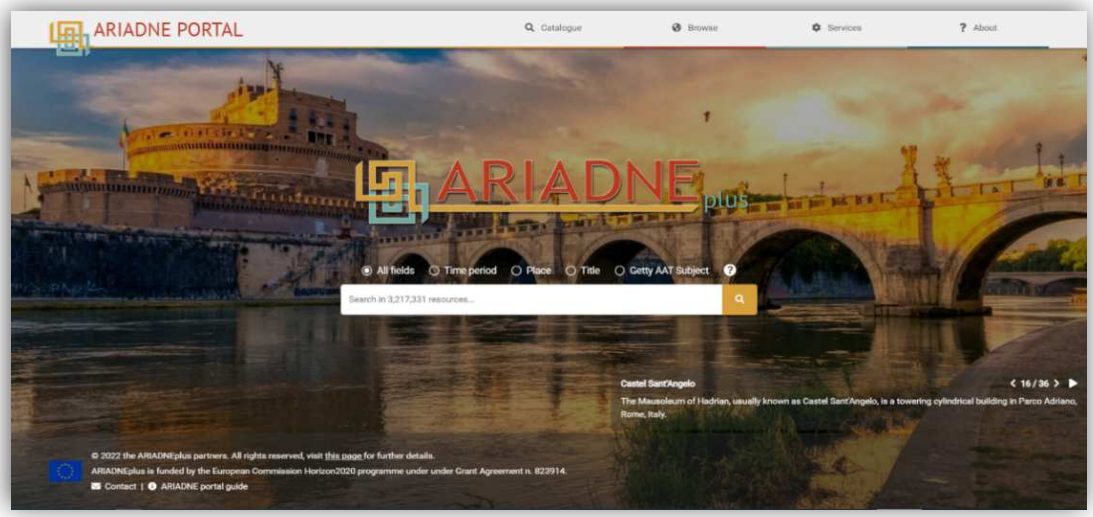


Figure 42 : Page d'accueil du portail Ariadne (source : site Ariadne)

Le portail *Ariadne* propose actuellement divers services numériques parmi lesquels un catalogue de données et de publications mis en ligne par les partenaires du projet (fig. 43).

Ontop permet d'exposer le contenu de bases de données relationnelles sous forme de graphes de connaissances. Ces graphes sont virtuels, ce qui signifie que les données restent dans leurs sources d'origine et sont interrogeables par *Ontop*. Cet outil traduit les requêtes *Sparql* exprimées sur les graphes de connaissances en requêtes *SQL* exécutées par les sources de données relationnelles.

[323] J'ai moi-même participé à ces travaux avec des collègues de l'Inrap : Christophe Tuffery, Emeline Le Goff, Julie Boudry, Federico Nurra. "Recours au CIDOC-CRM pour évaluer l'interopérabilité de données archéologiques de terrain très variées : présentation des premiers résultats des tests effectués par l'Inrap ». Spatial Analysis and GEOmatics 2017, INSA de Rouen, Nov 2017, Rouen, France. ⟨hal-01649750⟩

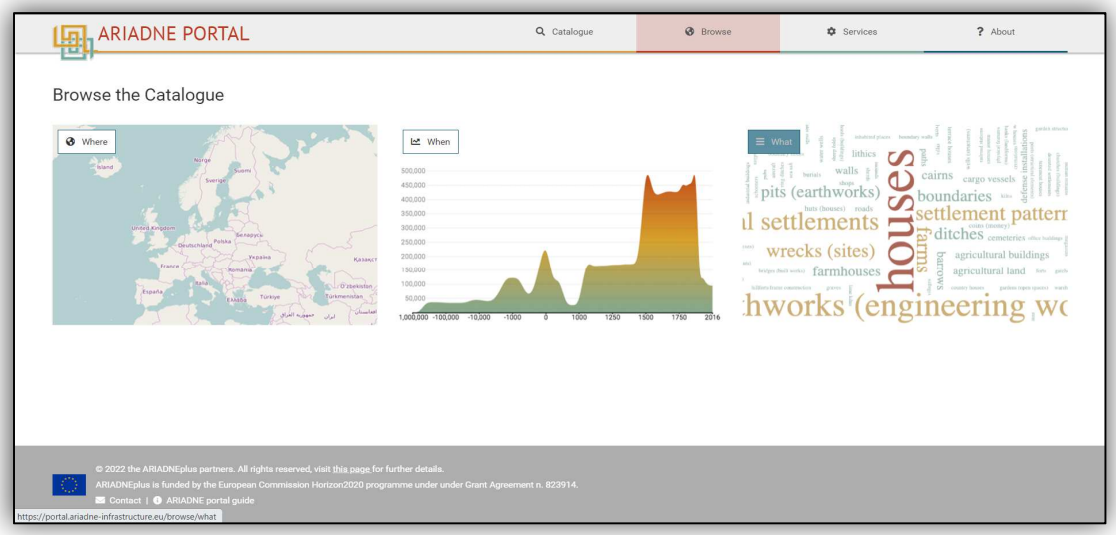


Figure 43 : Page du site internet d'Ariadne permettant de choisir parmi les diverses modalités de consultation des données et ressources documentaires (source : site Ariadne)

Comme cela a déjà été évoqué, l'une des contributions de l'Inrap à ce projet a consisté dans le versement de plus de 38 000 rapports de terrain de ses opérations archéologiques (fig. 44).

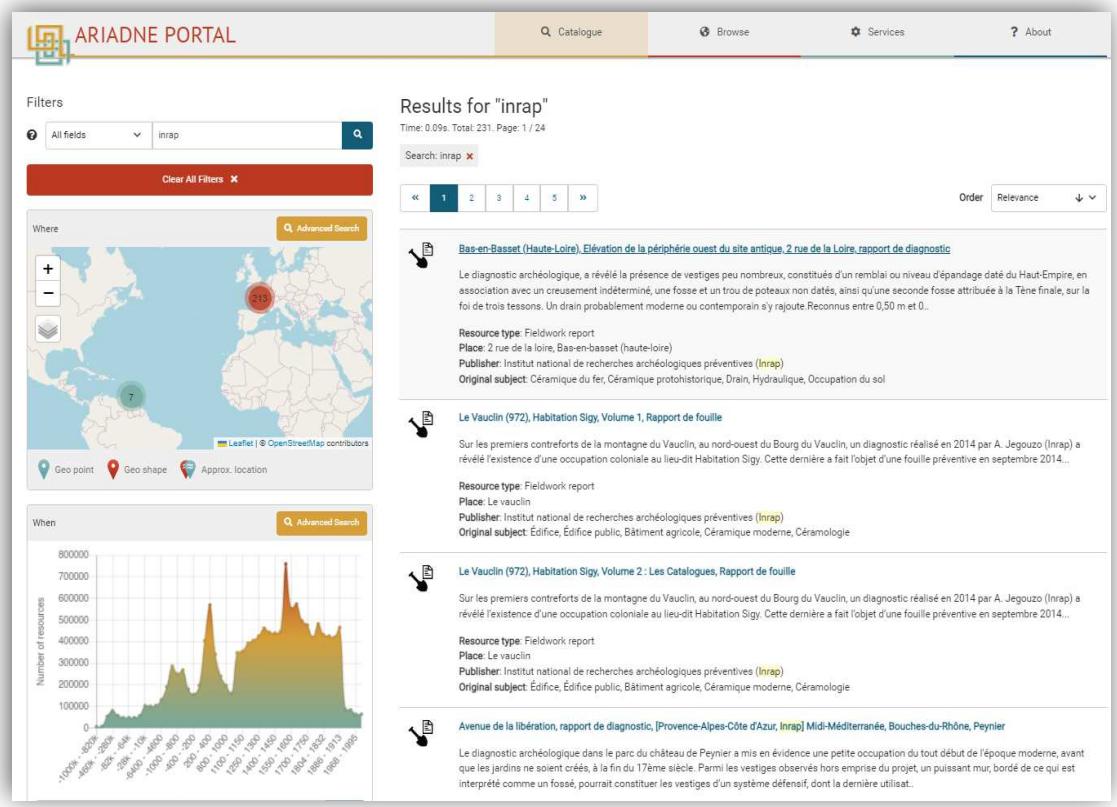


Figure 44 : Exemple de résultat d'une recherche sur la plateforme Ardiane à partir des notices signalétiques des rapport d'opération de l'Inrap (source : site Ariadne)

Depuis le portail *Ariadne*, il est possible de rechercher et consulter les fiches descriptives des rapports d'opération de l'Inrap et d'accéder à un lien permanent avec le catalogue *Dolia*, qui est le catalogue des

toutes les ressources bibliographiques et documentaires de l'Inrap[324]. Les fiches descriptives des rapports d'opération comprennent un résumé et une indexation chronologique, géographique et thématique complète s'appuyant sur le thésaurus français *Pactols*. Certains rapports sont entièrement accessibles en ligne via la plateforme *Dolia* de l'Inrap (fig. 45).

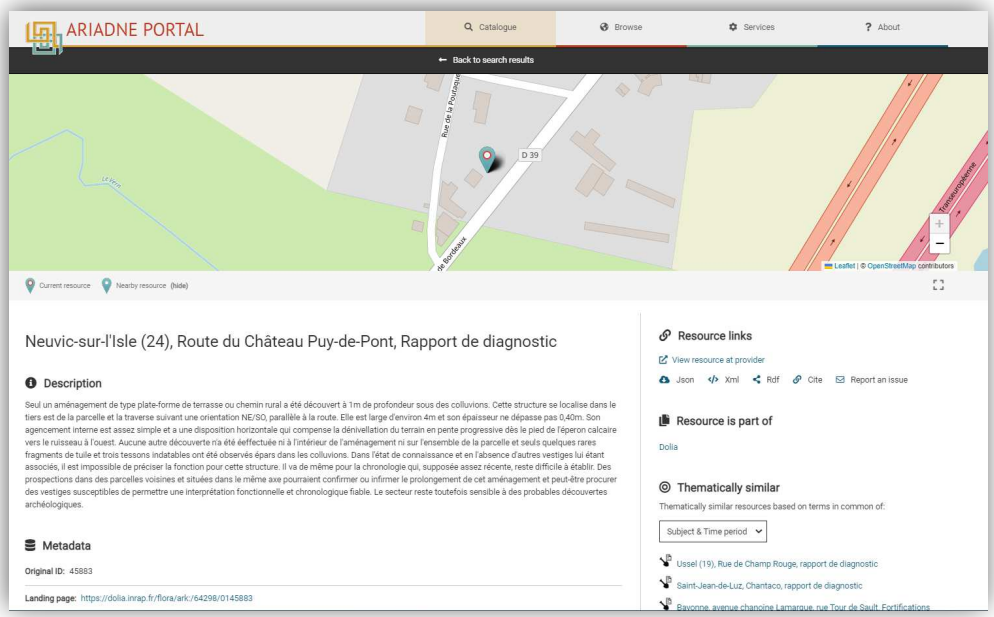


Figure 45 : Exemple de notice signalétique de rapport d'opération de l'Inrap (source : site Ariadne)

La possibilité de pouvoir effectuer dans *Ariadne* des recherches par la géographie des ressources documentaires ou des jeux de données archéologiques sur des sites archéologiques ou des opérations archéologiques, permet de souligner l'importance de la connaissance de l'emplacement précis des savoirs archéologiques dans le Web des données. Encore faut-il que les archéologues connaissent l'existence de la plateforme Ariadne et soient aidés dans l'utilisation de ses ressources et services.

Les besoins d'interopérabilité que nous avons évoqués pour le partage de données et de documentations archéologiques concernent notamment les dispositifs d'acquisition de données sur le terrain. Dans ce domaine, c'est l'hétérogénéité qui a prévalu pendant des décennies. Cela semble être encore le cas.

C. Les équipements d'enregistrement nativement numérique de données archéologiques sur le terrain

En matière d'enregistrement nativement numérique sur le terrain, un grand nombre d'applications ont été développées à partir de la seconde moitié des années 1980. Nous proposons de retracer quelques jalons de l'histoire de ces dispositifs.

C.1. Des dispositifs et des usages relativement isolés entre les années 1980 et 2010

Si, comme nous l'avons déjà évoqué, les premiers usages de dispositifs numériques en archéologie pour l'enregistrement de terrain datent de la seconde moitié des années 1980, avec l'apparition de la micro-informatique, ils n'ont cessé de se développer depuis. Ils se sont étendus à de plus en plus

[324] https://dolia.inrap.fr/

d'activités sur le terrain et en dehors de celui-ci, et ont progressivement concerné tous les métiers de l'archéologie.

En quelques lignes très synthétiques, les auteurs du *Guide des méthodes de l'archéologie* indiquent les principales caractéristiques des dispositifs d'enregistrement de données archéologiques :

« *L'enregistrement des données est une des étapes les plus importantes de l'analyse d'un mobilier car elle va conditionner l'exploitation et donc le résultat. Cet enregistrement doit être bien structuré et hiérarchiser les informations en séparant le contexte et les domaines de variation. La réalisation d'une grille ou d'une typologie est préalable et va permettre d'homogénéiser les données. La création de codes ou de mots-clefs accroît l'efficacité du traitement, contrairement à la description en texte libre qui est difficile à traiter (…) L'enregistrement peut être réalisé par l'intermédiaire d'une fiche papier, ou directement sur machine (…). Une fois la description achevée, il est souvent nécessaire d'effectuer un retour aux données, ou feedback, afin d'homogénéiser la description et de tenir compte des acquis de l'apprentissage du mobilier. Quel que soit le support, les données doivent ensuite être réunies et gérées. Les gestionnaires de fichiers informatiques offrent désormais des possibilités de gestion et de traitement très performantes. Une première manipulation des données est nécessaire, afin de contrôler la validité de l'enregistrement et d'évaluer la qualité des informations, notamment en évaluant le nombre d'informations manquantes* »[325].

Des exemples existent de l'usage de micro-ordinateurs sur le terrain dès les années 1990 comme par exemple avec les applications *SysLAT* et *Arkeoplan*, déjà mentionnés, et plusieurs autres plus récents (cf. *infra*).

Mais pendant longtemps, ces usages sont restés isolés, limités à quelques chercheurs, regroupés par courants de pensée ou disposant de moyens financiers un peu conséquents ou de compétences de développements, que peu d'archéologues ont su ou pu acquérir.

Beaucoup de ces applications ont été le fruit d'initiatives solitaires qui n'ont pas réussi à s'imposer à toute la discipline ni à tout un pays. Au mieux, les chantiers d'une région se sont essayés à l'usage d'une même application. Ce fut le cas de *SysLAT* en région méditerranéenne, mais surtout dans l'ex-région Languedoc-Roussillon, à partir du chantier-école de Lattes à côté de Montpellier et du laboratoire du CNRS où travaillait le développeur de *SysLAT*, Michel Py.

Les utilisations des applications ont donné lieu à des publications, des présentations dans des colloques scientifiques, mais sans jamais s'imposer à toute la discipline archéologique. La diffusion fut donc relativement limitée, par imitation, par proximité entre chercheurs. A l'exception de *SysLAT*, aucune des applications n'a pu atteindre une masse critique qui aurait permis de donner une notoriété nationale voire internationale à ces dispositifs numériques et de les voir plus largement utilisés.

C'est surtout à partir des années 2010 que les tablettes ont commencé à faire leur apparition sur les chantiers de fouilles. Ce nouveau contexte a facilité l'usage sur le terrain d'applications dédiées à l'enregistrement de données descriptives, souvent adaptées aux tablettes et aux conditions d'utilisation.

C.2. Une multiplication des dispositifs depuis les années 2010 en lien avec le déploiement de tablettes et de smartphones

Au cours des années 2010, des dispositifs numériques d'enregistrement nativement numérique sur le terrain se sont multipliés avec le déploiement des équipements de topographie (tachéomètres manuels puis robotisés) et de géophysique.

[325] Jean-Paul Demoule, François Giligny, Anne Lehoerff, Alain Schnapp, *op. cit.*, p. 150

Mais c'est surtout avec l'arrivée de tablettes et de smartphones que de plus en plus de professionnels de l'archéologie ont commencé à utiliser ces types d'équipements pour l'enregistrement de données de terrain. La miniaturisation de ces matériels, la disponibilité de tablettes durcies ou semi-durcies, venant du domaine militaire, une baisse régulière et rapide des prix, une très forte évolution technologique sont quelques-uns des facteurs explicatifs de l'accélération de la transformation des pratiques de l'enregistrement de terrain. Mais il faut souligner en même temps que l'enregistrement nativement numérique sur le terrain sur des tablettes ou des smartphones, est très loin d'être devenue une règle générale aujourd'hui. Nombreux sont encore les archéologues qui ne souhaitent pas adopter ce type de dispositifs, notamment parce que leurs premières expériences ont été malheureuses (*cf. infra*).

Cette transformation permise par l'arrivée de tablettes et de smartphones sur le terrain depuis le début des années 2010 n'a pas seulement consisté en un changement des supports de l'enregistrement des informations, mais aussi de leurs contenus. Les deux types de supports, analogiques comme les carnets de terrain et les classeurs d'enregistrement, et numériques comme *SysLAT,* ont commencé à coexister. Une répartition des informations enregistrées sur chacun des deux supports s'est faite. Les informations systématiques d'inventaire (de points topographiques, de faits archéologues, etc.) ont été saisies plutôt dans les dispositifs numériques. Les informations plus descriptives, mélangeant des observations scientifiques, des tâches à réaliser, des noms de personnes, des commentaires divers ont été réservées aux carnets personnels de terrain de l'archéologue. Cette combinaison de l'usage des deux types de supports peut être observée de plus en plus fréquemment depuis une dizaine d'années. Dans certains cas, nous avons pu noter une disparition de l'usage du carnet personnel de terrain au profit d'un usage exclusif du smartphone ou de la tablette. Cette évolution est globalement le fait des plus jeunes archéologues.

A l'Inrap, un premier achat par la Direction Scientifique et Technique de quelques exemplaires de tablettes eut lieu en 2009 au titre d'une première expérimentation[326]. Plusieurs modèles furent acquis et déployés sur les opérations de l'Inrap lors d'une phase de test qui a duré entre 2009 et 2011.

Dans un premier temps, ces tablettes furent mises à disposition des Responsables d'Opérations (RO) sur la base du volontariat et avec l'accord de leurs Assistants Scientifiques et Techniques (AST) en leur en leur laissant une totalité liberté dans leur utilisation. L'année suivante, il fut décidé de prolonger la première phase de tests par une autre de 2011 à 2013 mais sur la base d'un protocole d'expérimentation rigoureux. Celui-ci consista à disposer de retours d'expériences recueillis auprès des utilisateurs. Ces éléments ont permis d'avoir une idée très précise, chiffrée et argumentée des usages, des bénéfices obtenus et des contraintes rencontrées avec ces équipements.

Les utilisateurs furent invités à continuer à faire part de leurs retours, afin de pouvoir suivre les usages, prendre en compte les problèmes rencontrés, les besoins de changements de modèles, etc. Ce travail préalable d'expérimentation fut considérable. Il donna lieu à de nombreuses visites sur des opérations de l'Inrap et à de nombreux échanges et réunions de travail.

En 2014, un rapport interne sur cette expérimentation permit à la Direction de l'Inrap de décider du déploiement de ces dispositifs. Mais il fallut présenter le projet devant le Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail (CHSCT) central de l'institut. En effet, l'usage de tablettes pesant entre 1,5 et 2kgs nécessitait que soit présenté ce projet devant cette instance car il pouvait avoir des impacts sur la santé des agents sur les opérations, notamment par l'apparition de troubles musculo-squelettiques (TMS) dus au port de charges lourdes sur les épaules et autour du cou.

Toujours en 2014, une soixantaine d'exemplaires d'un modèle de tablettes plus performant que le modèle précédent, furent acquis. Début 2015, l'établissement disposait en tout d'une centaine de tablettes, de plusieurs modèles différents, dont la gestion fut transférée dans les centres archéologiques,

[326] Travaux conduits par Pablo Ciezar lorsqu'il était en poste à la DST de l'Inrap.

au plus près des opérations archéologiques. Depuis, l'Inrap a continué à investir dans l'achat de nouvelles tablettes, de différentes tailles (12, 10, 8, 7 pouces) et sous différents systèmes d'exploitation (Windows XP, 7, 10 et Android). Tous les modèles ont été choisis d'abord pour leurs capacités à résister aux conditions extérieures habituelles sur les opérations archéologiques (résistance à l'humidité, à la poussière, aux chocs, aux températures extrêmes, etc.). Initialement conçu pour un usage militaire, ce type de matériel est très robuste, mais il présente l'inconvénient d'être plus lourd et plus cher que les matériels grand public à bas coût et légers (fig. 46).

Figure 46 : Les principaux modèles de tablettes utilisés à l'Inrap entre 2009 et 2022

Lors de la phase d'expérimentation et dans les choix lors de la rédaction des cahiers des charges, il a fallu prêter une attention particulière au poids des équipements et de leurs accessoires pour celui-ci ne soit pas excessif. Parmi les critères de sélection des tablettes lors des achats, il fallait que leur poids n'excède pas 2 kg pour les premiers modèles, avant l'apparition de modèles plus légers et résistants depuis quelques années. En raison du port de ces équipements sur le terrain, pendant plusieurs heures autour du cou ou sur l'épaule surtout en diagnostic, il a fallu acquérir des dispositifs supplémentaires afin de prévenir l'apparition de troubles musculo-squelettiques (harnais soulageant l'utilisateur du poids de ce type d'équipement).

Aujourd'hui, l'Inrap dispose de près de 200 tablettes. Le problème de ce type d'équipement est leur très forte obsolescence. Sur le parc acquis sur une dizaine d'années, plus de la moitié n'est plus en état de fonctionner. La durée de vie de ces équipements est habituellement comprise autour de 3 à 4 ans. Elle dépasse exceptionnellement cette durée, ne serait-ce que parce que les systèmes d'exploitation ne peuvent plus être mis à jour dès que les tablettes se connectent à l'internet. Cela donne une idée du taux et de la fréquence de renouvellement de ce type de matériels, considéré comme des consommables informatiques.

A l'Inrap toujours, l'utilisation des tablettes est loin d'être généralisée. Le taux d'utilisation est très hétérogène selon les territoires, les types d'opérations, les périodes chronologiques, les méthodes d'enregistrement, la formation des utilisateurs et leur appétence pour les dispositifs numériques.

Dans tous les cas, leur usage n'est jamais imposé, ce qui est un point de vigilance à conserver. Des témoignages recueillis sur le terrain ont souvent souligné que ce type de dispositif doit être proposé mais sans jamais être imposé au risque de voir les utilisateurs perturbés dans leurs apprentissages et leurs pratiques d'enregistrement de terrain.

C’est ce qui ressort notamment de plusieurs retours d’expériences dont celui de l’utilisation de quatre tablettes sur l’opération de fouille du site de *La Mare aux Canards* en 2012, sous la responsabilité de Marjolaine de Muylder, dans le cadre des opérations de fouille du projet de Canal Seine Nord Europe (fig. 47)[327].

Figure 47 : Enregistrement sur tablette PC durcie. Opération de Noyon (Canal Seine Nord Europe) (source : M. de Muylder, Inrap)

Un autre exemple de retour d’expériences de l’utilisation de tablettes sur une opération de fouille préventive, plus conséquent que celui de la fouille de la Mare aux Canards, concerne l’opération de la nécropole antique des berges du canal de la Robine à Narbonne, qui mérite une présentation détaillée (cf. *infra*).

C.3. Les applications développées et utilisées à l’Afan et à l’Inrap : une grande diversité mais des réutilisations très limitées

La présentation proposée ici s’appuie sur mon travail à la DST de l’Inrap entre 2020 et 2022 comme chargé de mission sur les méthodes et les outils de l’acquisition des données de terrain. Les connaissances accumulées, les observations réalisées, les études de nombreux logiciels et applications constituent une source privilégiée de constats et de mises en perspective. Il pourra m’être fait la remarque que les éléments présentés ci-dessous sont largement marqués par le contexte de l’archéologie préventive et en particulier celui de l’Inrap. Sans rejeter totalement cette critique, j’ai néanmoins cherché à compenser cette présentation un peu trop « inrapo-centrée » en l’élargissant à d’autres acteurs et d’autres contextes d’utilisation de ces dispositifs.

Dans le cadre de mon activité à l’Inrap, j’ai eu l’occasion d’explorer environ 70 programmes et applications structurées de données d’enregistrement de terrain, parfois complétées par des données de

[327] Caroline Font, Aurélien Bolo, Marjolaine de Muylder, Thomas Guillemard. « De la Tablette PC à la cartographie de terrain: Exemple de méthodologie sur le chantier d’archéologie préventive de Noyon (Oise) ». Actes des JIAP 2012.2013. DOI : https://doi.org/10.13140/2.1.1113.3765. Une présentation du site est disponible ici : https://www.inrap.fr/un-vaste-et-riche-domaine-gallo-romain-noyon-oise-5247#

post-fouille[328]. Parmi ces archives, se trouvent des fichiers et des applications de l'Afan pour les plus anciennes, c'est-à-dire datant de la fin des années 1990.

Je n'ai pas toujours pu ouvrir les fichiers ou retrouver les fichiers exécutables des programmes pour une partie des jeux de données auxquels j'ai pu accéder. Certains étaient protégés par un mot de passe qui m'était inconnu souvent parce que l'auteur ne travaillait plus à l'Inrap. Parfois, je n'ai pas pu utiliser certains fichiers parce qu'ils avaient été produits avec des logiciels ne pouvant plus fonctionner dans l'environnement Windows dont était équipé mon ordinateur.

Pour quelques cas, je n'ai pas pu disposer de licence du logiciel nécessaire comme par exemple *4ème Dimension ou 4D*, progiciel propriétaire, développée à partir de 1985 pour des ordinateurs de la marque *Apple* (modèles *Macintosh*)[329].

Pour une partie des données que je n'ai pas pu relire, certaines s'appuyaient sur le programme *FileMakerPro*™, progiciel propriétaire. Dès les premières années du développement de cet outil, il a été largement utilisé par la communauté archéologique française. Il existe encore à l'Inrap, dans des services archéologiques de collectivités territoriales, des laboratoires de recherche et universitaires, de nombreuses applications s'appuyant sur ce progiciel, que ce soit pour des usages scientifiques ou, parfois, dans d'autres domaines[330].

Pour les programmes et applications dont j'ai pu récupérer les fichiers exécutables et les données, j'ai pu explorer la structure des données lorsque celle-ci était accessible[331]. J'ai ainsi pu identifier les choix des concepteurs de ces dispositifs et les usages qui ont pu en être faits.

Des descriptions et usages que j'ai pu faire des applications utilisées à l'Afan et à l'Inrap, j'ai distingué quatre familles de systèmes :

- **les systèmes génériques et adaptables** pouvant être utilisés sur tout type d'opération (diagnostic ou fouille), sur tout type de contexte archéologique (stratifié dense ou non-stratifié) et toute période chronologique, et qu'on peut retrouver sur diverses opérations avec quelques variantes mineures d'intitulé ou de modalités de saisie,
- **les systèmes génériques mais pas ou faiblement adaptables**, dont l'évolution impliquerait des temps conséquents de développement ou encore qui dépendent d'agents ou d'organisations externes à l'Inrap,
- **les systèmes spécifiques et adaptables**, qu'on peut trouver seulement sur certaines opérations ou contextes archéologiques ou périodes chronologiques, mais dont l'évolution pourrait être faite avec peu d'investissements,
- **les systèmes spécifiques pas ou faiblement adaptables**, qu'on peut trouver seulement sur certains types d'opérations (diagnostics ou fouilles) ou encore qui sont le fait de pratiques locales, souvent elles-mêmes liées à des spécificités de types de contextes archéologiques (stratifié dense, ou non-stratifié) ou de période chronologique.

Cette étude a permis de mettre en évidence que la très grande majorité de ces programmes et applications sont spécifiques et peu ou pas adaptables. Cette limitation les rend peu réutilisables sur

---

[328] L'étude de ces programmes, applications et données a fait l'objet de deux rapports internes à la DST de l'Inrap, l'un de 2012, l'autre de 2014. Ce dernier a été complété par l'étude de quelques dispositifs étrangers de façon à proposer des comparaisons.

[329] Pour en savoir plus sur ce logiciel, voir https://fr.4d.com/

[330] Ainsi, le poids de l'histoire des pratiques numériques des agents de l'Afan se trouve parfaitement illustré dans le maintien de ce logiciel dans les pratiques numériques quotidiennes de nombreux agents de l'Inrap, y compris dans les fonctions support de gestion administrative, financière, de ressources humaines.

[331] Il faut disposer de la version *FileMaker Pro*™ pour accéder à ce qui est présenté comme la structure de la base de données qui est en fait un modèle physique des données.

d'autres chantiers que ceux pour lesquels elles ont été développées. Pour chacune de ces applications peu ou pas génériques, les concepteurs ont probablement considéré que les opérations présentaient des spécificités pour l'enregistrement des informations de terrain, justifiant de ne pas pouvoir réutiliser une solution préexistante. Ce point de vue a été très largement partagé pendant des années, que ce soit en archéologie programmée ou préventive.

L'affirmation par nombre d'archéologues que leur chantier de fouille présente des particularités leur a permis, et leur permet encore, de revendiquer une différence, d'être facilement identifiables. Le chercheur peut être associé à une fouille, à un site comme il peut l'être à une méthode de fouille, à une technique.

La visibilité de l'archéologue auprès de ses confrères s'ancre ainsi sur un processus de notoriété, savamment construit et entretenu pendant des carrières entières, parfois à titre posthume. La fouille de Troie est associée à Henri Schliemann, la fouille de Maiden Castle est associée à Mortimer Wheeler et à sa méthode fouille par carrés de 5m de côté, les fouilles de Pincevent et d'Arcy-sur-Cure sont associées au nom d'André Leroi-Gourhan et à sa méthode de fouille palethnographique. Les exemples sont très nombreux. L'aura des chercheurs se mesure à leur capacité à faire école et à diffuser leur nom, en même temps qu'une technique, une méthode, un dispositif, etc. Elle leur permet aussi d'asseoir une autorité sur des équipes de fouille, d'attirer des chercheurs sur leur chantier, de voir leurs publications souvent citées, d'être sollicitées par des étudiants pour participer à leurs chantiers de fouille, pour encadrer leurs travaux universitaires, etc. Pour reprendre la terminologie bourdieusienne, le capital scientifique se double d'un capital de notoriété et de visibilité que l'internet et les réseaux sociaux ont démultiplié.

Par parallélisme, les applications d'enregistrement de terrain participent de l'identité professionnelle de certains archéologues, qui peuvent être identifié par le nom d'un dispositif numérique utilisé, comme ils peuvent l'être par le nom d'un chantier de fouille qu'ils dirigent ou sur lequel ils interviennent. A titre d'exemple, l'application *SysLAT* est très fortement associée à Michel Py et au site du chantier-école de Lattes.

Pour revenir aux études que j'ai réalisées en 2012, sur les 70 applications que j'ai eu à expertiser, 45 d'entre elles utilisaient le logiciel *FileMakerPro*™. Dix ans plus tard, la proportion d'applications utilisant *FileMakerPro*™ pour l'enregistrement de terrain a fortement diminué. Parmi celles encore utilisées aujourd'hui à l'Inrap, seule une dizaine d'entre elles utilisent encore ce logiciel.

Dans ce panorama hétéroclite, *SysLAT* se démarque. En effet, depuis ses origines en 1986, cette application d'enregistrement de données archéologiques de terrain se présente comme une application utilisable sur tout type de chantier archéologique et pour toute période chronologique. Mais les dictionnaires de données qu'utilise cette application sont encore marqués par la période de l'antiquité et le contexte géographique du sud de la France métropolitaine puisqu'elle a été mise au point prioritairement pour les besoins du site de Lattes, chantier-école pour la période de l'antiquité gallo-romaine.

Parmi les applications d'enregistrement de terrain que j'ai étudiées, une partie d'entre elles ont été développées par des archéologues de l'Inrap. J'ai pu prendre connaissance de façon relativement détaillée de leurs modèles de données, de leurs interfaces de saisie, et j'ai pu consulter certains jeux de données produits avec ces applications. J'ai pu aussi échanger avec leurs concepteurs et certains de leurs utilisateurs. Je ne prétends pas avoir fait le tour de toutes les applications, mais des principales d'entre elles.

Pour certaines, il s'agit de logiciels qui n'ont rien de spécifiques à l'enregistrement de données archéologiques comme des logiciels de saisie de données en série (tableurs), de logiciels de SIG, d'applications génériques disponibles sur les magasins d'application *Play Store* ou *App Store*.

Parmi ces applications développées par des agents de l'Inrap de leur propre initiative se trouvent (dans leur ordre de date de publication) :

- ***CADoc* (Chantier Archéologique et Documentation)** est une application conçue et développée par Thomas Guillemard, archéologue au centre de recherches archéologiques de l'Inrap à Saint-Cyr-en-Val [332]. Le développement de *CADoc* a commencé lors de la fouille préventive de Chilleursaux-Bois, dans le Loiret en 2010. Conçue sur le logiciel *FileMakerPro*™ 9 Advanced, *CADoc* fonctionne également sur les versions antérieures (v8 et v8.5) et ultérieures (v10 et v11). A l'origine, l'application concernait des sites ruraux avec une stratigraphie simple et peu dense. L'objectif initial était de stocker l'ensemble des données de terrain dans un seul et même fichier et d'en permettre rapidement la consultation. La multiplication des chantiers sur lesquels l'application a été utilisée a conduit à la faire évoluer, dans sa structure, son interface, ses objectifs et le type de site sur lequel elle pouvait être mise en œuvre[333]. *CADoc* permet de gérer des données de mobilier (y compris des prélèvements) et de documentation (photographies, etc.) et de produire les inventaires nécessaires à la section 3 des rapports d'opérations d'archéologie, tels que définis dans l'arrêté du 27 septembre 2004[334]. *CADoc* permet aussi d'exporter les données de stratigraphie pour les exploiter avec l'application *Le Stratifiant* de Bruno Desachy (cf. *infra*). Une version limitée à la saisie des données de terrain et adaptée pour tablettes 10 pouces a été réalisée par son concepteur. *CADoc* a été publiée par son auteur sous licence CeCILL-B [335] et est disponible en téléchargement gratuit [336].

- ***ArcheoDB*** est une application conçue et développée par Nicolas Holzem, archéologue au centre de recherches archéologiques de l'Inrap à Tours. Cette application nécessite le progiciel *MsAccess* et fonctionne jusqu'à la version 2016. *ArcheoDB* permet de saisir les données de terrain et une partie de celles de post-fouille. Elle ne permet pas de produire les inventaires nécessaires à la section 3 des rapports d'opérations d'archéologie ni d'exporter les données de chronologie relative pour *Le Stratifiant*. Une version limitée adaptée pour tablettes 10 pouces pour la saisie des données sur le terrain a été réalisée par son concepteur. *ArcheoDB* a eu une diffusion très confidentielle mais elle a fait néanmoins l'objet d'une présentation dans le cadre des travaux de l'Inrap pour le projet *ACE (Databases and Spreadsheets: A Guide to Good Practice)* [337]. Elle n'est pas disponible au téléchargement sur le Web.

- ***BDA*** (pour base de données archéologiques) est une application conçue et développée par Stéphane Alix, archéologue au centre de recherches archéologiques de l'Inrap à Besançon. Cette application nécessite le progiciel *Ms Access* et fonctionne jusqu'à la version 2016. *BDA* permet de saisir les données de terrain et une partie de celles de post-fouille. Elle ne permet pas de produire une partie des inventaires nécessaires à la section 3 des rapports d'opérations d'archéologie. Cette application permet d'exporter les données de stratigraphique pour *Le Stratifiant*. A notre connaissance, *BDA* a eu une diffusion très confidentielle et n'a pas fait l'objet,

---

[332] https://sites.google.com/site/bdcadoc/

[333] *CADoc* a été utilisée, entre autres, en 2012 sur l'opération de *La Mare aux Canards*, dans le cadre des opérations d'archéologie préventive sur le projet de Canal Seine-Nord Europe. Un retour d'expérience a été présentée lors des 3èmes Journées d'Informatique et Archéologie de Paris (JIAP 2012) : Marjolaine De Muyder, Caroline Font Aurélien Bolo, Thomas Guillemard. « De la tablette PC à la cartographie de terrain. Exemple de méthodologie sur le chantier d'archéologie préventive de Noyon (Oise) ». In Archeologia e Calcolatori, Supplemento 5, 2014, pp. 247-256 (http://www.archcalc.cnr.it/indice/Suppl_5/20_Bolo_et_al.pdf)

[334] Arrêté du 27 septembre 2004 « *portant définition des normes de contenu et de présentation des rapports d'opérations archéologiques* » (https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000628726) (*cf. infra*)

[335] https://cecill.info/licences/Licence_CeCILL-B_V1-fr.html

[336] https://sites.google.com/site/bdcadoc/telechargements-1

[337] https://guides.archaeologydataservice.ac.uk/g2gp/DbSht_ACECS3-Inrap

de la part de son auteur, de publications ou de présentations publiques, ni d'une publication ou mise à disposition sur le Web.

EDArc (pour Enregistrement de Données Archéologiques) résulte d'un projet engagé par la Direction Scientifique et Technique (DST) et la Direction des Systèmes d'Information (DSI) de l'Inrap depuis 2014. Initialement, ce projet visait à répondre aux besoins d'harmonisation et d'interopérabilité des données archéologiques d'enregistrement de terrain dans la cadre des opérations réalisées par l'institut (diagnostics et fouilles)[338].

EDArc a été conçue comme une application générique dédiée à l'enregistrement de données de terrain même si elle peut être utilisée en partie en post-fouille[339].

L'application consiste en une série de formulaires de saisie et de consultation des données de terrain au format HTML5, qui peuvent être affichés dans un navigateur internet. Si l'architecture semble être de type client-serveur[340], le client (le navigateur internet) et le serveur sont tous les deux sur le poste de l'utilisateur, que ce soit sur un ordinateur, sur un smartphone ou sur une tablette. Le stockage des données est effectué dans une base de données *SQLite* installée sur le poste de l'utilisateur.

SQLite est un Système de Gestion de Base de Données *open source*, installé par défaut avec les navigateurs *Chrome*, *Chromium*, *Safari* et *Opera*[341], que ce soit dans les environnements *Windows*, *MacOs*, *Android* et *iOs*. Cette solution peut donc fonctionner sur ordinateurs, tablettes et smartphones.

La connexion avec internet n'est nécessaire que pour accéder qu'à quelques ressources complémentaires de celles disponibles dans l'application elle-même, mais la connexion n'est pas indispensable pour la saisie des données sur le terrain (fig. 48)[342].

Une fois les données enregistrées dans la base de données *SQLite*, l'application *EDArc* permet d'exporter les données au format .XML. Elle permet aussi l'exportation en trois fichiers au format .XLS qui peuvent être importés dans l'application *Le Stratifiant*, pour procéder au contrôle de cohérence des données saisies avec *EDArc* et servir à la construction d'un diagramme de Harris.

---

[338] Je tiens à souligner la place importante que j'ai tenue dans la conception, le développement et le déploiement de cette application auprès des équipes opérationnelles de l'institut, sans pour autant m'enorgueillir des résultats de l'adoption de cette application, qui fut relativement mitigée. Celle-ci, initialement développée sous la forme d'un prototype en 2015, a bénéficié de moyens en développement limités, de l'ordre de 20 jours/homme d'un informaticien de la DSI de l'Inrap. Depuis 2015, j'ai assuré seul les évolutions de l'application. Pour cela, j'ai dû apprendre par moi-même la programmation avec les langages HTML5, javascript et les feuilles de style css.

[339] Une présentation succincte et illustrée d'*EDArc* est disponible ici : https://docplayer.fr/154484305-Edarc-une-nouvelle-application-pour-enregistrer-les-donnees-archeologiques-de-terrain.html

[340] Une architecture « client-serveur » distingue d'un côté un serveur de base de données auquel les utilisateurs peuvent accéder à travers un « logiciel client » qui peut être constitué par des interfaces de saisie et de consultation dans un navigateur Web (« client léger ») ou par un logiciel capable de se connecter au serveur de base de données (« client lourd »). Le logiciel client et le logiciel de serveur de base de données, peuvent être installés sur deux machines différents et connectés ou bien installés tous les deux sur la même machine.

[341] *EDArc* ne peut pas fonctionner avec le navigateur internet Explorer ni Mozilla Firefox

[342] En 2015, lors de la conception de l'application, la connexion à l'internet mobile sur les opérations archéologiques était quasiment inenvisageable. Il fallait donc que la solution n'aie pas besoin d'une telle connexion.

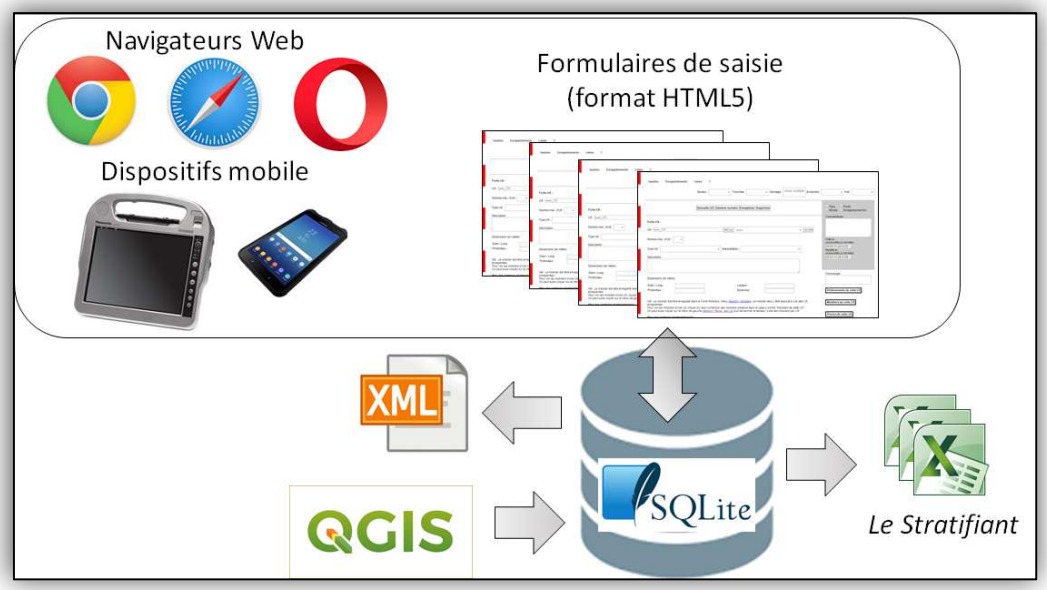


Figure 48 : Architecture générale de l'application EDArc

L'intérêt d'utiliser la base de données *SQLite* réside dans le fait que les données enregistrées par *EDArc* peuvent être affichées, traitées et même modifiées directement dans des logiciels de SIG comme *QGis*[343], sans aucune exportation ni importation des données. Dans les logiciels de SIG, il est également possible de joindre les tables des données d'*EDArc* avec les données géoréférencées des opérations, des observations, des structures, des mobiliers et des documentations archéologiques.

EDArc n'impose aucun ordre dans la saisie des données de terrain, ce qui lui donne une certaine souplesse. Si besoin, les intitulés de certains termes de l'enregistrement archéologique, qui ne sont pas toujours utilisés avec la même acception, peuvent être aisément modifiés dans l'application sans la remettre en cause, afin de mieux correspondre aux pratiques des utilisateurs. De même, les listes de valeurs de certaines rubriques peuvent être modifiées par les utilisateurs eux-mêmes.

EDArc utilise le thesaurus Sujets parmi les six thesaurus *Pactols*. Ce thesaurus est désormais accessible dans l'application dès lors que le poste utilisateur est connecté à l'internet[344]. Elle reste accessible en mode déconnecté sous la forme d'un fichier à plat sous forme de liste non-hiérarchique des termes/concepts du thesaurus Sujets. Il en est de même avec la liste des termes des périodes chronologiques utilisés par l'application Patriarche du Ministère de la Culture. Mais cette liste n'est pas un thesaurus puisqu'il ne présente pas de hiérarchie entre termes/concepts.

EDArc utilise le format .XML[345] pour l'exportation des données saisies avec l'application. XML fait partie des formats ouverts, normés, documentés, qui permettent une interopérabilité technique avec toutes les applications qui adoptent ce même format.

---

[343] *QGIS* est le logiciel de SIG choisi par l'Inrap pour son utilisation à l'échelle des opérations archéologiques. En une dizaine d'années, presque la totalité des archéologues de l'Inrap ont suivi au moins une des formations à *QGis*.

[344] Cette possibilité a bénéficié de l'usage d'un widget, développé par Miled Rousset, développeur du logiciel *Opentheso* utilisé pour les thesaurus *Pactols*. Nous tenons à le remercier pour l'implémentation de cet outil.

[345] *eXtended Markup Language*

Le code source[346] d'*EDArc* n'est pas compilé, il peut donc être édité, modifié, etc. par toute personne disposant des compétences. Mais, à ce jour, il n'est pas encore publié en *open source*. Nous espérons qu'il le sera prochainement, permettant ainsi à l'application *EDArc* d'être diffusée et d'évoluer en fonction des retours et des besoins des utilisateurs. Les utilisateurs disposant des compétences en développement informatique, pourront à leur tour, partager le code modifié, et contribuer ainsi à faire émerger, peut-être, une communauté d'utilisateurs de l'application[347].

Il faut noter que, initialement, l'application *EDArc* avait comme ambition de servir d'application pivot entre deux des applications développées à l'Inrap, *CADOC* et *ArcheoDB*, qui ont servi à la réflexion pour la conception d'*EDArc*. Sur ce point, le projet n'a clairement pas abouti[348].

Enfin, *EDArc* a fait l'objet d'une adaptation pour répondre aux besoins de saisie de données de terrain sur le chantier-école de Bibracte. Cette solution a été utilisée à l'été 2021 et 2022 et a permis la saisie des données par les équipes de fouilleurs pendant plusieurs semaines. Les données devraient être prochainement versées dans la base de données centrale *bdB*, qui utilise actuellement le logiciel *FileMaker*™ dans sa version server.

C.4. Quelques applications développées en dehors de l'Inrap

Parmi les dispositifs numériques d'enregistrement de terrain extérieurs à l'Inrap nous avons pu en étudier une dizaine d'entre eux[349]. Cette liste n'a pas la prétention de constituer l'inventaire exhaustif de tous les dispositifs existant, ceux présentés ici étant parmi les plus utilisés :

- ***ArchéoDATA*** fut développée à partir de 1985 par Daniel Arroyo Bishop dans le cadre de l'ATP mentionnée par Anne Chaillou dans sa thèse en 2003[350]. Son auteur en a fait l'objet de sa thèse soutenue en 1990[351]. Cette application s'est appuyée sur le logiciel *FileMaker Pro*™. Elle fut utilisée notamment sur le chantier de fouilles du Louvre et en Espagne[352]. Plusieurs versions ont été développées en tenant compte des nouvelles versions du progiciel *FileMaker Pro*™ (jusqu'à la version 7 sortie en 2004) avec l'aide du laboratoire de recherche UTAH (Unité Toulousaine d'Archéologie et d'Histoire). Devenu obsolète, ce programme ne semble plus utilisé à ce jour[353].

- ***SysLAT*** : cette application a été conçue et développée par plusieurs chercheurs du chantier-école de Lattes à côté de Montpellier depuis 1986, sous l'impulsion de Michel Py directeur de

[346] Le code source est « *l'ensemble des instructions composant un programme informatique dans un langage de programmation. Le code source se matérialise généralement sous la forme d'un ensemble de fichiers texte lisibles par un utilisateur et exécutables par une machine. Le code source est la représentation d'un logiciel pour qu'un utilisateur puisse y apporter des modifications* » (source : lexique du Deuxième plan national pour la science ouverte : https://www.ouvrirlascience.fr/deuxieme-plan-national-pour-la-science-ouverte)

[347] L'ouverture des codes logiciels du domaine de la recherche archéologique

[348] Les auteurs des deux applications ayant inspiré *EDArc* n'ont pas souhaité poursuivre leur collaboration sur les échanges possibles entre *EDArc* et ont poursuivi les développements de leurs applications respectives

[349] La thèse d'Anne Chaillou présente en détails plusieurs des applications évoquées ici.

[350] Anne Chaillou, *Nature, statut et traitements informatisés des données en archéologie : les enjeux des systèmes d'informations archéologiques*. Thèse (déjà citée) 2003.

[351] Daniel Arroyo-Bishop. Système ArchéoDATA : enregistrement, analyse et conservation du document archéologique européen. Thèse de doctorat en Archéologie sous la direction de Yvette Taborin. Soutenue en 1990 à Paris 1.

[352] Daniel Arroyo-Bishop. "The ArchéoDATA Project". In : S. Rahtz, J. Richards (eds), CAA1989, Oxford, BAR International Series, 548, p. 69-86

[353] https://ppi.hypotheses.org/86

recherche au CNRS, aujourd'hui en retraite354. *SysLAT* est probablement l'application de saisie de données de fouilles la plus connue et la plus utilisée, à ce jour, en France. Initialement développée pour ordinateurs *Apple* en s'appuyant sur *Hypercard*[355], cette application a beaucoup évolué[356]. Aujourd'hui, le logiciel *SysLAT-Terminal 5* est la dernière version disponible en téléchargement gratuit sur le site Web. Cette version est complétée par *iSysLATPro*, une application pour dispositifs mobiles, ainsi que par *Web-SysLAT*, une application web pour la consultation, et par *iSyslight*, un outil multiplateforme pour faciliter la saisie des données sur le terrain. Les outils de *SysLAT* permettent de gérer des bases de données *SQL*[357] hébergées sur tout type de serveur (sur internet, sur intranet, en local). Enfin, *SysLAT Pro* permet aussi un hébergement sur les serveurs d'Huma-Num. Le développement de *SysLAT* est actuellement assuré par le laboratoire ASM[358] avec le soutien du LabEx ARCHIMEDE[359]. Les développements en cours visent à « *poursuivre les efforts de normalisation et de création de référentiels liés aux différents dictionnaires et bibliothèques attenants au système* ». A l'Inrap, des sessions de formation à cette application sont organisées depuis plusieurs années.

- ***SysDA*** est une application développée par Dominique Joly pour les besoins du service archéologique de la ville de Chartres, devenu Chartres Métropole. Développé sur *FileMalerPro*™, cette application a été régulièrement adaptée aux nouvelles version de ce progiciel (actuellement elle fonctionne sur la version 14 sortie en 2015)[360]. Depuis plusieurs années, *SysDA* fait l'objet d'une réflexion pour envisager son possible redéveloppement dans une autre architecture logicielle[361].

- ***Arkeoplan*** est un dispositif matériel et logiciel, conçu et mis au point par Olivier Buchsenschutz et Katherine Gruel du laboratoire AOROC (CNRS-ENS)[362]. Cet ensemble d'équipements comprenait une caméra numérique installée au bout d'un bras télescopique reliée par câble à un ordinateur fonctionnant sur le chantier et auquel était aussi connectée une imprimante, le tout rangé dans une installation devant faciliter son utilisation par deux opérateurs, l'un s'occupant du mât télescopique, l'autre observant sur un écran le retour de l'image. Ce second opérateur procédait aussi à la saisie numérique des contours des structures archéologiques par lecture des photographies à l'écran, à l'aide d'un logiciel et d'une application spécifique. Ce dispositif fut utilisé notamment sur le chantier de fouille du Mont-Beuvray à Bibracte.

---

354 cf. *supra* la restitution de notre entretien avec Michel Py. Sa principale publication sur *SysLAT* est Michel Py. *SysLAT 3.1. Système d'Information Archéologique. Manuel de Référence*, Lattara, 10, 1997, 384 pages

355 La première publication concernant *SyLAT* est : Michel Bats, Jean-Claude Bessac, Lucie Chabal, Claire-Anne De Chazelles, Jean-Luc Fiches, Pierre Poupet, Michel Py. *Enregistrer la fouille archéologique. Le système élaboré pour le site de Lattes (Hérault), Lattes*, Éditions de l'Association pour la Recherche Archéologique en Languedoc Oriental, Série Lattes, 1986, 56 pages. Cette publication est disponible ici : https://www.academia.edu/33686940/Enregistrer_la_fouille_arch%C3%A9ologique_le_système_élaboré_pour_le_site_de_Lattes

356 Pour un historique complet de *SysLAT*, voir https://syslat.hypotheses.org/historique-du-projet-syslat

357 https://syslat.hypotheses.org/

358 Le projet est sous la responsabilité de Réjane Roure, maître de conférences en archéologie à l'Université Paul Valéry de Montpellier et responsable du programme technologique depuis 2016

359 Financé dans le cadre du programme PIA-ANR-11-LABX-0032-01

360 https://archeologie.chartres.fr/qui-sommes-nous/historique-de-la-recherche

361 Communication d'Anaïs Pinhède au 18/06/2022 à l'atelier Sitrada https://sitrada.hypotheses.org/files/2022/08/PPTSitrada20220618_ReconfigurationSysDA.pdf

362 Les principales publications concernant *Arkeoplan* ont été indiquées dans la première partie.

- ***ArSOL*** (ARchives du SOL) est une application d'enregistrement de données de fouilles, conçue par Henri Galinié au début des années 1980[363] et mise en œuvre au sein du Laboratoire Archéologie et Territoires (L.A.T.) de l'UMR CITERES à Tours. Développé autour du progiciel 4D, *ArSOL* permet l'enregistrement, le traitement et la restitution des données des fouilles et de la documentation associée. Les données peuvent aussi être exportées et réutilisées dans d'autres logiciels, notamment de SIG, du fait de la référence spatiale des données. Les données concernant la céramique peuvent s'appuyer sur une base de données spécifique (*BaDoC*) et permettent de produire des datations des sites. La saisie de données anthropologiques est aussi possible pour des analyses des lieux funéraires et d'étude biologique des populations grâce à une base de données spécifique à ce type de données (*BaDoA*)[364]. Les données de plusieurs sites majeurs saisies dans *ArSOL* ont été appariées avec le *CIDOC CRM* au format XML/RDF à l'aide de l'application *Ontop*[365] et ont été publiées sur la plateforme *OpenArchaeo* (cf. infra)

- ***bdB***, pour Base de données de Bibracte, est l'application développée depuis 1997 par le Centre Archéologique Européen de Bibracte-Mont-Beuvray. Elle s'appuie sur FileMakerPro™ en version client-serveur366. *bdB* est propre au chantier d'archéologie programmée du Mont-Beuvray et n'a fait l'objet d'aucune diffusion sur d'autres chantiers archéologiques. *bdB* est utilisée pour stocker toutes les données de fouille de toutes les équipes françaises et étrangères qui interviennent sur le chantier de Bibracte.

- ***Stratibase*** : cette application a été développée par Bruno Desachy avec *FileMakerPro*™. Conçue en 2000 à l'occasion d'une fouille à Mayotte[367], cette application a progressivement évolué pendant les années suivantes, notamment lors du DEA soutenu par Bruno Desachy en 2005 puis de sa thèse soutenue en 2008. Cette application s'appuie sur un modèle conceptuel, logique et physique cohérent distinguant les données de contexte, celles concernant les éléments mobiliers recueillis et celles concernant la documentation. L'application permet d'exporter les données de fouille, saisies sur le terrain ou en post-fouille, dans divers formats dont l'un de ceux que peut importer l'application de traitement de données stratigraphiques *Le Stratifiant*. Elle a été publiée sous licence *CeCILL-B*. Elle a été utilisée à l'Inrap sur plusieurs opérations archéologiques au cours des années 2000 mais ne semble plus l'être depuis une dizaine d'années[368]

---

[363] http://arsol.univ-tours.fr/

[364] Une publication de 2005 regroupant plusieurs textes publiés depuis la fin des années 1970 et ayant conduit à la conception et au développement d'ArSOL est disponible. Henri Galinié, Philippe Husi, Xavier Rodier, Christian Theureau, Elizabeth Zadora-Rio. « ARSOL - la chaine de gestion des données de fouilles du Laboratoire Archéologie et Territoires ». In Les petits cahiers d'Anatole, 17, 2005, 25 pages.

[365] *Ontop* est une application *open source* publiée sous licence CreativeCommons par la *Free University of Bozen Bolzano* en Italie Cette application permet d'interroger des bases de données sous forme de graphes RDF virtuels à l'aide du langage de requête SPARQL (https://ontop-vkg.org). *Ontop* fait partie des outils proposés par la plateforme open source *Protege* de l'Université de Stanford aux États-Unis (https://protege.stanford.edu/)

[366] Anne Chaillou. *Définition, structure et organisation de l'archivage numérique des fouilles du Mont Beuvray*. Mémoire de DEA, Université de Lyon Lumière, 1998 et Vincent Guichard. Bibracte, *Centre archéologique européen, proposition de programme scientifique pour les années 2003-2005. [Rapport de recherche*] 978-2-909668-31-2, Bibracte, Centre archéologique européen. 2003, 38 pages (https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01301819).

Anne Chaillou. Présentation de bdB, base BIBRACTE, centre archéologique européen. Non publié (https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02184661/document)

[367] Le chantier école de Dembéni à Mayotte en 2000 a servi de site d'expérimentation pour un enregistrement informatisé qui a alimenté la conception de *Stratibase*

[368] Longtemps disponible en téléchargement, l'application *Stratibase* semble ne plus l'être

- ***Le Stratifiant*** : cette application a été développée par Bruno Desachy avec Excel. Conçue au cours du DEA puis de la thèse de Bruno Desachy, en complément de *Stratibase*, elle a été publiée sous licence *CeCILL-B* comme *Stratibase*. Elle est disponible en ligne gratuitement[369]. Cette application permet d'importer des données de plusieurs applications d'enregistrement de données de fouille dans divers formats dont *Stratibase*. Cette application permet de faire le contrôle de cohérence des données de fouille. Si une incohérence apparaît dans les relations de chronologie relative entre les données d'unités d'enregistrement (unités stratigraphiques ou faits archéologiques), l'application indique précisément en rouge les incohérences. L'utilisateur est alors invité à les corriger avant de relancer l'application. Lorsque toutes les vérifications sont faites et qu'aucune incohérence n'est détectée par l'application, le diagramme stratigraphique est dessiné, en tenant compte, le cas échéant, des phases indiquées et de l'affichage de la chronologie absolue et relative (dates et TAQ et TPQ[370]) quand il en existe[371].

- le ***Système d'Information Archéologique (SIA*)** du département du Pas-de-Calais fut lancé en 2010 par la collectivité départementale. Cette application s'appuie sur une architecture client-serveur dans laquelle le Système de Gestion de Bases de Données (SGBD) est *PostgreSQL*. Une application web *open source, GeOrchestra* sert d'interface de navigation[372].

- ***ODS*** : cette application a été conçue depuis 2020 par Bertrand Bonaventure, Directeur de projet chez *Archéodunum* (opérateur privé d'archéologie préventive) et chercheur associé au laboratoire d'Archéologie et archéométrie à Lyon[373]. *ODS* est une application de gestion des données de fouille archéologique, développée sous licence *FileMakerPro*™ version 12 et ultérieures. Elle permet d'enregistrer, de consulter, d'analyser et d'exporter les données de terrain que ce soit les unités stratigraphiques, les structures archéologiques, les données de mobilier, de prélèvements, de documentation. *ODS* dispose d'une interface de saisie simple d'usage et ergonomique sur tablette numérique. Le code source de l'application n'appartient pas à *Archeodunum* mais à la société *9heuresprecises*, créée pour accompagner son développement. Il est possible de télécharger sur le site de la société une version d'évaluation[374].

- ***Ishtar*** : cette application *open source* est développée depuis 2005 par Yann Lejeune, ingénieur de recherche au Ministère de la Culture, et la société *Iggdrasil*, une société de services en logiciels libres. *Ishtar* s'appuie sur une architecture client-serveur en version intranet ou internet. L'interface utilisateur consiste dans un navigateur internet qui permet à l'utilisateur de saisir, de consulter et d'interroger les données stockées dans une base de données *PostgreSQL*. *Ishtar* permet de gérer tout type de données archéologiques, y compris la documentation et le mobilier. La première version a été publiée en 2017 sous la licence GPL v.3[375]. L'application est en cours d'utilisation au Service Régional de l'Archéologie de la DRAC Pays-de-la-Loire, au

---

[369] https://abp.hypotheses.org/3965

[370] *Terminus Ante Quem* signifie date au plus tard, et *Terminus Post Quem* signifie date au plus tôt.

[371] Sur les notions de TPQ et TAQ, Bruno Desachy a développé une réflexion concernant le passage d'une chronologie relative stratigraphique à un temps quantifié absolu. Il a développé un outil numérique, *Le Chronophage*, qui implémente le résultat de ses réflexions sur les TPQ et TAQ sous la forme d'une série d'inéquations qui intègrent les relations d'ordre stratigraphique des données de terrain.

« From observed successions to quantified time: formalizing the basic steps of chronological reasoning". ACTA IMEKO, Septembre 2016, Volume 5, Numéro 2, pp. 4-13

[372] https://sia.archeologie.pasdecalais.fr/main/wsgi/projets

[373] Nous remercions Bertrand Bonnaventure d'avoir pu échanger avec lui sur cette application

[374] https://www.9heuresprecises.com/

[375] https://ishtar-archeo.net/

Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines (DRASSM)[376], au Service d'Archéologie Départementale de Charente-Maritime, dans plusieurs Services Régionaux de l'Archéologie, sur des chantiers de fouilles programmées et pour un Programme Collectif de Recherche[377]. Même si cette application peut servir à l'enregistrement de certaines des données de terrain, son usage concerne principalement la gestion des mobiliers et de la documentation des opérations archéologiques.

C.5. Mise en série chronologie des applications d'enregistrement de terrain

Une mise en série chronologique peut être proposée pour ces applications d'enregistrement de terrain (fig. 49). Celle-ci fait ressortir deux principales périodes de développement des applications d'enregistrement de terrain en France :

- entre 1985 et la fin des années 1990
- depuis 2010

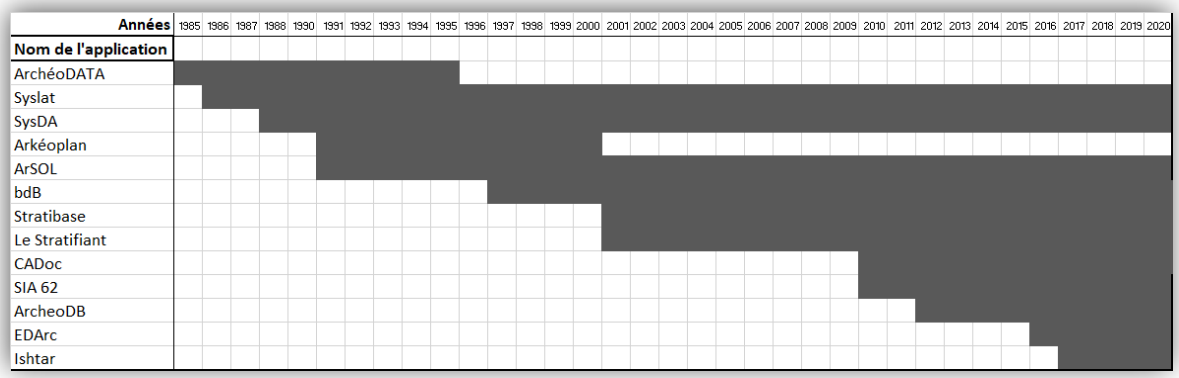


Figure 49 : Chronologie indicative des principales applications d'enregistrement de terrain

Entre ces deux périodes, seules les applications *Stratibase* et *Le Stratifiant*[378] développées par Bruno Desachy dans le cadre de son DEA puis de sa thèse, sont apparues.

Au cours de la période considérée, les technologies utilisées et les modalités de l'utilisation de ces applications ont changé. En dehors de celles ayant disparu au cours des années 1990 comme *ArchéoDATA* et *Arkeoplan*, l'essentiel des applications apparues au cours de la première période ont migré vers une architecture de type client-serveur (*SysLAT*, *ArcSOL*, *bdB*). Une partie des applications les plus récentes ont aussi adopté cette architecture (*SIA 62*, *Ishtar*). Mais d'autres applications, développées depuis une dizaine d'années, ont fait le choix de ne fonctionner que sur le poste de l'utilisateur (*CADoc*, *ArcheoDB*, *ODS*). *EDArc* se situe entre ces deux catégories. Si elle enregistre les données dans une base de données *SQLite* cette application ne permet pas d'enregistrer les données dans une base de données distante, qui pourrait autoriser un accès simultané à plusieurs utilisateurs, en écriture et/ou lecture.

[376] Le DRASMM est un service à compétence nationale du Ministère de la Culture établi à Marseille

[377] Des tests de l'application Ishtar ont été réalisés en 2016 par des gestionnaires de collections de l'Inrap, mais celle-ci n'a pas été retenue pour sa mise en œuvre à l'institut qui a préféré faire développer sa propre application de gestion des données sur les collections de mobiliers archéologiques et de la documentation associée, baptisée COMODO.

[378] Le Stratifiant est pris en compte dans cet inventaire parce qu'il est parfois utilisé de façon combiné avec des applications d'enregistrement de terrain que ce soit *Stratibase* ou d'autres.

Comme cela a été indiqué, la très grande majorité des applications mentionnées ont été développées par des archéologues. Dans de rares cas, ils ont fait appel à des informaticiens professionnels. Cette pratique du développement autonome par les archéologues de leurs propres applications relève d'une « tradition », qui s'est construite sur l'obligation qu'ont eu les archéologues pendant des décennies d'être polyvalents, de devoir se débrouiller seuls dans beaucoup de tâches et d'activités qu'impliquait la conduite des chantiers de fouilles avant que la professionnalisation des années 1990 se traduise par une diversité de métiers et une spécialisation des tâches.

Cette « tradition » du développement autonome, souvent solitaire, de ces applications d'enregistrement de terrain peut largement expliquer que, jusqu'au milieu des années 2010, peu de ces applications ont été conçues et développées avec le souci d'être interopérables.

Outre cette faible interopérabilité, la multiplicité des applications présente une forte hétérogénéité.

On peut difficilement se satisfaire de ce double constat et ne pas penser aux budgets et aux temps de travail considérables qu'a représenté le développement de tous ces dispositifs.

Pour que ce constat ne soit pas à charge des archéologues, il faut rappeler que ceux-ci ont d'abord fait comme ils ont pu. Ils se sont engagés dans ces développements avec les moyens dont ils disposaient. Dans ce domaine comme dans tant d'autres, les archéologues se sont débrouillés en pensant pouvoir faire seuls les apprentissages pour acquérir les compétences nécessaires.

Ces comportements relèvent d'un processus assez classique, qui consiste en une reconfiguration des compétences et des connaissances dont disposent les individus. Pour désigner ce type de processus, observé chez les populations qu'il a étudiées en Amazonie, l'ethnologue Claude Lévi-Strauss a proposé le terme de « bricolage »[379]. Cette notion de ne doit pas être entendue dans son acception péjorative et critique du langage courant.

Le terme de « bricolage » a été importé depuis les années 2000 par plusieurs disciplines dont les sciences de gestion.

Tout comme le bricoleur solitaire a besoin de sa propre structure cognitive, par exemple en utilisant les seuls moyens à sa disposition pour atteindre son objectif, les individus qui font face ensemble à un problème ont besoin de définir collectivement leur propre cadre cognitif pour agir et tenter de résoudre collectivement. Le « bricolage », comme processus de négociation, permet donc d'agencer autrement ce qui est déjà disponible et maîtrisé par les uns et les autres, que ce soit des matériaux, des dispositifs, des savoirs, des savoir-faire. C'est d'un tel cadre interprétatif commun que dépend la possibilité qu'ont les acteurs de s'adapter à un contexte contraint par le caractère limité des moyens dont ils disposent.

Le bricolage se distingue du mode d'innovation des ingénieurs qui sont formés à pouvoir étendre leur cadre cognitif et leurs compétences par un processus d'innovation. Celui-ci permet d'acquérir de nouveaux savoirs et de nouveaux savoir-faire qui sont différents du réagencement de ceux préexistants, qui caractérise le processus de « bricolage »[380].

Je propose de considérer la plupart des applications développées par les archéologues pour répondre à leurs besoins d'enregistrement de terrain comme le résultat d'un processus de « bricolage »[381] négocié

---

[379] Claude Lévi-Strauss. *La pensée sauvage*. Paris, Plon, 1962, 347 pages

[380] Sylvain Colombero et moi-même avons proposé d'appliquer cette notion de « bricolage » à l'adoption a façon dont l'archéologie a adopté des pratiques qui ne sont pas dans son périmètre originel de connaissances ni de compétences : Christophe Tufféry et Sylvain Colombero, « Qualité et régime archéologique », Les nouvelles de l'archéologie [En ligne], 155 | 2019, mis en ligne le 06 septembre 2019, consulté le 23 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/nda/5901 ; DOI : https://doi.org/10.4000/nda.5901

[381] J'ai moi-même procéder ainsi lorsque j'ai dû apprendre par moi-même les bases des langages HTML5, javascript et css pour adapter l'application d'enregistrement de terrain *EDArc (cf. infra).*

à chaque fois au sein des collectifs de travail auxquels ces applications s'adressaient. Cette hypothèse permet d'expliquer la grande diversité des solutions développées, leur faible généricité et leur faible réutilisabilité en dehors de leur collectif d'émergence, tant des applications elles-mêmes que d'une partie des données qu'elles ont permis de produire. Les auteurs de ces applications n'ont que très rarement cherché à penser leurs outils en dehors du périmètre de leurs chantiers, des besoins de leurs équipes.

Cette hypothèse mériterait d'être discutée. Peut-être est-elle en train d'être remplacée par d'autres processus lorsque les archéologues font appel, pour le développement de dispositifs numériques, à des informaticiens ou des ingénieurs qui, eux, disposent stocks de compétences et de savoir-faire très différents de ceux des archéologues et peuvent leur proposer de véritables innovations dépassant les cercles des premiers utilisateurs.

A côté des applications d'enregistrement de terrain présentées ici, il paraît utile d'en mentionner quelques-unes développées à l'étranger, afin de compléter le panorama dressé pour la France, et bien que peu d'entre elles soient utilisées sur le territoire national.

C.6. Et à l'étranger ?

De nombreuses applications développées en dehors du territoire national doivent exister. Mais il était hors de portée et de propos de faire un inventaire détaillé et encore moins de pouvoir toutes les évaluer

Parmi les quelques-unes que j'ai pu tester, certaines concernent partiellement l'enregistrement des données de terrain, et seulement une partie d'entre elles permettent de construire un diagramme de Harris.

- ***iDig*** : cette application a été développée par Bruce Hartzler et Georgios Verigakis. Elle a été mise au point sur le terrain de fouilles de l'Agora athénienne de *l'American School of Classical Studies* en Grèce[382]. *iDig* ne fonctionne que dans un environnement *Apple*. Cette application permet d'enregistrer les données sur le terrain par tranchées. Les données peuvent provenir en se connectant sans fil aux tachéomètres ou stations totales *Leica* à l'aide de l'application *File Sharing*, disponible sur le magasin d'application *iTunes*. *iDig* synchronise les données de fouille sur plusieurs tablettes *iPads*. Les dessins et plans scannés peuvent être importés et géoréférencés directement dans l'application. Des champs personnalisés peuvent être aisément ajoutés. Les données de fouilles peuvent être exportées dans un format standard et des données peuvent être importées dans divers formats standards[383].

  ***ARK* (*The Archaeological Recording Kit*)** : cette application a été développée par Michael Johnson et Jessica Ogden. Elle est entièrement *open source* et fonctionne dans un environnement client-serveur (Apache/MySQL/PHP) Elle fonctionne comme une "boîte à outils" et permet la saisie, le stockage et la diffusion de données archéologiques. Elle comprend des outils d'édition, de création, de visualisation et de partage des données, tous fournis par le biais d'une interface Web. ARK est conçue pour s'adapter à tout système d'enregistrement numérique ou papier. Elle n'impose pas une logique de saisie à l'utilisateur, mais fournit un cadre, une interface et un ensemble d'outils aisément paramétrables. Une extension d'ARK pour le logiciel de SIG QGis est disponible[384]. ARK a été publié par *LP Archaeology*[385], une entreprise commerciale

[382] https://idig.tips/

[383] Martin Uildriks. "IDig-Recording Archaeology: A Review." internet Archaeology 42, 2016. https://intarch.ac.uk/journal/issue42/13/uildriks.html

[384] https://ark.lparchaeology.com/wiki/index.php/QGIS

[385] https://ark.lparchaeology.com/

d'archéologie, créée en 1990, et qui a été acquise par le *Museum of London Archaeology* (MOLA) en juin 2022[386].

- ***Harris Matrix Composer*** : cette application propriétaire et payante a été développée par l'*Institut Ludwig Boltzmann* en Autriche[387]. Elle permet de réaliser une matrice de Harris avec une interface graphique intuitive. Les relations stratigraphiques peuvent être complétées par des relations temporelles et les unités stratigraphiques peuvent être regroupées en entités structurelles (phases et périodes). Une version d'essai, limitée à 50 unités stratigraphiques, est disponible gratuitement en téléchargement. Le coût de cette application se situe entre 390€ pour une licence complète, utilisable sur un ordinateur sur le terrain et en laboratoire, 80€ pour les étudiants, 95€ pour les mises à jour, 4000€ pour une licence de site pour un nombre illimité d'utilisateurs[388].

- ***Stratify*** : cette application gratuite est disponible en téléchargement sur le site dédié[389]. Cette application permet de réaliser automatiquement le diagramme de Harris, en tenant compte des informations disponibles sur la chronologie et les regroupements. *Stratify* stocke les données des contextes et leurs relations stratigraphiques dans une base de données. Des contrôles interactifs et automatiques permettent d'identifier les incohérences entre les données, qu'elles soient manquantes ou contradictoires[390]. *Stratify* a été développée par Irmela Herzog[391] à partir de 2003. Mais la dernière version de cette application (v.1.5) date d'août 2008.

Afin d'illustrer concrètement la mise en œuvre de certaines des solutions évoquées précédemment et d'autres, nous proposons de présenter deux cas de retour d'expériences, l'un sur une opération de fouille d'archéologie préventive, l'autre sur des projets de recherche collectifs portant sur des campagnes de prospection dans le cadre de recherches programmées.

C.7. Quels retours d'expériences des utilisateurs ?

Après ces présentations succinctes de plusieurs applications, nous proposons d'évoquer maintenant des retours d'expériences d'utilisateurs d'applications d'enregistrement de terrain, d'une part pour

---

[386] La dernière version d'ARK date du 8 août 2018. En 2017, une communication d'un retour d'expérience de 10 ans sur cette application été présentée lors du *Chartered Institute for Archaeologists* (CIFA). Stu Eve "The Archaeological Recording Kit (ARK) – 10 years of learning lessons by reporting, publishing and engaging with archaeological data". (https://www.archaeologists.net/sites/default/files/CIFA%202017%20programme_final-low_revised.pdf). La video de cette communication est visible ici : https://www.youtube.com/watch?v=4RCmQmvfFeA

[387] L'Institut Ludwig Boltzmann pour la prospection archéologique et l'archéologie virtuelle (LBI ArchPro) est un institut de recherche qui se consacre au développement de nouvelles techniques et de nouveaux concepts méthodologiques pour l'archéologie du paysage et la préservation numérique du patrimoine culturel (https://archpro.lbg.ac.at/)

[388] http://www.harrismatrixcomposer.com

[389] Pour les versions actuelles de Windows, choisir la version Stratify_Win7.zip dans la page de téléchargement (http://www.stratify.org/Download/Download.htm).

[390] http://www.stratify.org/

[391] L'une des publications de cet auteur sur cette application est Irmela Herzog. « No News from Stratigraphic Computing ? » Janvier 2006. Communication présentée à l'atelier 10 « Archäologie und Computer. Kulturelles Erbe und neue Technologien », Vienna 2005. Phoibos Verlag, Vienna 2006. (https://www.researchgate.net/publication/254477574_No_News_from_Stratigraphic_Computing)

Irmela Herzog travaille aujourd'hui au Rhineland Commission for Archaeological Monuments and Sites, à Bonn, en Allemagne

l'archéologie préventive et d'autre part pour des travaux d'archéologie programmée s'appuyant sur des programmes de prospections.

C.7.1. Le cas de l'opération d'archéologie préventive des berges du canal de la Robine à Narbonne

Cette opération d'archéologie préventive fut réalisée par l'Inrap entre 2019 et 2020 dans un contexte rendu difficile par la première vague de la pandémie de Covid. Placée sous la responsabilité de Valérie Bel, cette opération fut particulièrement exceptionnelle par sa durée, comme par les moyens financiers, humains et techniques qu'elle mobilisa[392]. Près de 500 tombes furent repérées et fouillées sur le millier estimé[393].

Le déploiement d'une quarantaine de tablettes *Samsung Galaxy Tab 2* sous *Android* fut décidée. Elles servirent à l'utilisation de l'application *SysLAT*. L'opération bénéficia d'une infrastructure numérique renforcée qui put être hébergée sur place dans un des bâtiments temporaires du chantier : serveur de données, routeurs Wifi, imprimantes-scanners A3, poste informatique dédié à la photogrammétrie, etc. (fig. 50).

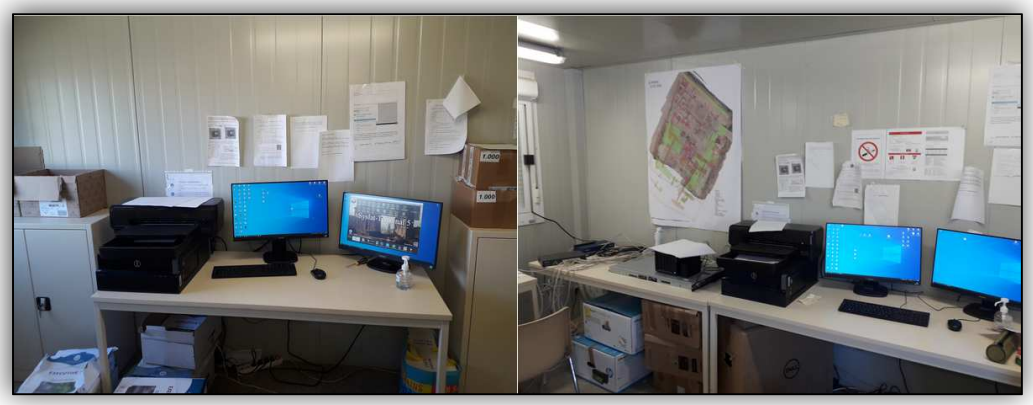


Figure 50 : Equipements informatiques dans un bâtiment dédié du chantier de La Robine (source : C. Tufféry, Inrap)

Les tablettes étaient connectées en wifi grâce au partage de connexion des smartphones disponibles sur le terrain et ont permis aux utilisateurs d'accéder au serveur *SysLAT* par l'internet mobile.

Dans le projet scientifique d'intervention, il avait été décidé de mettre en œuvre l'application d'enregistrement de données archéologiques *SysLAT*, développée par Michel Py, et connue par nombre d'archéologues de l'Inrap, en particulier en interrégion Midi-Méditerranée (cf. *infra*).

Dès le début de l'opération, sa responsable, Valérie Bel, a eu le souci d'éviter que l'introduction des tablettes et de l'application d'enregistrement ne créée pas une division du travail autour du numérique

[392] Ces éléments de retour d'expérience sont extraits de la présentation faite par la responsable d'opération Valérie Bel lors de la journée d'échanges *« Quels dispositifs pour l'enregistrement de terrain en archéologie ? Retours d'expériences et échanges* » qui a eu lieu le 24 novembre 2021 à l'École française d'Extrême-Orient, co-organisée par l'Inrap, Bibracte et le Réseau des Ecoles Françaises à l'Etranger (https://www.inrap.fr/quels-dispositifs-pour-l-enregistrement-de-terrain-en-archeologie-retours-d-16080). La présentation concernant l'opération de Narbonne a été faite par Valérie Bel, Marie Rochette, Benjamin Thomas, Ariane Vacheret : « *L'enregistrement des données sur tablettes avec le logiciel Isyslight : l'expérience de la fouille des Berges de la Robine à Narbonne.* »

[393] Source : https://www.inrap.fr/necropole-antique-aux-portes-de-narbonne-le-geste-funeraire-l-etude-15053

au sein du collectif de travail sur le terrain. Elle a donc souhaité que tous les techniciens de fouille utilisent une tablette et l'application *SysLAT*. Même si certains techniciens de fouille ont révélé de plus grandes facilités que d'autres dans l'appropriation de ces dispositifs, aucun n'a témoigné de résistance à leur usage.

Les tablettes étaient placées sous la responsabilité des assistants et techniciens de fouille. Outre l'utilisation des tablettes pour l'enregistrement des données de terrain, les utilisateurs devaient veiller au bon entretien des tablettes et à leur recharge quotidienne en fin de journée (fig. 51).

Figure 51 : Utilisation de iSysLight2 sur tablettes sous Android (source : C. Tufféry, Inrap)

L'opération bénéficia d'une version de de *SysLAT* fonctionnant sous *Android*, baptisée *iSysLight2*. Pour les besoins de cette opération, l'application *iSysLight2* fit l'objet d'adaptations mineures (fig. 52).

Figure 52 : Exemples d'écran de l'application iSysLight2 (source : site internet de SysLAT)

Les données enregistrées furent celles de l'application *SysLAT* auxquelles ont été ajoutées celles du module funéraire de cette application. En tout, 38068 fiches ont été saisies dont 2852 de faits, 16765 d'US, 5788 de documents et 12663 de photos.

Cette application a permis de gagner du temps puisque les données, nativement saisies sous forme numérique dès le terrain, n'eurent à pas être saisies lors de la phase de post-fouille. C'est souvent là l'avantage mis en avant par les utilisateurs de ces dispositifs.

Les données furent saisies avec une grande cohérence et une grande qualité. Elles s'appuyèrent toutes sur une même application et les mêmes dictionnaires de données. De plus, l'application a permis une limitation des erreurs de saisie pour les rubriques s'appuyant sur des listes de valeurs.

Les données furent enregistrées au fur et à mesure sur le serveur *SysLAT* (hébergé sur *HumaNum*), ce qui a permis aux trois équipes réparties sur trois sites éloignés de pouvoir accéder en temps quasi-réel aux données enregistrées sur le terrain[394].

Une formation des techniciens de fouille fut organisée lors de leur arrivée sur le chantier. Chaque assistant de recherche archéologique fut chargé de suivre l'usage des tablettes et de l'application *iSysLight2*. Au fur et à mesure, des corrections sur les données saisies furent faites par les assistants de recherche ou la responsable d'opération, en milieu ou en fin de journée.

Lors de mon déplacement sur place en juillet 2020[395], la responsable d'opération et plusieurs membres de l'équipe nous ont présenté un bilan de l'utilisation des tablettes et de l'application *Isyslight2*. Le bilan fut considéré comme très largement positif, même si l'importance du travail d'accompagnement des utilisateurs fut soulignée. Celui-ci ne fut possible que parce que l'opération bénéficiait de moyens budgétaires importants, ce qui n'est pas possible sur toutes les opérations d'archéologie préventive ni sur toutes les fouilles programmées.

Malgré l'importance des dispositifs numériques déployés sur le terrain et les moyens financiers et humains mis en œuvre, la responsable d'opération a insisté sur le fait que la saisie numérique n'a pas supprimé pour autant l'enregistrement sur support papier. Il lui est apparu essentiel de conserver un enregistrement sur des fiches papier afin de disposer de l'information en cas de panne de connexion des tablettes au serveur. Ce mode d'enregistrement traditionnel fut maintenu pour les structures funéraires (avec croquis, diagramme stratigraphique, coupe cumulée prises de notes), la saisie étant effectuée à la fin de la fouille de la structure, contrairement aux US normalement enregistrées au fil de l'eau[396].

La responsable d'opération a clairement souligné que le temps de saisie des données descriptives sur le terrain est resté conséquent. L'usage des tablettes n'a donc pas diminué le temps d'enregistrement sur le terrain. En revanche, le temps de saisie en post-fouille fut très largement diminué, ce qui fait l'intérêt premier de l'usage d'une application comme *SysLAT*.

Certains des techniciens de fouilles ont regretté l'impossibilité de faire des croquis avec l'application. Il fut donc décidé de maintenir l'usage de supports papier pour les minutes de terrain, qui furent relevées de manière traditionnelle. Celles-ci furent ensuite scannées, importées en format image dans l'application *iSysLight2* et annotées dans l'application.

Ce retour d'expériences de l'opération des berges du canal de la Robine illustre clairement les multiples enjeux de la saisie des données de fouilles dès le terrain avec des dispositifs numériques. Ces enjeux concernent aussi bien la qualité scientifique des données, l'organisation du travail ou encore

[394] Le site de la fouille à Narbonne, le centre archéologique de Villeneuve-les-Béziers où se trouvait la gestionnaire de mobilier et une équipe chargée de la fouille de certaines structures, le centre archéologique de Saint-Estève où se trouvait une équipe de fouille des ossuaires.

[395] Déplacement réalisé en compagnie du Directeur Scientifique et Technique, du Directeur adjoint activité opérationnelle et méthodes et de ma collègue en charge de l'infographie et de la photogrammétrie.

[396] Extrait du bilan de l'opération rédigé par Valérie Bel pour une réunion de partage d'expériences autour de *SysLAT* entre l'UMR 5140 ASM et l'Inrap, le 23 avril 2021

l'accompagnement des archéologues dans leur apprentissage numérique et dans l'exercice de leurs compétences.

Il ressort que le montage d'une opération archéologique doit inclure clairement la prise en compte de l'impact de l'usage de dispositifs numériques sur le terrain, que ce soit sur l'organisation et l'encadrement du travail des personnels, sur les pratiques de production des savoirs, sur leur enregistrement ou encore sur la gestion de la documentation de fouille. La nécessité de proposer et non d'imposer un dispositif numérique comme les tablettes et une application d'enregistrement de terrain comme *SysLAT*, implique l'organisation de sessions de formation, d'un tutorat, d'un suivi et d'une évaluation des usages au fur et à mesure du déroulement de l'opération. Enfin, il convient de laisser la possibilité d'une coexistence entre deux régimes de documentation analogique, le régime analogique et le régime numérique, pour ne pas prendre le risque d'une documentation numérique qui présente encore de nombreuses fragilités : risque de pertes de données si aucune sauvegarde ni archivage pérenne ne sont organisées, risque de limitation ou de perte de certaines pratiques comme le dessin ou croquis de terrain qui ne sont pas possibles avec certaines applications numériques.

L'opération de Narbonne, exceptionnelle par sa durée, sa dimension, ses moyens budgétaires, techniques et humains, ne doit pas masquer que la plupart des autres opérations ne bénéficient pas de moyens aussi importants. Ceci peut expliquer que les résultats obtenus sur nombre d'autres opérations ont été parfois jugés plus mitigés, que ce soit sur des opérations d'archéologie préventive ou sur des chantiers d'archéologie programmée. Ces différences dans les moyens mis en œuvre et dans les résultats atteints invitent à une relative prudence quant aux conclusions qui peuvent être tirées de l'usage de ces dispositifs. Dans tous les cas, il convient d'insister sur le cadre méthodologique de l'utilisation de ces équipements, de la formation et de l'accompagnement de leurs utilisateurs et de la nécessité de pouvoir faire systématiquement un retour d'expériences à l'issue de l'opération.

A côté des opérations d'archéologie préventive, il existe d'autres opérations de fouille ou de prospections, qui ont aussi mis en œuvre des dispositifs numériques pour l'enregistrement de données de terrain. C'est le cas des projets de recherche dits « Réseau de lithothèques » et du GDR SILEX auxquels je participe depuis 2006.

C.7.2. L'exemple des dispositifs développés pour les travaux des PCR « Réseau de lithothèques » et du GDR SILEX

Les travaux engagés par le Groupement De Recherche SILEX depuis 2019 et par quatre Projets Collectifs de Recherche (PCR) « Réseau de lithothèques » depuis 2006 pour le plus ancien d'entre eux, concernent l'étude des logiques spatiales d'approvisionnement des populations préhistoriques en géomatériaux siliceux, regroupés sous le vocable de silicites, c'est-à-dire des ressources géologiques utilisées par ces populations pour la fabrique de leur outillage lithique[397].

Les PCR « Réseau de lithothèques » sont des projets régionaux qui visent à :

- la production d'une carte des formations à silicites,
- l'inventaire et la caractérisation des échantillons siliceux présents dans les lithothèques existantes ou recueillis lors de nouvelles prospections,
- la formation aux nouvelles techniques de la pétroarchéologie pour les professionnels et les étudiants,

[397] Travaux conduits sous la coordination de Céline Bressy-Léandri pour le GDR SILEX et par Paul Fernandes pour le PCR Auvergne-Rhône-Alpes et le PCR Nouvelle-Aquitaine, Vincent Delvigne pour le PCR Centre Val-de-Loire, Pierre Allard pour le PCR Ile-de-France.

- le soutien aux opérations archéologiques, programmées ou préventives par les compétences développées au sein de ces réseaux, et en mettant à leur disposition les connaissances recueillies et les outils et méthodes développés[398].

Ces réseaux de chercheurs produisent et utilisent des données multithématiques et des ressources documentaires d'origine et de nature très diverses :

- données de prospection de terrain (carnets de terrain, rapports d'opération),
- cartes géologiques du BRGM au 1/50 000 et leurs notices,
- autre documentation géologique et géotechnique le cas échéant,
- publications scientifiques,
- ressources documentaires diverses dont certaines sont disponibles sur Internet.

Dès la création du premier des PCR en 2006 pour la région Auvergne-Rhône-Alpes, les PCR Réseaux de lithothèques se sont voulus collaboratifs. Les chercheurs ont décidé de partager autant leurs données, leurs savoir-faire, leurs réflexions que les points de vigilance auxquels prêter attention. Cette volonté de partage toujours affichée aujourd'hui au sein des projets et des échanges, en a constitué la boussole. Avant que cela ne devienne l'objet même des nouvelles stratégies nationale et internationale en matière de diffusion des savoirs scientifiques et des données de la recherche, les PCR ont adopté certains des principes prévalant aujourd'hui dans le mouvement de la Science Ouverte, dont les principes FAIR, précédemment évoqués.

Forts des résultats des PCR, il est apparu nécessaire à leurs membres de disposer d'un cadre fédérateur pour regrouper les travaux à une échelle suprarégionale. A cette fin, le Groupement de Recherche (GDR) SILEX a été mis en place en 2019 pour 5 ans. Il bénéficie de moyens financiers du Ministère de la Culture, du CNRS[399], de l'Inrap et de Paléotime.

Le GDR SILEX a donc comme objectif de fédérer et donner un cadre commun aux recherches sur les silicites (avancées méthodologiques, base de données, photothèque, documents de cadrage) qui bénéficie aux travaux des quatre PCR.

Ces projets s'appuient sur une méthode harmonisée de description et de caractérisation des silicites qui, elle-même, s'appuie sur un référentiel commun, en cours de publication[400] dans le thesaurus Pactols (cf. *infra*)[401].

Pour faciliter la mise en œuvre de la méthode harmonisée de description des matériaux à silicites, celle-ci peut être utilisée aussi bien lors des prospections des gîtes sur lesquels a lieu la collecte d'échantillons que lors des inventaires de lithothèques déjà existantes. La méthode peut donc être mise en œuvre sur le terrain ou en laboratoire à l'aide de plusieurs supports (fig. 53) :

- une fiche papier,
- un fichier tableur au format .xls ou .csv,
- un formulaire en ligne sur le Web,
- une application mobile.

---

[398] Les PCR bénéficient de financements du Ministère de la Culture, de collectivités territoriales, de l'Inrap, de la société Paléotime

[399] Institut des Sciences Humaines et Sociales (InSHS) et Institut écologie et environnement (InEE)

[400] Cette publication doit avoir lieu d'ici la fin de 2022.

[401] Le thesaurus Pactols s'appuie sur Opentheso, un gestionnaire de thésaurus multilingue et multi-hiérarchique, créé en 2005 par la Fédération et ressources sur l'Antiquité (GDS Frantiq) (https://www.frantiq.fr/pactols/le-thesaurus/). Opentheso est conforme aux normes ISO 25964-1:2011 et ISO 25964-2:2012 (Information et documentation. Thésaurus et interopérabilité avec d'autres vocabulaires). Il est diffusé en *open source* sous licence CeCILL_C (https://pactols.frantiq.fr/opentheso/).

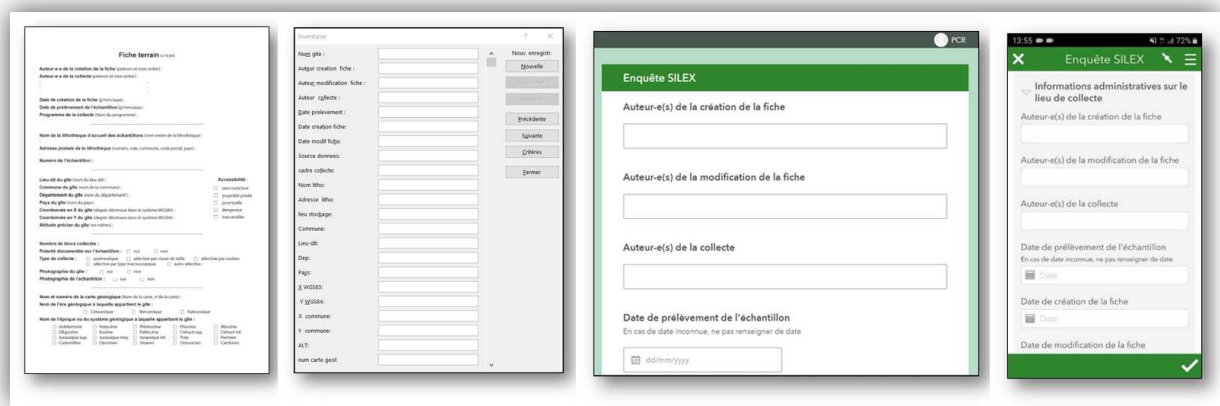


Figure 53 : Les divers supports pour la saisie des données de collecte de terrain ou d'inventaire de lithothèques (source : GDR SILEX)

Ces projets ont permis la conception et la mise en œuvre de plusieurs dispositifs numériques.

Parmi ceux-ci, se trouve une application pour dispositifs mobiles (tablettes ou smartphones) fonctionnant sous *Android* ou *iOs* que j'ai développée. Cette application consiste en un formulaire qui utilise *123Survey forArcGIS*[402], une application de l'éditeur de logiciels ESRI, qui est disponible gratuitement sur les magasins d'application pour mobiles *PlayStore* ou *AppStore*. Une fois l'application téléchargée et installée, l'utilisateur peut télécharger le formulaire que j'ai développé, en se connectant à un compte avec un identifiant et un mot de passe réservés aux membres des PCR et du GDR SILEX.

Le formulaire exploite la localisation du dispositif mobile par le système de géopositionnement par satellite (GPS) dont celui-ci est équipé et qu'il suffit d'activer. L'utilisateur peut ainsi disposer d'une géolocalisation précise (à 5 m près) du lieu concerné lors de la saisie des données descriptives de terrain. Une fois les données saisies dans le formulaire, celles-ci peuvent être enregistrées en mode brouillon si l'utilisateur souhaite compléter la saisie ultérieurement ou si son mobile ne se trouve pas dans une zone de connexion à l'internet mobile. Si l'utilisateur considère qu'il a fini la saisie des données du formulaire et s'il se trouve dans une zone où l'accès à l'internet mobile est disponible, les données peuvent être envoyées. Elles sont alors stockées sur un serveur où elles viennent enrichir une couche de données consultables sur une application web cartographique (*webmapping*) que j'ai développée avec la solution *ArcGisOnLine* (AGOL) d'ESRI[403].

Une étape préalable permet aux administrateurs du site cartographique de vérifier les données envoyées par les utilisateurs de l'application. Celles-ci sont d'abord stockées dans une couche provisoire (données en cours), regroupant uniquement les données en cours de validation. Une fois validées par les administrateurs du site, les données peuvent être transférées sur une autre couche de données (données validées) ne comprenant que les données validées[404]. L'architecture générale et les principes de fonctionnement de ces divers dispositifs sont illustrés dans la figure 54.

[402] https://survey123.arcgis.com/

[403] https://www.esri.com/fr-fr/arcgis/products/arcgis-online/overview

[404] Une version sur une plateforme *opensource* utilisant *QGisServer* et hébergée sur un serveur d'Huma-Num est en cours de développement. De même une solution *opensource* pour l'application mobile utilisant *MerginMaps* est en cours de développement. Ces deux solutions devraient être mises en production en 2023 et se substituer à terme aux solutions actuelles d'ESRI qui présentent beaucoup d'intérêt mais ne répondent aux nouvelles exigences de la science ouverte, parmi lesquelles le fait de privilégier des solution *opensource* autant que possible.

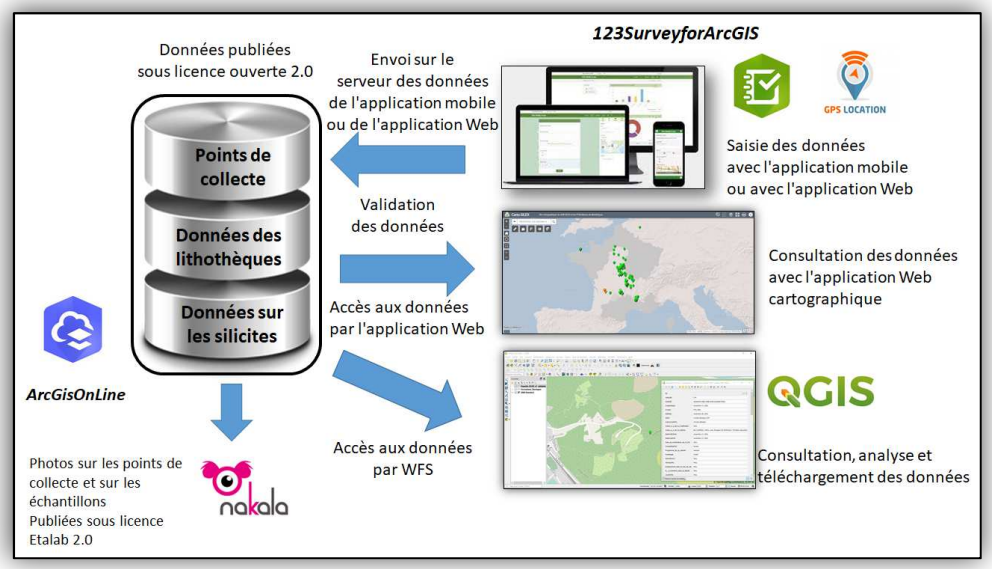


Figure 54 : Architecture générale des dispositifs numériques des PCR Réseau de lithothèques et du GDR SILEX (source : GDR SILEX)

L'application cartographique Web permet d'accéder aux données en cours et aux données validées sur les points de collecte ainsi qu'aux données sur les formations à silicites par départements (fig. 55).

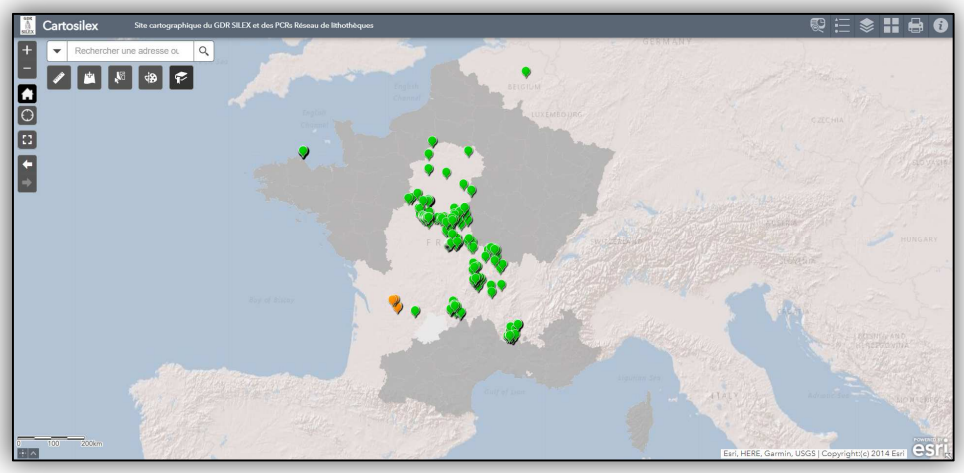


Figure 55 : Application cartographique (source : GDR SILEX)

Les données sur les formations à silicites comme celles sur les points de collecte d'échantillons (données en cours et données validées) peuvent être affichées dans un logiciel de SIG comme *QGis* ou *ArcGIS*.

Pour cela, l'utilisateur doit se connecter depuis le logiciel de SIG utilisé, aux flux de données au format *WebFeatureServices* (WFS). Une fois la connexion établie, les données s'affichent sous forme de couches de données dans le logiciel de SIG. S'il le souhaite, l'utilisateur peut télécharger gratuitement

les données pour les utiliser sur son poste sans avoir besoin de continuer à être connecté à la plateforme *ArcGisOnLine* (fig.56)[405].

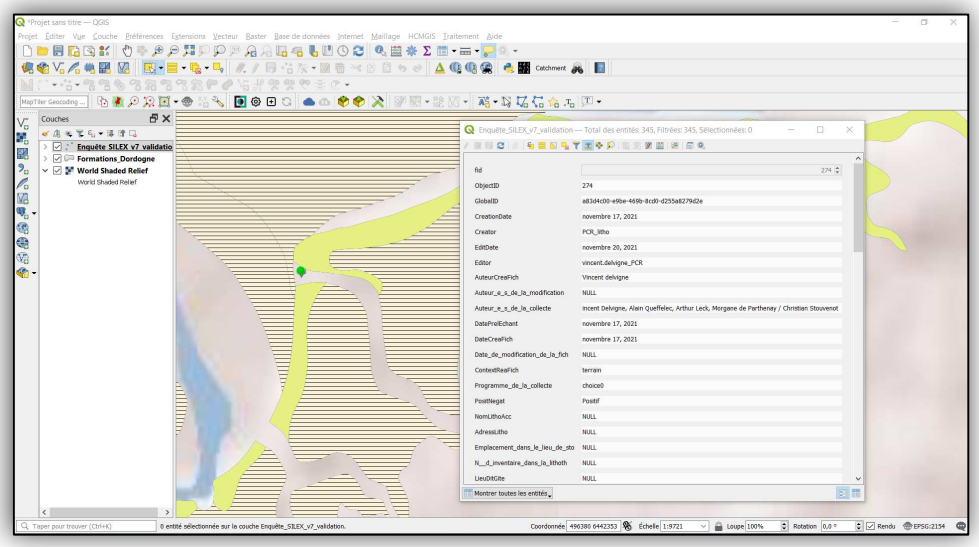


Figure 56 : Affichage dans le logiciel QGis du flux WFS des données sur les gîtes de collecte d'échantillons de matériaux à silicites (source : GDR SILEX)

Sur le site cartographique, une page d'accueil attire l'attention sur les conditions générales d'utilisation du site et des données. Il est demandé à l'internaute de s'engager explicitement à respecter ces conditions pour pouvoir accéder à l'application.

L'application mobile que j'ai développée est présentée lors de formations que j'anime auprès des chercheurs intéressés par son utilisation. A cette occasion, des tests de saisie en situation concrète ont lieu sur le terrain (fig. 57).

Figure 57 : Session de formation à la caractérisation des formations à silicites sur le terrain avec utilisation de l'application sur smartphone (source : GDR SILEX)

[405] Ces services web sont en l'occurrence du type ArcGIS Services REST (https://docs.qgis.org/3.22/fr/docs/user_manual/managing_data_source/opening_data.html#using-arcgis-rest-servers)

Néanmoins, la liberté est laissée aux utilisateurs de se servir du support papier, du fichier de tableur, de l'application Web ou de l'application mobile. Il n'y a donc aucune obligation à utiliser le dispositif numérique.

Concernant la publication des données sous licence ouverte, il convient de préciser deux points.

Les données sur les formations à silicites sont issues des données de la BD-Charm50 du BRGM qui sont elles-mêmes publiées sous licence Etalab 2.0 depuis mars 2019. Les obligations de cette licence imposaient que les données adaptées pour les besoins des projets du GDR SILEX et des PCR, soient publiées sous la même licence ou sous une licence équivalente.

Concernant les données sur les points de collecte d'échantillons provenant des prospections ou des lithothèques inventoriées, le choix de les publier sous licence ouverte implique que les chercheurs participant à ces projets acceptent que leurs données soient accessibles à tous sans restriction. Cette transformation profonde des pratiques peut encore susciter des oppositions, des interrogations, mais elle s'impose au titre des nouvelles pratiques par défaut de la science ouverte[406].

De nombreux échanges entre les membres du Comité de pilotage du GDR SILEX ont été nécessaires pour parvenir à la décision, en juin 2022, de l'ouverture de l'application cartographique à tout internaute. Celle-ci est désormais ouverte sans restriction (fig. 43)[407]. Les données ont été publiées sous la licence ouverte Etalab 2.0[408] ce qui permet à tout internaute de réutiliser les données dans le respect des termes de cette licence[409]. Pour limiter certains risques de pillage de sites, il a été décidé de limiter l'échelle maximum d'affichage de la couche des données validées au-delà du 1/50 000. Au-delà de cette échelle, l'emplacement du point de collecte n'apparaît plus de façon précise, en revanche les données descriptives continuent de pouvoir être consultées (fig. 58)[410].

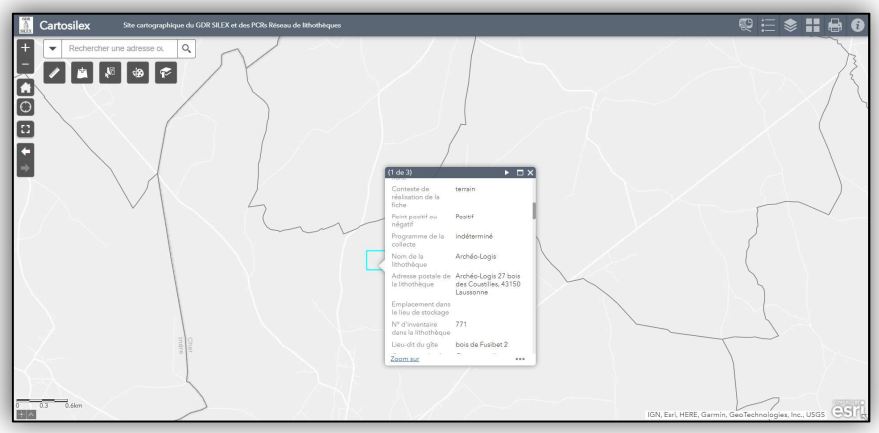


Figure 58 : Affichage à une échelle plus grande que le 1/50 000 ne permettant pas d'afficher précisément le lieu de collecte d'échantillons (source : GDR SILEX)

---

406 C'est l'objet du quatrième axe du second plan national pour la science ouverte « *Transformer les pratiques pour faire de la science ouverte le principe par défaut* » (source : https://www.ouvrirlascience.fr/deuxieme-plan-national-pour-la-science-ouverte)

407 Celle-ci est accessible à l'adresse suivante : https://bit.ly/3a4ZfmZ

408 https://www.etalab.gouv.fr/wp-content/uploads/2017/04/ETALAB-Licence-Ouverte-v2.0.pdf

409 Cette décision a été prise en application des orientations des deux plans nationaux pour la science ouverte, en particulier du deuxième axe du second plan « *Structurer, partager et ouvrir les données de la recherche* » (source : https://www.ouvrirlascience.fr/deuxieme-plan-national-pour-la-science-ouverte)

410 Il a été collectivement assumé que les risques de pillage des gîtes les plus sensibles étaient relativement limités.

Les exemples d'applications numériques et les retours d'expérience qui viennent d'être présentés illustrent que la dimension technique des solutions informatiques et des processus de leur fonctionnement ne doit pas occulter la dimension sociale et humaine de leur mise en œuvre. En ce sens, il apparaît indispensable de rendre compte de dispositifs numériques à travers les pratiques numériques qui leur sont liées. Seules comptent les façons dont les individus s'approprient ces dispositifs numériques et les traduisent sous forme de pratiques, individuelles et collectives, à toutes les étapes de la conception, du développement, de l'utilisation ou du rejet de ces dispositifs. C'est le sens de nombre de nos publications dans le cadre des travaux du GDR SILEX et des PCR Réseau de lithothèques[411].

Contrairement au domaine des données descriptives, celui des données topographiques a été plus anciennement pénétré par les méthodes et des techniques numériques. Ainsi, depuis plus de trois décennies, il n'a cessé d'adopter de nouveaux dispositifs et de faire évoluer les pratiques des professionnels de l'archéologie concerné par l'acquisition de ces données. Parmi les métiers directement concernés se trouvent les topographes. Ils ont été parmi les premiers à avoir bénéficié de dispositifs électroniques leur permettant de produire des données de terrain nativement numériques[412].

D. L'acquisition des données topographiques : une informatisation ancienne et continue

Au XIXe siècle, la *Commission de Topographie des Gaules* (1858-1879)[413] fut créée par Napoléon III pour soutenir les travaux conduits par de nombreux savants de l'époque, que ce soit sur le terrain et dans les bibliothèques, pour l'aider à la rédaction de son *Histoire de Jules César*. Le nom de la commission indique que la topographie fut considérée comme un élément déterminant pour expliquer l'implantation des peuples celtiques et les événements de la période gallo-romaine (bataille, création de cités, implantation d'ouvrages remarquables, etc.).

La topographie est donc un domaine d'activité ancien pour les archéologues. Elle fut l'un des domaines par lesquels l'archéologie chercha à appuyer une part de sa scientificité en mobilisant les appareils et les méthodes de la géodésie, c'est-à-dire des méthodes de description de la terre sous la forme de modèles mathématiques.

---

[411] Ces travaux ont fait l'objet de nombreuses publications et communications dans des congrès, parmi lesquelles :

Christophe Tufféry, Paul Fernandes, Vincent Delvigne et Céline Bressy-Léandri. « Collecte, gestion et valorisation des données sur les formations et les gîtes à silex en France : pour des plateformes cartographiques et de publications partagées ». Archéologies numériques 3 (1) : « Proceedings of the XVIIIth UISPP Congress, Paris, June 2018. Session III-3 (CA), "Construire des référentiels partagés : webmapping et archéologie" ». DOI : http://doi.org/10.21494/ISTE.OP.2019.0351

Christophe Tufféry, Vincent Delvigne, Paul Fernandes et Céline Bressy-Léandri, « À propos de quelques outils de collecte de données : réflexions sur les pratiques numériques en archéologie », Humanités numériques [En ligne], 3 | 2021, mis en ligne le 01 mai 2021, consulté le 23 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/revuehn/1603 ; DOI : https://doi.org/10.4000/revuehn.1603

Vincent Delvigne, Audrey Lafarge, Paul Fernandes, Damien Pesesse, Raphaël Angevin, Peter Bindon, Mathieu Langlais, Michel Piboule, Alain Queffelec, Christophe Tufféry, Jean-Paul Raynal. « Quels territoires en préhistoire ? Une analyse par réseaux de lieux pour penser l'espace au Paléolithique supérieur ». In Ludovic Mevel, Mara-Julia Weber et Andreas Maier (dir.) Mobilités des hommes, des objets et des idées pendant le Paléolithique supérieur européen. Actes de la séance commune de la Société préhistorique française et la Hugo Obermaier-Gesellschaft à Strasbourg (16 - 17 mai 2019). Paris, Société préhistorique française, 2021 (Séances de la Société préhistorique française, 17), p. 27-69

[412] Une présentation du métier de topographe est disponible sur le site internet de l'Inrap : https://www.inrap.fr/frederic-audouit-topographe-10727

[413] https://musee-archeologienationale.fr/commission-de-la-topographie-des-gaules

Les premiers appareils de topographie utilisés par des archéologues furent ceux des métiers de l'arpentage. Puis vint le théodolite[414], un instrument d'optique permettant de mesurer les angles dans les deux plans horizontaux et verticaux. L'observation de photographies d'archives de sites archéologiques permet d'identifier l'usage de ces instruments, comme par exemple dans les années 1960 sur le site de Pincevent à La Grande Paroisse sur le site de la carrière de Montereau-Fault-Yonne (Seine-et-Marne) (fig. 59).

Figure 59 : Photo du 6 mai 1964 : vue d'un théodolite au milieu de l'équipe de fouilles sur le site de Pincevent (source : Centre archéologique de Pincevent)

A l'Afan, le travail de topographie était réalisé initialement par les archéologues eux-mêmes. Puis au cours des années 1990, une équipe d'une vingtaine d'entre eux se sont spécialisés dans les levés topographiques. Il fut fait appel parfois à des cabinets extérieurs, mais souvent ceux-ci n'ont pas donné satisfaction. Un audit réalisé en 1997 par Patrick Deleuze, ingénieur topographe, a permis d'aboutir à la décision de développer un réseau de plusieurs dizaines de topographes.

Dans une publication interne de l'Inrap datant de 2007[415], il était envisagé que, vingt ans plus tard, « *le topographe passe sur le terrain pour préparer les points et contrôler les [*futurs*] dispositifs* ». Dans la répartition des tâches entre le responsable d'opération (RO) et le topographe, il était imaginé que « *à l'aide d'un stylo spécial [le RO] ferait lui-même les relevés* » pour les transmettre au topographe immédiatement sur son ordinateur, le rôle du topographe ne devant plus consister à collecter des données mais à les traiter.

Ce scénario ne s'est pas réalisé. En revanche, au cours des dernières années, les topographes ont fait évoluer leurs pratiques. Ils ont été formés à l'utilisation de logiciels de SIG, parfois à la photogrammétrie et, pour quelques d'entre eux, au télépilotage de drones.

[414] https://fr.wikipedia.org/wiki/Theodolite

[415] Le métier de topographe en archéologie a fait l'objet du numéro de *l'Inrap et vous* de décembre 2007. Merci à Sylvie Eusèbe de nous avoir transmis ce document.

Dans une publication de 2010, Patrick Deleuze a évoqué le « savoir-faire des topographes de l'Inrap »[416]. Cette publication mentionne les logiciels *Autocad-Covadis*, ainsi que la géocodification, le recours au tracé automatique et la restitution, le logiciel *Photoplan* qui fut longtemps le logiciel utilisé à l'Inrap pour le redressement des photos et le logiciel *3DS Max*, pour les vues en trois dimensions.

« *Le choix de ces outils permet aux topographes de l'Inrap d'allier la qualité dans la précision à la rapidité dans l'acquisition des points de relevés et leurs traitements graphiques. Les résultats sont tellement pertinents qu'il semblerait insensé de réaliser une opération de fouille ou de diagnostic sans cet appui topographique. C'est cette qualité et cette maîtrise que les organismes partenaires apprécient. Ils reconnaissent également volontiers que les compétences des topographes de l'Inrap ont souvent contribué à faire évoluer non seulement leurs propres techniques mais aussi leur appréhension des sites* ».

La spécialisation du métier de topographe ne s'est pas déroulée partout de façon homogène. Dans un grand nombre d'autres organisations de l'archéologie professionnelle, le travail de topographie n'est pas effectué par un agent spécialisé à 100% de son temps de travail dans ce type d'activités. Parfois, ce sont des agents des cellules ou brigades de topographie des collectivités territoriales ayant une activité d'archéologie préventive agréée par le Ministère de la Culture. Les opérations archéologiques ne sont pas les seuls types de terrain ni de travaux sur lesquels ils interviennent.

Bien souvent, en archéologie programmée et même pour une grande partie des sociétés privées d'archéologie préventive, ce sont des archéologues eux-mêmes qui réalisent les levés topographiques. Dans quelques cas, il est fait appel à des cabinets de géomètres. Enfin, les géomètres des aménageurs qui en disposent sont des interlocuteurs privilégiés des topographes du domaine de l'archéologie préventive. Les échanges entre eux de données topographiques se font désormais uniquement sous forme numérique.

Figure 60 : Levé topographique avec un tachéomètre manuel LeicaTS06

(source : C. Tufféry, Inrap)

[416] Patrick Deleuze, « Le savoir-faire des topographes de l'Inrap dans les missions archéologiques françaises à l'étranger », Archéopages [En ligne], Hors-série 2 | 2010, mis en ligne le 01 octobre 2010, consulté le 23 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/archeopages/795 ; DOI : https://doi.org/10.4000/archeopages.795

Aujourd'hui, les théodolites ont été remplacés par des tachéomètres, permettant de mesurer les distances en plus des angles. A l'Inrap, deux types de tachéomètres sont utilisés, l'un partiellement manuel nécessitant un opérateur qui vise avec la tachéomètre la mire qui est tenue par un autre opérateur à l'emplacement dont il s'agit de lever les coordonnées en X, Y, Z (fig. 60).

Dans le cas d'un tachéomètre robotisé, celui-ci poursuit la mire déplacée par le topographe à l'aide d'un système de faisceau infrarouge.

A l'issue des levés, les fichiers de données sont traités avec des logiciels de Dessin Assisté par Ordinateur (DAO) comme *Autocad* et de calculs topométriques comme *Covadis* (fig. 61).

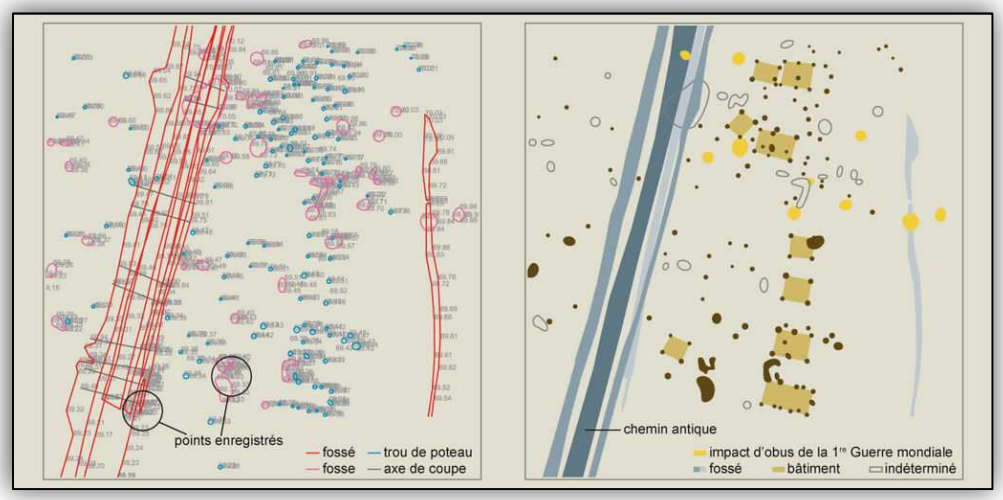


Figure 61 : À gauche, calcul et dessin automatisé ; à droite plan de fouille issu de l'interprétation des données. Sauchy-Lestrée, (Pas-de-Calais), 2012 (source : P. Lefèvre, Inrap)

Pour les levés topographiques, des tablettes sont parfois utilisées en complément des appareils de levés. A titre d'exemple, l'Inrap s'est doté en 2017 de tablettes *Panasonic* sous *Android*, sur lesquelles fonctionne le logiciel de pilotage du tachéomètre robotisé (fig. 62).

Figure 62 : Tachéomètre robotisé GEOMAX Zoom 90 et sa tablette Panasonic (source : GEOMAX)

Sur des chantiers d'archéologie programmée, les tachéomètres sont installés durablement le temps de la fouille et sont recalés par rapport au point 0 de la fouille quand il n'est pas possible de les recaler par rapport à une borne géodésique.

Les tachéomètres peuvent être connectés en mode filaire ou non-filaire (WiFi, Bluetooth) à des ordinateurs personnels portables, installés sur les chantiers.

C'est le cas notamment du chantier de la grotte Bouyssonie (Corrèze), fouillé sous la responsabilité de Vincent Delvigne. Deux tachéomètres sont installés sur les bords de la fouille. Une application de saisie du mobilier archéologique, EDM, développée depuis 2002 par Harold L. Dibble et Shannon McPherron[417] a été adaptée à la fouille de Bouyssonie par Lukas Dijkstra et Roland Nespoulet. Elle permet de saisir directement sur l'ordinateur les données en X, Y, Z du mobilier archéologique au fur et à mesure de sa mise au jour (fig. 63).

Figure 63 : Vues des tachéomètres, de l'ordinateur et de l'application EDM sur le chantier de la grotte de Bouyssonie, campagne de 2021 (source : V. Delvigne)

L'ordinateur est installé à côté d'une station totale Topcon GPT3105 et lui est connecté.

Avant le démontage, les décapages font l'objet d'un relevé photographique systématique par sous-carré. Toutes les photos de ¼ de carré sont ensuite géoréférencées à partir de quatre points cotés et mesurés avant chaque photographie. Ce procédé permet de les intégrer immédiatement dans le SIG du site avec le logiciel *QGIS*. Les polygones d'objets sont eux-mêmes liés à la table de données par une jointure de tables avec le numéro d'objet. L'ensemble des données numériques issues des opérations de démontage sont doublées sur support papier grâce aux tirages photographiques des sous-carrés.

L'ensemble de la méthode est expliqué à tous les fouilleurs en début de campagne. Chacun d'eux est invité à s'approprier les dispositifs et la méthode afin d'en comprendre les principes logiques et de pouvoir apprécier la qualité de la précision des levés effectués et enregistrés dans la base de données.

Cet usage de la fouille de Bouyssonie n'est pas le premier à utiliser un dispositif numérique en lien avec les levés topographiques. Un article de 2001 rapporte une expérimentation pionnière d'une base de données développée pour la saisie des données archéologiques et topographiques sur le site d'archéologie programmée de Fressignes dans l'Indre lors de la campagne d'août 2000 concernant des vestiges de l'époque du Solutréen. L'application développée sous *MS Access*, baptisée *FrAcTool* pour « *Fressignes Acquisition Tool* », a permis, entre autres, de récupérer automatiquement les fichiers de données provenant d'un tachéomètre électronique[418]. La présentation de cette expérimentation souligne

[417] Extrait de Vincent Delvigne, Emilie Lesvignes et Mathieu Langlais (coord.) « La grotte Bouyssonie. Rapport d'opération de fouilles programmées 2020 », 148 pages

[418] Jean-Roch Houllier et Thomas Arnoux, "Informatisation d'une fouille : réalisation et déploiement du logiciel d'acquisition de données « FrAcTool » (Fressignes Acquisition Tool)", PALEO [Online], 13 | 2001, En

l'importance de la méthode de travail retenue pour le développement de l'application et pour son déploiement sur le terrain.

« *L'introduction d'une solution informatique s'est faite sans jamais perdre de vue que le préhistorien reste (et doit rester) l'élément central du système d'analyse : l'outil informatique assiste le préhistorien dans sa démarche analytique mais ne le remplace pas (…). La mise en place d'une collaboration efficace des différents intervenants du groupe est passée par la compréhension par tous de l'ensemble des disciplines impliquées (…) Ce travail préparatoire peut sembler long mais c'était la seule façon de s'assurer que la solution conçue et réalisée serait pleinement comprise et adoptée par ses futurs utilisateurs* »[419].

En prospection ou sur certains diagnostics, des appareils de levés par géopositionnement sont utilisés parce que moins lourds que les tachéomètres et que leur degré de précision est parfois suffisant (fig. 64).

Ces dispositifs exploitent les signaux des constellations de satellites et permettent de disposer d'une précision métrique lorsqu'ils sont utilisés sans correction différentielle. Celle-ci permet d'améliorer la précision du levé pour atteindre une précision centimétrique.

Figure 64 : Levé topographique au GPS différentiel. Bord (Nord), 2013 (source : D. Gaillard, Inrap)

Cette correction peut s'effectuer sur le terrain si l'appareil est équipé d'une carte SIM et d'un abonnement à la téléphonie mobile, lui permettant de se connecter par l'internet mobile aux serveurs de données disposant des paramètres de correction.

Autrement, la correction peut être faite lors d'un post-traitement réalisé en dehors du terrain dans les centres archéologiques ou les laboratoires. Dans ce cas, les topographes se connectent aux serveurs de

ligne depuis le 26 Mai 2010, consulté le 23 Septembre 2022. URL: http://journals.openedition.org/paleo/1096; DOI: https://doi.org/10.4000/paleo.1096

[419] Parmi les développeurs de cette application se trouvait Nicolas Holzem, qui a par la suite développé l'application ArcheoDB à l'Inrap au début des années 2010 (cf. *supra*).

correction des données et effectuent le traitement des données acquises sur le terrain avec l'appareil de géopositionnement.

Dans quelques cas, il est possible d'utiliser deux appareils de géopositionnement sur le terrain. L'un, dont les coordonnées sont connues avec un très haut niveau de précision, sert de base de repérage pour le second tachéomètre et peut aider à corriger ses levés pour obtenir une précision centimétrique

Les topographes interviennent parfois sur plusieurs opérations en une journée et ont des distances considérables à parcourir entre plusieurs opérations ou pour rentrer à leurs bureaux. Dans ce cas, ils peuvent effectuer sur leurs ordinateurs les traitements numériques nécessaires avec les logiciels spécifiques auxquels ils sont formés.

Les topographes restent les acteurs centraux des levés topographiques, au moins en archéologie préventive et dans une organisation de taille comme l'Inrap où la division des tâches est clairement inscrite dans la définition des métiers et se traduit dans les fiches de postes.

Même s'ils ont été concernés plus tôt que les archéologues par l'usage de dispositifs numériques, les topographes ou ceux en chargent des levés topographiques, continuent à être concernés par la transformation numérique de leurs métiers. Pour eux comme pour tout autre professionnel de l'archéologie, tout changement important dans les pratiques peut susciter des débats et parfois des oppositions fermes, dès lors que les changements sont imposés ou ne sont pas justifiés par des besoins clairement exprimés par les acteurs eux-mêmes.

Ainsi, en 2016, à la demande du Directeur Scientifique et Technique, j'ai été chargé d'une mission interne pendant 6 mois auprès des trois quarts des topographes de l'Inrap (47 agents sur les 63 de l'époque). Cette enquête a porté sur les logiciels de topographie utilisés par ces agents. Elle a aussi permis d'inventorier leurs moyens matériels et les pratiques numériques en vigueur. Le rapport interne que j'ai rédigé a permis de présenter les éléments recueillis lors des entretiens, sur les sujets suivants qui correspondent globalement aux cinq étapes principales de travail des topographes, dans leur ordre chronologique :

- la récupération des fichiers des fonds de plan des projets d'aménagement,
- l'acquisition des données sur le terrain,
- le traitements des données,
- les liens entre topographie et SIG,
- l'archivage des données.

En conclusion de cette étude, il est apparu que tout changement dans les dispositifs numériques utilisés par les topographes est délicat et doit être conduit avec méthode. A titre d'exemple, dans leur quasi-totalité, les topographes interrogés ont rejeté l'idée du remplacement de leurs logiciels de dessin assisté par ordinateur (DAO) *Autocad* et de calculs topométriques *Covadis*[420].

Cinq ans après cette enquête, les éléments mis en avant par une partie de la population des topographes pour refuser de changer leurs logiciels quotidiens, sont en partie les mêmes[421] :

- les logiciels qu'ils utilisent sont très bien adaptés à leurs besoins quotidiens. Il n'y a donc pas de raison d'en changer,

[420] Ce projet de remplacement a été envisagé suite à une augmentation substantielle des coûts des licences des logiciels Autocad et Covadis et parce que l'institut souhaitait privilégier, dans ce domaine, comme dans d'autres, des logiciels libres.

[421] Plusieurs d'entre eux ont clairement exprimé leur opposition à ce projet de changement lors d'échanges informels et formels.

- la maîtrise de ces logiciels est le fruit de compétences accumulées depuis des années qui font partie de leur identité professionnelle. Ils partagent ces compétences au sein du réseau métier constitué actuellement de 70 agents,
- le format d'échange interne d'Autocad (.dwg) est incontournable dans les échanges de données topographiques avec les aménageurs et les cabinets de géomètres en amont ou en aval des opérations d'archéologie préventive. Ce format d'échange permet de garantir l'intégrité des données échangées, ce qui n'est pas le cas en passant par d'autres formats d'export comme le format .dxf ou shapefile,
- tout projet visant au remplacement des logiciels par d'autres impliquerait des délais et des coûts considérables. Même s'ils sont très difficilement chiffrables, les coûts d'un éventuel remplacement des deux logiciels *Autocad* et *Covadis* se chiffreraient en centaines de milliers d'euros pour le développement d'une solution *open source* alternative (puisque tel fut le projet évoqué), sans compter les coûts de formation, d'accompagnement au changement des pratiques, etc.

Malgré ces difficultés et la prudence qui s'impose, des changements interviennent depuis quelques années dans les pratiques numériques des topographes. Ainsi, une part croissante d'entre-eux utilise de plus en plus le logiciel de SIG *QGis*, en complément de leurs logiciels de DAO et de calculs topométriques. Cette évolution est une transformation non contrainte, puisque l'adoption de *QGis* est laissée à la liberté des topographes. Des formations spécifiques ont été proposées, certains des topographes ayant été associés à leur conception et animation, d'autres topographes les ayant suivies volontairement, d'autres s'étant engagés plus tardivement dans le changement de leurs pratiques.

Ces mêmes difficultés ont pu être observées mais dans une moindre mesure lors d'un changement des tachéomètres, à l'occasion de la passation d'un nouveau marché cadre. Plusieurs des agents ont signifié très clairement le souhait de conserver leur équipement précédent, en évoquant des risques d'être mis en difficulté dans l'exercice de leur métier dans l'hypothèse d'un changement de matériel.

De nombreuses autres expériences existent de dispositifs numériques utilisés pour la saisie de données topographiques, que ce soit à haute précision ou avec une précision moindre, comme pour des besoins de relevés lors de prospections pédestres ou subaquatiques[422].

E. Les méthodes et techniques de l'exploration géophysique : des usages en forte croissance

En s'appuyant sur des valeurs de référence, les méthodes géophysiques exploitent les caractéristiques géologiques, atmosphériques ou spatiales d'un secteur étudié, de quelques mètres carrés à des kilomètres carrés, pour en produire des modèles mathématiques provenant des traitements des mesures faites sur le terrain à l'aide de divers types de capteurs. Ces méthodes nécessitent des formations adaptées et l'acquisition des compétences en mathématique, en physique, en informatique et dans certaines sciences naturelles (géologie, pédologie, géochimie, etc.) pour pouvoir interpréter les résultats des mesures géophysiques.

[422] Comme exemple de relevés avec des dispositifs légers comme l'application Archeotracker, on peut lire Nicolas Poirier, Florent Hautefeuille, Anna Luiza Rezende Ladeia et Émile Hautefeuille, « Archeotracker », Les nouvelles de l'archéologie [En ligne], 155 | 2019, mis en ligne le 06 septembre 2019, consulté le 22 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/nda/5565 ; DOI : https://doi.org/10.4000/nda.5565

Connues dans leurs principes depuis le XIXe siècle, les méthodes géophysiques ont donné lieu à des applications industrielles à partir du début du XXe siècle[423]. Depuis les années 1950-1960, ces méthodes sont appliquées dans le domaine de l'archéologie. Elles sont aujourd'hui utilisées par les professionnels du domaine pour des explorations non-invasives du sous-sol ou de constructions en élévation avant de procéder à des fouilles[424].

Parmi les différentes méthodes mises en œuvre se trouvent les méthodes suivantes :

- la méthode électrique,
- la méthode magnétique,
- la méthode radar,
- la méthode électromagnétique à basse fréquence.

Sans entrer dans le détail de ces méthodes, l'utilisation de chacune d'entre elles dépend du type de terrain, de site archéologique, du contexte de l'intervention, des équipements et des compétences disponibles, du temps d'intervention nécessaire, etc. De plus, si certaines méthodes ont démontré leur intérêt dans certains cas, d'autres ont aussi montré leurs limites comme l'a souligné un rapport de l'Inspection des Patrimoines[425].

Quelle que soit la méthode géophysique employée, l'acquisition des données de terrain utilise des dispositifs numériques comme par exemple des appareils émettant des signaux et les recevant après leur passage dans le sol, ou encore les écrans sur lesquels s'affichent les résultats des signaux reçus par les capteurs (fig. 65).

Figure 65 : Affichage sur une tablette des données acquises par un géoradar

(source : G. Hulin, Inrap)

[423] Pour une description des méthodes de la géophysique, voir l'article de Wikipedia : https://fr.wikipedia.org/wiki/Géophysique

[424] Alain Tabbagh, Christian Camerlynck et Michel Dabas. Possibilités offertes par l'outil géophysique In : Archéologie du bâti. Aujourd'hui et demain. Dijon : ARTEHIS Éditions, 2022 DOI : https://doi.org/10.4000/books.artehis.27347

[425] François Fichet de Clairfontaine. « La géophysique appliquée à la recherche archéologique en milieu terrestre, apports et limites ». Rapport de l'Inspection des Patrimoines, 2014 ,31 pages

La géophysique peut être utilisée pour détecter la présence de structures et de vestiges archéologiques gisant sous le sol ou encore pour avoir une idée de la physionomie d'ensemble d'un site archéologique. Parmi les connaissances que la géophysique permet de produire se trouvent l'évaluation de l'épaisseur des niveaux sédimentaires, l'emplacement et la géométrie des zones à densité de certains types de vestige (déchets ferreux de forges par exemples), la profondeur et la topographie du substrat rocheux sous-jacent, etc.) (fig. 66)[426].

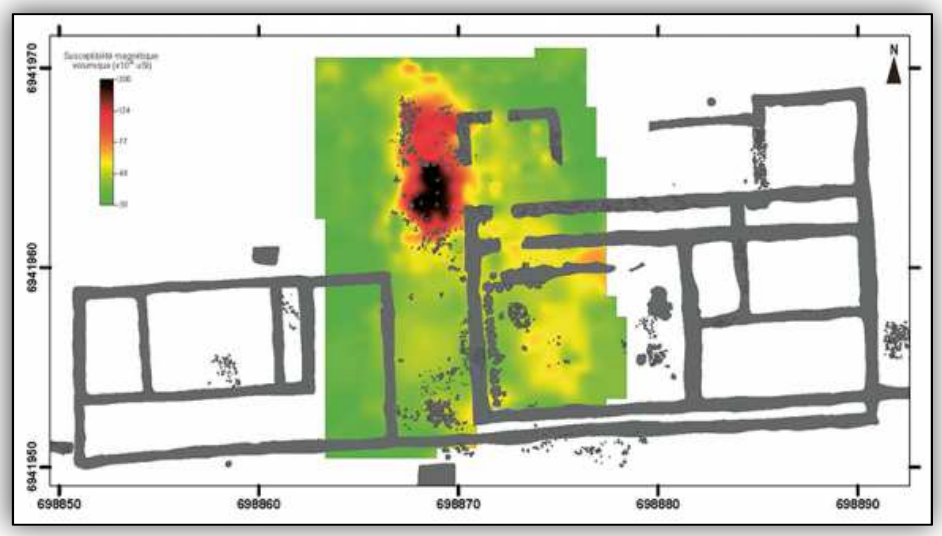


Figure 66 : Carte de susceptibilité magnétique sur la villa gallo-romaine de Noyon (Oise)

(source : G. Hulin, Inrap)

La géophysique peut aussi être utilisée à l'échelle d'un secteur pour identifier des paléotopographies sous la topographie actuelle comme par exemple des zones d'anciens méandres de cours d'eau (fig. 67).

Fort de son expérience, l'Inrap a créé une cellule géophysique et télédétection, rattachée à la Direction Scientifique et Technique (DST) de l'institut et composée de trois agents. Elle assure une centaine d'interventions par an. En 2017, l'institut a créé un réseau de techniciens en acquisition de données géophysiques afin de répondre aux demandes d'études géophysiques pilotées par la DST sur l'ensemble du territoire[427].

Près de trente personnels opérationnels ont été formés[428] en plus pour compléter ponctuellement la capacité d'intervention de l'unité en matière d'acquisition des données de terrain, notamment à l'aide de détecteurs de métaux[429].

---

[426] A titre de cas d'usage, on peut lire Guillaume Hulin, « L'application de la géophysique sur le canal Seine-Nord-Europe », Archéopages [En ligne], Hors-série 4 | 2016, mis en ligne le 17 août 2022, consulté le 23 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/archeopages/7929 ;
DOI : https://doi.org/10.4000/archeopages.7929

[427] Le carnet de recherche dédié aux travaux de recherche et développement du pôle géophysique de l'Inrap et de ses partenaires permet d'en savoir plus sur l'activité de la cellule géophysique de l'Inrap (https://geophinrap.hypotheses.org).

[428] Deux formations sont organisées par l'Inrap sur l'utilisation de détecteurs de métaux.

[429] En France, l'utilisation de détecteurs de métaux à des fins archéologiques est conditionnée à l'obtention d'une autorisation préfectorale. La loi du 18 décembre 1989 a soumis à la double autorisation de l'État et du propriétaire du terrain l'utilisation des détecteurs de métaux à des fins archéologiques. L'article L. 542-1 du code du patrimoine énonce que « *nul ne peut utiliser du matériel permettant la détection d'objets métalliques, à l'effet de recherches de monuments et d'objets pouvant intéresser la préhistoire, l'histoire, l'art ou l'archéologie, sans*

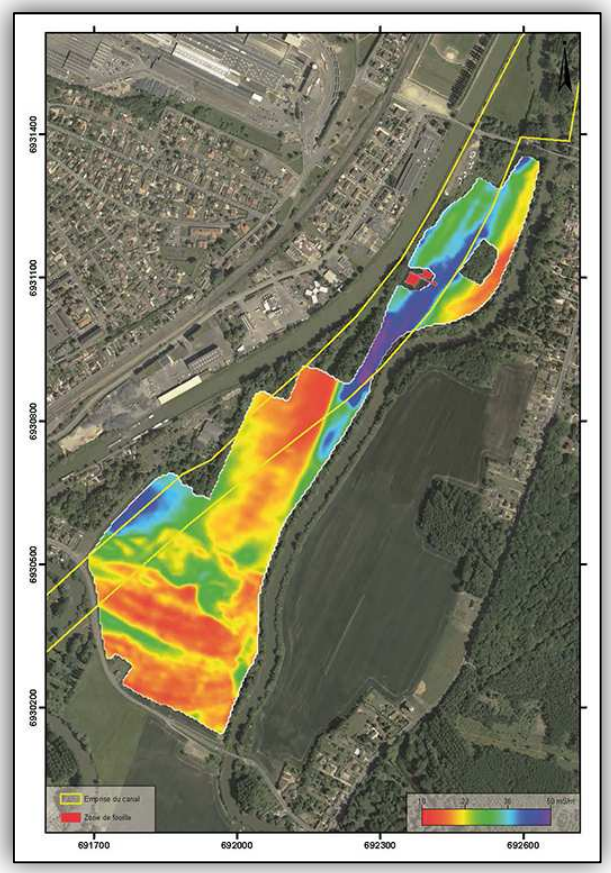


Figure 67 : Carte de conductivité électrique sur le site de Thourotte (source : G. Hulin, Inrap)

En 2017, l'Inrap a développé une extension pour le logiciel de SIG *QGis*, dédiée au traitement des données géophysiques à vocation archéologique intitulée *Archaeological Geophysics Toolbox* (AGT)[430]. Cette extension facilite le traitement de données de levés géophysiques, électriques, magnétiques et électromagnétiques réalisées avec les appareils géophysiques de l'institut (fig. 68).

avoir, au préalable, obtenu une autorisation administrative délivrée en fonction de la qualification du demandeur ainsi que de la nature et des modalités de la recherche ». L'emploi par des détectoristes clandestins ne disposant pas des autorisations nécessaires est à l'origine du pillage de sites archéologiques et de la mise au jour de vestiges archéologiques en les extrayant de leur contexte de découverte, rendant impossible toute expertise archéologique de qualité.

[430] L'extension AGT est téléchargeable à partir du logiciel QGIS. Elle a été publiée sous licence *open source* après avoir été validée par l'OSGeo (https://plugins.qgis.org/plugins/AGT)

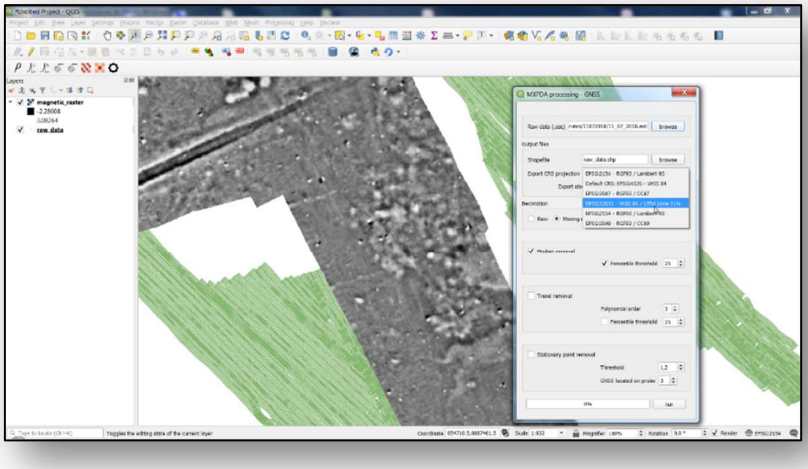


Figure 68 : Traitement des données électriques avec AGT (source : F.-X. Simon, Inrap)

Si les méthodes géophysiques sont très utiles et permettent indéniablement d'acquérir des données originales sur le terrain, complémentaires des données acquises avec les méthodes traditionnelles de l'observation humaine, elles présentent des particularités qui méritent d'être abordées.

Les méthodes de la géophysique sont mises en œuvre pour l'essentiel par des chercheurs dans les domaines des archéosciences et de l'archéométrie. Ces derniers regroupent un ensemble de méthodes et de techniques provenant de sciences de l'univers (astronomie), de la nature (biologie, médecine, géologie), des science expérimentales (physique chimie) et des sciences mathématiques et informatiques[431].

Les compétences, les profils, les métiers, les méthodes et techniques mises en œuvre par des disciplines même lorsqu'elles sont mises au service de l'archéologie ne sont pas ceux traditionnels des archéologues de formation, pour l'immense majorité d'entre eux. C'est particulièrement le cas dans les pays comme la France où les études supérieures d'archéologie sont rattachées aux universités de lettres et sciences humaines, ce qu'ont appellent parfois les humanités. Parce que les disciplines qui constituent les archéosciences ne sont pas de même nature que l'archéologie, les chercheurs qui œuvrent dans les archéosciences sont porteurs de critères de scientificité différents de ceux des SHS[432].

Cette particularité est l'occasion de s'interroger sur l'évolution des professions de l'archéologie sous l'effet de l'évolution de certaines de ses méthodes, que ce soit celles des archéosciences ou celles des humanités numériques.

Nous émettons l'hypothèse que l'arrivée dans les communautés de l'archéologie de profils et de compétences des chercheurs d'horizons disciplinaires radicalement différents de ceux de l'archéologie et des SHS en général porte en elle des changements importants dans l'identité professionnelle des acteurs actuels et futurs de l'archéologie.

La coexistence au sein des communautés de l'archéologie des métiers, des discours, des domaines de publications de professionnels d'horizons très éloignés les uns des autres, reconfigure les pratiques autant que les critères de scientificité. Autrement dit, les conséquences de la coexistence de principes

[431] En France, la revue *ArcheoSciences*, revue d'Archéométrie, éditée annuellement par le Groupe des Méthodes Pluridisciplinaires Contribuant à l'Archéologie (G.M.P.C.A.) est l'un des supports privilégiés pour les publications des domaines de l'archéométrie (https://journals.openedition.org/archeosciences/)

[432] Lors de nos entretiens avec plusieurs enseignants des formations universitaires en archéologie, il semble que les horizons de provenance de certains étudiants et leurs intentions de débouchés soient liés aux métiers des archéosciences, parmi lesquels la géophysique.

méthodologiques, de paradigmes et de modalités d'administration de la preuve très différents, mériteraient d'être interrogées pour en apprécier la portée.

Les humanités numériques constituent un autre domaine dans lequel cette coexistence de profils et de compétences très différents peut être constatée. Des ingénieurs, des informaticiens, des spécialistes des sciences de l'information, des *data scientists*, des *data analysts*, des *data managers*, collaborent avec des archéologues. Cette coexistence oblige les acteurs à être ouverts aux principes conceptuels, aux logiques de raisonnement, aux critères de scientificité, des uns et des autres, et qui sont pourtant de natures très différentes.

Ce même genre d'interrogation se pose aussi pour l'utilisation de dispositifs aéroportés d'acquisition numérique de données. Il s'agit essentiels de capteurs du domaine de l'imagerie numérique (imagerie dans le spectre visible, infra-rouge, multispectrale, hyperspectrale, Lidar, etc.) qui nécessitent des compétences, parfois très pointues, dans leur mise en œuvre et dans le traitement des données qui en sont issues.

F. L'usage de dispositifs embarqués sur des aéronefs : des pratiques en plein essor

Avions volant à basse altitude, ailes volantes, ballons, ULM : depuis le début du XXe siècle, l'archéologie a eu recours à divers types d'aéronefs pour disposer de vues prises en altitude de sites connus ou pour des campagnes de prospection.

Parmi les dispositifs les plus récents se trouvent les drones. Il s'agit d'aéronefs sans pilotes à bord qui peuvent être pilotés à distance par des télépilotes, formés selon la réglementation en vigueur. Depuis leur disponibilité à l'achat dans le domaine civil, les drones rencontrent un grand succès en archéologie.

L'usage des drones concerne la réalisation de couvertures photographiques à des fins de valorisation ou pour la production d'orthophotographies à des fins scientifiques. Il s'agit d'une nouvelle étape de la transformation numérique en cours. A l'Inrap, ce sont les topographes qui en ont été directement chargés.

Après une phase d'expérimentation conduite entre 2012 et 2016 et l'usage de deux appareils construits sur mesure[433], la décision a été prise de déployer une flotte de vingt-cinq drones disponibles sur le marché français et de former autant de topographes au télépilotage[434]. L'usage premier de ces drones devait être d'acquérir des photographies dans le spectre visible pour produire des orthophotographies à l'aide de la méthode de la photogrammétrie. Celle-ci permet de produire des modèles 3D de sites entiers ou de certaines structures archéologiques pour des besoins d'étude et de restitution topographique. Bien évidemment, d'autres usages des images prises depuis des drones existent, pour des besoins de communication et de valorisation culturelle[435].

Toujours à l'Inrap, sur les opérations d'archéologie préventive, l'utilisation des drones a lieu en vol automatique ou en vol télécommandé, toujours à vue. Un logiciel spécifique permet de préparer la mission de vol automatique. Les paramètres de vol (altitude, zone à couvrir, vitesse de déplacement du drone, etc.) sont définis par l'utilisateur selon ses besoins. Le fichier comportant le plan de vol est

[433] https://www.inrap.fr/l-utilisation-des-drones-dans-les-releves-archeologiques-9241

[434] Des usages pionniers avaient été faits par des agents de l'institut, mais de façon insuffisamment encadrée.

[435] Sur l'usage des drones à l'Inrap, voir le support de ma communication « Tendances et perspectives de l'imagerie aérienne par drones pour l'acquisition de données dans le contexte de l'archéologie préventive. L'expérience et le point de vue de l'Inrap » 10ème journée annuelle du Réseau ARAMIS L'Informatique du Futur. Comment l'évolution de l'informatique impacte nos outils et notre métier. Lyon, 24 mai 2018 https://aramis.resinfo.org/lib/exe/fetch.php?media=pleniaires:tuffery_24052018.pdf)

transféré vers le drone par une connexion sans fil. Le drone peut alors effectuer la mission programmée. Une fois le vol effectué, le drone revient automatiquement à son point de décollage.

A titre d'exemple, lors d'une opération préventive de fouille réalisée par l'Inrap dans le centre de Melun (Seine-et-Marne) en 2021, un four à tuilier de l'époque gallo-romaine a été mis au jour. Pour réaliser une partie des relevés, un drone a été utilisé. La presse locale, la République de Seine-et-Marne, s'est rendue sur place et a publié sur son site Web un reportage[436] (fig. 69).

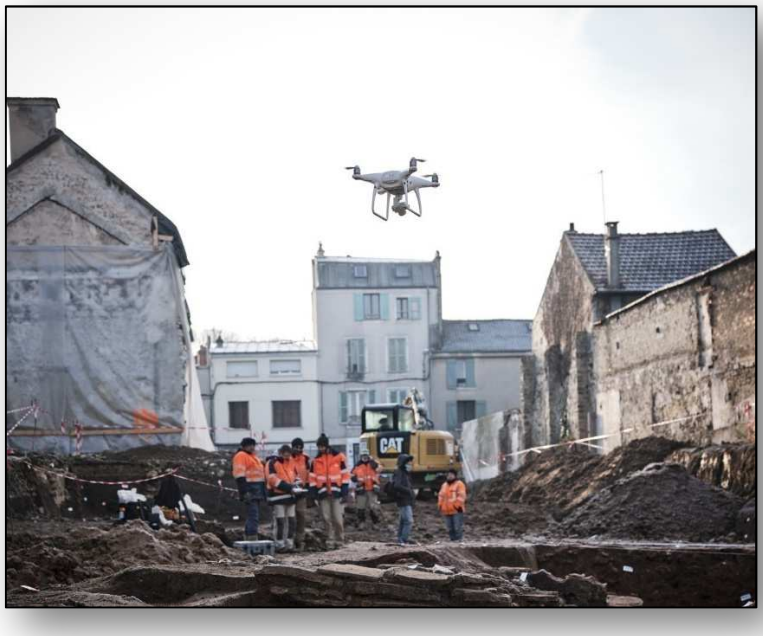


Figure 69 : Vue de l'utilisation d'un drone par une équipe de fouille de l'Inrap

(source : M. Muratet, Inrap)

L'une des photographies prises avec le drone sur l'opération permet de voir le four (fig. 70).

En complément, l'usage de la méthode de la photogrammétrie pour le traitement de couvertures photographiques, qu'elles proviennent de l'usage de drones ou d'autres dispositifs, connaît une très forte croissance aussi bien en archéologie programmée qu'en archéologie préventive.

Une formation préalable solide est indispensable avant de maîtriser correctement cette méthode mais aussi la prise de vue avec l'appareil photographique numérique[437].

Outre avec l'aide d'un drone, les photographies peuvent être prises avec un appareil photographique numérique installé sur une perche de 4 mètres manipulée depuis le sol. Le traitement des photographies peut être effectué à l'aide d'un logiciel comme *Metashape*[438]. Le logiciel *Cloud Compare*[439] permet de

[436] https://actu.fr/ile-de-france/melun_77288/photos-un-tresor-archeologique-gallo-romain-decouvert-en-seine-et-marne_46760843.html

[437] Mehdi Belarbi, Pascal Raymond, Nicolas Saulière et Régis Touquet, « L'acquisition 3D par photogrammétrie en archéologie », Archéopages, 34 | 07/2012, DOI : https://doi.org/10.4000/archeopages.415

[438] *Metashape* (anciennement *Photoscan*) est un logiciel propriétaire développé par la société Agisoft (https://www.agisoft.com/) qui sert au traitement photogrammétrique d'images numériques. Il permet de générer des données spatiales 3D pouvant être utilisées dans des logiciels de SIG et servir à des mesures à différentes échelles.

[439] *CloudCompare* est un logiciel libre qui sert au traitement de nuages de points 3D et de maillages triangulaires (https://www.danielgm.net/cc/).iel

créer les nuages de points par une méthode d'interpolation entre des ensembles d'images numériques présentant un taux minimum de recouvrement entre elles. A l'échelle du site lui-même, d'une structure ou d'un vestige archéologique, la photogrammétrie permet d'investiguer des structures et des vestiges archéologiques.

Figure 70 : Vue aérienne du four de tuilier (source : P. Raymond, Inrap)

Le séminaire scientifique et technique de l'Inrap qui s'est tenu en juin 2018 à l'Inria à Rennes, sur le thème « *Imagerie numérique et 3D* », a permis la présentation de plusieurs retours d'expérience sur l'usage de la photogrammétrie, mais aussi de la lasergrammétrie, des maquettes numériques, etc.[440].

La communication présentée par Stéphane Augry de l'Inrap a permis de présenter les résultats obtenus sur plusieurs des opérations d'archéologie préventive réalisées sous sa responsabilité aux abords de la Cathédrale du Mans[441].

Figure 71 : Orthoimage d'un pan de la courtine romaine (source : S. Augry, Inrap)

[440] https://sstinrap.hypotheses.org/category/seminaires-st/imagerie-numerique-et-3d

[441] Stéphane Augry. Un espace urbain singulier : les abords de la cathédrale du Mans. Enjeux et méthodes. Dans S. Eusèbe, T. Nicolas, V. Gouranton, R. Gaugne (dir.), Archéologie : imagerie numérique et 3D : actes du 3e séminaire scientifique et technique de l'Inrap, 26-27 juin 2018, Rennes. 2019 <https://doi.org/10.34692/y9zp-nw06>. <hal-02126949>.

Les couvertures photographiques ont été prises soit depuis le sol, soit à l'aide d'une perche, soit avec un drone. Une fois les photographies traitées par la méthode photogrammétrique des ortho-images ont été produites (fig. 71). Les ortho-images peuvent être intégrées dans des plans, des vues en perspective, des modèles 3D (fig. 72).

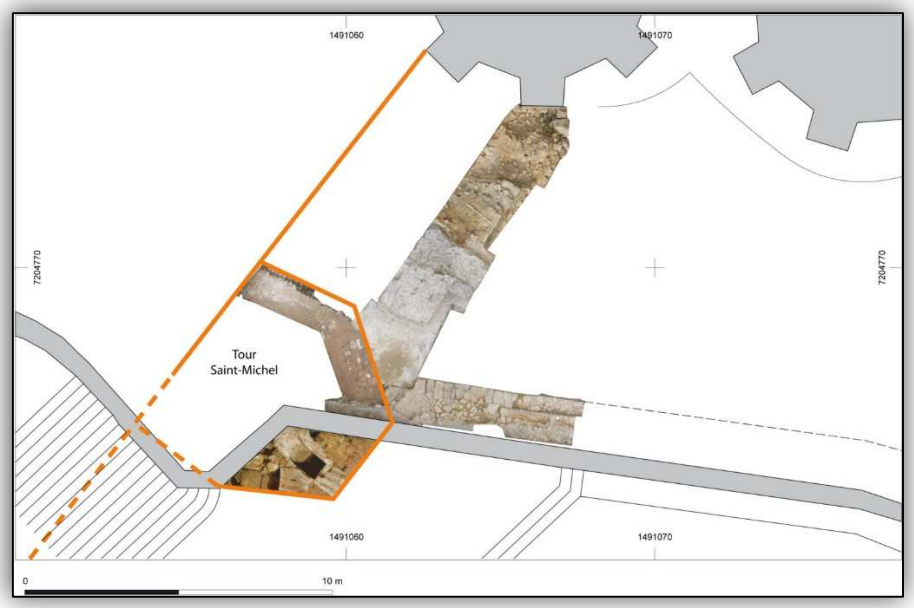


Figure 72 : Ortho-image des vestiges de la tour Saint-Michel (source : S. Augry, Inrap)

Les modèles 3D ont été publiés sur le site *Sketchfab*[442]. En utilisant les outils du visualiseur, une navigation virtuelle est possible dans les structures archéologiques visibles sur le modèle 3D et permet de zoomer avec un haut niveau de précision pour observer des détails (fig. 73).

Figure 73 : Modèle 3D du sondage réalisé au droit de la chapelle axiale de la Cathédrale Saint-Julien lors du diagnostic de 2016 (source : S. Augry, Inrap).

[442] https://sketchfab.com/3d-models/le-mans-cathedrale-saint-julien-6d7795f5e5694bf1b5b081d8bfdbff40

D’autres plateformes et visualiseurs 3D existent comme le visualiseur *3DHOP*, hébergé sur la plateforme *Visual Media Service* développée par *Visual Computing Lab* (ISTI – CNR), dans le cadre du projet *Ariadne* (fig. 74).

Figure 74 : Modèle 3D du sondage de diagnostic affiché dans le visualiseur 3D HOP (source : S. Augry, Inrap).

Ces outils, relativement simples d’utilisation, présentent un grand intérêt pour des besoins de visualisation des modèles 3D et pour les partager. Il faut insister sur le travail nécessaire en amont, qui exige une maîtrise de la méthode et des outils de la photogrammétrie. Mais, à la suite d’autres archéologues spécialistes du domaine, nous avons pu constater que la maîtrise de la méthode n’est pas toujours effective chez ceux qui l’utilisent. L’apparente facilité d’utilisation des logiciels peut expliquer ce constat et faire croire à certains utilisateurs qu’ils peuvent aisément produire rapidement des résultats, sans forcément maîtriser tous les paramètres des appareils photographiques ni évaluer la qualité des résultats. Sur ce point, nous reprenons l’essentiel de la conclusion de la communication de Stéphane Augry :

« *La formation joue un rôle important pour les formateurs eux-mêmes, en facilitant le partage d’expériences à l’échelle nationale. Elle encourage la création d’un vocabulaire commun et constitue un lieu d’échange autour des bonnes pratiques. La formation des équipes aux techniques numériques n’est, toutefois, pas suffisante. D’une part, le niveau de compétence en photographie numérique reste relativement faible, ce qui réduit grandement les capacités d’appréhension des techniques photogrammétriques et de gestion des métadonnées. D’autre part, les savoir-faire, notamment en terme de dessin technique, ne doivent pas être négligés, sous peine de perte de qualité de l’iconographie dans les rapports de fouille* ».

Ces commentaires d’un utilisateur, convaincu par la photogrammétrie mais conscient des risques d’usages mal préparés et de l’importance de la formation et de l’accompagnement des équipes, décrivent les effets de la mise en place d’une méthode numérique comme la photogrammétrie sur le travail et le fonctionnement des équipes d’archéologues, en soulignant les enjeux en termes de ressources humaines[443].

[443] Sur ce thème, on peut aussi lire l’article sur le site internet de l’Inrap consacré à la photogrammétrie : https://www.inrap.fr/entretien-la-photogrammetrie-une-alliee-de-l-archeologie-preventive-15050

Dans sa programmation nationale, le Conseil National de la Recherche Archéologique (CNRA), souligne la nécessité d'insister sur la qualité de la documentation graphique :

« [Il faut] *et veiller à ce que 3D et photogrammétrie ne se substituent pas aux relevés traditionnels, supports fondamentaux de la restitution et de l'interprétation. Ainsi, on comprend que la formation post-recrutement prend une place primordiale dans la constitution des équipes archéologiques, au-delà de leurs capacités d'intervention opérationnelle et scientifique (…). Les perspectives concernant les nouvelles façons d'envisager la production de connaissances archéologiques sont considérables. Pour l'heure, les bilans sont souvent cantonnés à de simples études de cas focalisées sur les solutions méthodologiques et techniques mises en place. La théorie critique reste négligée, alors que les changements sont majeurs et restent encore à venir* »[444].

Ce constat et ces préconisations peuvent être répliqués pour les méthodes de traitement de données provenant d'autres types de capteurs numériques (imagerie laser, imagerie multispectrale, imagerie infrarouge, etc.) qui peuvent être utilisés soit isolément, soit en complément de l'imagerie numérique du spectre visible.

Parmi ces autres types de capteurs embarqués sur des aéronefs se trouve le Lidar (*LIgth Detection And Ranging*). Cette technique s'appuie sur un dispositif qui effectue un balayage du sol à partir d'un distancemètre laser. Le nuage de points obtenu peut faire l'objet de divers traitements comme, par exemple, supprimer le couvert forestier pour obtenir un relevé topographique du sol. Le modèle numérique de terrain résultant permet ainsi de disposer d'un relief qui n'est pas affecté par la hauteur du couvert végétal (fig. 75).

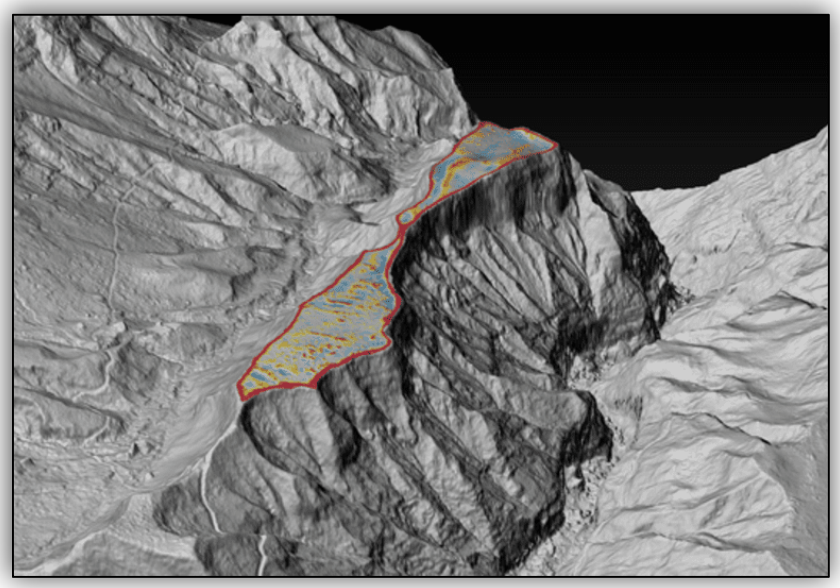


Figure 75 : Vue d'un modèle 3D à La Réunion à partir des données de relevés par Lidar (source : site Internet de la DRAC de la Réunion)

En archéologie, le Lidar est utilisé avec succès, surtout depuis le début des années 2000. La méthode permet de mettre en évidence des structures qu'il était auparavant difficile de localiser et d'inventorier,

[444] https://www.culture.gouv.fr/Media/Medias-creation-rapide/Programmation_nationale_recherche_archeo.pdf2

par exemple des paléotopographies d'occupations passées, parfois de quelques dizaines de centimètres, qu'il est difficile d'identifier au sol ou avec d'autres types de capteurs[445].

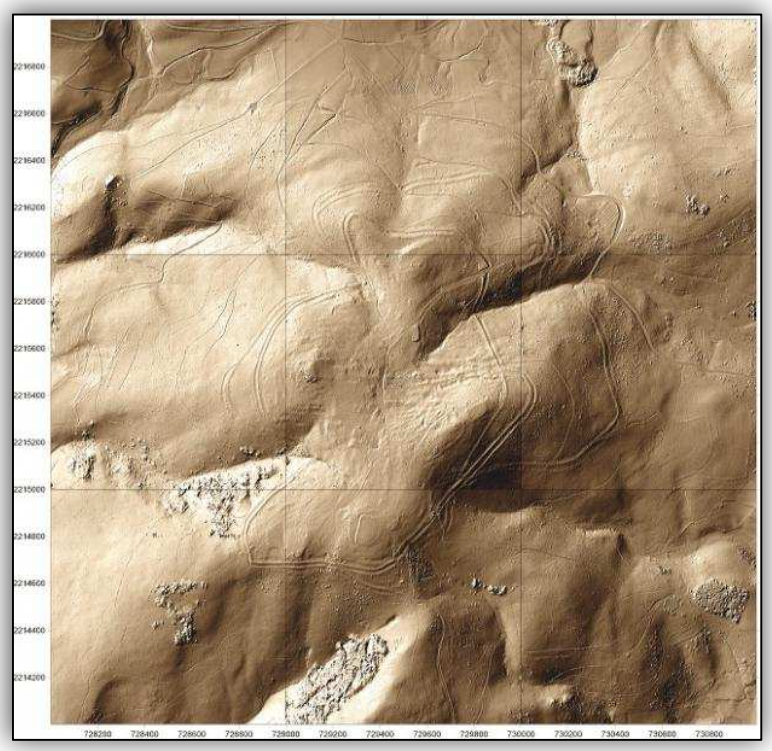


Figure 76 : Orthophotographie du Mont-Beuvray à partir des des données de Lidar (source : site Internet de l'EPCC de Bibracte)

Le site du Mont-Beuvray est un des premiers sites archéologiques où, en 2007, la technique du Lidar a été utilisée. Les résultats ont permis d'orienter les recherches sur certains secteurs de fouilles (fig. 76).

Au-delà des usages scientifiques, de nombreuses actions de communication et de publications utilisent les données Lidar pour restituer des structures archéologiques dans leur contexte topographique. C'est le cas d'une maquette en résine présente au musée de Bibracte sur laquelle les visiteurs peuvent voir défiler diverses images numériques vidéo-projetées, parmi lesquelles les données de Lidar.

Ce mémoire n'a pas comme objectif de constituer un inventaire de toutes les méthodes et techniques numériques mises en œuvre pour l'acquisition de données utilisées sur les terrains archéologiques. Mais les dispositifs utilisés par les professionnels de l'archéologie méritent d'être présentés parce qu'ils correspondent au cœur du métier de l'archéologue. Dans ce domaine, l'expertise d'observation, de description, de première interprétation et de notation des professionnels de l'archéologie s'exerce pleinement. C'est à la fois le domaine dans lequel les pratiques de l'archéologie sont les plus anciennement établies, comme cela a été présenté en première partie du mémoire, et celui dans lequel ces pratiques sont les plus compliquées à faire évoluer pour celles et ceux qui utilisent des méthodes traditionnelles, parfois depuis plusieurs décennies.

[445] Sur l'usage de drones en archéologie, on peut lire l'article sur le site Web du Ministère de la Culture : « L'appui de la technologie LiDAR en archéologie : révéler les structures grâce au laser » (https://www.culture.gouv.fr/Regions/Dac-de-La-Reunion/Patrimoine-Architecture-Environnement/Archeologie/L-appui-de-la-technologie-LiDAR-en-archeologie-reveler-les-structures-grace-au-laser).

La présentation de ces quelques applications, notamment celles utilisées en France, a permis de montrer la diversité des solutions mises en œuvre pour la saisie des données archéologiques de terrain.

Faisant ce même constat au cours des années 2000, le Ministère de la Culture a imaginé un projet visant à ne pas faire le choix de l'une de ces applications, ni à imposer l'une d'entre elles aux archéologues. Le Ministère a donc privilégié le fait de permettre à tout archéologue, à l'issue d'une opération d'archéologie, préventive ou programmée, de pouvoir s'affranchir de tout modèle de données, de tout format structuré en optant pour des échanges de données dans un formalisme très simple.

G. Le projet du Ministère de la Culture pour faciliter les échanges informatisés de données archéologiques

En matière de données archéologiques numériques, les applications mentionnées précédemment sont sous-tendues par des modèles de données qui sont le résultat de choix sur les informations à saisir, sur les relations entre elles, Selon le modèle de données retenu, les dictionnaires de données associés, les logiques de saisie, les formats d'import et d'export disponibles, ces choix s'imposent ensuite aux utilisateurs des applications.

Lors des premiers inventaires d'applications de données archéologiques de terrain qu'il avait réalisés, le Ministère de la Culture avait noté les difficultés à pouvoir échanger de façon simple les données provenant de ces dispositifs avec les services du Ministère de la Culture, lors du versement de la documentation de toute opération archéologique[446]. Fort de ce constat, le Ministère, par sa Sous-Direction de l'Archéologie (SDA), a souhaité engager en 2008 un projet d'échanges informatisés[447]. Il s'agissait (et il s'agit toujours) de permettre d'améliorer les échanges de données numériques entre les divers systèmes d'enregistrement en particulier lors du versement par les opérateurs de l'archéologie préventive et programmée des inventaires de données aux services du Ministère de la Culture. A l'origine du projet, il fut clairement affirmé que « *La structuration des inventaires ne doit en rien interférer avec les pratiques de terrain* ».

Les inventaires sont les sept inventaires réglementaires prévus par l'arrêté déjà mentionné du 16 septembre 2004 « *portant définition des normes d'identification, d'inventaire, de classement et de conditionnement de la documentation scientifique et du mobilier issu des diagnostics et fouilles archéologiques* »[448]. Dans son article premier, cet arrêté définit la forme que doit prendre l'inventaire de la documentation scientifique constituée au cours d'une opération archéologique préventive :

- documents graphiques (plans, relevés, minutes, dessins),

- documents photographiques et audiovisuels,

- documents numériques,

- documents écrits (carnets et fiches d'enregistrement de terrain, correspondance, rapports d'étude),

- moulages et empreintes,

- matériaux naturels et de nature biologique recueillis lors de l'opération.

---

[446] Dans sa thèse en 2003, Anne Chaillou avait largement établi ce constat.

[447] Chaillou Anne, 2012, L'échange numérique de données d'inventaire entre acteurs de l'archéologie : une réflexion en cours. Archeologia e Calcolatori, Supplemento 3, 2012, 247-263. http://www.archcalc.cnr.it/indice/Suppl_3/19-chaillou.pdf

[448] https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000627559

Plutôt que d'imposer un formalisme contraignant, le projet du Ministère de la Culture a donc eu l'idée de proposer une série de fichiers de tableurs, dits classeurs d'échanges, permettant d'y enregistrer toutes les données minimales devant être renseignées pour chacun des inventaires prévus par l'arrêté de 2004. Cette « mise à plat » des données doit concerner surtout les données structurées, provenant d'applications d'enregistrement de terrain s'appuyant sur des bases de données (*FileMaker*™, *MS Access*, *ArcGis*, *Postgresql*, *Postgis*, *MySQL* pour *SysLat*, *SQLite* pour *EDArc*, etc.).

Le projet du Ministère s'appuie sur une série de protocoles d'échanges entre les divers acteurs de l'archéologie[449]. Parmi ces protocoles se trouve celui de transmission n° 2.

Ce protocole définit les relations entre un responsable d'opération archéologique (préventive ou programmée) et les services déconcentrés du Ministère de la Culture à l'échelle régionale, à savoir les Services Régionaux de l'Archéologie (SRA) et les Centres de Conservation et d'Etudes (CCE) à l'échelle régionale, le Département des Recherches Archéologiques Subaquatiques et Sous-Marines (DRASSM) à l'échelle nationale (fig. 77).

Le Ministère prévoit que les échanges de données aient lieu sous la forme de 14 classeurs au format .CSV ou .XLS ou .ODT, chacun étant composé de plusieurs onglets où les lignes devront être renseignées, certaines données provenant du terrain, d'autres provenant d'informations administratives ou de données de la phase de post-fouille. En tout, une centaine de champs ou rubriques, répartis dans les 14 onglets devraient être renseignés et accompagnés de métadonnées respectant la norme ISO 15836, dite Dublin Core[450].

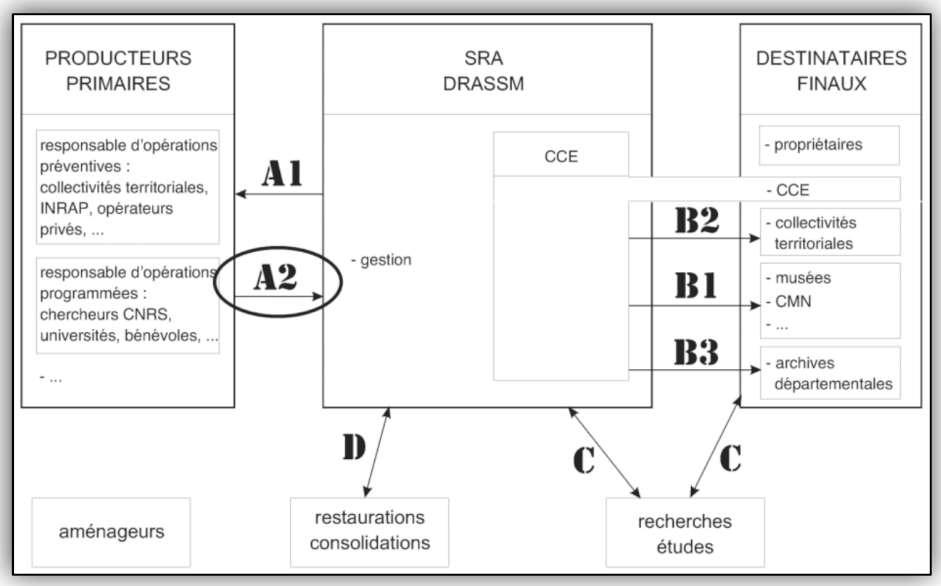


Figure 77 : Schéma de transmission des données entre responsables d'opération et SRA/CCE/DRASSM (source : Ministère de la Culture)

[449] Anne Chaillou. « Données d'échange des inventaires du mobilier et de la documentation scientifique entre les différents acteurs de l'archéologie en France. Points à développer lors de prochains tests ». Mai 2010 (non publié).

[450] Ces métadonnées permettent d'assurer la traçabilité des données dans le respect des principes FAIR. Elles sont indispensables pour leur archivage pérenne. Pour en savoir plus sur les métadonnées, consulter le site du CINES (https://www.cines.fr/archivage/un-concept-des-problematiques/les-metadonnees-de-perennisation).

A ce jour, il est prévu que ce projet du Ministère de la Culture donne lieu à un nouvel arrêté qui devrait être publié d'ici le début de 2023[451].

Les premiers tests réalisés à l'Inrap sur la mise en œuvre des futurs classeurs d'échange de données montrent que le temps nécessaire pour alimenter ces fichiers sera assez conséquent, sachant que le temps passé actuellement à remplir les inventaires de la section 3 des rapports d'opération, sous les formes demandées par l'arrêté du 16 septembre 2004, est déjà considérable.

Le projet du Ministère de la Culture part du constat que la modélisation, si elle offre des possibilités de structuration de l'information, présente aussi des effets sur les applications, sur leurs usages et sur les modalités d'appropriation par les utilisateurs des dispositifs numériques s'appuyant sur une modélisation. Ce constat est lié au fait que toute modélisation implique des contraintes sur les informations à saisir, sur leurs relations entre elles, sur les possibilités de requête sur ces données et de leur export pour que les données soient réutilisables avec d'autres dispositifs numériques comme par exemple les dispositifs mis en œuvre pour l'enregistrement de terrain.

H. La modélisation des données archéologiques de terrain

H.1.Rappels des principes généraux de la modélisation de l'information

La modélisation de l'information consiste en une vue abstraite d'une réalité, d'une idée, d'un projet, etc., dont elle propose une représentation formelle qui s'appuie sur un schéma conceptuel et un langage conceptuel.

Dans la première partie, nous avons évoqué les travaux de Jean-Guy Meunier et les trois modèles qu'il propose : modèle intentionnel ou représentationnel, modèle fonctionnel, modèle physique ou matériel.

La modélisation conceptuelle correspond au premier des modèles de cet auteur. Un modèle conceptuel rend compte d'une représentation et d'une intention sur l'objet du modèle.

Puisque la modélisation des données constitue une formalisation d'énoncés du langage selon une certaine représentation, on peut s'interroger quant à savoir si cette modélisation dépend de la théorie sous-jacente à l'objet de connaissance concerné ou si c'est la modélisation qui constitue une théorie de cette connaissance. Autrement dit, la modélisation est-elle à l'origine du processus d'une théorisation d'une connaissance ou en constitue-t-elle un produit ?

Pour tout domaine de savoirs, il n'existe pas de modèle universel. Tout modèle résulte, de la part de son concepteur, de la sélection d'une série d'entités (appelés parfois concepts) et de relations entre eux.

[451] Ce projet de nouvel arrêté devrait comporter la définition d'une nouvelle organisation du rapport d'opération, la forme et les modalités de transmission du rapport et des données scientifiques et enfin des dispositions diverses. A cet arrêté devrait être associé un référentiel de normalisation concernant les métadonnées et les inventaires du rapport d'opération ainsi que les modalités de transmission des données de l'opération conformément au futur arrêté. Celui-ci viendra compléter l'arrêté du 7 février 2022 « *portant définition des données scientifiques de l'archéologie et de leurs conditions de bonne conservation* » qui porte sur la nature des vestiges archéologiques mobiliers qui a permis l'abrogation législative des arrêtés du 16 septembre 2004 « portant définition des normes d'identification, d'inventaire, de classement et de conditionnement de la documentation scientifique et du mobilier issu des diagnostics et fouilles archéologiques » et du 25 août 2004 portant « définition des conditions de bonne conservation des vestiges archéologiques mobiliers ».

Cette représentation est produite soit par un individu, soit par un groupe d'individus lorsque ceux-ci parviennent à un modèle consensuel.

Sur un même domaine de connaissance, deux modélisations peuvent donc être proposées et coexister. Elles peuvent différer par leurs objectifs, leurs domaines d'application, etc.

Selon les échelles spatiales et temporelles prises en compte par une modélisation, les entités et leurs relations ne sont pas modélisées de la même façon. Le niveau de précision de finesse, de granularité dans le choix des entités, diffère[452].

Il faut pouvoir accéder à l'ensemble des entités, de leurs données descriptives, de leurs relations pour pouvoir comparer différents modèles. Cette exigence est aussi incontournable lorsque plusieurs modèles portent sur les mêmes échelles, les mêmes entités, les mêmes types de relations.

Les modèles d'un domaine de connaissance sont appelés ontologies de domaine, terme polysémique et parfois contesté, parce qu'il n'a pas la même acception en philosophie, en anthropologie, en physique et en ingénierie de la connaissance.

Un modèle tient compte des contraintes qu'implique son usage et qui se retrouvent lors de l'implémentation du modèle représentationnel dans le modèle physique. Ainsi, sur un même domaine de connaissance, il peut coexister deux modèles de données, partiellement différents parce qu'ils ne prennent pas en compte les mêmes contraintes.

C'est le cas pour la modélisation de l'information archéologique de terrain.

H.2.La modélisation de l'information archéologique de terrain

Deux modèles conceptuels semblables prenant en compte les unités stratigraphiques et les faits archéologiques, deux entités de base de l'enregistrement de terrain, peuvent différer par leurs modèles physiques, par les règles de leurs relations (dépendance, inclusion, intégrité référentielle). Ces différences apparaissent dans les modèles logiques où la cardinalité des relations (leur nombre minimum et maximum possible d'occurrence) peut différer.

Dans un modèle logique, un fait peut ne contenir aucune unité stratigraphique alors que, dans un autre modèle, un fait doit contenir au moins une unité stratigraphique.

Dans le domaine de l'enregistrement de terrain, toutes les applications que nous avons pu explorer montrent qu'elles s'appuient globalement sur des modèles conceptuels de données assez proches. Ceux-ci regroupent les catégories suivantes d'objets ou d'entités pour la dimension scientifique de l'enregistrement de terrain[453] :

- les données de contexte (unités stratigraphiques, faits archéologiques, structures, ensembles),
- les données de documentation (les carnets de terrain, les minutes de terrain, les fiches d'enregistrement, les fichiers de systèmes d'enregistrement numérique, les photographies, etc.)
- les données de mobilier recueilli (y compris les prélèvements)

[452] Sur la notion de granularité de l'information pour l'archéologie, on peut lire l'article de Sébastien Durost, Guillaume Reich, Jean-Pierre Girard. *Terminologies, modèles de données archéologiques et thésaurus documentaires : réflexions à partir d'une typologie de céramique*. 2021. ffhal-03278684f

[453] A ces données peuvent être rajoutées des données administratives

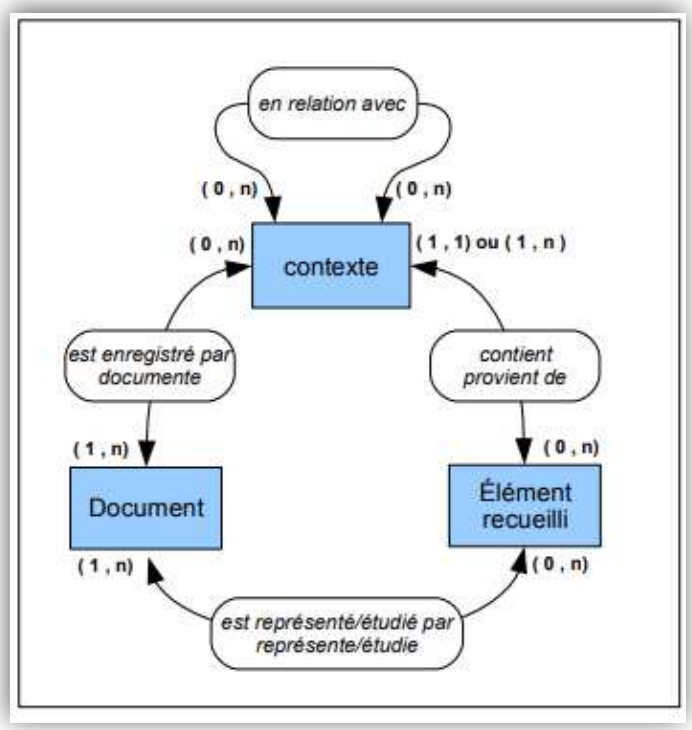


Figure 78 : Une modélisation générique possible des principaux objets et de leurs relations pour l'enregistrement de données archéologiques (source : B. Desachy 2008)

Cette distinction est résumée par Bruno Desachy dans une schématisation de tout système d'information archéologique qui doit s'appuyer sur une modélisation préalable de l'information archéologique (fig. 78).

L'objectif premier d'un système d'information archéologique est de permettre une saisie, dès le terrain, des données descriptives des unités d'enregistrement et de leurs relations, en s'appuyant, pour une partie d'entre elles, sur les principes de la modélisation des relations stratigraphiques définies par Edward Harris dans son ouvrage de référence (Harris, 1989, cf. *infra*).

Il convient de souligner que plusieurs archéologues ont critiqué l'approche de Harris parce qu'elle n'affiche que le temps stratigraphique et non pas la totalité du temps d'un site. C'est le cas, entre autres, de M. Carver[454], P. Paice[455], J. Collis[456]. Certains ont proposé des adaptations et des extensions à la visualisation graphique du diagramme de Harris, par l'utilisation de symboles et une disposition spatiale modifiée de la matrice. Celle-ci permet de situer chaque unité stratigraphique dans sa phase d'occupation dans une bande d'espace horizontale à travers le diagramme.

Comme l'établit le schéma générique proposé par Bruno Desachy, tout système d'information archéologique, à commencer par toute application d'enregistrement de terrain, doit offrir des fonctionnalités pour :

[454] Martin Carver. Digging for data: archaeological approaches to data definition, acquisition and analysis. In: R. Francovich, D. Manacorda (dir.) *Lo Scavo Archeologico - dalla diagnosi all'edizione*, All'insegna del giglio, Firenze, 1990, pp. 45- 120.

[455] Patricia Paice. "Extensions to the Harris matrix system to illustrate stratigraphic discussion of an archaeological site", Journal of Field Archaeology, 18-1, 1991, pp. 17-28.

[456] John Collis. "Constructing chronologies: lesson from the Iron Age". In A.Lehoërff (dir.). Construire le Temps- histoire et méthodes des chronologies et calendriers des derniers millénaires avant notre ère en Europe occidentale, Bibracte, Glux-en-Glenne, 2008, pp. 85-104.

- la saisie des données sur les unités d'enregistrement (US, faits, structures, mobiliers, documentations, etc.),
- la possibilité d'associer des données descriptives et des ressources documentaires aux unités d'enregistrement (ex. photographies, minutes de terrain, etc.),
- la possibilité d'exporter les données dans divers formats (format structuré ou pas),

Pour l'application *Stratibase*, développée par Bruno Desachy en 2007 dans le cadre de son mémoire de DEA, l'implémentation du schéma général qu'il a établi s'est traduite par le modèle physique suivant (fig. 79).

Ce modèle physique est une traduction possible parmi d'autres du schéma général de modélisation de l'information archéologique. D'autres versions sont envisageables. Ainsi, l'application *EDArc* utilise des tables de relations entre les faits et la documentation (photos, minutes) et pas seulement entre les US et la documentation. En revanche, *EDArc* utilise bien, comme *Stratibase*, des tables de relations entre US synchrones et entre US ayant des relations d'antéro-postériorité.

La modélisation de l'informaiton peut aussi imposer un ordre dans lequel l'information doit être saisie. Ainsi, *SysLAT* impose de créer d'abord des unités stratigraphiques avec des données minimales avant de pouvoir saisir les données de faits archéologiques. Ceci impose d'utiliser dans l'ordre les notions d'US et de faits archéologiques. Pour sa part, *EDArc* a fait le choix de ne rien imposer dans ce domaine. L'utilisateur peut saisir dans l'ordre qu'il souhaite les données sur les US et celles sur les faits. Il peut aussi ne saisir de données que pour les US ou que pour les faits, sans que cela ne pose de problème dans le bon fonctionnement de l'application.

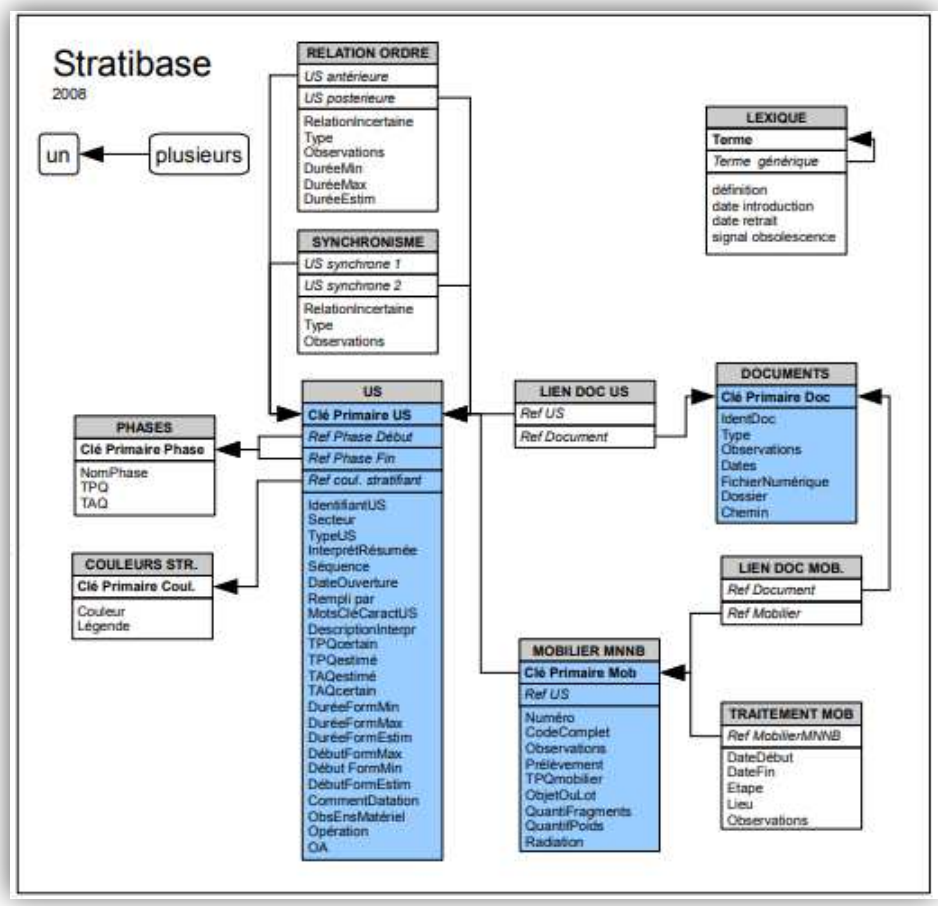


Figure 79 : Modèle physique de données de l'application Stratibase (source : B. Desachy 2008)

La modélisation de l'information archéologie est indissociable des processus de traitement des données et donc des algorithmes permettant d'effectuer ces traitements, une fois les données constituées en bases de données ou parfois en fichiers peu ou pas structurés. C'est pouquoi, il apparaît utile d'évoquer en quelques mots les relations qui peuvent exister entre archéologie et algorithmie.

H.3.Quelques réflexions sur les relations entre archéologie et algorithmie

Dans son ouvrage sur l'informatique[457], Claude Secroun précise que l'informatique théorique ou informatique fondamentale comprend l'algorithmie, la théorie des graphes, la théorie de la calculabilité, la cryptologie, la théorie des langages, le calcul formel, la théorie des jeux. Il décrit ensuite le génie informatique puis le génie logiciel qui comprend l'intelligence artificielle, les réseaux de neurones, le traitement des images, la simulation numérique, le calcul numérique, les bases de données, les algorithmes génétiques. De ces différents contenus de la science informatique, nous choisissons de retenir ici l'algorithmie.

Dans la première partie de ce mémoire, nous avons souligné la place croissante qu'ont prise les représentations graphiques et schématiques dans les travaux de certains des défricheurs. Ce fut le cas notamment de Jean-Claude Gardin dont les travaux ont porté sur la formalisation des raisonnements. Son programme logiciste s'est largement appuyé sur la description visuelle des étapes du raisonnement archéologique qu'il a cherché à traduire sous une forme algorithmique. Or un algorithme n'est pas simplement un schéma présentant une suite d'étapes de la pensée ou de tâches. Il doit répondre aux exigences de méthodes formelles c'est-à-dire de techniques de raisonnement qui s'appuient sur la logique mathématique. Des règles logiques doivent être appliquées aux algorithmes pour autoriser ou interdire le passage d'une étape à une autre et vérifier ainsi que le parcours des chemins possibles proposés par l'algorithme est solidement encadré par ces règles. Un programme informatique doit s'appuyer sur de telles règles et exigences pour transposer le schéma conceptuel en une série d'instructions compréhensibles par le dispositif qui doit exécuter le programme.

Le raisonnement archéologique peut-il se soumettre aux règles de la logique mathématique ?

Dans son ouvrage déjà cité, *Le calcul et la raison. Essais sur la formalisation du discours savant,* Jean-Claude Gardin a précisé son projet d'analyse logiciste :

« *Nous l'avons appelée* [analyse] *« logiciste » parce qu'elle partage avec le mouvement d'idées ainsi nommé le projet de reconstruire le discours scientifique sur des fondements logiques plus clairs : et aussi, secondairement, pour marquer que l'analyse en question n'est pas à proprement parler logique, au gré des logiciens, mais plutôt « à la manière » de la logique* »[458].

Cette précision semble signifier que le projet de Gardin n'était pas de faire que le raisonnement archéologique se cale entièrement sur les principes du raisonnement logique ni sur ses règles de contrôle, mais tente de s'en inspirer.

L'une des questions majeures des effets de l'emploi des principes de la pensée algorithmique et de ses règles logiques de vérification sur le raisonnement archéologique concerne la façon dont les critères de scientificité, de contrôle du raisonnement et de l'administration de la preuve en archéologie sont touchés, ébranlés voire remis en cause, par l'usage d'autres critères et d'autres modalités de raisonnement et de démonstration provenant d'autres sciences parmi lesquelles la science informatique.

Quoiqu'il en soit, l'algorithmie n'est pas sans conséquence sur les principes de modélisation dans la production des savoirs archéologiques ni sur celles de leur publication numérique.

---

[457] Claude Secroun. *L'informatique*. Paris, Ed. Jean Paul Bayol, 2011, 90 pages
[458] Jean-Claude Gardin. *op. cit.*, p.172

Les données de terrain, de leur côté, sont de plus en plus produites en utilisant des logiciels de SIG ou en tout cas en s'appuyant sur les levés topographiques qui permettent de les localiser avec précision. Aujourd'hui, il est largement admis dans les communautés de l'archéologie l'intérêt de pouvoir représenter les données archéologiques par leur géographie. Mais il importe de souligner que ce mode de représentation impose des contraintes et des exigences sur les modèles de données et sur les traitements et les modes de représentation propres aux données spatiales.

I. Les SIG pour l'enregistrement des données de fouilles : en quoi la géomatique change les pratiques ?

I.1. Quelques principes de base de la modélisation de l'information géographique

La littérature sur l'usage de SIG en archéologie est pléthorique[459]. Les premières utilisations de ce type de dispositif en archéologie datent de la fin des années 1980[460]. En France, un réseau spécialisé dans ce domaine, *Information Spatiale et Archéologie* (ISA), existe depuis la fin des années 2000. Il a produit de nombreux travaux auxquels le lecteur est invité à se reporter[461]. Un numéro spécial sur les SIG en archéologie et histoire de la revue *Histoire & Mesure* paru en 2004[462] ou, plus récemment, l'ouvrage *Information Spatiale et Archéologie*[463] publié en 2011, sont deux ressources de référence.

Notre objectif ici n'est pas de rappeler les principes de base de l'information géographique[464] ni des Systèmes d'Information Géographique (SIG)[465], pas plus que d'entrer dans le détail de toutes les fonctionnalités de ce type de dispositifs[466].

Il s'agit davantage d'évoquer les conséquences du formalisme inhérent à la modélisation de l'information géographique et les contraintes qu'imposent les logiciels de SIG dans les modélisations et la représentation de l'information à caractère spatial, à l'échelle des territoires comme à celle des opérations archéologiques ou encore à celle des unités d'enregistrement qui les composent[467].

Toute modélisation de l'information à référence spatiale, comme celle qu'imposent les principaux logiciels de SIG, implique d'adopter une topologie de graphe planaire pour les données vectorielles. Ce type de topologie impose de représenter toute entité dans un espace vectoriel à deux dimensions sous la forme de primitives graphiques, points, lignes, polygones, définis par une série de coordonnées. Cet

---

[459] J. Conolly J and M. Lake. *Geographical Information Systems in Archaeology*. Cambridge, Cambridge University Press, 2006 (https://www.cambridge.org/core/books/geographical-information-systems-in-archaeology/6CCD088D5DF8A32567A0A2B60CACD3A5)

[460] https://en.wikipedia.org/wiki/GIS_in_archaeology

[461] http://isa.univ-tours.fr/

[462] *Système d'Information Géographique, Archéologie et Histoire*. Revue Histoire & Mesure, Vol. XIX, n° ¾, 2004, 437 pages (https://journals.openedition.org/histoiremesure/1622)

[463] Xavier Rodier, Olivier Barge, Laure Saligny, Laure Nuninger, Frédérique Bertoncello. *Information Spatiale et Archéologie.* Errance, 2011, 255 pages (https://hal.archives-ouvertes.fr/halshs-00659995)

[464] cf. https://pro.arcgis.com/fr/pro-app/latest/help/data/topologies/topology-basics.htm

[465] Sur l'histoire des SIG, plusieurs publications existent. Une présentation très succincte est disponible ici : https://www.esrifrance.fr/sig-historique.aspx.

[466] Des pionniers des SIG et de la modélisation de l'information géographique, on peut retenir les noms de Roger Tomlinson qui a développé l'un des premiers systèmes de cartographie informatisée au *Department of Forestry and Rural Development* au Canada et de Howard Fisher qui en 1964 a créé l'un des premiers logiciels de SIG à la *Northwestern University* en 1964 avant de créer en 1965 le *Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis* à la *Harvard Graduate School of Design*

[467] Sur les principes de l'information géographique, l'un des ouvrages de référence demeure Paul A. Longley, Michael F. Goodchild, David J. Maguire & David W. Rhind. *Geographic information science and systems*. John Wiley & Sons, Chichester, 496 pages, 2015

espace peut être défini selon un modèle sphérique de l'espace proche du modèle mathématique qui sert à représenter le globe terrestre.

Pour les données au format raster ou image, l'information est représentée par une suite de pixels encodés sur des niveaux de gris ou de couleurs qui sont ensuite interprétés thématiquement ou qui peuvent être convertis en données vectorielles. Ces données images peuvent aussi être replacées dans un espace à deux dimensions, qu'il soit géographique ou projeté dans un espace plan.

Lorsque l'information est disponible sur une troisième dimension, souvent l'altitude ou la profondeur, celle-ci est décrite par une valeur numérique dans un champ attributaire, qui n'intervient pas dans le modèle topologique planaire lui-même. Une « vue en 3D », qui est la forme sous laquelle l'information d'altitude ou de profondeur est représentée, correspond en réalité à un modèle de visualisation en 2,5D. En effet, le modèle de représentation des SIG s'appuie sur un modèle surfacique de représentation du monde physique et non pas sur un modèle volumique. Pour disposer d'une réelle représentation en 3D, il faut utiliser des logiciels spécifiques dédiés à ce mode de représentation, comme des logiciels de Conception Assistée par Ordinateur (CAO), et pas uniquement des logiciels de type Dessin Assisté par Ordinateur (DAO), dont les logiciels de SIG empruntent le mode de représentation des données vectorielles.

Les usages des SIG en archéologie peuvent être regroupés en deux catégories. La première regroupe les usages de SIG à l'échelle inter-sites (opérations, sites, territoires). La seconde catégorie rassemble les usages de dispositifs à l'échelle intra-site, au niveau des structures et des mobiliers archéologiques.

David Clarke a proposé trois échelles spatiales pour l'étude des sites archéologiques, depuis l'échelle la plus grande, intra-site ou micro, à l'échelle la plus petite ou macro, en passant par l'échelle intermédiaire ou méso. Il a résumé ces trois échelles dans un schéma[468] (fig. 80).

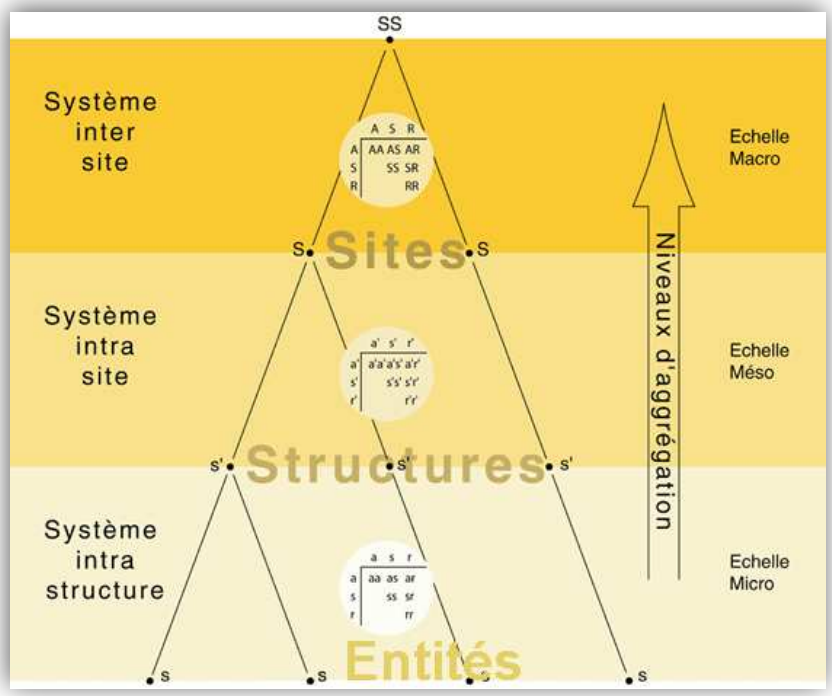


Figure 80 : Diversité des échelles géographiques d'étude des sites archéologiques (source : D. L . Clarke 1977)

[468] David L. Clarke. *Spatial Archaeology*. Boston, Academic Press, 1977, 386 pages

Ce schéma trouve sa traduction par exemple dans la modélisation différente des relations entre les principales unités de la carte archéologique nationale du Ministère de la Culture et celle de plusieurs systèmes d'enregistrement de terrain[469].

Dans la modélisation présentée à gauche dans la figure 80, un système d'information comme celui de la Carte Archéologique Nationale[470] distingue l'opération archéologique et l'entité archéologique (fig. 81). Il s'agit de l'échelle macro sur le schéma de Clarke.

A droite dans cette même figure, un système d'information archéologique, comme une application d'enregistrement de terrain, distingue habituellement les différentes entités qui constituent aussi bien le contexte archéologique d'une opération que les artefacts et écofacts qui y sont mis au jour. Il s'agit de l'échelle micro sur le schéma de Clarke.

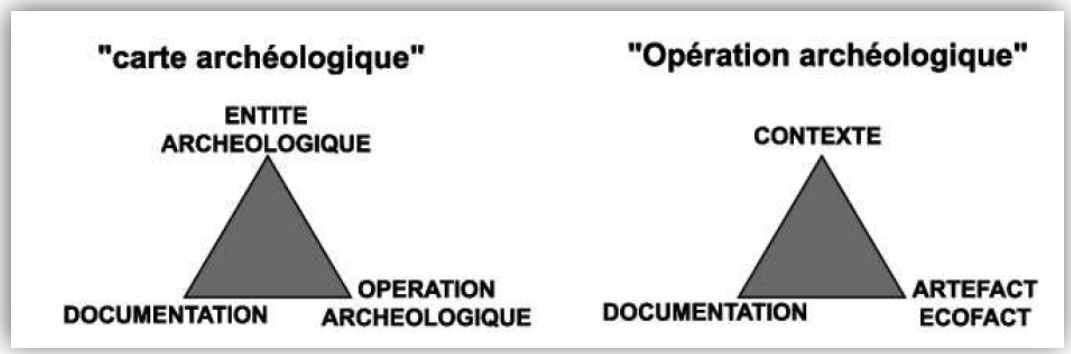


Figure 81 : Deux types de modélisation pour deux types de systèmes d'information en archéologie (source : B. Desachy 2008)

Entre ces deux échelles, les systèmes peuvent soit choisir de délaisser l'échelle intermédiaire qui est l'échelle des structures archéologiques. Il s'agit de l'échelle méso sur le schéma de Clarke.

A l'échelle d'une opération archéologique, l'information est souvent modélisée de telle sorte qu'une l'opération archéologique (OA) regroupe des données provenant d'unités descriptives (UD) et/ou d'unités de géoréférencement (UGéo).

Les premières (UD) ne disposent pas directement de coordonnées géographiques ou cartographiques et ne peuvent être représentées dans un logiciel de DAO/CAO ou de SIG, alors que les secondes permettent de replacer dans l'espace toute unité descriptive grâce aux coordonnées dont elles disposent dans un espace vectoriel (fig. 82).

[469] François Giligny. « Informatique et archéologie : une révolution tranquille ? ». In. Philippe Genet et Andrea Zorzi (dir). *Les historiens et l'informatique. Un métier à réinventer* : Actes de l'atelier ATHIS VII organisé par l'Ecole Française de Rome avec le concours de l'ANR 'Rome, 4-6 décembre 2008), Rome, Ecole Française de Rome : pp. 186-198

[470] Frédérique Fromentin. « La carte archéologique nationale ». Paris, *Culture et recherche* 139, 2019, pp. 10-11

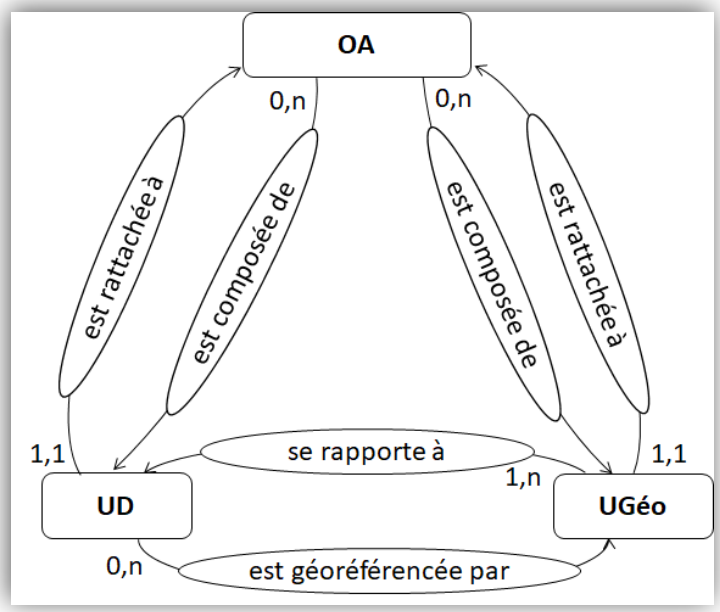


Figure 82 : Modélisation possible des relations entre UO, UD et Ugéo (source : C. Tufféry, Inrap)

A titre d'exemple d'UD, on peut évoquer le cas des unités stratigraphiques, observées le long d'une coupe, qui peuvent être décrites avec leur numérotation unique, leur contenu, des relations de chronologie relative entre elles (antérieure, postérieure, synchrone), mais sans dimension ni forme de leur étendue complète sur le terrain. Ces informations peuvent être saisies dans une fiche sur papier, un fichier informatique de type tableur ou une base de données comme c'est le cas des applications de saisie de données archéologiques comme celles présentées ci-dessus[471].

Comme exemple d'unités de géoréférencement (UGéo), on peut citer les faits archéologiques observés sur un site qui peuvent être tous décrits par des polygones, auxquels est associé un numéro unique pour chacun des polygones, éventuellement complété avec des informations sur la forme, les dimensions en plan (périmètre, surface) des faits archéologiques. La géométrie des faits, décrits par une série de coordonnées des nœuds des polygones dans un système de coordonnées de référence, permet d'en mesurer les dimensions. Le cas échéant, le numéro unique de chacune des UGéo permet de faire le lien avec les informations des UD par une procédure de jointure[472] ou de relation et ainsi les enrichir du géoréférencement dont elles ne disposent pas initialement[473].

Ainsi, une opération archéologique (OA) n'est composée d'aucune UD et/ou UGéo tant qu'elle n'a pas précisément était localisée ni définie dans ses contours. Dès que l'opération dispose des informations

[471] A titre d'exemple, l'application *EDArc*, développée par l'Inrap, a adopté cette approche en en proposant la saisie que des UD. C'est avec le logiciel de SIG QGis que les données d'*EDArc* peuvent faire l'objet d'une jointure avec les UGéo, provenant des levés topographiques, et bénéficier ainsi de leur géoréférencement.

[472] La jointure est habituellement réservée à des relations de 1à 1 entre entités, les relations de 1 à n et de n à entre entités étant traitées avec un autre type de liaisons.

[473] A titre d'exemple, le projet « Nécropole numérique » conduit à l'Inrap depuis 2020 par Christelle Seng, Cyrille Le Forestier, Rachid El Hajaoui a adopté cette approche pour remplacer l'approche précédemment mise en œuvre sur le site concerné (Christelle Seng, Rachid El-Hajaoui, Caroline Font, Thomas Guillemard, Cyrille Le Forestier, et *al.*. La Nécropole Numérique - Compte-rendu d'activité - 2020. Inrap. 2020. ⟨hal-03620076⟩)

de géoréférencement et de géométrie, elle peut être associée aux UD et/ou aux UGéo qui la composent[474].

D'autres modélisations des données archéologiques de terrain existent comme celle concernant la constitution d'une base de données géoréférencées à visée historique et qui propose la notion d'objet historique (ex. une ville ancienne, une église, un cimetière, un marché, etc.) qui peut être défini par ses trois dimensions, fonctionnelle, temporelle et spatiale[475]. Cette approche a été reprise dans des publications ultérieures pour proposer le modèle sous le nom d'OHFET (Objet Historique, Fonction, Espace, Temps)[476]. La méthode proposée permet d'intégrer les liens existant entre les changements chronologiques, fonctionnels et spatiaux des entités spatiales. Les entités spatiales créées avec cette méthode tiennent compte de leur évolution morphologique et non de leur définition fonctionnelle.

Pour nombre d'archéologues, cette modélisation peut apparaître très théorique. Elle nécessite d'être formé à la « modélisation objet », et de maîtriser l'exercice intellectuel de conceptualisation qu'impose cette méthode de représentation du monde dans ses dimensions spatiales, temporelles et fonctionnelles.

De plus, cette méthode pose des difficultés d'implémentation dans des logiciels de SIG qui ne sont pas nativement faits pour ce genre de modèle spatio-temporel comme l'a montré la thèse de Bastien Lefevre[477].

I.2. Les effets du numérique sur la spatialité et l'expérience du terrain

Même si le thème évoqué ici n'est pas le cœur de notre recherche, ma formation de géographe en plus de celle d'archéologue, m'a rendu sensible à la notion d'espace et de spatialité. Les dispositifs numériques utilisés en archéologie, qui tentent de rendre compte de la dimension spatiale des opérations de fouilles et des vestiges mis au jour, ont forcément une influence sur les façons dont la spatialité des savoirs archéologiques est formalisée. Il est essentiel de souligner que tous les dispositifs numériques impliquent des choix dans la modélisation de la dimension spatiale de l l'information archéologique. Cette obligation ne permet pas de prendre en compte la totalité des formes possibles et donc des modalités de la modélisation de l'information archéologique à toutes les échelles. Des processus d'agrégation ou de désagrégation de l'information sont nécessaires pour passer d'une échelle à une autre, imposant des opérations de tri, de sélection, de reconfiguration des données archéologiques, tant dans leurs dimensions descriptives que spatiales.

Dans tous les cas, le spatial modélisé de façon numérique procède de ce que Antoine Garapon et Jean Lassègue appellent la « déspatialisation »[478]. Pour ces auteurs, il y a une différence entre l'espace et la spatialité.

« *La notion de spatialité décrit l'expérience de la construction collective de l'espace en vue de l'habiter alors que le concept d'espace s'en tient à la pure géométrie, à une mesure de distance entre*

[474] Dans la figure, les indications 1,n correspondent aux cardinalités des relations c'est-à-dire le nombre minimal et le nombre maximal d'occurrence des relations entre entités. Ex. une OA comporte une ou plusieurs UE et une ou plusieurs UST. Une UE concerne une ou à plusieurs UST.

[475] Xavier Rodier and Laure Saligny, « Modélisation des objets historiques selon la fonction, l'espace et le temps pour l'étude des dynamiques urbaines dans la longue durée », Cybergeo: European Journal of Geography Systems, Modelling, Geostatistics, document 502, 2010. DOI : https://doi.org/10.4000/cybergeo.23175

[476] Bastien Lefebvre; Xavier Rodier et Laure Saligny. "La modélisation de l'information spatio-temporelle" In : *L'archéologie à découvert : Hommes, objets, espaces et temporalités.* Paris : CNRS Éditions, 2012. DOI : https://doi.org/10.4000/books.editionscnrs.11302

[477] Bastien Lefebvre. *La formation d'un tissu urbain dans la Cité de Tours : du site de l'amphithéâtre antique au quartier canonial (5e-18e s.)*. Histoire. Université François Rabelais - Tours, 2008. Français. ⟨tel-00349580⟩

[478] Antoine Garapon et Jean Lassègue. *Le numérique contre le politique*. Paris, PUF, 2020, 274 pages

les objets, à un substrat neutre sur lequel peuvent s'effectuer des mesures et ultérieurement des calculs. Il est particulièrement difficile de s'en rendre compte dans notre culture car espace géométrique et spatialité vécue n'y sont plus totalement séparables depuis que la géométrie, à la suite de l'invention de la perspective au XVe siècle, a lentement déposé dans notre spatialité vécue un imaginaire géométrique qui nous paraît désormais intuitif »[479].

Autrement dit, l'usage de dispositifs numériques comme les logiciels de topographie ou ceux de SIG consacre une conception de l'espace par sa seule géométrie. Dans la conception qu'imposent ces dispositifs à la mise en forme de l'information archéologique, l'espace y est réduit, comme nous l'avons déjà indiqué, à trois types de formes géométriques (points, lignes, polygones) définis par une série de coordonnées dans un référentiel géométrique vectoriel (système de coordonnées géographiques ou projetées cartographiques).

Il apparaît clairement que ces dispositifs numériques, s'ils proposent une modélisation de l'espace, ne prennent pas en compte la notion de spatialité, c'est-à-dire des expériences sensibles, individuelles et collectives, des espaces de vie. C'est d'abord le cas de l'expérience de l'espace des chantiers de fouille vécue par les équipes de professionnels de l'archéologie. Comment des SIG peuvent-ils rendre compte de cette expérience sensible de l'espace interne d'un site archéologique, d'une opération de diagnostic ou de fouille, que celle-ci concerne plusieurs hectares ou quelques mètres carrés, ou d'une prospection pouvant porter sur des kilomètres carrés ? En outre, comment la spatialité des populations du passé qu'étudient les professionnels de l'archéologie peut-elle être restituée par des dispositifs qui ne sont pas en capacité de pouvoir représenter des cosmogonies autres que celles de l'espace euclidien ? C'est là l'un des héritages du naturalisme tel que l'anthropologue Philippe Descola l'a défini, parmi les quatre cosmogonies qu'il a identifiées[480]. L'histoire de la cartographie permet de reconstituer les étapes de la fabrique de cette mise en forme de l'espace euclidien jusqu'à l'époque contemporaine dans les sociétés occidentales[481].

Les dispositifs numériques comme les logiciels de gestion de données à référence spatiale gomment totalement l'expérience sensorielle, émotionnelle, subjective des territoires arpentés et qui sont investis affectivement par l'individu ou par des groupes sociaux. La conception purement géométrique de l'espace qui sous-tend ces dispositifs donne une représentation qui se veut neutre et « vraie » pour tous en tout point du globe.

Comme on l'a vu, il n'existe pas un seul mais plusieurs modèles de représentation de l'information archéologique dans sa dimension spatiale[482].

Nonobstant ces limites de la modélisation de l'information spatiale qu'implique l'utilisation de logiciels de SIG, nous proposons d'évoquer les principales échelles dans lesquelles les SIG sont mis en œuvre en archéologie, à l'échelle inter-sites et à l'échelle intra-sites.

---

[479] Antoine Garapon et Jean Lassègue, *op. cit.*, p.20

[480] Philippe Descola a identifié quatre cosmogonies : le naturalisme, le totémisme, l'animisme, l'analogisme. La société occidentale a fabriqué et largement imposé aujourd'hui le naturalisme qui stipule une frontière entre l'individu et le reste du monde, reposant sur une différenciation et une opposition entre nature et culture. Dans cette conception du monde, la nature est réduite au monde physique, qui est présenté comme universel et dont les lois peuvent être décrites par les sciences, notamment par les mathématiques et les sciences de l'univers.

[481] Christian Jacob. *L'empire des cartes : approche théorique de la cartographie à travers l'histoire*, Paris, Albin, 1992, 537 pages

[482] Les critiques exprimées ici ne cherchent pas à discréditer totalement les usages des SIG en archéologie. Notre propos ne vise qu'à susciter le débat et inviter à davantage de réflexivité et à exercer plus souvent un esprit critique sur ces dispositifs.

I.3. Les SIG à l'échelle inter-sites

Les SIG sont utilisés à l'échelle inter-sites pour montrer des répartitions, des décomptes par territoires, des hypothèses comme par exemple de l'implantation ou du déplacement de populations, de courants chrono-culturels à l'échelle d'une région, d'un pays, d'un continent.

Pour l'Inrap, ces types de SIG sont représentés par *Caviar*, le CAtalogue de Visualisation de l'Information ARchéologique[483] déjà cité. Cet inventaire harmonisé des opérations d'archéologie préventive de l'Inrap s'appuie sur une organisation des données géoréférencées en six couches : prescription, ouverture, unité d'observation, axe, geo, us. Ces données sont stockées dans des tables dans une base de données *PostgreSQL* complétée par la base de données *PotsGIS* , spécifiquement dédiée à la gestion des données spatiales.

Ces tables sont légèrement différentes de celles qui doivent être renseignées dans les couches au format shapefile (.shp) : emprise, ouverture, poly ou point, axe, log, us.

Pour les trois entités (emprise, ouverture, unité d'observation), le catalogue *Caviar* utilise deux types de relations (contient, a livré).

Concrètement, la couche des données sur les opérations est représentée par la géométrie (polygonale ou ponctuelle) et des données descriptives associées minimales (numéro d'opération, nom du responsable d'opération, type d'opération, nom de la commune, n° Insee de la commune) (fig. 83).

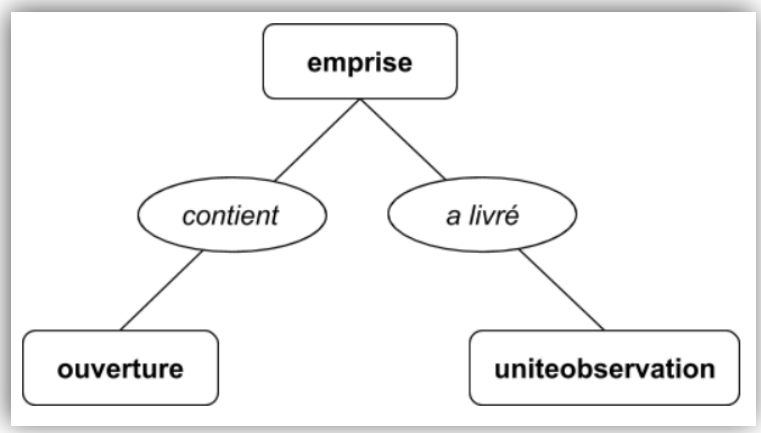


Figure 83 : Schéma conceptuel simplifié de données (source : M. Cunault, Inrap)

Les emprises (périmètre délimité par l'acte administratif d'autorisation de fouille) et les ouvertures (tranchées, sondages, logs) sont des entités de type polygonal, alors que les unités d'observation peuvent être de type polygonal ou ponctuel (fig. 84)[484].

[483] Une présentation de *Caviar* datée de février 2019 est disponible ici : https://formationsig.gitlab.io/Caviar/. Elle a été rédigée par Mathias Cunault, Bertrand Houdusse, Anne Moreau, Véronique Vaillé « Guide pratique d'utilisation du CAtalogue de Visualisation de l'Information ARchéologique (*Caviar*) »

[484] Le fait qu'une même entité comme les unités d'observation puisse être de deux types (polygone ou point) permet à ces entités de pouvoir être stockées et traitées avec une certaine flexibilité, selon leur dimension et l'échelle à laquelle l'utilisateur veut pouvoir les interroger et les représenter.

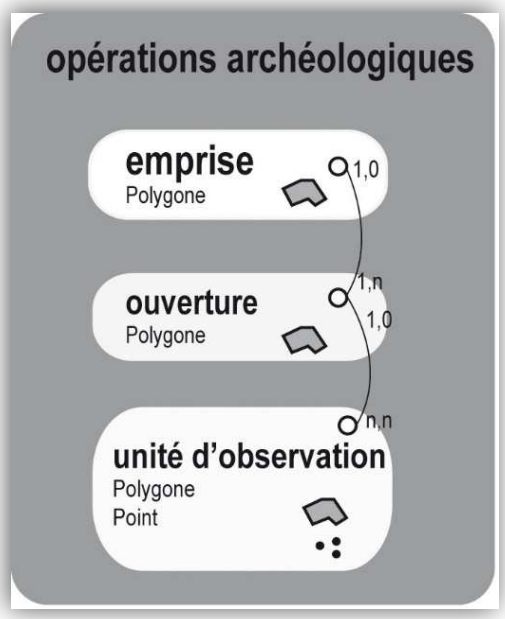


Figure 84 : Schéma conceptuel de données simplifié (source : M. Cunault, Inrap)

Cette modélisation est le résultat de réflexions et de choix dans la façon de décrire les unités de base des opérations d'archéologie préventive de l'Inrap, des choix qui impliquent de répartir les informations dans les différents types de couches selon les primitives graphiques (points, lignes, polygones)[485].

Les seconds types de SIG mis en oeuvre en archéologie sont ceux à l'échelle intra-sites, ils se différencient des précédents par la granularité des informations archéologiques.

I.4. Les SIG à l'échelle intra-sites

Les systèmes d'enregistrement de terrain doivent permettre non seulement la saisie des données en trois dimensions, mais surtout celle de la dimension temporelle des relations entre les différentes unités stratigraphiques. Cette quatrième dimension est probablement la plus difficile à représenter dans un modèle s'appuyant sur une topologie de graphe planaire.

Cette limitation des logiciels de SIG, liée à la structuration même de l'information géographique dès leurs origines dans les années 1960, est largement due à l'objectif des premiers chercheurs à s'être intéressés à la possibilité d'utiliser des outils informatiques pour la représentation de l'espace, surtout pour représenter des réseaux et des flux[486].

Pour les chercheurs spécialisés dans l'analyse de réseaux et de flux, les logiciels de SIG sont parfois bien utiles comme le montre le numéro des *Nouvelles de l'archéologie* de 2014 consacré à l'analyse de réseaux[487]. Mais ces logiciels de SIG montrent aussi des limites et nécessitent d'être complétés avec des logiciels et des applications spécifiques. On peut évoquer les outils d'analyse de graphes comme par

[485] Source : Mathias Cunault et *al.*, 2019

[486] Deux publications ont exercé une influence majeure sur l'étude géographique des réseaux : la thèse de K.J. Kansky *Structure of Transportation Networks: Relationships Between Network Geometry and Regional Characteristics*, University of Chicago, 1963, 155 pages, et l'ouvrage de Peter Haggett et Richard Chorley. *Network Analysis in Geography*. Hodder & Stoughton Educational, 1969, 360 pages

[487] « Analyse des réseaux sociaux en archéologie ». Les Nouvelles de l'archéologie. 135 | 2014, DOI : https://doi.org/10.4000/nda.2294

exemple le logiciel Gephi[488] ou les logiciels de modélisation multi-agents qui permettent, entre autres, de simuler des itinéraires théoriques selon des graphes de réseaux[489].

Pour Bruno Desachy « *Les relations entre documents d'une part, contextes et éléments recueillis d'autre part, incluent la spatialisation (topographique, voire topologique) de ces contextes et éléments, lorsque les documents concernés sont des relevés et représentations spatiales, ou qu'ils précisent une localisation ; laquelle spatialisation peut recourir à des outils de SIG »*[490]. De ce constat, Bruno Desachy propose une démarche en s'inspirant des travaux de Jacques Bertin qui consiste à :

- traiter les unités d'enregistrement stratigraphique indépendamment de leurs géométries et de leur localisation,

- établir leurs relations d'ordre chronologique (équivalence, antéro-postériorité),

- enfin spatialiser les unités d'enregistrement avec leurs relations chronologiques.

Mais Bruno Desachy ajoute « *l'emploi de logiciels de SIG pour l'enregistrement de terrain, s'il est judicieux sur des sites érodés fouillés en grands décapages (la stratigraphie y est essentiellement "horizontale", et le plan des structures est le principal support de l'analyse), est en l'état actuel l'une des choses plus problématiques sur les sites densément stratifiés; car la stratification tridimensionnelle qui les caractérise impose, pour être pleinement représentée, de traiter des volumes (des polyèdres et non plus des polygones) et leur topologie (les faces communes traduisant des relations stratigraphiques): ce que ne sait pas faire aujourd'hui un simple SIG cartographique* ».

I.5. La prise en compte de la 3ème dimension dans des SIG en archéologie

Depuis une dizaine d'années, on peut constater qu'en matière d'applications d'enregistrement de données de terrain, une part grandissante d'entre elles s'appuient sur des progiciels de SIG. Cette évolution semble ne pas encore concerner majoritairement que l'archéologie française, comme le fait ressortir la lecture des actes des conférences CAA[491].

L'ouvrage d'Undine Lieberwith "*3D and 4D Cartography of Archaeological Stratigraphy. A case study at the Western Forum in Ostia Antica*" publié en 2021, propose un exemple d'une utilisation combinée et originale de plusieurs logiciels d'acquisition et de restitution de données archéologiques à référence spatiale sur le site du forum principal de l'antique cité d'Ostie en Italie, l'ancien port commercial de Rome, au cours des 2e-6e siècles de notre ère[492]. Grâce à une reconstruction 3D détaillée

---

[488] Ce logiciel *opensource* et gratuit peut-être téléchargé ici : https://gephi.org/

[489] Christophe Tufféry, André Morala, Paul Fernandes, Vincent Delvigne. « Combinaison d'un SMA et d'un SIG pour aider à la prospection pétroarchéologique. Exploration d'une approche multi-agents dans la modélisation des parcours naturels du silex ». *art. cit.*

[490] Bruno Desachy. « Systèmes d'information archéologique de terrain et fondamentaux de l'enregistrement archéologique. Quelques remarques à propos de l'application Stratibase ». Archeologia e Calcolatori, Supplemento 3, 2012, pp. 61-73 (http://www.archcalc.cnr.it/indice/Suppl_3/05-desachy.pdf)

[491] *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA)* est une organisation internationale regroupant des archéologues, des mathématiciens, des statisticiens et des informaticiens. Les objectifs de cette organisation sont d'encourager les échanges entre ces disciplines, de fournir un aperçu des travaux actuels dans le domaine et de stimuler la discussion et des avancées dans ces domaines. La première réunion a eu lieu à Birmingham, en Angleterre, en 1973. L'organisation a tenu sa première conférence en dehors du Royaume-Uni en 1992. Depuis, la réunion annuelle s'est tenue dans de nombreux pays européens ainsi qu'en Amérique du Nord, en Asie et en Australie. (https://caa-international.org/).

[492] Undine Lieberwirth. *3D and 4D Cartography of Archaeological Stratigraphy. A case study at the Western Forum in Ostia Antica*. BAR Publishing 2021, 116 pages (https://www.barpublishing.com/3d-and-4d-cartography-of-archaeological-stratigraphy.html)

de toutes les informations collectées, l'auteur considère possible d'obtenir un aperçu détaillé du développement et de la destruction du centre de la ville pendant la transition entre l'Antiquité et le haut Moyen Âge. La carte volumique en 3D combine des objets solides 2D, 2,5D et 3D à l'intérieur d'un véritable espace géographique en s'appuyant sur les voxels[493] et non les nœuds et points habituellement décrits dans les SIG de topologie planaire. Elle complète utilement les représentations de l'espace en 2,5D de la plupart des logiciels de SIG. L'auteur associe le logiciel de SIG *open source* GRASS qui sait traiter des données décrites sous forme de voxels, comme par exemple des données de stratigraphie archéologique, de géophysique et de pédologie. Le modèle spatio-temporel qui en résulte ouvre de nouvelles perspectives en matière d'analyse des données archéologiques et de gestion intégrée de la documentation de fouille sous forme numérique. Huit vidéos sont disponibles en complément de cette publication pour illustrer de façon didactique les explications très techniques. Peu de logiciels de SIG sont capables de traiter des données de voxels, notamment au format ouvert *network Common Data Form* (*netCDF*). La seule contrainte de ces solutions est de nécessiter des capacités de calcul et d'affichage fortement consommatrices de ressources machines.

Cette forme innovante de modélisation des données archéologiques dans leurs dimensions spatio-temporelles montre que, si de telles initiatives sont possibles, elles ne sont que très peu répliquées sur un grand nombre d'opérations. Elles sont souvent très spécifiques aux sites sur lesquelles elles ont été mises au point et nécessitent des compétences et des temps d'apprentissages des principes, des outils, des modèles qui ne sont pas à la portée de tous les chantiers ni de toutes les équipes. Ces types d'initiatives restent donc d'une portée limitée.

Puisque cette recherche propose de faire l'inventaire des pratiques numériques des professionnels de l'archéologie, il nous est apparu opportun d'évoquer ici certains des effets rarement mentionnés et encore très peu étudiés de ces pratiques. Cette évocation, sous forme de note[494], relève de notre conviction que les pratiques numériques de l'archéologie doivent être questionnées en termes d'éco-responsabilité.

J. Notes sur l'impact environnemental des pratiques numériques en archéologie

Cette démarche est la traduction de notre souhait de voir le thème de la responsabilité environnementale des chercheurs à titre individuel et collectif mis au débat. Cette évocation traduit notre conception d'une éthique de la recherche dont la dimension environnementale constitue un pilier majeur, à côtés d'autres. C'est notamment ce que met en avant l'ouvrage d'un collectif *Pour un numérique au service du bien commun*[495]

A l'heure où la crise énergétique et l'augmentation du phénomène de réchauffement climatique conduisent à s'interroger sur l'impact et le partage des responsabilités individuelles et collectives dans ces processus, les pratiques numériques de l'archéologie peuvent être évoquées sous cet angle.

Pour donner une idée des effets des pratiques numériques en général sur l'environnement, on peut citer quelques chiffres parmi ceux disponibles à l'échelle mondiale. Ils donnent rapidement le vertige :

- environ 4% des émissions de gaz à effet de serre sont dus aux pratiques numériques

[493] Le voxel, contraction des mots « volume » et « pixel » est l'équivalent pour la 3D du pixel pour la 2D. « Chaque voxel stocke une information physique (couleur, densité, intensité, etc.) d'un point d'un volume sur un maillage régulier. Ses coordonnées spatiales, voire temporelles, ainsi que sa taille ou d'autres informations (…) sont stockées parfois avec sa valeur, parfois en parallèle ». (source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Voxel)

[494] La place de ce chapitre dans le mémoire était difficile à trouver.

[495] Bernard Jarry-Lacombe, Jean-Marie Bergère, François Euvé, Hubert Tardieu. *Pour un numérique au service du bien commun*. Paris, Odile Jacob, 2022, 240 pages

- l'industrie du numérique représenterait 2% des émissions globales de CO^2 dans le monde[496]
- si internet était un pays, il serait le 6ème consommateur d'énergie et le 7ème émetteur de CO^2 de la planète
- plus de 2,5 trillions d'octets de données[497] seraient produits quotidiennement
- un internaute recevrait en moyenne une quarantaine de courriels par jour[498] et un employé de bureau en recevrait plus d'une centaine
- près de 300 milliards de courriels seraient envoyés chaque jour dans le monde. Ce chiffre est largement sous-estimé car il ne prend pas en compte les *spams* (pourriels), qui représentent la moitié des messages reçus
- même adressé à un collègue à quelques mètres de distance, un courriel parcourt en moyenne 15 000 kilomètres avant de parvenir à son destinataire
- les courriels généreraient 410 millions de tonnes de CO^2 par an
- les serveurs de messagerie par lesquels passent les courriels consomment beaucoup d'énergie et nécessitent d'être refroidis
- tout utilisateur de compte de messagerie stockerait des milliers de courriels inutilement
- environ 80 % des courriels ne seraient jamais ouverts par leurs destinataires
- près de 6 milliards de comptes de messagerie seraient inactifs[499].

Tous ces chiffres, qui ne cessent de croître dans des proportions gigantesques, doivent aider à faire prendre conscience des conséquences du processus de « numérisation du monde » (cf. *infra*).

Pour l'archéologie, il n'existe pas, à notre connaissance, d'études précises à propos de leur impact environnemental. Si on interrogeait les archéologues, il existerait probablement un écart important entre leur perception des effets sur l'environnement de leurs pratiques numériques et la réalité de leur production de « déchets numériques ». Dans ce domaine, l'écart considérable entre les déclarations des acteurs à l'origine de ce phénomène de société et ce qu'une observation ethnographique permettrait de révéler ressemblerait probablement aux conclusions du « *Tucson Garbage project* »[500] dans le domaine de l'archéologie anthropologique.

Les déchets numériques se présentent sous diverses formes et leurs volumes ne cessent de croître. Chaque année, 54 millions de tonnes de déchets électroniques sont produits à l'échelle mondiale. La fabrication de la plupart des équipements électroniques nécessite l'emploi de minerais dont des métaux, qui interviennent dans la fabrication de certains composants (lithium, cuivre, or, argent, etc.). Les terres rares utilisées pour certains composants (cérium, scandium, terbium, coltan, etc.) sont parfois appelées les « minerais du sang » ou les « minerais de conflits ». Parmi les pays producteurs, la République Démocratique du Congo (RDC) concentre à elle seule 60% des réserves mondiales connues de coltan. L'extraction de ces minerais est réalisée par des travailleurs placés le plus souvent sous de très fortes contraintes. Beaucoup travaillent de façon forcée, leurs droits et ceux des populations locales sont très souvent bafoués. Des mines de coltan sont sous le contrôle de milices armées ultra violentes, qui font un commerce illégal des minerais, finançant ainsi la guerre civile et l'exploitation des populations dans les zones concernées. Une fois le minerai extrait, celui-ci doit faire l'objet d'un tri et d'un nettoyage qui produit des déchets dont la plupart ne sont pas traités ou ne le sont pas de façon sécurisée.

---

[496] Par comparaison, le transport aérien mondial produit 859 millions de tonnes de CO^2 en 2017, d'après l'IATA, l'Association Internationale des Transports Aériens

[497] 2,5 milliards de milliards de données

[498] Source *ContactLab*

[499] Source cabinet d'études *Radicati Group*

[500] Ce projet a consisté en une étude archéologique et sociologique réalisée en 1973 par le Dr William Rathje dans la ville de Tucson, dans l'État de l'Arizona, aux États-Unis. Elle a montré que l'idée que se font les personnes interrogées sur leurs pratiques de consommation et de gestion de leurs déchets est parfois éloignée de ce que l'analyse des déchets permet de révéler (https://en.wikipedia.org/wiki/Tucson_Garbage_Project).

Une fois utilisés, les équipements électroniques indispensables aux dispositifs et pratiques numériques font en théorie l'objet d'un tri, d'un recyclage. Or les Déchets d'Equipements Electroniques (DEE) sont considérés comme des déchets dangereux parce qu'ils comportent :

- des substances présentant des risques pour la santé et l'environnement (ex. métaux lourds)
- des circuits imprimés dont la combustion est cancérigène
- des équipements qui ne sont pas tous collectés ni récupérés en fin de vie.

Un rapport de l'ONU de 2013 indique que :

- 75% des DEEE échappent aux filières légales de recyclage et sont exportés illégalement en Chine, en Inde, ou dans des pays d'Afrique,
- ceux qui atteignent les filières légales de recyclage en Europe se heurtent souvent au problème de la recyclabilité,
- il est presque impossible de dissocier et de récupérer les matières premières qui les composent.

Les conditions de travail des personnes travaillant dans les mines, qui sont parfois des enfants âgés à peine d'une dizaine d'années, posent des problèmes majeurs de santé et d'éthique.

Parmi les nombreux ouvrages sur les effets environnementaux du numérique, celui de Fabrice Filipo[501] souligne les liens étroits entre les trois dimensions des pratiques numériques dans la sphère privée et professionnelle,: environnementale, sociale, économique. Il invite à identifier parmi ces pratiques celles qui nécessitent d'être dénoncées comme irresponsables parce qu'elles ne font qu'accroître une consommation inutile en produits et services numériques. En ne cédant plus au « mythe de l'immatérialité du numérique » qu'évoque cet auteur, il s'agirait plutôt de rechercher dans nos pratiques numériques toutes celles qui pourraient être « dénumérisées », où l'usage de dispositifs numériques n'est pas aussi indispensable que l'affirment leurs promoteurs.

Pour l'archéologie, les professionnels qui utilisent des méthodes et des techniques particulièrement énergivores pourraient s'inspirer de ce genre de réflexions.

La première étape pourrait consister à établir un bilan énergétique des pratiques numériques, sur le terrain où elles se développent de plus en plus, comme nous l'avons montré, et en dehors du terrain où elles sont largement déployées. L'étape suivante pourrait chercher, à une échelle individuelle et collective, à promouvoir des pratiques numériques raisonnées du point de vue de leur impact environnemental. Elles pourraient s'ajouter aux guides des « bonnes pratiques numériques » qui, jusque-là, n'ont que très rarement évoqué leur impact environnemental.

Lors de la centaine d'entretiens que nous avons réalisés pour cette recherche, nous avons pu constater que le sujet de l'impact environnemental des pratiques numériques et les processus qui en sont à l'origine, sont très largement méconnus des professionnels de l'archéologie. Ces problèmes sont également très insuffisamment pris en compte par les organisations professionnelles, scientifiques et administratives de l'archéologie. L'évocation de ces problèmes est tellement rare qu'on peut se demander s'il ne s'agit pas d'une forme de « déni écologique »[502].

Bien évidemment, il ne s'agit pas de promouvoir l'arrêt immédiat et définitif de toute pratique numérique. De même, bâtir un scénario de décroissance numérique serait très difficile à définir et à faire accepter collectivement, tant la croissance de ces pratiques répond globalement à des besoins.

---

[501] Fabrice Flipo. *La Numérisation du monde. Un désastre écologique*. Paris, L'Echappée, 2021, 160 pages

[502] C'est le thème du film « *Don't look up* » du réalisateur Adam McKay, diffusé sur la plateforme Netflix et sorti en salle de cinémas en 2021. En France, le titre du film fut « *Don't look up. Déni cosmique* ».

Mais, dans les modalités de leur déploiement les pratiques numériques pourraient intégrer la nécessité de veiller à limiter autant que possible leur impact environnemental, comme par exemple des pratiques respectueuses de l'environnement qui existent déjà sur les opérations d'archéologie préventive lors de l'usage d'engins mécaniques ou de l'usage de la ressource en eau pour des opérations de tamisage sur site. En évoquant ces problèmes ici, il s'agit avant tout de faire émerger et de proposer de mettre au débat un domaine de réflexions jamais abordé jusque-là. Des échanges sur ces sujets permettraient probablement une prise de conscience des effets des pratiques numériques des professionnels de l'archéologie, qui ne se limitent pas à des conséquences sur les profils des professionnels du domaine, leurs compétences ou encore l'organisation du travail.

Afin de contribuer à faire évoluer la situation actuelle, on pourrait imaginer que plusieurs types d'actions de sensibilisation à l'impact environnemental de leurs pratiques numériques soient organisés à destination des professionnels de l'archéologie.

Parmi les actions envisageables pourraient se trouver des actions de sensibilisation et de formation aux impacts environnementaux des pratiques numériques. Des formations existent déjà, comme celles proposées par l'Ademe et *AGIR pour la transition écologique*[503]. Il existe aussi un *Massive Open Online Course* (MOOC) réalisé par l'Institut du Numérique Responsable et La Rochelle Université qui a pour titre « *Se former au numérique responsable en quelques minutes* »[504]. L'ONG *Halte à l'Obsolescence Programmée* (HOP) propose également une formation sur le même thème [505], de même que l'Institut de la Durabilité qui y consacre une formation ayant comme titre « *Numérique responsable et durable* »[506].

Des formations semblables pourraient être ciblées sur les pratiques numériques de l'archéologie et proposées aux communautés des professionnels de l'archéologie[507].

On peut aussi mentionner les chartes de déontologie qui visent à établir des codes de comportements au sein des gouvernances et des activités des organisations professionnelles. Il en existe pour l'archéologie qui concerne avant tout l'intégrité scientifique ou encore le respect de pratiques sociales de la part des sous-traitants ou des mécènes des opérations d'archéologie.

En France, il existe plusieurs chartes en matière de pratiques numériques responsables, comme celle intitulée « Charte Numérique Responsable », proposée par l'Institut du Numérique Responsable[508] sur son site internet[509].

De son côté, l'Inrap a engagé depuis plusieurs années une démarche de Responsabilité Sociale des Entreprises et des Organisations (RSE/RSO).

---

[503] http://agirpourlatransition.ademe.fr/particuliers/bureau/numerique/former-numerique-responsable-quelques-minutes

[504] http://www.academie-nr.org/mooc-numerique-responsable/1-etat-planete/index.html#/

[505] http://www.halteobsolescence.org/la-formation-a-la-durabilite-un-enjeu-de-leconomie-circulaire

[506] http://www.institutdeladurabilite.fr

[507] Pour ma part, j'ai eu l'occasion de participer à une action de formation visant à sensibiliser des étudiants en archéologie dans le cadre de l'Ecole Universitaire de Recherche ArCHAL. Pour la deuxième semaine de formation Master1 qui a eu lieu du 16 au 20 mai 2022 à Paris, un premier volet, s'inscrivant dans le cadre du défi 4 « Techniques et innovation », a porté sur le thème « *Gérer ses déchets : éclairage du passé sur un défi d'aujourd'hui* » (https://eur-archal.fr/index.php/2022/03/10/deuxieme-semaine-de-formation-master1-de-leur-archal-16-20-mai-2022/)

[508] Il s'agit d'un *Think and Do Tank* créé en 2018, qui a pour objet d'être un lieu de réflexion sur les enjeux clés du numérique responsable

[509] https://charte.institutnr.org

Sur son site internet, l'Inrap présente les 14 engagements de l'institut, organisés autour de trois axes majeurs, sociétal, social et environnemental[510]. L'axe environnemental se décline en quatre engagements visant à limiter l'empreinte environnementale de l'institut. Si aucun de ces engagements ne concerne explicitement les pratiques numériques, on pourrait imaginer que celles-ci soient incluses dans les engagements 1 et 3.

La publication de guides de « bonnes pratiques » numériques respectueuses de leurs impacts sur l'environnement pourrait constituer un autre type d'initiative pour accompagner les changements souhaitables dans les communautés de l'archéologie.

Le guide de bonnes pratiques de l'archéologie intitulé « *Référentiel et guide des bonnes pratiques pour l'archivage archéologique en Europe* », paru en 2014 dans le cadre d'un projet européen sur les archives archéologiques, ne fait aucune référence à l'impact environnemental des pratiques d'archivage numérique de l'archéologie[511].

En revanche, le guide pour la rédaction d'un cahier des charges de numérisation en 3D, rédigé par le Ministère de la Culture de 2017[512], invite explicitement à faire œuvre d'une sobriété numérique, en évitant de surproduire des images et des modèles 3D lors de projets de numérisation de patrimoines culturels.

A l'occasion de futures publications de ce type, il pourrait être suggéré que des préconisations en termes de sobriété numérique soient systématiquement édictées.

Ces publications pourraient contribuer, à côté des autres formes d'actions évoquées, à sensibiliser les communautés de l'archéologie pour les inciter à adopter des pratiques plus respectueuses de l'environnement. Ces préconisations pourraient concerner aussi les entreprises directement concernées par la production et le recyclage des équipements numériques, une fois ceux-ci arrivés en fin de vie.

L'archéologie et les divers professionnels sont directement concernés par ces sujets. Ils ont l'occasion de contribuer, au cours des prochaines années, au nécessaire tournant de leurs pratiques numériques afin de bâtir un espace de communs numériques, soucieux de pratiques éthiques, comme y invitent déjà des chercheurs dans des disciplines variées[513].

Mettre les questions éthiques au cœur de la transformation numérique de l'archéologie pourrait constituer le fondement même de nouvelles politiques publiques dans ce domaine, et pas seulement une simple coloration de circonstance.

---

[510] http://www.inrap.fr/amenageurs/14-engagements-pour-la-responsabilite-societale-des-organisations-rso-14225

[511] Duncan H. Brown, Guus Lange, David Bibby, Annika Carlsson, Ann Degraeve, Martin Kuna, Ylva Larsson, Sólborg Una Palsdöttir, Bettina Stoll-Tucker, Cynthia Dunning, Kathy Perrin, Aurélie Rogalia Von Bieberstein. *Référentiel et guide des bonnes pratiques pour l'archivage archéologique en Europe. EAC Guidelines 1*.
https://www.academia.edu/31748437/REFERENTIEL_ET_GUIDE_DES_BONNES_PRATIQUES_POUR_LARCHIVAGE_ARCHEOLOGIQUE_EN_EUROPE_EAC_GUIDELINES_1

[512] Ministère de la Culture. Programme national de numérisation et de valorisation des contenus culturels. Guide pour la rédaction d'un cahier des charges de numérisation en 3D. Version n°1, 2027.https://www.culture.gouv.fr/Media/Medias-creation-rapide/Guide-pour-la-redaction-d-un-cahier-des-charges-de-numerisation-3D.pdf

[513] Sébastien Shulz. *Transformer l'État par les communs numériques. Sociologie d'un mouvement réformateur entre droit, technologie et politique (1990-2020)*. Thèse de Sociologie, soutenue l'Université Gustave Eiffel le 10 décembre 2021, 500 pages. Flora Hayat. *Production des biens communs numériques et usages cartographiques*. Thèse de Géographie, soutenue à l'Université Paris Cité le 30 septembre 2019. 379 pages Français. ffNNT : 2019UNIP7135ff. fftel-03117730f. Virgnie Aubrée. Les communs numériques. Thèse de Droit public, sous la direction de Sabine Boussard et de Catherine Prebissy-Schnall, en préparation à l'Université de Paris 10.

En résumé de la deuxième partie

Cette deuxième partie a présenté concrètement plusieurs dispositifs numériques utilisés en archéologie (matériels, logiciels, données) en les regroupant par domaines d'usage. Le grand nombre et le fort recouvrement de plusieurs de ces dispositifs témoignent d'une époque où ces outils ont été développés de façon isolée, sans chercher à limiter les investissements réalisés parfois en doublon pour des systèmes assez proches, et sans prendre en compte les besoins d'une interopérabilité technique ni sémantique des dispositifs et des données.

La modélisation préalable de l'information qu'impose tout dispositif numérique a été aussi présentée, tant pour l'information descriptive que pour l'information à caractère spatial. Il en ressort qu'il n'existe pas une seule modélisation possible mais une pluralité de modélisations qui ne sont pas toujours compatibles entre elles et qui expriment la diversité possible des points de vue sur un même domaine de connaissances.

La diversité des échelles, des objectifs, des points de vue et les difficultés à implémenter les modèles dans les dispositifs sont parmi les facteurs qui font que l'étape préalable de modélisation de l'information archéologique peut difficilement parvenir aux consensus pourtant nécessaires.

La spécificité de l'information géoréférencée et de la géomatique de façon générale a été aussi présentée, les SIG imposant une conception et une modélisation de l'information qui n'est pas toujours adaptée aux spécificités des entités archéologiques dans leur double dimension spatiale et chronologique.

L'évolution vers davantage d'interopérabilité des dispositifs numériques qui s'impose comme une nécessité pourrait permettre davantage d'échanges de données et de pratiques. Cette interopérabilité, relativement récente, commence à s'appuyer sur l'adoption de formats et de protocoles normés, dans le cadre du mouvement de la science ouverte qui vise à dépasser les effets contraignants de développements isolés sur des solutions numériques propriétaires.

Une évocation des conséquences des pratiques numériques de l'archéologie sur l'environnement et de leurs dimensions éthiques a fait ressortir que les dispositifs numériques existants, s'ils présentent d'indéniables bénéfices, ne sont pas toujours entièrement vertueux. Ce constat aboutit à l'invitation adressée aux professionnels de l'archéologie, qui n'en auraient pas encore conscience, de faire en sorte que nos pratiques numériques tendent vers davantage d'éco-responsabilité.

En guise de transition

Si la seconde partie a privilégié une présentation assez technique des dispositifs numériques utilisés en archéologie, en particulier sur le terrain, il semble intéressant surtout de considérer les pratiques numériques développées par les utilisateurs autour de ces dispositifs.

C'est l'objet de la troisième partie qui propose de rendre-compte de l'observation et de l'interprétation de ces pratiques. Pour cet objectif, nous avons souhaité donner aux acteurs une place centrale en mobilisant plusieurs méthodes de recueil et d'informations, de témoignages et d'observations. Certes, nous n'ignorons pas que ce que les acteurs donnent à entendre et à voir de leur parcours de vie et de leur expérience est un récit par principe empreint de subjectivité. Celui-ci propose une certaine version qui mérite d'être interrogée avec prudence mais bienveillance, sans tomber dans la suspicion générale vis-à-vis des témoignages ni des enquêtés. Dans ce domaine, la méthode de l'enquête ethnographique apprend comment prendre un témoignage avec distance tout en respectant la parole des enquêtés[514]. Il ne s'agit pas de contester ce qui est dit ou de chercher les incohérences ou les

[514] Alban Bensa et Didier Fassin (dir). *Les politiques de l'enquête*. La Découverte, Paris, 2008, 336 pages

invraisemblances. L’enquête ethnographique ne cherche pas à rétablir une vérité à partir des paroles des enquêtés mais d’en ressortir ce qu’elles disent des vécus et des expériences sensibles d’une réalité. En cela, l’enquête ethnographique se rapprocherait de l’enquête archéologique dont les résultats cherchent d’abord à être plausibles et moins d’asséner un discours de vérité qui restera toujours éloigné du vécu des populations du passé.

3EME PARTIE :
DES PRATIQUES, DES ACTEURS, DES HUMANITES

Afin de disposer de données sur les pratiques numériques des professionnels de l'archéologie sur la période de référence de cette recherche, j'ai mobilisé plusieurs méthodes d'enquête et d'études documentaires : une enquête en ligne sur internet, des entretiens dont certains éléments ont déjà été présentés, des observations de terrain, l'analyse d'archives de fouille, ma propre expérience que j'ai tenté de mettre en perspective[515].

Pour toutes ces méthodes, la place des acteurs et ma relation à eux tiennent une place centrale. Cette expérience de l'enquête ethnographique nécessite d'être interrogée.

Ai-je su formuler correctement les questions de l'enquête en ligne ? Ai-je su retenir l'essentiel des réponses et des commentaires ?

Ma position professionnelle, mon âge, mon expérience n'ont-ils pas trop influencé les enquêtés dans leurs réponses ?

Ai-je su tenir la bonne distance lors des entretiens ?

N'ai-je pas trop donné mon opinion lors des échanges ?

N'ai-je pas trop mobilisé ma mémoire et ma propre expérience ?

Pour toutes ces questions et nombre d'autres, inévitables pour tout travail réflexif et pour toute enquête, je propose d'établir une analogie avec les questionnements de l'archéologue face à un site et aux résultats de sa fouille.

L'archéologie a beaucoup à voir avec la mémoire autant qu'avec l'imagination, ainsi que l'a documenté Laurent Olivier[516] :

« *Sans cesse confrontée à l'incomplet, à l'incertain, à l'inconnu, l'archéologie est une démarche qui consiste fondamentalement à inventer* »[517].

De leur côté, Claire Besson, Dorothée Chaoui-Derieux et Bruno Desachy se sont interrogés sur les relations entre l'archéologie, la vérité, la mémoire et le mensonge :

« Si l'archéologie crée de la mémoire, peut-on parler de mensonge ? Par définition, une mémoire n'est-elle pas subjective, conditionnée au contexte et au ressenti de tout un chacun ? »[518].

---

[515] Dans cette troisième partie, j'utilise de nouveau la première personne du singulier pour souligner que je n'ai pas effectué l'observation des pratiques numériques des professionnels de l'archéologie, ni recueilli les témoignages de nombre d'entre eux de façon distanciée, mais au contraire dans une relation totalement empreinte de ma propre subjectivité, en revendiquant ma part dans la construction de mon objet de recherche et dans la façon de l'étudier.

[516] Laurent Olivier. *Le Sombre Abîme du temps. Mémoire et archéologie,* Paris, Éditions du Seuil, 301 pages

[517] Laurent Olivier. *op. cit*, p. 62

[518] Claire Besson, Dorothée Chaoui-Derieux et Bruno Desachy, « Bonne fouille ne saurait mentir ? », Terrain [En ligne], 57 | septembre 2011, mis en ligne le 01 janvier 2014, consulté le 24 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/terrain/14315 ; DOI : https://doi.org/10.4000/terrain.14315

C’est parce que la mémoire présente une version plausible de la réalité qu’il est possible de procéder au « travail de mémoire », pour reprendre l’expression de Paul Ricoeur[519] :

« *Nous attendons de l’histoire une certaine objectivité qui lui convient (…). L’objectivité ici doit être prise en compte en son sens étymologique strict : est objectif ce que la pensée méthodique a élaboré, mis en ordre, compris et ce qu’elle peut ainsi faire comprendre (…) Nous attendons de l'historien une certaine qualité de subjectivité, non pas une subjectivité quelconque, mais une subjectivité qui soit précisément appropriée à l'objectivité qui convient à l'histoire. Il s’agit donc d’une subjectivité impliquée, impliquée par l’objectivité attendue* »[520].

Je reconnais à la mémoire des acteurs la capacité à pouvoir participer, non pas à l’administration de la preuve des thèses défendues dans ce travail, mais à leur argumentation.

Telle est l’ambition de ce travail pour lequel j’ai mobilisé mon expérience, ma mémoire, mes archives personnelles et différentes sources primaires et secondaires que je propose de présenter maintenant.

A. Ce qu’apprend une enquête en ligne sur l’archéologie et le numérique

Du 27 mars 2020 au 1er avril 2021, j’ai mis en ligne sur internet une enquête sur le thème de l’archéologie et du numérique. Cette démarche s’est appuyée sur l’application *GoogleForms* de *Google*[521].

Cette enquête s’adressait à tous les publics, archéologues et non-archéologues. J’ai assuré sa diffusion par une série de courriels, la publication de plusieurs messages sur mon compte Facebook personnel, la présentation lors de communications dans divers événements au début de l’année 2020. L’information a aussi été relayée sur plusieurs listes de diffusion et sur divers sites internet[522].

Cette enquête souhaitait recueillir auprès d’internautes leur opinion sur plusieurs sujets en relation avec le thème général de ma recherche. Probablement, une partie des questions de cette enquête auraient pu être formulées autrement. De même, l’enquête aurait pu être diffusée plus largement pour recueillir davantage de réponses et surtout diversifier davantage les profils des répondants[523] dont la majorité s’est révélée constituée de professionnels de l’archéologie.

Le questionnaire en ligne était organisé en 9 thèmes :

- Informations générales
- Formation en archéologie
- Activité professionnelle

---

[519] Paul Ricoeur. *Histoire et vérité.* Paris, le Seuil, 1955, 362 pages

[520] Paul Ricoeur. *Histoire et Vérité.* Paris, Le Seuil, 1967, p. 23-24

[521] J’ai choisi cette solution par sa facilité de mise en œuvre et les modes de restitution et de récupération des réponses enregistrées. D’autres solutions comme *LimeSurvey*, *SurveyMonkey*, *Drag'n Survey* auraient été préférables sur certains points de mise en forme des questions et des réponses possibles mais certains présentent une limite sur le nombre de réponses possibles et sont payants au-delà de cette limite.

[522] Blog Le Fil d’Arar : Blog du laboratoire Archéologie et Archéométrie (https://lefildarar.hypotheses.org/3708)
Site de la Fédération Française des Professionnels de la Conservation-Restauration (https://www.ffcr.fr/)
Site de l’Atelier Sitrada (Systèmes d'information et traitements de données archéologiques) (https://sitrada.hypotheses.org/1881)
Page Facebook de l’association Archéo-Ethique (https://www.facebook.com/archeoethique/)
Page Facebook du Groupe Archéo En Lutte (https://www.facebook.com/GroupeArcheoEnLutte)

[523] J’ai hésité à inclure cette enquête dans ce mémoire en raison du faible nombre de réponses recueillies. Elle m’a paru néanmoins utile par des tendances qu’elle indique dans la perception du processus de transformation numérique de l’archéologie, de ses conditions, de ses effets sur l’image de la discipline.

- Les outils numériques en archéologie
- Maîtrise de ces outils
- Les usages de ces outils
- Les effets du numérique sur l'image de l'archéologie et des archéologues
- Archéologie et "humanités numériques"
- Commentaires et suggestions

Le questionnaire a recueilli 167 réponses. Seule une synthèse est présentée ici.

Près de trois quarts des répondants ont eu connaissance de cette enquête par courriel, et près de 17% par une information sur un site internet, les autres par « bouche à oreille », des messages sur les réseaux sociaux, par échange oral avec moi.

Si une majorité des répondants ont suivi une formation académique en archéologie et ont leur activité professionnelle dans ce domaine, ils ont déclaré des profils assez variés : professionnels de l'archéologie, en activité ou en retraite, étudiants, personnes intéressées par l'archéologie mais n'appartenant pas à ces communautés, amateurs.

Les classes d'âge entre 26 et 55 ans sont relativement bien représentées, mais celles au-delà de 55 ans le sont beaucoup moins. Il semble que le mode d'enquête en ligne pour une enquête ait reçu un écho plus favorable avant cet âge limite qu'au-delà. La diffusion relativement modeste de l'annonce de cette enquête, faite surtout par des canaux visant des personnes en étude ou en activité professionnelle, peut expliquer cette relative faiblesse des répondants les plus âgés.

Si une écrasante majorité des répondants ont suivi une formation académique en archéologie, un peu plus de 15% n'en ont pas suivi mais portent néanmoins un intérêt au thème de l'enquête.

Dans leur très grande majorité, soit plus de 90%, les répondants étaient en activité au moment où ils ont répondu au questionnaire.

Le secteur public d'emploi des répondants est majoritairement représenté avec 80%, mais le secteur privé atteint presque les 10%. Pour près de 10%, les répondants alternent leur rattachement professionnel aux secteurs public et privé, correspondant probablement à des archéologues disposant de contrats avec des acteurs publics et privés de l'archéologie, probablement des opérateurs privés de l'archéologie préventive mais aussi du secteur associatif.

Concernant l'usage de dispositifs numériques en archéologie, dans leur grande majorité, les répondants estiment que ces dispositifs concernent principalement les outils et les méthodes de travail. Mais en réponse à une autre question, peu de répondants estiment que les dispositifs numériques permettent l'émergence de nouvelles pratiques, de nouvelles méthodes ou qu'ils permettent une accélération dans leur travail. Les contradictions apparentes entre les réponses à plusieurs questions sur les mêmes thèmes montrent que les réponses sont parfois assez fragiles, probablement parce que les questions elles-mêmes n'ont pas toujours été bien comprises, peut-être parce que mal formulées.

Les dispositifs numériques semblent n'avoir aucune incidence pour la diffusion de la recherche ou pour la valorisation, ce qui semble très étonnant.

L'évolution de l'archéologie par le numérique représente une évolution nécessaire et même un mouvement de fond inéluctable. L'effet de mode n'est cité que par une infime minorité des répondants. Et cette transformation numérique de l'archéologie devrait se poursuivre dans les prochaines années de l'avis d'une écrasante majorité des répondants.

Concernant la nature de cette évolution, un peu plus de la moitié des répondants considère qu'il s'agit d'une « révolution » technique et même d'une véritable rupture pour un tiers des répondants ainsi qu'un changement de paradigme. Seule une minorité minimisent la portée de cette transformation.

Les effets de cette transformation semblent appréciés différemment. A peine la moitié des répondants la juge souhaitable et positive mais variable dans ses effets pour un peu plus d'un tiers d'entre eux.

Si les deux-tiers des répondants ont suivi une formation aux dispositifs numériques pour les accompagner dans le changement de leurs pratiques, cette formation n'a eu lieu dans leur parcours académique que dans moins de la moitié des cas, le reste étant intervenu par des actions de formation continue.

Plus de la moitié des répondants se dit plutôt à l'aise avec des dispositifs numériques et près d'un quart très à leur aise. Un peu plus d'une dizaine de pour cent d'entre eux se disent moyennement ou pas à l'aise.

La nécessité de pouvoir suivre des formations supplémentaires aux dispositifs numériques est citée par près des deux tiers des répondants et un tiers supplémentaire selon les cas. Seule une extrême minorité estime ne pas en avoir besoin.

Pour plus de la moitié des répondants, l'aide de l'entourage professionnel et/ou personnel reste nécessaire, qu'elle soit fréquente, occasionnelle ou rare. On peut y ajouter le tiers des autres répondants qui y ont un recours occasionnel. Seule une dizaine de pour cent n'y ont jamais recours. Ces chiffres montrent que les dispositifs numériques sont à l'origine de processus d'entraide, de transfert de compétences, d'apprentissages formels ou informels, au contact de proches, de collègues, d'amis, de membres de la famille.

Pour les personnes n'ayant pas besoin de recourir à de l'aide, les raisons mises en avant sont le fait qu'elles maîtrisent suffisamment les outils numériques dont elles ont besoin ou que ces outils sont tellement spécifiques que personne dans leur entourage ne peut les aider. Mais, pour un peu moins de la moitié des répondants n'ayant pas besoin d'aide, l'auto-apprentissage est préféré.

Concernant les usages du numérique, les domaines les plus souvent cités par les répondants sont très variés : rédaction de documents, acquisition de données, traitement et analyse, publication, stockage, archivage, réutilisation de données et/ou de documents. On voit ainsi que les pratiques numériques de l'archéologie ne se limitent pas à un domaine ou un type d'activités mais qu'elles irriguent l'ensemble des tâches et donc l'ensemble des étapes du cycle de vie des données.

Si près des deux tiers des répondants affirment que les outils numériques permettent de faire autrement ce qui était fait jusque-là sans ces outils, un tiers estime que ce n'est pas toujours le cas. Les avis sur les avantages des dispositifs numériques ne sont pas systématiquement plébiscités. Il en est de même sur la possibilité de générer de véritables gains par les pratiques numériques. Pour un tiers des répondants, cela n'est pas toujours démontré. Ces réponses témoignent clairement d'une capacité des répondants à exercer un regard critique sur les pratiques numériques, sans qu'on sache s'ils expriment ce regard distancié sur leurs propres pratiques et/ou sur celles des autres.

Des « dérives »[524] ont été constatées dans l'usage de certains dispositifs numériques pour plus de la moitié des répondants, que ce soit de façon systématique ou fréquente. S'y ajoute le tiers de ceux qui ont pu le constater dans certains cas. Seule une minorité n'a pas constaté de telles « dérives ».

Une majorité des répondants ont estimé que ces « dérives » pourraient être évitées, et près d'un tiers que cela aurait pu être parfois le cas. Seule une minorité a considéré qu'elles ne pouvaient pas être évitées.

[524] Dans l'enquête en ligne, la notion de « dérive » a été définie comme un écart constaté entre une méthode préconisée et une méthode pratiquée ou entre un objectif attendu et un objectif atteint.

Même si la nature et la portée des dérives devaient être différentes selon les répondants, et que les modalités de les éviter devaient recouvrir des pratiques très différentes, ces chiffres témoignent là aussi d'un regard critique sur les pratiques numériques en œuvre en archéologie.

Pour pallier ces chiffres relativement importants sur ces « dérives », le recours à des formations spécifiques devrait être la réponse pour plus des deux tiers, même si la consultation de publications spécifiques pourrait aussi constituer une solution pour éviter ou limiter ces « dérives ».

Concernant l'impact de l'utilisation de dispositifs numériques par les archéologues, ils participent au changement de la discipline auprès du grand public pour la moitié des répondants, auxquels s'ajoute le quart des répondants qui estiment que cela dépend des cas. Seul le dernier quart des répondants ne le pensent pas du tout. Les changements liés aux dispositifs numériques utilisés en archéologie concernent avant tout l'image des archéologues et de la discipline pour la grande majorité des répondants, les changements dans leurs pratiques scientifiques n'étant cités que par la moitié des répondants.

Quant à l'origine des changements, les archéologues eux-mêmes n'en sont à l'origine que pour un quart des répondants, les autres estimant que ces changements sont le fait d'autres acteurs que les archéologues ou que cela dépend des cas.

Si le visionnage de documentaires et de reportages montrant des archéologues utilisant des outils numériques est à l'origine des réponses sur le changements d'image de la discipline, pour autant la perception du métier d'archéologue n'a pas été modifiée pour près des trois quarts des répondants.

Les changements les plus souvent évoqués dans l'image de l'archéologie sont ceux d'une discipline plus moderne pour les deux tiers des répondants, plus scientifique pour la moitié, plus crédible pour un quart et plus attractive pour plus d'un tiers des réponses les plus souvent citées. Ces chiffres montrant que les domaines des changements d'image perçus ne sont pas uniques mais multiples.

Si l'évolution de l'image de l'archéologie due aux dispositifs numériques semble être bien perçue par le grand public pour la grande majorité des répondants, seule une infime minorité d'entre eux pense le contraire et un peu plus de 10% pensent que cela dépend des cas.

Concernant le terme « d'humanités numériques », près des trois quarts des répondants ont répondu connaître ce terme, les autres ne le connaissant pas. Enfin, pour les deux tiers des répondants, l'archéologie fait partie des « humanités numériques » contre un tiers qui ne le pensent pas ou ne sait pas se prononcer sur ce point.

En résumé, cette enquête, qui n'a aucune prétention statistique solide, doit être considérée comme un sondage à un moment donné auprès d'une portion limitée de personnes, la plupart étant proches de l'archéologie ou faisant partie du domaine et de ses communautés professionnelles.

En complément de cette enquête, j'ai souhaité aller à la rencontre des professionnels de l'archéologie, ceux dont je souhaitais recueillir les trajectoires, les opinions, la description de leurs apprentissages et pratiques numériques. Pour cela, j'ai emprunté l'une des méthodes de l'ethnographie. Si dans le chapitre suivant, une synthèse de cette enquête ethnographique est présentée, toutes les notes des entretiens sont présentes dans le volume 2.

B. L'apport d'entretiens qualitatifs avec des professionnels de l'archéologie

B.1. Des entretiens, pour quoi faire ?

Avec ces entretiens, je n'ai pas voulu aboutir à la production de données chiffrées ni à une typologie des réponses. J'ai souhaité, avant tout, recueillir des parcours de vie et ne pas effacer le caractère

unique de chacun d'eux. Néanmoins, certains des éléments fournis par les personnes interrogées peuvent être rapprochés et comparés entre eux et avec quelques-unes des réponses apportées à l'enquête en ligne présentée précédemment.

L'objectif de ces entretiens était triple :

- Resituer les pratiques numériques des professionnels de l'archéologie comme des pratiques sociales, c'est-à-dire des combinaisons entre des dispositions, des trajectoires individuelles et des cadres de mise en œuvre dans des institutions et des situations collectives
- Faire ressortir des trajectoires communes et des réseaux de sociabilité scientifique et technique (c'est ce que j'ai commencé à faire à travers les premières « générations » identifiées) tout en respectant la spécificité de chaque parcours[525]
- Permettre l'expression d'opinions et d'émotions, telle que le prône une approche anthropologique des savoirs et des savoir-faire savants[526].

B.2. Des entretiens guidés par une trame commune

Pour ces entretiens que je voulais qualitatifs et semi-directifs, j'ai établi une trame qui fut systématiquement envoyée par courriel aux personnes pressenties, en leur demandant leur accord de principe pour participer à ces entretiens et en leur proposant des dates pour ceux-ci.

Parmi les personnes interrogées, certaines ont préparé des éléments de réponse pour le jour de l'entretien[527]. Moins de cinq d'entre elles, m'ont envoyé leur CV en m'autorisant à en extraire des éléments sur leur parcours académique et professionnel. Dans certains cas, j'ai utilisé des éléments de biographie disponibles sur internet.

La trame des entretiens fut la suivante :

Informations générales sur la personne interrogée

- Age ou classe d'âge
- Parcours académique
- Parcours professionnel
- Employeur actuel, fonction, activités, lieux de travail

Pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, usages, outils, valeurs associées

- Ancienneté dans l'usage de dispositifs numériques en archéologie
- Accompagnement et formations suivies dans ce domaine
- Accompagnement et formations assurées dans ce domaine

[525] L'identification des réseaux sociaux en archéologie est l'un des axes des travaux de Sébastien Plutniak.

[526] J'aurais pu faire le choix d'une approche différente, distante, sans affect. Cela aurait probablement donné lieu à une recherche « hors humain » comme il existe des études « hors-sol », « sans terrain ».

[527] Les entretiens ont fait l'objet de ma part de prise de notes pendant l'échange. Ces notes étaient précédées du nom et de la fonction, institution d'appartenance de la personne interrogée, de la date de l'entretien, de l'indication de sa modalité (à distance ou en présentiel), de l'heure de début et de l'heure de fin de l'entretien. Dès l'entretien terminé ou dans un délai maximum de quelques jours, j'ai envoyé les notes par courriel aux personnes interrogées en les invitant à les corriger, les compléter, en tant que de besoin. Dans une partie des cas, les notes ont été validées dans leur version d'origine. Dans plusieurs cas, entre et quatre versions de corrections successives ont été nécessaires.

- Opinion sur les pratiques des dispositifs numériques : quels outils pour quels usages ? quels enjeux ? quelles valeurs ?

- Le numérique comme marqueur de la modernisation et de la professionnalisation de l'archéologie et des pratiques des archéologues ?

Évolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

- Accroître ou limiter les usages du numérique ? Dans quels domaines et pour quoi faire ?

- Accompagner les archéologues (formations, réseaux de compétences, rencontres, revues) ?

- Valoriser les réalisations ?

- Faire le pari de l'ouverture des données ? Si oui, à quelles conditions ?

- Faire évoluer les dispositions législatives et réglementaires dans ce domaine ?

- Besoin d'ouvrir l'archéologie à d'autres champs disciplinaires en matière de numérique ?

Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

- Quels sont-ils ?

- Comment les contourner ?

- Quels sont les moyens nécessaires ?

Autres points et commentaires

(la possibilité laissée aux personnes interrogées d'ajouter des thèmes ou des commentaires fut rarement exploitée tant lors des entretiens que lors de la relecture des notes)

B.3. Quelques précisions méthodologiques

Les entretiens qualitatifs, conduits sur un peu plus de 14 mois, ont visé d'abord à aller à la rencontre, même si ce fut à distance la plupart du temps, de professionnels de l'archéologie que je connaissais déjà pour une moitié d'entre eux et pas du tout pour l'autre moitié.

Ces témoignages avaient d'abord comme objectif d'identifier des trajectoires et des réseaux socio-techniques. Il m'est apparu que ces éléments ne pouvaient être accessibles que par l'évocation, librement consentie, des éléments de vie personnelle et de vie professionnelle de la part des personnes interrogées. Il ne s'agissait pas de disposer uniquement d'éléments de CV, avec les formations suivies et les postes occupés. Je tenais à replacer les pratiques numériques dans des itinéraires de formations et de mise en œuvre de dispositifs numériques servant de support à ces pratiques, elles-mêmes suivant une série d'étapes, de moments, de rencontres et se traduisant par des compétences, des savoir-faire acquis de façon formelle ou informelle, au contact d'autres ou par l'auto-apprentissage.

Bien évidemment, l'expression des opinions des personnes interrogées sur le sujet de ma recherche était indispensable, tant dans la conception de la trame des entretiens que dans leur déroulement.

Pour cela, j'ai emprunté l'une des méthodes de l'ethnographie qui propose de s'appuyer sur des entretiens qualitatifs, semi-directifs.

La critique pourra être faite d'un manque de distance entre l'enquêteur et les enquêtés, en raison de ma propre implication dans l'histoire récente de l'archéologie, de ma fonction à l'Inrap et des liens d'amitiés qui me lient à certains des enquêtés. Je reçois cette critique sans problème, sans la contester et

avec la sérénité que m'autorisent ces lignes des anthropologues Alban Bensa (1948-2010) et Didier Fassin (1955-)[528]:

« *L'attention aux questions soulevées par la relation ethnographique a été longtemps reléguée dans des considérations liminaires ou dans des récits plus ou moins autobiographiques bien distincts des comptes rendus jugés véritablement « scientifiques ». Dans un rapport mimétique aux sciences de la nature, les sciences sociales ont ainsi feint d'ignorer que, dans leur domaine, le chercheur et son objet sont faits de la même étoffe. Leur commune appartenance au monde humain ne saurait donc être considérée comme une simple aporie. (...) en effet les conditions de production du savoir anthropologique ne sont pas dissociables de ce savoir lui-même. Les relations interpersonnelles à travers lesquelles l'ethnographe accède à des « informations » ne constituent en rien un éphémère échafaudage qu'il faudrait oublier ou faire disparaître dès l'enquête terminée mais s'imposent comme un matériau bon à penser et à intégrer dans les résultats de nos investigations.*

L'ethnographie procède d'une série d'apprentissages, de savoirs et de savoir-faire – dire, se taire, se tenir, intervenir, etc. – qui n'étaient pas à l'origine familiers à celle ou celui qui s'engage dans l'aventure et qu'elle ou lui doit peu ou prou mettre en œuvre afin d'établir ne serait-ce qu'un embryon de communication. Ce travail d'ajustement à autrui nécessite des efforts linguistiques et relationnels qui marquent d'un indélébile sceau la nature de ces « données », qui ne sont en fait que les produits de notre histoire sur le terrain »[529].

Pourquoi avoir emprunté pour ce travail cette méthode de l'enquête qualitative commune à l'ethnographie, à l'anthropologie et à la sociologie ? Parce qu'il s'agissait, pour moi, de placer l'individu au cœur de mon projet de recherche. Les femmes et les hommes interrogés ne sont pas l'objet de ma recherche mais ils en sont le sujet. Il s'agissait pour moi de décrire les transformations des pratiques professionnelles d'individus dont chacun dispose d'un parcours de vie, d'une trajectoire, l'ensemble des individus constituant un réseau de sociabilité. Ce réseau global des interrelations entre professionnels de l'archéologie est en fait un assemblage de sous-réseaux, constitués selon les domaines de spécialité, les thèmes de recherche, les horizons académiques de provenance, les emplois occupés, les employeurs chez lesquels ils ont fait tout ou partie de leur carrière, etc. De ces réseaux de sociabilité sont nées des relations chargées d'affects (amitiés, amours, inimitiés). Le fonctionnement de ces réseaux manifeste la diversité des relations intersubjectives[530]. Cette notion d'intersubjectivité s'appuie sur l'idée que tout individu est un sujet sensible, parlant et agissant, exprimant un point de vue sur le monde et racontant sa version de son histoire, qui mérite d'être recueillie et respectée autant que celle que d'autres pourraient en donner. Dans ces récits de vie et d'opinions exprimées, les sujets cherchent à restituer une cohérence à celui ou celle qui recueille leur témoignage. S'ils ne sont plus les mêmes qu'au début de leur vie parce qu'ils ont suivi une trajectoire, qu'elle soit linéaire ou irrégulière., ils tentent néanmoins de se reconnaître eux-mêmes dans ce parcours, en donnant d'eux une identité d'ensemble qui cherche à contrebalancer la diversité de leurs identités personnelles et professionnelles[531].

Convaincu de l'importance de la parole recueillie, j'ai accordé une primauté à « l'agentivité » sur les dispositifs (réglementaires, matériels, culturels, institutionnels, etc.) dans lesquels s'inscrit l'activité des individus, des dispositifs souvent normatifs, qui gomment le subjectif au profit de comportements

[528] Alban Bensa et Didier Fassin (dir). *op. cit.*

[529] Alban Bensa. *Conclusion.* in *Les politiques de l'enquête*. *op. cit.* p. 323

[530] J'emprunte la notion d'intersubjectivité à plusieurs auteurs parmi lesquels Karl Popper (https://fr.wikipedia.org/wiki/Intersubjectivité)

[531] Sur la notion d'identité professionnelle, voir Renaud Sainsaulieu. *Sociologie de l'organisation et de l'entreprise*, Paris, Presses FNSP-Dalloz, Paris, 1987, et Claude Dubar. *La Socialisation, construction des identités sociales et professionnelles*, Paris, Armand Colin, Paris, 2010, 256 pages

orientés. La notion « d'agentivité »[532] est employée ici comme la capacité pour tout individu à agir sur le monde, que ce soit sur des choses matérielles ou sur les autres individus, et à participer à leur transformation[533]. Cette capacité permet à l'individu de ne pas uniquement se soumettre aux structures sociales mais de les adopter en les transformant, en se percevant lui-même comme acteur du monde.

Le philosophe, sociologue et anthropologue Bruno Latour (1947-2022) préfèrait employer le terme d'« agent » (dont provient le terme « agentivité ») pour signifier que celui-ci n'est pas uniquement le produit des déterminismes sociaux auxquels les structures le soumettent. Entre les courants de pensée de Bourdieu et Latour, ma préférence va au second, en particulier dans son analyse de la construction des faits scientifiques[534].

B.4. Synthèse chiffrée des personnes interrogées

Initialement, je pensais réaliser une cinquantaine d'entretiens en face-à-face. Mais la pandémie de Covid-19 a radicalement changé mes projets. J'ai donc opté pour la réalisation de ces entretiens à distance par visioconférence ou par téléphone. Dans 5 cas, les entretiens ont eu lieu en face-à-face.

Finalement, entre juin 2021 et août 2022 j'ai réalisé 107 entretiens dont 95% à distance[535]. Deux entretiens ont eu lieu à plusieurs voix à la demande des personnes concernées (l'un avec deux personnes, l'autre avec trois). La liste détaillée des entretiens est fournie dans le second volume.

Ce tableau synthétique regroupe les principaux chiffres de ces entretiens.

Sexe	**Personnels de l'Inrap**	**Personnels autres qu'Inrap**	**Total**
Hommes	23	40	63
Femmes	20	24	44
Totaux	**43**	**64**	**107**

La répartition par âges est davantage concentrée pour les personnes de l'Inrap (fig. 85) que pour les personnes en dehors de l'institut (fig. 86).

Il n'existe pas pour la France, ni probablement pour de nombreux pays, de recensement officiel des professionnels de l'archéologie. Il n'est donc pas possible, à ce jour, de connaître de façon fiable les taux respectifs d'hommes et de femmes ni la répartition par classes d'âge des personnes en activité qui travaillent dans le domaine de l'archéologie.

Seul l'Inrap présente dans son rapport annuel d'activité[536], disponible sur son site internet, la pyramide des âges de son personnel dans le chapitre consacré au bilan social de l'établissement (fig.

[532] Le terme d'agentivité, d'origine canadienne, est un néologisme puisqu'il n'existe pas dans les dictionnaires de référence de la langue française.

[533] Amartya Sen qui a contribué de façon importante à la conceptualisation de l'agentivité, la définit comme l'habileté d'un individu à agir en fonction de ce qu'il considère comme valable. Sa publication de référence est Sen, A. K. (1985). "Well-Being, Agency and Freedom": The Dewey Lectures 1984. Journal of Philosophy, 82(4), 169-221. DOI : 10.2307/2026184

[534] Bruno Latour et Steve Woolgart. *La Vie de laboratoire. La production des faits scientifiques*, La Découverte, Paris, 1988, 308 pages

[535] 15 de nos propositions d'entretiens sont restés sans réponse et 10 propositions ont été suivies d'un refus, le plus souvent par manque de disponibilité des personnes sollicitées.

[536] Inrap, Rapport d'activité 2021, p.107 (https://www.inrap.fr/sites/inrap.fr/files/atoms/files/rapport_dactivite_2021.pdf)

87). Ce graphique montre que le taux de féminisation du personnel de l'Inrap concerne l'ensemble du personnel et pas uniquement ceux de la filière scientifique et technique dans laquelle se trouvent la grande majorité des professionnels de l'archéologie[537].

Si l'égalité entre hommes et femmes parmi les personnes interrogées à l'Inrap a été à peu près respectée, celle pour les personnes en dehors de l'institut ne l'a pas été dans les mêmes proportions. A la critique du non-respect d'une stricte égalité dans la répartition des personnes interrogées par genre, je tiens à répondre que mon ambition n'était pas celle d'une représentativité statistique mais d'un panel relativement diversifié, tant par genres que par classes d'âges.

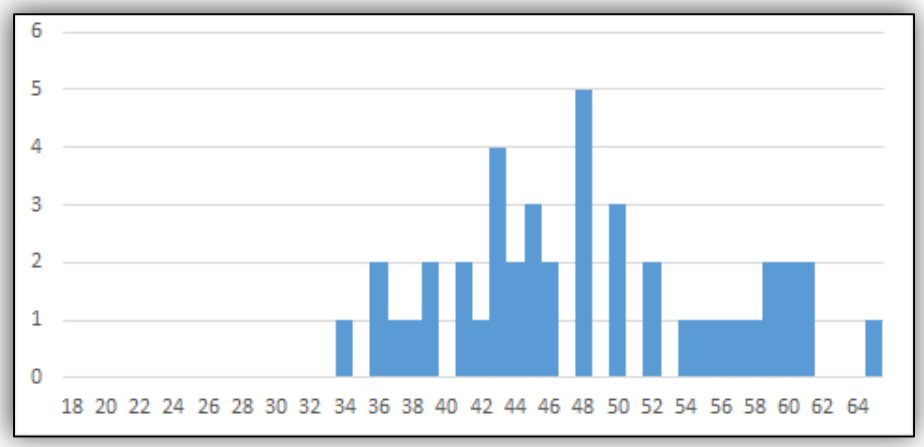


Figure 85 : Répartition des âges des personnes interrogées de l'Inrap

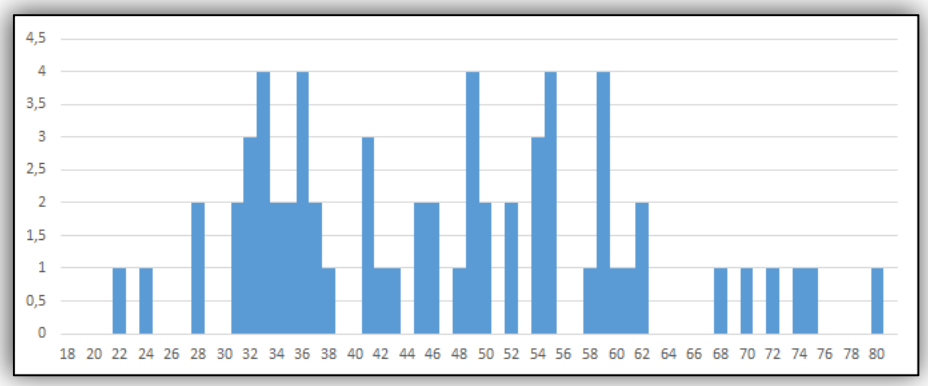


Figure 86 : Répartition des âges des personnes interrogées en dehors de l'Inrap

[537] Si les personnels administratifs sont des éléments essentiels dans l'administration de l'Inrap, ils n'ont pas été pris en compte dans l'acception du vocable « professionnels de l'archéologie » que nous utilisons depuis le début de ce mémoire. Cela n'enlève rien, bien évidemment, à leur place dans le fonctionnement de l'institut ni à leur professionnalisme.

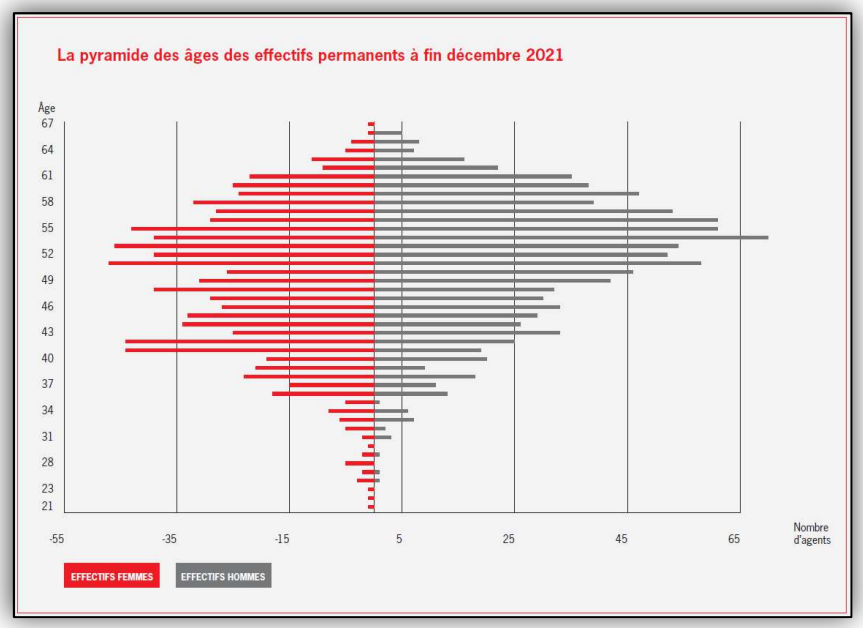


Figure 87 : Pyramide des pages des effectifs permanents de l'Inrap à fin décembre 2021 (source : rapport d'activité 2021)

Dans le premier chapitre, j'ai extrait une partie des éléments recueillis lors d'entretiens avec des archéologues encore vivants, âgés de plus de 55 ans[538], certains en activité, d'autres en retraite.

B.5. Principes de sélection des personnes interrogées

Les personnes sollicitées ont été identifiées d'abord dans le cadre de mon réseau de sociabilité professionnelle : collègues immédiats les plus fréquents puis collègues plus éloignés qui m'ont été recommandés au vu du sujet de l'entretien, chercheurs avec lesquels j'ai travaillé depuis des années pour certains, plus récemment pour d'autres. Le panel est aussi constitué de rencontres, d'opportunités, de propositions qui m'ont été faites et qui se sont échelonnées sur plus d'un an. Ces choix sont largement empreints de subjectivité, d'une certaine dose d'opportunisme. Ainsi, les deux aides financières que j'ai obtenues de la part de CY Cergy Paris Université[539] m'ont offert la possibilité de me rendre en Belgique, en Espagne et en Angleterre et d'avoir des entretiens avec plusieurs archéologues de ce pays. Par ailleurs, beaucoup d'entretiens ont eu lieu à distance du fait des restrictions aux déplacements imposées par la pandémie de Covid-19 sur près d'un tiers de la période de ma thèse.

J'ai trouvé utile de retenir les entretiens en tenant compte de la diversité des classes d'âges et en distinguant les « générations » déjà présentées en première partie de ce mémoire. J'ai aussi cherché à illustrer les différents métiers[540], les différentes organisations professionnelles de l'archéologie en France et dans quelques pays étrangers pour ne pas avoir une vision trop « Inrapo-centrée » ni trop franco-centrée. De même, j'ai souhaité que soient restitués différents discours et différentes attitudes

[538] Il s'agit de leur âge à la date des entretiens

[539] J'ai bénéficié d'une Aide à la Mobilité Internationale et d'un financement dans le cadre du programme de mobilité doctorale EUTOPIA 2021.

[540] Les métiers opérationnels des agents de l'Inrap sont essentiellement ceux de Responsable de Recherche Archéologique (RRA), Technicien de Recherche Archéologique (TRA), Assistant de Recherche Archéologique (ARR). On pourra se reporter à leurs descriptions sur le site Web de l'Inrap (rubrique Glossaire Aménageur : https://www.inrap.fr/amenageurs/glossaire)

face aux pratiques numériques de l'archéologie et à leurs tendances récentes. Enfin, certaines personnes interrogées n'ayant pas souhaité que je restitue les notes de nos échanges, j'ai bien évidemment respecté leur demande explicite.

La répartition par métiers est la suivante pour les personnes de l'Inrap interrogées (fig. 88):

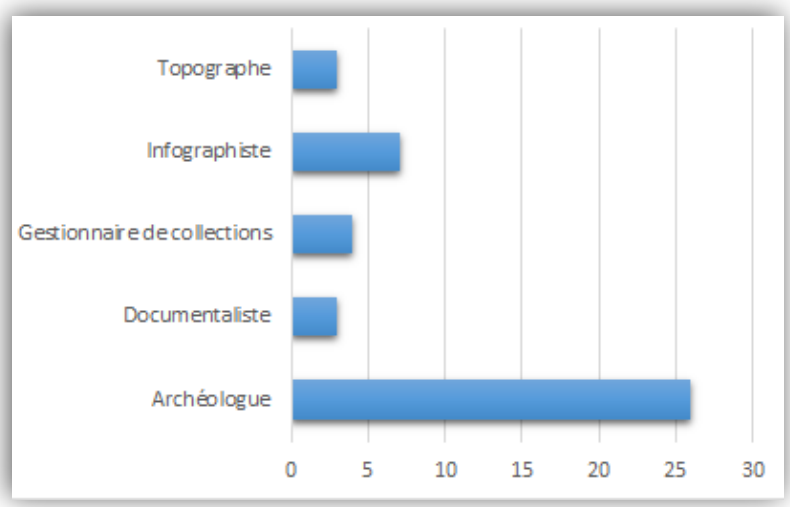


Figure 88 : Répartition par métiers des personnes interrogées de l'Inrap

La répartition par métiers est la suivante pour les personnes en dehors de l'Inrap interrogées (fig. 89) :

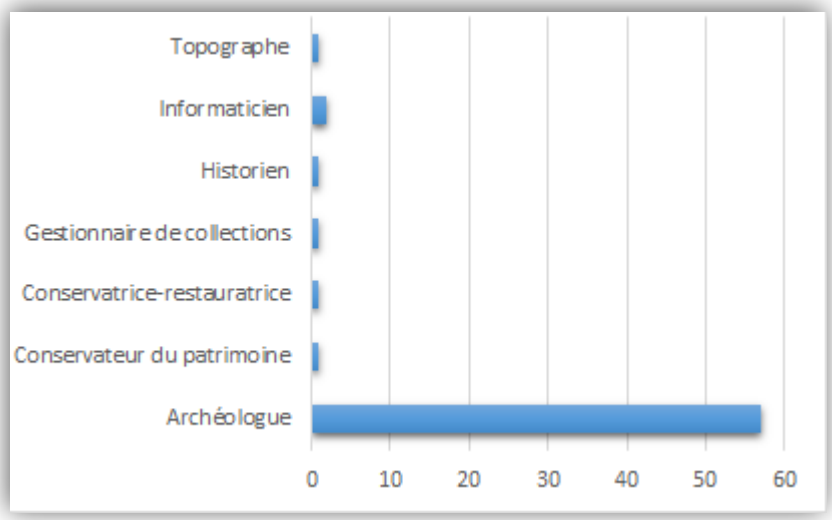


Figure 89 : Répartition par métiers des personnes interrogées en dehors de l'Inrap

B.6. Proposition de synthèse des entretiens

Les thèmes abordés lors des entretiens ont été assez variés, tout en suivant globalement la trame présentée précédemment : modalités de l'apprentissage des compétences numériques, bénéfices et contraintes de l'usage de dispositifs numériques sur les pratiques scientifiques, fonctionnement des collectifs de travail, évolutions nécessaires, que ce soit en matière de formation ou d'accompagnement.

La quasi-totalité des notes des entretiens sont disponibles dans le volume 2 de ce mémoire. Le lecteur peut les consulter en complément de la présente synthèse. Celle-ci est, par principe, réductrice. Elle tente de dégager des tendances tout en respectant la grande diversité des parcours, des opinions exprimées, des compétences revendiquées mais aussi des difficultés rencontrées.

Les témoignages révèlent des positions parfois très opposées sur certains points, parfois plus convergentes sur d'autres thèmes. Les propos sont tenus parfois avec une forte conviction, mais dans l'ensemble, ils témoignent d'individus soucieux de faire preuve d'un esprit critique vis-à-vis du développement des usages numériques en archéologie et de leurs propres pratiques numériques[541].

Les souvenirs mobilisés dans les parcours de vie personnelle évoquent parfois un intérêt ancien pour l'archéologie. Mais l'idée de vocation n'est qu'exceptionnellement suggérée. Souvent, l'intérêt pour l'archéologie a été tardif, à l'adolescence ou au début de l'âge adulte, au moment de devoir choisir des études supérieures. La thèse de la vocation n'est donc pas à retenir dans l'écrasante majorité des cas.

Concernant la relation à l'informatique, plusieurs personnes, parmi les moins de cinquante ans, ont le souvenir d'avoir disposé chez elles d'un ordinateur, dans leur entourage ou pour elles-mêmes. Parfois, un parent travaillant dans le domaine de l'informatique est évoqué. Mais dans la plupart des cas, l'informatique fut une découverte soit au cours de la carrière professionnelle pour les plus âgés, soit lors des études, rarement dans l'enseignement secondaire, le plus souvent à l'université.

Pour beaucoup des personnes interrogées, les parcours de formation ont eu lieu à l'université, dans les disciplines majoritairement de l'archéologie et de l'histoire de l'art. Quelques personnes ont commencé par des classes préparatoires aux grandes écoles, surtout dans le domaine des lettres et des sciences humaines. C'est le cas de celles qui ont intégré l'Ecole Normale Supérieure, et qui, parfois, ont commencé par des années d'enseignement avant de s'orienter vers l'archéologie et de s'y spécialiser. Plusieurs conservateurs du patrimoine font partie des personnes interrogées[542]. Elles sont en poste après les concours de recrutement et un passage par l'Institut national du patrimoine où la formation aux outils numériques reste très marginale.

Plusieurs personnes ont aussi commencé à travailler en archéologie, non pas dans le cadre de leurs études supérieures, mais à l'occasion de stages comme bénévoles sur des chantiers de fouilles ou encore lors des mois passés comme objecteur de conscience.

Parmi les parcours de formation les plus éloignés de l'archéologie se trouvent quelques profils d'ingénieurs qui ont suivi des enseignements du domaine scientifique avant de s'orienter vers l'archéologie. Plusieurs personnes ont suivi des formations dans le domaine des sciences naturelles comme la géologie et quelques anciens étudiants en architecture sont également présents. Ces profils ont contribué et contribuent encore à apporter, dans les pratiques scientifiques, des méthodes et des exigences de scientificité qui ne sont pas les mêmes que celles des archéologues de formation purement littéraire.

Le nom d'un archéologue plus âgé, rencontré sur un chantier de bénévoles ou lors des premières années d'études, est souvent cité comme étant à l'origine du choix de s'orienter dans ce domaine. Parfois, une figure tutélaire est mentionnée.

---

[541] Dans leur très grande majorité, les personnes interrogées m'ont signifié leur intérêt pour ma démarche et le sujet de ma recherche, plusieurs des points abordés lors des entretiens faisant écho à une partie de leurs propres interrogations et réflexions. Je tiens à les remercier de nouveau de leur intérêt pour mon travail.

[542] Derrière l'appellation de conservateur du patrimoine, se trouvent des parcours de formation, des profils, des métiers, des postes occupés, des domaines de spécialisation très divers (gestionnaire de mobilier, personnels de musée, agents de l'administration centrale ou déconcentrée du Ministère de la Culture, etc.).

Concernant leurs opinions sur les pratiques numériques, une grande majorité des personnes ont souligné l'insuffisance ou parfois le manque presque total des enseignements pratiques à l'informatique, que ce soit la découverte de quelques langages de programmation les plus courants, l'apprentissage de logiciels et d'applications fréquemment utilisées dans le domaine (SGBD pour l'enregistrement de terrain, DAO, SIG, photogrammétrie, etc.). Dans la plupart des cas, les professionnels de l'archéologie ont dû s'autoformer, en s'initiant eux-mêmes aux outils numériques. Beaucoup ont pu bénéficier des savoir-faire d'autres professionnels (collègues de terrain, de bureau) et certains d'entre eux assurent des formations auprès de leurs collègues ou interviennent à l'université pour présenter leurs réalisations ou pour enseigner la maîtrise d'un logiciel ou d'un équipement numérique à des étudiants.

Si l'arrivée de l'internet et la multiplication des tutoriels ont profondément bouleversé les pratiques de formation et d'apprentissages des étudiants au cours des quinze dernières années, elles ont aussi beaucoup bénéficié aux professionnels de l'archéologie déjà en activité. L'usage des tutoriels disponibles sur internet, même s'ils sont d'une qualité très hétérogène, est devenue une pratique très courante dans les processus de formation. Certains des professionnels interrogés produisent eux-mêmes des tutoriels, diffusés sur internet ou sur l'intranet de leurs institutions de rattachement. L'offre croissante de ces supports de formation et les usages qui en découlent participent de la production de nouvelles normes dans les processus d'apprentissage, que ce soit pour les formations initiales à l'université ou pour les actions de formation continue pour les personnes en activité.

Seules quelques-unes des plus jeunes personnes interrogées ont souligné que les archéologues d'aujourd'hui ne peuvent plus se passer d'outils numériques et que ceux-ci devraient faire partie de la boîte à outils de tout archéologue. La place des dispositifs numériques sur le terrain dans la production des savoirs archéologiques semble susciter davantage d'opinions différentes que la diffusion des savoirs archéologiques qui, eux, semblent ne pas pouvoir échapper à l'usage de tels dispositifs. La possibilité de faire coexister des pratiques traditionnelles et des pratiques numériques est souvent mise en avant, en particulier sur le terrain. Les personnes qui se sont exprimées sur ce point disent la nécessité de laisser les archéologues libres de leurs choix. Il convient donc de pouvoir résister aux différentes formes que pourraient prendre les injonctions à l'usage de dispositifs numériques. Cette demande est justifiée par le fait que dans la plupart des cas, les outils numériques ne peuvent être démontés, explorés, analysés, pour en comprendre tous les rouages et les éventuels biais qu'ils comportent. La grande majorité des personnes s'exprimant sur ce point soulignent que les formations, initiale et continue, sont des conditions indispensables à des usages raisonnés des dispositifs numériques, mais que la formation peut ne pas suffire. Pouvoir disposer de lieux et de moments pour pouvoir échanger sur ses pratiques numériques et prendre connaissance de celles des autres est essentiel. Mais cela n'est pas toujours possible, le plus souvent par manque de temps, en particulier en archéologie préventive où la pression temporelle est très forte et permanente.

Concernant l'impact des pratiques numériques sur l'évolution des modalités de l'enregistrement, les points de vue sont partagés. Si quelques-uns annoncent la probable disparition des supports analogiques (non-numériques) à terme, d'autres pensent que les supports traditionnels demeureront indispensables à la production des observations et de la documentation de terrain. Seules deux personnes ont évoqué la façon dont les dispositifs numériques leur ont déjà fait perdre leurs savoir-faire traditionnels ou sont en train de le faire, au point de ne plus trouver de sens à leur travail. Si cette idée n'a été explicitement formulée que pour très peu de cas, on peut se demander néanmoins si elle ne transparaît pas en filigrane dans d'autres témoignages.

La place des émotions dans la production des savoirs archéologiques, et la façon dont les pratiques numériques semblent en limiter l'expression, a parfois été évoquée. Elle est mentionnée lorsqu'est reconnue l'importance d'une expérience sensible au terrain, aux vestiges archéologiques et aux collectifs de travail. Mais nombre des personnes interrogées n'abordent pas le sujet, peut-être par pudeur, ou par conformation à une certaine image d'elles, distanciée, qu'elles ont souhaité me donner au cours de l'entretien et qui ne pouvait relever du régime des émotions.

Même si elles reconnaissent que ces outils ne sont pas toujours aisés à adopter, la plupart des personnes en perçoivent les bénéfices, que ce soit dans la conduite des opérations archéologiques ou dans la production et le traitement de masses considérables de données archéologiques, des tâches qui sont exécutées bien plus rapidement qu'autrefois. Néanmoins, ces gains de temps ne sont pas toujours faciles à quantifier. Ils se traduisent parfois davantage par la possibilité de mieux échanger des données hétérogènes provenant de dispositifs numériques différents. Mais sur ce sujet, la connaissance et la maîtrise des principes de l'interopérabilité restent très limitées.

La notion de « fracture générationnelle » a souvent été mentionnée lors des entretiens, sans que celles et ceux qui l'évoquent soient en capacité d'en donner une définition précise ni ne puissent démontrer la totale pertinence de cette notion.

Cette notion, assez floue mais dotée d'un fort pouvoir de conformation des individus, consiste à attribuer aux individus en fonction de leurs classes d'âge des appétences et des facilités ou, au contraire, des difficultés, voire des incapacités définitives dans l'apprentissage de compétences numériques Ainsi, pour les professionnels de l'archéologie ayant entre une vingtaine et une quarantaine d'années, les pratiques numériques seraient plus faciles à acquérir. Elles seraient même déjà maîtrisées et faciles à faire évoluer en cas de changements nécessaires. En revanche, pour les professionnels ayant entre la cinquantaine, nés entre 1965 et 1970 et l'âge du départ à la retraite, c'est-à-dire nés entre la fin des années 1950 et la première moitié des années 1970, les compétences numériques seraient plus difficiles à acquérir, les pratiques numériques à mettre en place et à faire évoluer.

Pour moi, cette notion fait partie des « armes d'assignation massive ». Elle est tellement souvent répétée que nombre d'individus appartenant aux classes d'âges supposées moins à l'aise avec les compétences numériques et moins disposées à les acquérir, que nombre d'entre eux se conforment à ces critères. Ils adoptent ce type de discours pour expliquer leurs compétences limitées ou leur envie de ne pas s'y investir, se sentant « dépassés par les jeunes » ou « ne voulant pas changer de pratiques à quelques années de la retraite ». Les plus jeunes, eux, reprennent à leur compte ce discours pour expliquer des situations dans lesquelles « il ne fallait rien attendre » de leurs aînés dans ce domaine.

Cette notion de « fracture générationnelle » ne résiste pas aux témoignages recueillis lors des entretiens ni à nos observations.

Nombre de professionnels de l'archéologie, dans les classes d'âges avancées, ont su acquérir de solides compétences numériques. Les témoignages de plusieurs d'entre eux, présentés dans la première partie de ce mémoire, prouvent qu'ils ont pu acquérir de telles compétences, soit par autoformation, soit au contact de professionnels de l'informatique. Dans ce cas, les compétences sont celles de développeurs ou de concepteurs experts, capables de tenir un discours ancré sur la compréhension des dispositifs numériques, de leurs principes, de leurs règles de conception et de développement, des méthodes dans ce domaine, mais aussi des limites de tels outils, des problèmes qu'ils posent et qu'il faut régler.

Pour les plus jeunes, nombre d'entre eux se disent plutôt à l'aise, voire très à l'aise, avec des dispositifs numériques. Mais la grande majorité d'entre eux, ont une relation de praticiens, de consommateurs à ces dispositifs. S'ils fonctionnent facilement, s'ils ne demandent pas de compétences en développement informatique, s'il est possible de s'en servir sur divers supports (ordinateur, tablette, smartphone), ils en soulignent l'intérêt, parfois avec enthousiasme. Mais rares sont ceux qui développent un discours plus critique, plus distancié, et encore plus rares sont ceux qui cherchent à comprendre comment fonctionnent ces dispositifs, leurs logiques de conception et de fonctionnement, leurs biais.

On pourrait émettre l'hypothèse qu'une part importante des plus jeunes utilisateurs de dispositifs numériques en archéologie ont une relation de type consumériste des dispositifs numériques. A l'inverse, un nombre élevé de leurs aînés semblent rechercher davantage l'intelligibilité de ces dispositifs. Ceci pourrait expliquer peut-être qu'une partie des plus âgés adoptent plus facilement les dispositifs s'ils parviennent globalement à les comprendre, alors que les plus jeunes seraient davantage

adeptes d'une utilisation en mode « boîte noire », cherchant davantage des dispositifs à en obtenir des résultats que d'en comprendre les logiques sous-jacentes. Cette hypothèse pourrait alerter sur la nécessité de développer des enseignements et des formations aux dispositifs numériques qui ne se limitent pas à l'utilisation d'outils mais à leur compréhension.

La notion de « fracture générationnelle » serait donc une distinction artificielle qui risque de servir des tentatives d'assignation des individus et de division des collectifs pour justifier des attributions de rôles et des tâches dans les organisations du travail, sans que des différences dans les capacités à acquérir les compétences numériques soient avérées.

En échangeant sur ce que signifie exactement cette notion et ce qu'elle pourrait signifier, beaucoup de personnes interrogées reconnaissent que cette notion est fragile et qu'il convient de la manier avec prudence[543].

Pour autant, très rares sont celles et ceux qui ont eu une vision aveuglée, voire fétichiste, du numérique. Ainsi, des critiques ont été exprimées sur des dispositifs numériques mal maîtrisés, sur des façons inadéquates de les mettre en œuvre sans toujours avoir pris le temps de réfléchir aux objectifs scientifiques qu'ils doivent servir, ni aux exigences préalables à prendre en compte. Mais la plupart de ces critiques s'expriment à propos des pratiques observées chez les autres, plus rarement sur les siennes.

A propos de l'ouverture des données archéologiques et du code informatique des outils dans le cadre du mouvement de la science ouverte, la majorité des personnes s'y disent favorables. Mais rares sont celles qui la pratiquent au quotidien, d'abord par manque de temps et ensuite par manque de connaissance des principes juridiques à suivre.

Dans ce domaine des initiatives en matière d'ouverture des données de l'archéologie, rares sont les personnes interrogées qui connaissent les principes et les possibilités offertes par la publication des données sur le Web sémantique sur des plateformes dédiées. Les premières réalisations autour du CIDOC CRM pour l'archéologie sont très largement inconnues. Des actions d'information et de formation seraient indispensables et il est relativement urgent de les mettre en place, de l'aveu de la plupart des personnes intéressées par le mouvement de la science ouverte[544].

Sur les échanges existant ou souhaités avec des professionnels de l'informatique et des sciences du numérique, rares sont les professionnels de l'archéologie interrogés qui ont indiqué qu'ils devraient être développés. Dans quelques cas, des expériences passées qui se sont révélées décevantes sont mentionnées.

Concernant les effets environnementaux des pratiques numériques, ceux-ci n'ont presque jamais été évoquées.

Sur les évolutions souhaitables de la discipline archéologique et des pratiques des professionnels du domaine, plusieurs personnes soulignent la nécessité de distinguer les usages scientifiques et ceux de médiation et de valorisation à destination des publics de l'archéologie. A ce titre, ont été pointés les changements intervenus dans le grand public de l'image des archéologues et de leurs pratiques scientifiques, qui mettent trop en avant l'usage de dispositifs numériques, comme si les archéologues

[543] Beaucoup de personnes interrogées ont reconnu que l'entretien les a fait réfléchir sur ce sujet.

[544] Les plans nationaux pour la science ouverte de 2018 et 2021 du Ministère de la Recherche sont très mal connus et le plus souvent pas connus du tout par les personnes interrogées. Sur ce sujet, voir les feuilles de route ministérielles sur la politique de la donnée, des algorithmes et des codes sources datant de septembre 2021 : https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/feuilles-de-route-ministerielles-sur-la-politique-de-la-donnee-des-algorithmes-et-des-codes-sources/. Pour l'archéologie, la feuille de route du Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation ne comporte aucune mention (https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/r/be61f13d-06d6-40ea-87dd-df7b2918f2e2). Celle du Ministère de la Culture en comporte deux (https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/r/2332ad66-0344-4325-ba71-e65517318e22)

devaient être des experts du numérique, alors qu'il serait préférable de montrer que la plupart des archéologues ont une connaissance et parfois une maîtrise minimale de ces dispositifs, qui ne devraient pas constituer le cœur de leurs apprentissages ni de leurs savoir-faire.

De façon générale, la mise au débat des pratiques numériques des professionnels de l'archéologie est attendue par nombre des personnes interrogées, mais sans trop savoir comment, ni où de tels débats pourraient avoir lieu. Certes, beaucoup de publications et d'événements (colloques, journées d'études, etc.) sont consacrés à des dispositifs numériques, le plus souvent en des termes très positifs, voire promotionnels. Il faudrait probablement susciter la création et l'animation de nouveaux espaces et de nouveaux moments pour des présentations et des débats plus distanciés, où la promotion des pratiques numériques devrait être limitée, voire bannie, au profit du d'échanges et de la mise en commun d'expériences, sur des problèmes rencontrés, sur des erreurs commises, et parfois sur des solutions apportées.

Les quelques professionnels de l'archéologie qui ont été interrogés à l'étranger, qu'ils soient d'une nationalité étrangère ou de nationalité française travaillant actuellement à l'étranger, ont beaucoup de points communs avec ceux interrogés en France. Si les parcours de formation sont parfois différents, les parcours de vie professionnelle sont souvent très similaires. Certes les contextes politiques, réglementaires et institutionnels ne sont pas les mêmes. Plusieurs des professionnels concernés ont effectué une partie de leur formation en France ou ont travaillé en France. Leur maîtrise des dispositifs numériques est tout aussi variée que celle des personnes interrogées pour la France. Ils sont compris entre une maîtrise de base, adaptée aux besoins quotidiens et une maîtrise experte, pour ceux qui assurent des activités d'enseignement ou de recherche. Leurs points de vue sur les bénéfices et les risques des pratiques numériques, tout comme ceux sur les évolutions souhaitables sont très comparables à ceux de leurs collègues français ou travaillant en France. Cette convergence semble témoigner du fait que les communautés de l'archéologie professionnelle revêtent une dimension transnationale, en plus de leur dimension transdisciplinaire.

C. Ce que suggèrent mes observations de terrain sur les relations entre les dispositifs numériques et leurs utilisateurs

Pendant les douze années passées à l'Inrap, j'ai pu faire de nombreuses observations de l'utilisation (ou de la non-utilisation) de dispositifs numériques dédiés à l'acquisition de données de terrain sur les divers types d'opérations archéologiques.

Ces observations furent faites parfois de façon improvisée, parfois de façon préparée selon un protocole d'observation. Les résultats de ces différentes observations ont donné lieu à des rapports internes, des publications, des communications, dont certaines ont déjà été indiquées dans ce mémoire, mais d'autres n'avaient pas encore pu être analysées.

C.1. Quelles relations entre les dispositifs numériques et leurs utilisateurs ?

Parmi les points d'observation sur le terrain auxquels j'ai prêté une attention particulière se trouvent les relations entre les dispositifs numériques et leurs utilisateurs. Pour m'aider dans l'interprétation de mes observations, j'ai tenté de mobiliser la théorie de l'acteur-réseau ou *Actor-Network Theory* (ANT). Cette théorie, proposée par les sociologues Michel Callon, Bruno Latour, déjà cité, Madeleine Akrich et d'autres sociologues du Centre de Sociologie de l'Innovation de Mines Paris-Tech à partir des années

1980, s'appuie sur des contributions de plusieurs chercheurs étrangers dont John Law[545]. Cette théorie ne se limite pas à prendre en compte les humains mais elle inclut les objets (« non-humains »), les organisations, les discours, etc. L'ensemble de ces éléments sont considérés comme des « acteurs » ou des « actants ». Par exemple et comme l'ont fait les auteurs à l'origine de cette théorie, pour étudier la production des faits scientifiques, il faut considérer les relations entre les actants comme des réseaux dont il faut décoder les différentes formes de traduction, c'est-à-dire les modalités de compréhension, de négociation et d'acceptation entre les actants[546].

Pour mon objet d'étude, le terrain est un lieu privilégié pour étudier les relations entre les archéologues et les dispositifs numériques selon les principes de la théorie acteur-réseau. Il ne s'agit pas seulement d'observer comment les archéologues se servent de tel ou tel dispositif numérique mais d'essayer d'identifier comment ces relations créent un réseau entre archéologues, dispositifs numériques mais aussi tous les autres types de dispositifs, les méthodes de travail, les observations, les supports de notations, les postures, les gestes, les discours officiels et officieux, les codes et règlements, les rites, etc.[547].

Mes observations permettent d'avancer l'hypothèse que les pratiques numériques relèvent souvent d'une « hybridation », terme proposé par Bruno Latour, précisément pour désigner les interactions entre humains et non-humains[548]. Il voulait ainsi contester l'opposition traditionnelle, affirmée par les discours de la « modernité », entre d'un côté l'individu et la société et de l'autre côté la science et la technique. En attribuant l'humanité aux premiers et en la refusant aux seconds, la « modernité » a créé une distance incommensurable entre d'un côté des objets et des processus techniques et de l'autre leurs inventeurs et leurs utilisateurs. L'hybridation constitue un processus durable de dialogue entre les humains et les dispositifs techniques, qui s'inscrit dans un réseau de relations où les affects s'expriment autant que la raison. Ainsi, l'attachement très fort dont témoignent certains professionnels de l'archéologie vis-à-vis de leurs dispositifs est symptomatique de cette relation particulière qui se noue entre eux. C'est le cas des dispositifs numériques (tachéomètres, tablettes) que certains ont du mal à partager, voire refusent de le faire, comme c'est le cas des carnets de terrain souvent très personnels et qui confinent souvent au genre du journal intime, un genre de manuscrit bien connu dans les sciences de l'observation, sur le terrain comme en laboratoire[549].

Ce qu'attendent avant tout les professionnels de l'archéologie, c'est un sens à leur action, le sentiment que leur engagement dans leur travail leur permet de trouver de l'épanouissement, du bien-être, du contentement, de la satisfaction, et même parfois du plaisir avec ou sans les dispositifs numériques. Dans la très grande majorité des cas, ces dispositifs ne constituent pas une fin en soi mais demeurent des méthodes et des techniques au service d'un objectif scientifique. Ce point de vue largement partagé explique peut-être que les pratiques numériques sont le plus souvent le résultat de processus d'hybridation, de bricolage et de braconnage comme je propose de le démontrer.

---

[545] Michel Callon (dir.) *La Science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques*, Paris, La Découverte ; Unesco ; Strasbourg, Conseil de l'Europe, « Textes à l'appui. Anthropologie des sciences et des techniques », 1989, 214 pages

[546] Mes réflexions sur ma propre expérience sont présentées dans mon mémoire de mastère 2 « Le terrain : un lieu et un temps indispensables à la confrontation entre la théorie et la pratique de la recherche en archéologie préventive ». Mémoire de Mastère 2 Professionnel d'Archéologie, Université de Paris 1 – Panthéon Sorbonne, Juin 2015, 154 pages

[547] Cette approche s'inscrit dans une anthropologie de la technique. En cela, elle rejoint une des dimensions de ma recherche qui cherche à promouvoir une approche anthropologique de pratiques numériques.

[548] Bruno Latour. *Reassembling the Social. An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford, Oxford University Press, 2007, 301 pages

[549] Philippe Lejeune et Catherine Bogaert, *Le Journal intime : histoire et anthologie*, Paris, éditions Textuel, 2006, 512 pages

Les possibilités de personnalisation des dispositifs numériques, laissées entièrement libre à l'initiative des utilisateurs sur le terrain ou en laboratoire, devraient être encouragées. Dans tous les cas, elles devraient être permises par les dispositifs numériques de terrain dont j'ai vu qu'ils avaient tendance à contraindre et à homogénéiser les contenus scientifiques qu'ils permettent de produire. Les contenus ainsi ajoutés devraient pouvoir être conservés tout au long du cycle de vie des données archéologiques. Ils permettraient de rendre de nouveau possible et visible l'expression des émotions et des affects dans les nouveaux savoirs archéologiques numériques, dont l'histoire des savoirs qui les ont précédés montre la place qu'ont tenue ces émotions dans les archives de l'archéologie.

Affirmer trop rapidement et de façon définitive que les pratiques numériques effacent toute forme d'expression de la subjectivité de leurs utilisateurs serait une erreur. Certes, j'ai tenté de montrer que les pratiques numériques tendent à se conformer à des manières de faire communes, par l'usage de formalismes communs, de dispositifs partagés, de normes communes, au service d'une interopérabilité des pratiques et des données.

Pour résister aux tendances à imposer des pratiques totalement identiques, la meilleure des méthodes est de faire en sorte que les dispositifs puissent bénéficier d'une personnalisation par leurs utilisateurs. Ce pourrait être par la présence dans les interfaces des applications d'espaces pour la saisie de texte libre, afin d'y laisser des commentaires sur le travail réalisé et sur l'enregistrement lui-même. Ces espaces pourraient aussi être utilisés pour y exprimer une humeur du moment, y laisser un trait d'humour pour l'utilisateur suivant de l'application. Pouvoir ajouter aisément dans une application des petits croquis dessinés sur l'écran avec un stylet ou au doigt, comme cela est le cas sur les fiches d'enregistrement papier ou dans les cahiers de fouilles permettrait de rendre ces dispositifs numériques plus proches des façons de faire traditionnelles. Ce pourrait être aussi la possibilité d'ajouter des images ou des animations issues de bibliothèques. La possibilité d'insérer de petits fichiers audio enregistrés sur le terrain pourrait être une autre solution pour ajouter un type de contenu qui n'existe pas dans les supports traditionnels de terrain. Pouvoir écouter les commentaires audio enregistrés par un collègue sur la tablette, ou sur un smartphone, s'inscrirait ainsi dans la recherche d'échanges plus humains autour des dispositifs numériques et par-delà la technicité souvent dénoncée comme froide et désincarnée. Cela pourrait aussi consister dans la possibilité de personnaliser les interfaces des applications de terrain, dans l'adaptation des listes de valeurs déroulantes qui y sont présentes[550]. On peut imaginer de nombreuses autres solutions dans ce domaine, qui ne sont ni techniquement compliquées ni coûteuses à mettre en œuvre.

Plus les utilisateurs de dispositifs techniques peuvent les personnaliser, plus ils établissent une relation personnalisée avec ces dispositifs. Ils parviennent ainsi à s'approprier plus facilement ces dispositifs et à nouer avec eux une relation propre, une relation qui peut s'exprimer de différentes façons, y compris dans le domaine des émotions[551].

Par des échanges plus personnels établis avec leurs dispositifs numériques, les professionnels de l'archéologie pourraient maintenir un sens à l'usage de ces dispositifs.

Ce serait là un exemple concret de la notion de réseau de la théorie ATN, qui considère le réseau des relations entre « actants » comme le résultat d'un processus permanent de négociation pour incorporer

[550] C'est possible dans l'application *EDArc* que j'ai en partie développée à l'Inrap depuis 2015.

[551] Ces possibilités de personnalisation de certains des contenus des applications sont ce que proposent déjà nombre d'applications (modification des listes déroulantes, choix entre divers modes de saisie ou de consultation des données comme le mode formulaire dans Excel). La possibilité de personnaliser des interfaces la forme et la localisation des icônes sur un ordinateur, une tablette, un smartphone (choix des fonds d'écrans, des couleurs des interfaces d'applications de bureautique) sont comme des repères, des marques que les utilisateurs laissent sur ces dispositifs, par lesquelles ils peuvent marquer leur propriété ou leur usage exclusif de ces dispositifs, les reconnaître et les distinguer de ceux des autres.

les dispositifs dans ce réseau. Si ces négociations n'aboutissent pas, alors les dispositifs sont exclus du réseau, de façon explicite ou implicite, durablement ou ponctuellement, et leurs usages perdent leur sens.

C.2. L'incorporation des dispositifs numériques sur le terrain

Pour les archéologues qui travaillent sur le terrain, il existe un rapport « incarné » ou « incorporé » au terrain et aux objets. Incorporer signifie ici « faire corps » avec le terrain, c'est-à-dire que les archéologues mobilisent leur corps (mais aussi leur esprit) dans leur activité et que leurs corps sont porteurs de mimiques, de gestes, de postures qui ont été appris et qui disent quelque chose des relations entre les individus et les dispositifs numériques qu'ils utilisent.

Sur le terrain, les dispositifs numériques modifient les postures et les gestes de leurs utilisateurs. Les usages de ces dispositifs se traduisent par de nouvelles normes dans les comportements. Ils relèvent des processus d'incorporation.

Ainsi, le port de tablettes durcies autour du cou dont le poids est de l'ordre de 1,5 à 2 kg, le transport d'un appareil de géopositionnement dont le poids est compris entre 3 et 5 kg, ou de dispositifs de géophysique pesant parfois plusieurs dizaines de kilogrammes, nécessitent d'être rendus supportables, au risque d'entraîner à la longue des pathologies dans l'ensemble du dos (cervicalgies, dorsalgies, lombalgies) et des céphalées de tension.

De même, le travail sur des écrans de tablettes, d'ordinateurs, de smartphones, les relevés effectués à l'aide des lunettes de visée des tachéomètres peuvent générer des fatigues oculaires. Si des adaptations ne sont pas mises en place dans ce réseau de relations entre individus et dispositifs numériques, les individus ne peuvent y trouver leur place de façon durable.

Des dispositifs d'accompagnement sont souvent nécessaires pour permettre aux utilisateurs de porter, supporter, transporter les dispositifs numériques qui sont parfois lourds, encombrants, peu pratiques. Si les dispositifs d'aide au port et au transport n'existent pas, ou ne sont pas adaptés, des stratégies d'adaptation sont mises en place, par l'usage de harnais, de cannes légères, de motorisation, de transport sur des chariots bricolés, pour en limiter les effets négatifs sur les corps et sur les postures.

Prenons l'exemple des drones qui servent à acquérir des images aéroportées et à produire des orthophotographies. L'apprentissage de ce type de dispositif nécessite d'abord de suivre une formation et de passer le certificat d'aptitude théorique au télépilotage de drone, délivré par les préfectures[552]. Ensuite il s'agit d'apprendre à configurer l'appareil photographique numérique, à programmer le logiciel de programmation automatique quand le vol n'a pas lieu à vue, à récupérer les images prises par l'appareil photographique, à savoir traiter ces images, à pouvoir créer un nuage de points à partir de l'interpolation entre images, à créer un modèle 3D, à savoir y appliquer une texture avec une série de logiciels adaptés, dont le temps d'apprentissage est important.

Sans en contester fondamentalement l'intérêt, plusieurs témoignages recueillis indiquent que l'usage de la photogrammétrie entraîne une perte de certains savoir-faire traditionnels. On peut citer le cas du dessin pierre-à-pierre. Ce type de relevé, considéré parfois comme très chronophage, constitue un exemple d'un travail manuel autant qu'intellectuel sur le terrain. Il est le fruit d'un aller-retour permanent entre l'œil de l'auteur du relevé, son cerveau, la structure à dessiner, le support sur lequel est effectué le relevé, la main de l'auteur qui tient le crayon utilisé pour le dessin et les annotations. Ce

[552] Je rappelle qu'à l'Inrap, il a été décidé en 2017 que ces compétences seraient acquises par une partie des topographes.

savoir-faire, où le corps de l'auteur est engagé autant que son intellect, produit du sens à l'activité du relevé car il contribue à l'intelligibilité de ce qui est observé et dessiné.

L'usage de certains dispositifs numériques, particulièrement sur le terrain, donnent lieu à une mise en scène[553]. A travers leurs pratiques numériques, certains des archéologues observés recherchent une double efficacité de leurs actes en mettant en œuvre ces techniques : une efficacité matérielle, pratique, et une autre, peut-être de nature symbolique, s'appuyant sur les attributs et valeurs de « modernité » que les dispositifs numériques leur permettraient de présenter à leur communauté d'appartenance autant qu'auprès des autres publics. C'est pourquoi je propose l'idée que les archéologues s'approprient et mettent en œuvre les dispositifs numériques qui leur sont utiles, avec lesquels, ils bricolent et braconnent, autant sur le registre de la raison que sur celui des croyances[554], empruntant ainsi les codes aux pratiques et discours du sacré[555].

C.3. Quelle organisation du travail autour des dispositifs numériques ?

Concernant l'organisation du travail dans les équipes, en particulier sur le terrain, j'ai pu constater dans certains cas une reconfiguration des collectifs de travail en raison d'une répartition des compétences numériques. Parfois cette modification résulte du choix des individus eux-mêmes, négociés directement entre eux sans que le responsable de la fouille ait participé à cette répartition des pratiques numériques (ex. utilisation d'une tablette pour l'enregistrement numérique de terrain). Dans d'autres cas, l'usage d'un dispositif numérique est réservé à un seul individu, le seul qui dispose des compétences nécessaires pour mettre en œuvre le dispositif dans le réseau des relations entre le terrain, l'équipe, les dispositifs, les objectifs des relevés, les contextes réglementaires, administratifs et scientifiques dans lesquels l'opération archéologique se déroule.

Figure 90 : Archéologue utilisant une tablette sur un diagnostic de l'Inrap

(source : Hervé Jaudon, Inrap)

[553] Erving Goffman. *La Mise en scène de la vie quotidienne, t. 1 La Présentation de soi, et t. 2 Les Relations en public*, Paris, Éditions de Minuit, 1973, 256 pages et 376 pages

[554] Michel Gollac et Francis Kramatz. « L'informatique comme pratique et comme croyance ». Actes de la recherche en sciences sociales. Vol. 134, septembre 2000. L'informatique au travail. pp. 4-21. DOI : https://doi.org/10.3406/arss.2000.2686

[555] L'archéologue britannique Jeremy Hugett parle de fétichisme technologique. Jeremy Huggett *Archaeology and the New Technological Fetishism*. In Archeologia e Calcolatori15: 81–92. 2004. http://www.archcalc.cnr.it/indice/PDF15/05_Hugget.pdf.

Dans certains cas, les utilisateurs de dispositifs numériques s'isolent pour pouvoir s'en servir, loin de la poussière, à l'ombre, à l'écart d'un engin entraînant des vibrations, éventuellement à l'abri de la pluie dans un bureau de chantier (fig. 90).

Dans d'autres cas, les utilisateurs aguerris accompagnent leurs collègues novices dans l'apprentissage de dispositifs numériques sur le terrain. Ils leur transmettent leurs savoir-faire, de façon pragmatique, « sur le tas ».

Cet accompagnement, souvent improvisé, limité à une ou plusieurs fonctionnalités d'un dispositif, à une ou plusieurs étapes d'une méthode, s'apparente parfois à une sorte de tutorat, plus ou moins formalisé. Dans ce mode d'apprentissage, l'apprenant peut s'appuyer sur la personne disposant d'une maîtrise du dispositif ou de la méthode numérique pour devenir progressivement plus autonome (fig. 91).

Figure 91 : Archéologue utilisant un ordinateur portable pour un apprentissage numérique sur un e opération de fouille de l'Inrap (source : Inrap)

Ces différentes modalités de mise en œuvre des dispositifs numériques sur le terrain relèvent aussi de processus d'adaptation des individus aux dispositifs, tout comme les dispositifs sont adaptés par les individus pour les rendre plus facilement utilisables. Ainsi, les individus en situation de difficulté face à des « injonctions numériques »[556] peuvent chercher à négocier leurs tâches de travail et leur place dans l'organisation du travail pour ne pas avoir à utiliser ces dispositifs. Dans ce cas, il s'agit de nier les difficultés tout en cherchant à ne pas y être exposé.

Parfois, le responsable de la fouille fait le choix d'affecter un ou plusieurs des individus présents sur le terrain à l'usage d'un dispositif numérique parce que ceux-ci sont reconnus plus à l'aise que d'autres. Dans ce cas, il s'agit d'une forme de répartition des activités qui s'apparente à une spécialisation des tâches et donc à une forme de division du travail autour des outils et compétences numériques.

[556] Ce même type de comportement et de discours a pu être observé en archéologie face à certains risques : chutes de hauteur, écroulement d'installations mal stabilisées, risques d'explosion de bombes datant des conflits mondiaux lors de décapages ou de sondages, manipulation dangereuse de produits chimiques ou d'installations électriques sous tension

Lorsque le nombre de matériels nécessaires à des tâches de relevés et d'enregistrement numériques (tachéomètre, appareils photographiques numériques, drones, tablettes) est limité par rapport au nombre d'utilisateurs potentiels, les fouilleurs qui sont affectées à l'usage de ces équipements peuvent ne pas être toujours les mêmes. Dans ce cas, le principe est établi que les équipements sont à la disposition de tous, selon un planning formel préétabli ou, le plus souvent, une répartition est négociée en permanence directement entre les fouilleurs, parfois avec une décision prise par le responsable de la fouille lorsque des tensions apparaissent.

Il reste difficile d'affirmer que ces cas de nouvelles répartitions des tâches ne font que prolonger celles existant déjà sur les chantiers ou si elles constituent des formes nouvelles de division du travail.

A ce stade de ce travail, je souhaite mettre en perspective mes observations et réflexions en mobilisant les travaux de plusieurs auteurs dans des champs disciplinaires très variés.

D. Essai de mise en perspective de mes observations et réflexions

D.1. Une hybridation des pratiques numériques des archéologues : entre bricolage et braconnage

Comme l'ont montré la centaine d'entretiens que j'ai réalisés, les pratiques numériques s'inscrivent dans des itinéraires de vie personnelle et des parcours professionnels. Ces pratiques s'insinuent ainsi dans les « *plis singuliers du social* »[557].

Dès 2000, l'archéologue britannique Jeremy Huggett avait souligné que les changements induits par l'usage de dispositifs numériques en archéologie étaient de nature culturelle au sens où ils introduisaient des changements dans la culture de la discipline et qu'ils reconfiguraient les pratiques traditionnelles des archéologues, parfois profondément[558].

Mes propres observations sur plus d'une décennie des pratiques numériques des archéologues sur le terrain, à l'Inrap ou dans plusieurs projets collectifs de recherche, m'ont permis d'identifier que les dispositifs numériques « fabriquent » les archéologues autant que ceux-ci les « fabriquent » dans une interaction permanente entre les dispositifs et les acteurs. Les changements ne concernent pas seulement les savoir-faire, les compétences, les pratiques mais aussi les traditions, les références, les codes, l'ensemble de ce que les spécialistes de l'histoire culturelle appellent les représentations sociales collectives[559].

Depuis le milieu des années 2000, soit un peu moins d'une vingtaine d'années, les professionnels de l'archéologie, surtout ceux issus des formations académiques en archéologie, ont fait leurs premiers apprentissages numériques pendant leurs études. Si les plus jeunes ont parfois bénéficié d'une initiation à l'informatique dans l'enseignement secondaire, c'est surtout à l'université que la grande majorité d'entre eux a été formée à l'usage de logiciels généralistes et d'applications spécifiques : suites de bureautique, logiciels de DAO, SGBD, SIG, parfois photogrammétrie. D'après les témoignages

[557] Bernard Lahire. *Dans les plis singuliers du social. Individu, institutions,* socialisations. Paris, La Découverte, 2013, 340 pages

[558] Jeremy Huggett. Computers and Archaeological Culture Change. In *On the Theory and Practice of Archaeological Computing*, edited by G. Lock and K. Brown, 5–22. Oxford: Oxford University Committee for Archaeology Monograph 51, 2000

[559] Pascal Ory définit les représentations sociales collectives comme « *des phénomènes sociaux, partagés par tous les membres d'un groupe, ils peuvent être de différentes natures : géographique, démographique, professionnel, idéologique* ». Pascal Ory. *L'histoire culturelle*. Paris, PUF,2019, 128 pages

recueillis, ces formations se sont souvent révélées insuffisantes. Ce constat continue d'être fait par les étudiants interrogés.

Pour compenser les lacunes des formations académiques et même parfois de celles suivies lors de stages au cours de leur vie professionnelle, les personnes interrogées ont souvent mis en avant que l'essentiel de leur apprentissage était dû aux échanges avec leurs collègues, en les observant, en les questionnant, en les imitant, en étant accompagné par eux sous la forme d'un tutorat informel qui dit rarement son nom. Tous ces processus de transfert de compétences sont très répandus[560]. Ils sont largement documentés en sociologie du travail et historiquement repérés depuis l'aube de l'humanité[561].

Ce point de vue rejoint celui de Jean-Marie Barbier, spécialiste des processus de formation et d'activités professionnelles, qui définit la notion de « pratique » comme « *un ensemble de composantes représentationnelles (contenus de conscience en mémoire de travail ou en mémoire profonde), opératoires (compétences, capacités, habiletés, savoirs et maîtrises pratiques, etc.) et affectives (dispositions génératrices de pratiques, goûts, envies, intérêts, etc.) produites par une histoire particulière et dont un agent est le support et le détenteur à un moment donné de cette histoire* »[562].

L'ethnographie des pratiques numériques que j'ai tenté de mettre en œuvre révèle aussi des processus de « bricolage », expression empruntée à Claude Lévi-Strauss[563]. Celle-ci désigne des pratiques qui se reconfigurent à l'intérieur d'un même périmètre de savoirs et de savoir-faire, sans chercher à étendre ce périmètre, contrairement à la démarche de l'ingénieur qui lui, en innovant, étend ce périmètre et peut aller jusqu'à abandonner une partie du périmètre précédent[564].

Ainsi, la gestion des masses considérables de données archéologiques numériques, masse qui ne cesse de croître depuis une vingtaine d'années, soulève de nombreuses questions. Parmi celles-ci, celle de la capacité des acteurs de l'archéologie à parvenir à une gestion raisonnée et durable des données produites n'est pas la moindre. Elle nécessite l'adoption de pratiques numériques harmonisées dans l'archivage pérenne et le partage des données numériques produites qui, jusque-là, font l'objet de pratiques très hétérogènes[565]. De plus, cette diversité de pratiques, si elles relèvent du « bricolage » et montrent ponctuellement une certaine efficacité pour les individus ou les groupes concernés, posent problème quand il s'agit de les appréhender à un niveau global où la diversité des pratiques devient très difficile à faire coexister. Chacun veut bien adopter des pratiques numériques communes à la condition qu'elles ne perturbent pas trop les siennes qui sont le fruit d'un long processus de mise au point et d'adoption. Ces pratiques numériques participent de l'identité professionnelle des individus et des groupes auxquels ils appartiennent. Elles leur permettent de s'affirmer, parfois avec fierté, et de se reconnaître à travers des pratiques partagées. Telle est l'une des limites majeures à la mutation des pratiques numériques.

L'hybridation des pratiques numériques est aussi le lieu d'un « braconnage culturel », expression proposée par Michel De Certeau[566]. Par analogie avec ce que font les braconniers sur les terres qui

---

[560] Pour beaucoup d'archéologues adeptes d'internet et des réseaux sociaux, le recours à ce type de ressources permet de compenser les manques des formations universitaires.

[561] Patrick Pion et Nathan Schlanger (dir.). *Apprendre. Archéologie de la transmission des savoirs*. Paris, Editions Inrap La Découverte, 2020, 296 pages

[562]Jean-Marie Barbier, Etienne Bourgeois, Guy de Villiers, Mokhtar Kaddouri. *Constructions identitaires et mobilisation des sujets en formation*. Paris, L'Harmattan, 2006, p.40

[563] Claude Lévi-Strauss *La pensée sauvage*. Paris, Plon, 1962, 347 pages.

[564] Sur la notion de « bricolage » on peut se reporter à l'article Christophe Tufféry et Sylvain Colombero, *art. cit.*

[565] Amala Marx, Kai Salas Rossenbach and E. Bryas. "Digital Archiving and Data Stewardship in French Archaeology", Internet Archaeology 58, 2021. DOI : https://doi.org/10.11141/ia.58.26

[566] Michel de Certeau. *L'Invention du quotidien, 1. : Arts de faire et 2. : Habiter, cuisiner*, Paris, Gallimard, 1990, 416 pages et 1994, 448 pages.

habituellement ne leur appartiennent pas et sur lesquelles ils chassent des espèces sans y être autorisés, les acteurs sociaux s'insinuent, se glissent dans les mailles des réseaux sociaux dans lesquels ils s'inscrivent durablement ou s'immiscent ponctuellement. Ils y recueillent ce qui leur semble utile pour composer leur quotidien et produisent des assemblages de savoirs et de savoir-faire parfois hétéroclites, faits d'emprunts, de morceaux dont ils organisent un ordonnancement relatif qui leur est propre.

Les pratiques numériques des archéologues sont ainsi le lieu d'emprunts aux savoirs et savoir-faire d'autres disciplines selon des processus de ruses, qui s'opposent aux stratégies des détenteurs autorisés de ces savoirs. Ces pratiques de « braconnage » permettent aux archéologues d'importer des savoir-faire d'autres disciplines, d'autres métiers, sans y être formellement autorisés (ils en ont très rarement la légitimité par une autorité instituée, ni la reconnaissance par les pairs des autres disciplines).

A titre d'exemple, lorsque les archéologues développent des applications informatiques, on peut considérer qu'ils pratiquent du braconnage. Ils adoptent les savoirs et savoir-faire par des méthodes d'imitation, d'emprunt et pas selon les processus traditionnels de formation par les institutions habilitées du domaine de l'informatique.

Le mode de l'autoformation dans l'apprentissage de compétences numériques qui prévaut encore largement chez nombre d'archéologues est symptomatique de ce processus de braconnage. Les archéologues ne deviennent pas des informaticiens pour autant, ils n'en ont pas les diplômes ni les reconnaissances par les institutions du domaine. Ils estiment pour autant que cela n'enlève rien à leur maîtrise suffisante pour eux de logiciels, voire de langages informatiques pour quelques-uns d'entre eux.

Ce processus de braconnage se fait bien évidemment par l'adaptation des savoirs et savoir-faire en fonction de leurs compétences, appétences, capacités, dispositions, selon des processus de traduction. Leur objectif est de pouvoir utiliser des dispositifs numériques créés par d'autres pour d'autres besoins et de les rendre compatibles avec leurs propres besoins, ceux de leurs métiers et des possibilités de leurs propres expériences de mise en œuvre.

Les pratiques numériques peuvent faire évoluer les frontières prédéfinies entre pratiques professionnelles et groupes sociaux. Dans certains cas, les positions sociales et professionnelles établies peuvent être remises au cause et les postes ou les tâches de travail redéfinis. Ainsi, un technicien de fouille, se montrant particulièrement à l'aise avec une application d'enregistrement numérique sur le terrain ou avec un logiciel de traitement de données en post-fouille, peut négocier une reconnaissance de ses compétences, qu'il a acquises de lui-même la plupart du temps.

Cette reconnaissance peut se traduire par un avancement de carrière, un changement de tâches, une affectation parfois exclusive à l'usage d'outils numériques, des changements qui lui permettent de changer d'affectation, et, par exemple, de ne plus avoir à assurer des tâches fatigantes, rébarbatives, mal reconnues, peu valorisantes, au profit de nouvelles tâches qui, elles, lui confèrent une reconnaissance nouvelle et une position renouvelée dans l'organisation.

Dans certains cas, des compétences numériques avancées peuvent offrir l'opportunité à celui qui en dispose de pouvoir changer de poste, par exemple pour être en charge d'actions de formation ou d'accompagnement aux pratiques numériques de ses collègues ou pour devenir chef de projet informatique, sa double compétence en archéologie et en informatique lui conférant alors une place à part mais qui peut aussi l'éloigner d'une partie de ses anciens collègues dans sa sociabilité professionnelle.

D.2. Quelques risques liés aux pratiques numériques

L'extension des pratiques numériques, en archéologie, comme dans de nombreux domaines d'activité professionnelle et dans la sphère personnelle, repose sur l'hypothèse d'un « grande tout

numérique »[567]. Tous les individus sont invités à adopter les dispositifs numériques qui leur proposés, voire imposés, en n'ayant plus à se préoccuper du fonctionnement de ces dispositifs mais en en devenant des utilisateurs enthousiastes. Ces utilisateurs sont incités à un double comportement dans leurs pratiques numériques, celui de producteurs et celui de consommateurs de données numériques. Ils peuvent ainsi contribuer à l'enrichissement du *Big data*, un « *univers digital du sur-mesure de masse* »[568].

Mais cette perspective, souhaitée avec impatience par certains, dénoncée comme la solution à tout par d'autres, se heurte encore à des limites matérielles et humaines. La réalité du processus de la « numérisation du monde » par la généralisation des pratiques numériques ne se vérifie pas encore partout de façon homogène ni égalitaire.

La littérature critique sur le numérique est pléthorique[569]. De ces ouvrages très techno-critiques, il est difficile de voir le moindre bénéficie que pourraient comporter les usages de dispositifs numériques, qui sont tous considérés au service d'une entreprise de gouvernementalité généralisée, masquée derrière les bienfaits de la « révolution numérique » annoncée.

Un premier exemple de ces difficultés est le problème de « l'illectronisme »[570] dénoncé par certaines associations de lutte contre la précarité sociale[571]. Même si la notion de « fracture numérique » reste floue, certains chercheurs la rapprochent de celle de « l'illectronisme ».

« Bien que le numérique représente un formidable progrès, il peut aussi être discriminatoire, notamment pour les personnes qui ne savent pas utiliser Internet. Tout comme l'illettrisme empêche de s'exprimer à l'écrit, l'illectronisme exclut des modes de communication modernes ».

Une enquête réalisée en 2018 par le *Consumer Science and Analytics Research* (CSA) à la demande du Syndicat de la Presse Sociale en collaboration avec l'Agence nationale de lutte contre l'illettrisme[572]. La « fracture numérique » désigne la difficulté à utiliser internet dans la vie de tous les jours.

Selon une étude de l'Insee, près de 17% de la population française déclarent ne pas avoir accès à Internet ou ne pas savoir utiliser les outils numériques représentent un handicap[573] et selon le site internet *Vie publique* :

---

[567] Cette expression s'inspire de l'article de Daniel Bourrion « Se fondre dans le grand tout : l'intégration du SCD dans l'environnement numérique de travail », Bulletin des bibliothèques de France (BBF), 2007, n° 6, p. 34-38. En ligne : https://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-2007-06-0034-006 ISSN 1292-8399.

[568] Nous empruntons cette expression au sous-titre de l'ouvrage de Pierre Beckouche. *Les nouveaux territoires du numérique. L'univers digital du sur-mesure de masse*. Auxerre, Editions Sciences Humaines, 2019, 163 pages

[569] On peut citer les ouvrages suivants : Cédric Biagini. *L'Emprise numérique. Comment Internet et les nouvelles technologies ont colonisé nos vies*. Paris, L'échappée, 2012, 448 pages. Diana Filippova. *Technopouvoir. Dépolitiser pour mieux régner*. Paris, Les liens qui libèrent, 2019, 288 pages. Evgeny Morozov. *Le Mirage numérique. Pour une politique du Big Data*. Paris, Les Prairies ordinaires, 2015, 144 pages.

[570] Le terme « d'illectronisme », construit par parallélisme avec celui d'illettrisme, n'est pas reconnu de façon unanime. On parle aussi d'inhabileté numérique, d'illettrisme numérique ou encore d'illettrisme électronique.

[571] Sur ce thème, je me permets de renvoyer le lecteur à l'un de mes articles : Christophe Tufféry. « Les compétences numériques en archéologie : un défi majeur et des risques de déni. » ¿ Interrogations ? Revue pluridisciplinaire de sciences humaines et sociales, Interrogations, 2019, Autour du déni, 28. ffhal-02380894f

[572] Consumer Science and Analytics Research (CSA). *Enquête sur « l'illectronisme en France »*, [en ligne] https://csa.eu/csa-content/uploads/2018/06/csa-pour-sps_illectronisme_26062018.pdf

[573] https://www.insee.fr/fr/statistiques/4241397

« En 2019, 15% de la population n'a pas utilisé Internet au cours de l'année. Ce non-usage est étroitement lié à la fracture numérique. Si l'accès à Internet se développe, des inégalités persistent chez les personnes les plus âgées, les personnes moins diplômées et les ménages aux revenus modestes »[574].

Un livre blanc pour lutter contre « l'illectronisme » a été publié en 2019 par CSA Research. Il vise à « *faire avancer la réflexion collective sur la recherche de compréhension des origines de ce problème, sur les enjeux personnels et sociétaux, mais aussi sur les pistes possibles de prévention et d'accompagnement et des personnes fragilisées* »[575].

Une autre traduction de cette disparité de la numérisation du monde et des difficultés qu'elle engendre est le problème de l'incompatibilité entre les matériels, les logiciels, les systèmes d'exploitation, les formats de données, etc. Ces contraintes imposent de changer de matériels, de versions de logiciels, d'installer obligatoirement certaines applications pour permettre le fonctionnement d'autres, d'en supprimer certaines qui empêchent le bon fonctionnement d'autres.

Dans d'autres cas, ce sont les formats de données, les protocoles de communications, d'autorisations d'accès, qui se heurtent à des impossibilités, sans parler de l'absence de permanence dans la disponibilité de ressources sur l'internet.

Pour évoquer certains types de risques que comportent les pratiques numériques, le philosophe Bruno Bachimont[576] insiste sur le fait que :

« *Le numérique serait ainsi la source possible pour de nouvelles connaissances, de nouvelles manières de penser. Mais il est également à l'origine de nouvelles opacités, de nouvelles incapacités à penser. En particulier, le numérique modifie les conditions d'intelligibilité des dispositifs qui proposent des synthèses à la pensée qui peut s'en emparer. Le numérique repose sur l'exploration systématique, la combinatoire qu'implique la manipulabilité qu'il incarne. Or, cette combinatoire engendre une inintelligibilité, une incapacité à comprendre (…) Il est de fait impossible de comprendre le résultat, sauf à en saisir les principes globaux et à faire confiance au mécanisme pour les étapes locales. Si bien qu'on arrive à une mutation de la raison qui doit apprendre à se saisir de résultats comme émanant d'oracles qu'il lui faut rationaliser. (…). De manière paradoxale, la raison computationnelle se manifeste davantage par son absence que par ses promesses. Car si en droit on peut attendre du programme, du réseau, de la couche que notre pratique des outils numériques dégage de nouvelles figures de rationalité, en fait, il faut bien constater notre déréliction dans un monde emporté par la décision calculée en temps réel »*[577].

Ce même auteur avait déjà proposé ses réflexions sur les effets des dispositifs numériques sur les pratiques d'archivage et les modes de constitution de notre mémoire[578]. Face au gigantisme des possibilités techniques qu'offrent les dispositifs numériques pour conserver la mémoire sous forme numérique, il faut d'autant plus s'interroger sur les techniques de conservation, d'accès et de partage des archives sous forme numérique. « *Qu'est-ce qu'une archive à l'heure du numérique ? Peut-on encore prétendre connaître le passé à partir de la trace documentaire que l'on en a conservée ? La mémoire s'exerce–t-elle différemment lorsque cette trace est numérique ?* » telles sont quelques-unes des questions abordées par cet ouvrage. L'auteur propose une réflexion poussée sur les implications des pratiques numériques sur les mémoires individuelles et collectives, mais il insiste sur la nécessité que des débats aient lieu sur une véritable « politique de la mémoire »

---

[574] https://www.vie-publique.fr/en-bref/271657-fracture-numerique-lillectronisme-touche-17-de-la-population

[575] https://csa.eu/news/livre-blanc-contre-lillectronisme/

[576] Bruno Bachimont. *op. cit.*

[577] Bruno Bachimont. *op. cit.*, pp. 172-173

[578] Bruno Bachimont. *Patrimoine et numérique. Technique et politique de la mémoire*. Paris, Ina, 246 pages

« *Il faut prendre au sérieux ce que le numérique fait à notre mémoire. Et à notre rapport au passé. Comme souvent, les ruptures technologiques, il ouvre des possibles, déstabilise d'anciens équilibres, véhicule des menaces. Le numérique,* pharmakon, *prenant la suite de l'écriture déjà dénoncée comme telle dans le* Phèdre *de Platon, est à la fois promesse d'une rétention sans limite et d'une négation du passé comme tel. Pour paraphraser Platon, le numérique n'est pas le remède pour la mémoire, mais pour le ressouvenir, autrement dit le remède non pour l'exercice de la mémoire qui reste une activité, un exercice, une ascèse (…) mais pour les techniques d'accès et de remémoration, la réminiscence dans son sens aristotélicien. Par conséquent, le numérique reste un outil pour la mémoire, mais ne peut en être un substitut. Cette évidence implique qu'il est nécessaire d'organiser son usage, son exercice et l'intégration des technologies numériques. Au-delà de l'exercice individuel de la mémoire, l'organisation de cet exercice s'effectue au niveau collectif et constitue l'un des ciments du social dans la constitution de son identité, de son héritage et, de ce fait, de son futur et horizon. C'est donc la question d'une politique de la mémoire, au sens d'une organisation collective, sociale mais aussi institutionnelle quand le social s'objective et prend conscience de lui-même à travers des institutions régulatrices qui promulguent des normes, des règles et stabilisent des conventions* »[579].

Depuis une dizaine d'années, le philosophe Eric Sadin, déjà cité, a fait des risques que comporterait la « révolution numérique », un des thèmes de ses ouvrages critiques. Il parle de « rupture anthropologique »[580]. Il a aussi écrit sur le thème de l'administration par le numérique et sur les algorithmes comme outils de contrôle et d'oppression[581].

D.3. La contribution des pratiques numériques à la gouvernance par les nombres et à « la numérisation du monde »

Alain Supiot, universitaire et juriste français, spécialiste du droit du travail, de la sécurité sociale et de philosophie du droit, a été professeur au Collège de France de 2012 à 2019. Dans ses cours[582], il détaille l'histoire et les modalités de la quantification, dont les usages normatifs se sont répandus et ont préparé l'arrivée de la numérisation, à travers la mise en séries et les recensements Les inventaires, les tableaux de chiffres, les séries statistiques sont devenus non seulement une modalité de représentation du monde mais une modalité centrale d'administration de la preuve.

Cette idée a été reprise par Antoinette Rouvroy, Thomas Berns et Dominique Deprins qui parlent de « gouvernementalité algorithmique» dont l'étude permet de faire ressortir « *l'évolution de la normativité découlant de la « mise en nombres » constante du « réel » (et donc de la production de celui-ci par cette mise en nombre), et du traitement statistique spécifique (la statistique décisionnelle) réservé à ces données « numérisées* »[583].

---

[579] Bruno Bachimont, *op. cit*. p. 219

[580] Eric Sadin. *La Société de l'anticipation : le Web précognitif ou la rupture anthropologique*, Paris, Inculte, 2011, 200 pages.

[581] Eric Sadin. *L'Humanité augmentée : l'administration numérique du monde*, Paris, L'Échappée, 2013, 189 pages. *La Vie algorithmique : critique de la raison numérique*, Paris, L'Échappée, 2015, 278 pages

[582] Cours de 2012 à 2014, publiés sous le titre « *La gouvernance par les nombres* »,Alain Supiot. *La gouvernance par les nombres*. Paris, Librairie Arthème Fayard, 2015, rééd. 2020 (éd. Pluriel), 598 pages

[583] Antoinette Rouvroy. « La gouvernementalité algorithmique : mise en nombres du réel, gouvernementalités contemporaines et nouvelles fabriques du sujet / Algorithmic governmentality: computed reality, contemporary governmentalities and new processes of subjectivation » (RESEARCH PROJECT). Projet de recherche fondamentale pluridisciplinaire, 2013-2017, financé par le Fonds pour la Recherche Scientifique.

Par ses principes techniques mêmes, le numérique consiste en la mise en nombre du monde. Cette « numérisation du monde » a été annoncée comme une « révolution », la troisième, la quatrième, peut-être même la première parce que d'une nature et d'une rapidité que n'ont pas connues les précédentes.

En 2019, cette « numérisation du monde » fut appelée de ses vœux par l'actuel PDG du CNRS, Antoine Petit, en ce qu'elle permettra de générer des gisements considérables de données pour la recherche, mobilisables notamment par des approches transdisciplinaires[584].

Or, cette notion de « numérisation du monde » est particulièrement polymorphe. Elle désigne d'abord le fait de numériser les savoirs savants (les traduire sous forme de chiffres issus de l'encodage des sources et des savoirs). Elle signifie aussi traduire les activités de recherche sous forme de nombres, de données chiffrées, de statistiques, d'indicateurs, d'objectifs chiffrés à atteindre, formalisés dans des contrats d'objectifs et de performance de nombre d'établissements publics de l'État et d'objectifs atteints qui conditionnent l'attribution de budgets. La « numérisation du monde » de la recherche est donc à la fois une condition de sa mise en œuvre (« il faut numériser et restituer sous forme numérique »), en même temps qu'elle est une modalité de mesure de son efficacité (« il faut mesurer les résultats d'une recherche par des processus d'évaluations qui font une large part aux indicateurs chiffrés »)[585].?

Pour le philosophe Bernard Stiegler « *le processus de numérisation est encore de nos jours limité, et il va s'accélérer très sensiblement dans les années prochaines, pour atteindre (…) une automatisation généralisée, articulant étroitement les automatismes technologiques avec les automatismes psychiques, et ouvrant l'ère d'un « neuropouvoir »*»[586]. Cependant pour Stiegler, ce processus de numérisation ne doit pas être rejeté mais interrogé « *Il ne faut pas rejeter les techniques mais les critiquer et les transformer* »[587].

Mais que signifie précisément ce processus de mise en nombre du monde pour les chercheurs ? Quel sens prend-il pour les activités et les acteurs de la recherche lorsque cette transformation devient une condition à l'aune de laquelle toute demande de financement de la recherche devient conditionnée, mais est aussi évaluée ?

Pour l'archéologie, le processus de mise en nombre et en inventaires des savoirs archéologiques est illustré par les inventaires des rapports d'opérations archéologiques définis par l'arrêté déjà cité du 27 septembre 2004 « *portant définition des normes de contenu et de présentation des rapports* ». Ces inventaires, dont on peut parfois s'interroger sur la pertinence et l'utilité de certains d'entre eux, participent de l'administration de la preuve scientifique mais aussi patrimoniale. Ainsi, les mobiliers inventoriés par parcelle cadastrale, doivent faire l'objet d'inventaires précis pour appliquer le régime juridique qui convient selon les droits de propriété des parcelles où ils ont été trouvés. Cette disposition a d'ailleurs évolué avec la loi Liberté Création Architecture Patrimoine du 7 juillet 2016.

---

[584] « *Avec la numérisation, presque toutes les disciplines ont à leur disposition des quantités de données de plus en plus importantes. Je souhaite à cet effet que nous développions dans les années à venir un programme transverse sur les données, tirant parti des expériences et savoir-faire des instituts.* » (https://www.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/antoine-petit-la-recherche-fondamentale-au-service-de-la-societe). On peut rappeler qu'Antoine Petit, agrégé de mathématiques, chercheur en informatique, spécialiste de méthodes formelles, fut PDG de l'Institut national de recherche en informatique et en automatique (Inria) entre 2014 et janvier 2018, avant d'être nommé PDG du CNRS, fonction dans laquelle il fut reconduit en 2019

[585] L'un des exemples les plus emblématiques est l'usage d'index chiffrés, de scores, d'échelles de mesure comme le *GooglePageRank* pour les publications scientifiques.

[586] Bernard Stiegler. « Autonomie et automatisation dans l'épistémè numérique ». in *Le tournant numérique des SHS*, Maison des Sciences de l'Homme d'Aquitaine, Pessac, 2015, p. 13-27

[587] Bernard Stiegler, émission de radio *Les chemins de la philosophie, Série Profession Philosophe*, épisode 62, diffusé le 11/06/2020

L'archéologie n'échappe pas au processus de massification des savoirs produits sous leur forme numérique. Pour l'archéologie comme pour d'autres disciplines des SHS, la numérisation n'est pas un processus uniforme, homogène. Elle ne s'effectue pas partout de la même façon et ne concerne pas tous les acteurs.

Pour en revenir au sujet de l'acquisition de données de terrain, plusieurs questions semblent légitimes avant de s'engager dans un processus de numérisation de ces types de données.

Faut-il réellement tout enregistrer de façon numérique ? Pourquoi ? Quelle est l'urgence à tout numériser sur le terrain ? Selon quelle méthodologie ? Les acteurs concernés sont-ils conscients et formés aux enjeux de la numérisation, mais aussi à ses limites, à ses difficultés, à ses exigences, à ses biais ?[588].

Par l'absence de formations et d'accompagnements suffisants, les pratiques des professionnels de l'archéologie pour la numérisation des savoirs qu'ils produisent constituent un problème majeur. Limiter la transformation des pratiques à l'apprentissage à tel ou tel logiciel ne suffit pas si les personnes formées ne sont pas capables en même temps d'exercer un regard critique sur ces nouvelles pratiques.

Ma recherche, je le rappelle, interroge les pratiques numériques en archéologie, en les comparant aux pratiques traditionnelles afin de faire ressortir les étapes de cette transformation et ce qui distingue ces différentes pratiques en termes d'apprentissage, de fonctionnement des équipes, de résultats atteints, de nouvelles opportunités, aussi bien que de limites rencontrées, de contraintes imposées.

D.4. Les effets des pratiques numériques sur le processus de « l'accélération »

Le scénario annoncé veut que les professionnels de l'archéologie profitent des données numériques et des dispositifs pour travailler plus vite, pour multiplier leurs activités, leur « productivité ». Le changement des modalités techniques de production et de diffusion des savoirs archéologiques est aussi un changement dans la temporalité, dans la vitesse du travail réalisé. « Aller de plus en plus vite » accompagne l'injonction à « produire de plus en plus en masse ».

L'architecte et philosophe Paul Virilio (1932-2018) a publié plusieurs ouvrages sur la façon dont les technologies participent à l'accélération des vies dans les nouvelles formes de la modernité. Parmi ces technologies, l'informatique serait dotée d'un pouvoir démesuré dans la vie des sociétés actuelles. Loin d'être un outil au service de la libération des individus, l'informatique serait le plus souvent aux mains d'une technocratie et lui servirait d'instrument privilégié pour exercer son pouvoir de contrôle sur les individus[589]. De plus, l'informatique fragiliserait de plus en plus les organisations des vies personnelles et professionnelles, tant les risques « d'accident » dans ce domaine seraient sans cesse grandissants et d'une portée sans précédent.

L'accélération des processus de la recherche archéologique est devenue une injonction permanente et un critère à l'aune duquel les chercheurs sont « évalués »[590]. Cette accélération des pratiques de recherche s'appuie techniquement sur l'accroissement des capacités de calcul et de fréquences des processeurs mais aussi sur l'interopérabilité entre applications numériques ou encore entre outils ou objets dits « connectés ». Les communications entre individus sont plus rapides, les fichiers sont

[588] Christophe Tuffery. « La numérisation du monde » de la recherche en archéologie : condition de possibilité ou finalité incontournable ? Humanistica 2020, May 2020, Bordeaux, France. ⟨hal-02614677⟩

[589] Sur ces thèmes, on peut citer les ouvrages suivants de Paul Virilio : *La Vitesse de libération*, 1995. *La Bombe informatique*, 1998. *Le Grand Accélérateur*, 2010 (tous publiés aux éditions Galilée)

[590] Christophe Dejours. *L'Évaluation du travail à l'épreuve du réel : Critique des fondements de l'évaluation*. Paris, INRA, 2003, 84 pages

échangés plus vite, les données sont relues directement sans passer par des étapes chronophages de transformation des formats de données ou de saisies multiples, des algorithmes sont optimisés pour être plus performants et plus rapides.

Mais comment les professionnels de l'archéologie vivent-ils cette double obligation, parfois contradictoire, entre produire et traiter des volumes croissants de données issues de la numérisation de leurs archives et documentation de fouille et, en même temps, changer la temporalité dans laquelle doivent être réalisés les traitements de ces données ?[591]

Pour le sociologue allemand Hartmut Rosa, l'adoption de pratiques numériques serait au service d'un processus d'accélération de nature anthropologique et pas seulement technique. Il en a décrit les effets, dont une partie est délétère :

« *Les forces d'accélération de la société contemporaine, dans le passage du XXe au XXIe siècle, engendrent une redéfinition du rapport à soi-même, sur le plan individuel et collectif, c'est-à-dire des formes dominantes d'identité, de même que des formes de l'activité ou de l'organisation politique* »[592].

La pression temporelle croissante, qui touche plus spécifiquement les activités et les équipes du domaine de l'archéologie préventive dans des cadres concurrentiels en France ou à l'étranger, a déjà fait l'objet de rapports et d'études.

Ce fut le cas d'un rapport parlementaire en 2015, demandé par la Ministre de la Culture et de la Communication à la députée Martine Faure, suite au constat selon lequel « *les pratiques concurrentielles excessives entre les opérateurs de fouilles ont généré d'importants dysfonctionnements* »[593], Ce rapport a nettement souligné la pression temporelle à laquelle les acteurs de l'archéologie sont soumis, notamment ceux de l'archéologie préventive.

Les sociologues Agnès Vandevelde-Rougale et Nicolas Zorzin[594] ont montré que la pression temporelle qui s'exerce sur les équipes d'archéologues se traduit parfois par une perte de sens. La rhétorique managériale, liée au néocapitalisme, et qui a émergé dans les années 1980, tient une place majeure dans ces processus. L'évaluation de l'efficacité et de la productivité des équipes sur les opérations archéologiques est l'une des traductions de la mise en œuvre d'une gestion guidée avant tout par la réduction des coûts et du temps de travail. La traduction pour les individus de cette injonction à exercer leurs compétences sous une pression temporelle forte, notamment sur le terrain, se traduit par « *la difficulté à sortir de la tension entre contraintes managériales et éthique scientifique* »[595], comme si ces deux dimensions de l'activité des archéologues étaient incompatibles.

Face à cette forme d'injonctions contradictoires, entre les demandes externes (exigence économique et gestionnaire) et internes (éthique scientifique et de collaboration dans les collectifs de travail), les

---

[591] Christophe Tufféry. « Ce que le numérique fait à l'archéologie et aux archéologues. Un retour d'expériences et un projet de recherche en cours ». Revue ouverte d'ingénierie des systèmes d'information. Num. 1, vol. 2 , 2019. DOI : DOI : 10.21494/ISTE.OP.2021.0602

[592] Hartmut Rosa. *Accélération. Une critique sociale du temps*. Paris, Ed. La Découverte, 2010, 40 pages.

[593] « *Pour une politique publique équilibrée de l'archéologie préventive* » Rapport de Mme Martine Faure députée en mission auprès de la Ministre de la Culture et de la Communication. Mai 2015, 68 pages

[594] Agnès Vandevelde-Rougale et Nicolas Zorzin. « De la « professionalisation » à la « vassalisation ». L'archéologue entre « éthique professionnelle » et « responsabilité sociale d'entreprise » ». Canadian Journal of Bioethics/Revue canadienne de bioéthique. L'Éthique en Archéologie/Ethics in Archaeology. Volume 2, numéro 3, 2019. DOI : https://doi.org/10.7202/1066468ar

[595] Nicolas Zorzin. De la " professionalisation " à la " vassalisation ". L'archéologue entre " éthique professionnelle " et " responsabilité sociale d'entreprise ". Canadian journal of bioethics / Revue canadienne de bioethique, École de santé publique de l'Université de Montréal, 2019, 2 (3), pp.109-119. ff10.7202/1066468arff. ffhal-02887114

archéologues ne parviennent à exercer leurs compétences scientifiques que par la force de l'éthique professionnelle dont ils sont porteurs et qui les fait maintenir un haut niveau d'engagement dans leur activité. Mais parfois, cet engagement a un coût psychique conséquent. Nos observations et nos entretiens ont pu le remarquer, surtout pour des archéologues qui ont commencé à exercer avant l'ouverture des fouilles à la concurrence en 2003 en France et pour lesquels les conditions d'exercice ont tellement évolué qu'ils ne trouvent plus une capacité à s'investir de la même façon dans leur travail en dehors des effets cumulés des pathologies mécaniques et de l'âge[596].

E. La « révolution numérique » de l'archéologie : des ruptures annoncées mais des continuités observées

E.1. Qu'est-ce qu'une « révolution » ?

Le terme de « révolution » est particulièrement polysémique.

En histoire, il caractérise une période de l'histoire où la prise de pouvoir, souvent par la force, a conduit à un changement radical avec les situations et les institutions établies des périodes précédentes (ex. Révolution anglaise, Révolution française, Révolution russe). Mais dans d'autres disciplines comme l'astronomie, le terme désigne le retour périodique d'un astre à un point de son orbite et le temps qu'il met à parcourir cette orbite (ex. les révolutions de la Terre).

Dans la première acception, la révolution se caractérise par un effet de rupture revendiqué, parfois effectif, mais le plus souvent mis en scène pour éventuellement mieux s'en éloigner en coulisses.

Dans sa seconde acception, la révolution désigne un retour à une situation initiale. Après avoir suivi un itinéraire en forme de cercle ou d'ellipse, la révolution revient à son point de départ, à un état, une situation, une position déjà connues et auxquels ses adeptes ont la certitude et l'envie de pouvoir retourner. Dans ce sens, la révolution devient synonyme de restauration et de conservation.

Dans son ouvrage *Révolution*, paru en 2019[597], l'historienne Ludivine Bantigny montre que le mot révolution a été utilisé pour promouvoir tout et n'importe quoi. Il sert d'argument de vente et même de programme pour une élection aux plus hautes fonctions de l'État[598]. Pour l'historienne, la Révolution est d'abord un événement, une fulgurance qui doit intervenir au « bon moment ». Elle est un *kairos*, une opportunité qu'on peut voir venir, mais qui parfois surprend par sa soudaineté.

La Révolution emporte (presque) tout sur son passage, les institutions, les codes, les règles, les individus, les groupes. Elle ambitionne de remplacer les façons de faire, de parler, de regarder précédentes. Plus rien ne semble pouvoir ou devoir être comme avant. La révolution est fille d'un espoir, et grosse d'imagination. Elle reste à inventer sur le moment en même temps qu'elle offre d'ouvrir le champ des possibles. Le sentiment de liberté retrouvée semble n'avoir d'égal que celui d'une fraternité enfin partagée.

---

[596] Christophe Tufféry « Les compétences numériques en archéologie : un défi majeur et des risques de déni », *art. cit.*

[597] Ludivine Bantigny. *Révolution*. Paris, Anamosa, 2019, 104 pages (https://anamosa.fr/livre/revolution/)

[598] En 2016, le candidat à l'élection présidentielle de 2017, Emmanuel Macron, publie un livre programmatique intitulé *Révolution*. Lors de ses meetings de campagne, il affirme son ambition d'« *une grande transformation comme il [ce pays] n'en a pas connu depuis l'invention de l'imprimerie et la Renaissance* » et explique « *I have been promoting in the past months a "revolution" of our system, a change of the political and economic software inherited from post-war growth.* »

« *La révolution, dans son mouvement même, produit des rêves et des idées. Elle porte en elle des volontés de solidarité, d'association et de coopération : l'aspiration à une vie bonne, plus juste et plus humaine – sans négliger sa beauté et le plaisir qu'elle inspire. Elle change les critères de référence : non plus le marché mais le partage, non plus la concurrence mais la solidarité, non plus la publicité mais l'art par et pour chacun, non plus la compétition mais le commun. En cela, elle redonne du sens à ce qui n'en avait plus et du désir quand il s'était perdu* »[599].

Lorsqu'elle concerne des techniques et des sciences, la révolution peut conduire à la mise au point et à l'utilisation de nouvelles machines, de nouveaux procédés techniques comme ce fut le cas avec l'imprimerie et la machine à vapeur. Mais dans d'autres cas, ce changement radical peut avoir des effets insupportables pour des individus et leur environnement de vie et de travail. L'histoire des sciences et techniques montre qu'en même temps qu'elles ont fait apparaître de nouveaux horizons, elles ont fait naître des craintes, des angoisses sur leurs conséquences, sur les risques qu'elles pourraient entraîner. Différentes formes de contestation sont apparues face à des révolutions techniques annoncées, parfois pacifiques, parfois plus violentes. Ainsi, pour les luddistes au début du XIXe siècle, la Révolution industrielle devait être combattue parce qu'elle impliquait le déploiement de métiers à tisser dans l'industrie de la laine, des machines qui leur enlevaient leur travail d'artisan, entraînaient la disparition de leurs savoir-faire traditionnels de tondeurs et tricoteurs et imposaient le modèle d'organisation du travail de la manufacture au détriment de celui des ateliers[600]. La révolution de l'énergie nucléaire, si elle a été saluée pour ses applications pacifiques, a été très tôt combattue et continue de l'être pour les risques qu'elle comporte pour la santé des êtres vivants et leur environnement.

La transformation numérique de l'archéologie pourrait être vue comme le résultat d'une transformation technique concernant un domaine scientifique. Mais cette transformation de l'archéologie pourrait-elle constituer le début d'un changement de paradigme[601]?

Pour prendre un exemple, le fait de produire des représentations des observations de faits archéologiques à l'aide de méthodes et techniques numériques (imagerie numérique, levés topographiques numériques, bases de données, SIG, 3D, etc.) change-t-il profondément les concepts utilisés pour réaliser des observations et en fournir une description raisonnée selon les principes en vigueur dans la discipline ? On pense pouvoir répondre aisément par la négative à cette interrogation.

La question des effets de la transformation numérique de l'archéologie depuis cinq décennies sur les nouvelles conditions de possibilité des savoirs archéologiques, sur leurs *épistémès*, mérite d'être posée.

E.2. Une « transformation technique » peut-elle entraîner une « révolution scientifique » ?

Comme je l'ai déjà proposé dans un article[602], la notion de révolution appliquée aux pratiques numériques de l'archéologie peut être interrogée en mobilisant la théorie du philosophe et historien des sciences américain Thomas S. Kuhn (1922-1996) à propos des révolutions scientifiques[603]. Pour cet

[599] Ludivine Bantigny, *op. cit.* p. 99

[600] François Jarrige. *Technocritiques. Du refus des machines à la contestation des technosciences.* Paris, La Déouverte, 2014, 420 pages

[601] Par paradigme, il faut entendre l'ensemble des concepts de nature scientifique permettant de fournir un cadre à l'explication d'observations, réalisées selon les catégories de pensée et les principes méthodologiques consensuels et constituant l'état de l'art d'une science à un moment donné de son histoire.

[602] Christophe Tufféry. « Traces archéologiques et archives de fouille. Des recherches pluridisciplinaires sur les opportunités et les contraintes des pratiques en contexte numérique ». Revue Intelligibilité du numérique, 2|2021. DOI : https://doi.org/10.34745/numerev_1706

[603] Thomas S. Kuhn. *La structure des révolutions scientifiques*. Flammarion (1972) 2018, 352 pages

auteur, il n'y a révolution scientifique que s'il y a préalablement crise de la « science normale » qui s'appuie sur un ou des paradigmes. Lorsque des découvertes ne peuvent plus être expliquées avec les paradigmes de la « science normale », celle-ci entre dans un épisode de crise qui nécessite la formulation de nouveaux paradigmes qui permettent ainsi d'expliquer les nouvelles découvertes. Ces étapes se déroulent selon un processus circulaire (fig. 92).

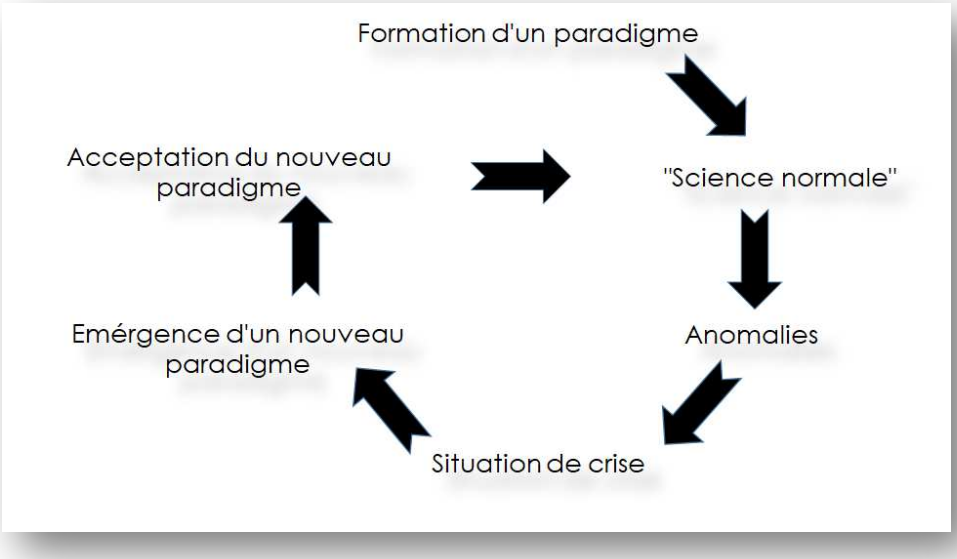


Figure 92 : Processus de révolution scientifique (d'après Thomas S. Kuhn, 1972)

Si l'on admet cette conception de la structure des révolutions scientifiques, il semble que le développement des pratiques numériques en archéologie, même les plus récentes, ne constitue pas une « révolution scientifique ». Ces pratiques numériques ne sont pas une réponse à une quelconque crise de l'archéologie, ni dans ses concepts majeurs ni dans ses méthodes de production de savoirs. La « science archéologique normale » reste globalement ce qu'elle est depuis la seconde moitié du XXe siècle. Elle vise toujours à mettre au jour, étudier, restituer et conserver des vestiges considérés comme les témoins de la présence et des activités de populations du passé, des objectifs pour lesquels les dispositifs numériques sont des moyens techniques nouveaux qui prennent le relais ou parfois coexistent avec des moyens traditionnels. Ces pratiques numériques font-elles changer le mode d'administration de la preuve en archéologie ? Les critères de scientificité de l'archéologie sont-ils impactés par les pratiques numériques et des principes techniques des dispositifs numériques ? Les nouvelles conditions de production des savoirs archéologiques dues à l'usage de dispositifs numériques sont-elles en mesure de coexister avec les conditions de production traditionnelles ? Si de nouvelles découvertes surviennent et qu'il est impossible de les expliquer avec les paradigmes actuels de l'archéologie, alors cette discipline risque de connaître une situation de crise comme elle en a déjà connu d'autres (Schnapp, 2014). Il convient donc d'observer surtout si les changements que les pratiques numériques induisent concernent non seulement les gestes, les postures, les discours, les modalités de production, de traitement, de partage et de publication des savoirs archéologiques mais aussi les concepts de base de la discipline.

Pour Steven Shapin (1943-), historien et sociologue des sciences américain, l'étude des conditions et des effets sociaux de la science et celle des structures et des processus sociaux de l'activité scientifique doivent être au cœur de la sociologie de la connaissance scientifique (*Sociology of scientific knowledge* ou SSK). Dans ce cadre, la notion de révolution scientifique qu'il a été étudiée [604], doit se concentrer sur l'étude des relations entre le savoir et le contexte social dans lequel il s'inscrit (facteurs politiques,

[604] Steven Shapin. *La Révolution scientifique*, Paris, Flammarion, 1998, 257 pages

historiques, culturels ou économiques). L'objectif du chercheur est d'expliquer pourquoi une interprétation plutôt qu'une autre réussit en raison de circonstances sociales et historiques externes. De ce point de vue, le contexte dans lequel l'apparition des dispositifs numériques et les pratiques numériques qui se sont développées depuis cinq décennies s'inscrivent clairement dans un contexte social, scientifique, historique, culturel que j'ai tenté de décrire dans la première partie du mémoire.

E.3. De quoi la révolution numérique est-elle le nom ?

Être révolutionnaire avec le numérique aujourd'hui, c'est être adepte de la « modernité » du moment[605], c'est annoncer une nouvelle ère pour signifier une rupture avec l'ère précédente et en déclasser les pratiques. Adopter des pratiques numériques devient une nécessité parce qu'elles symbolisent fortement l'idée de la « modernité » la plus récente et répondent à l'injonction qu'annonce le titre de l'ouvrage de Michel Wieviorka[606].

Dans l'ouvrage de Pierre Beckouche déjà cité, cet auteur évoque la « révolution digitale ». Il ne s'agit pas de retracer l'origine de ce mouvement en prenant comme référence la date d'invention de tel ou tel dispositif mais de l'appréhender comme le système dans lequel les différentes inventions techniques nous font entrer. L'auteur cite l'accompagnement numérique de toutes nos activités courantes, le déploiement généralisé de capteurs, la circulation unifiée de tous les types de données numériques, des capacités de stockage, collecte et traitement d'un nombre de données (*big data*), la multiplication des applications via les plateformes numériques dans tous les domaines d'activité et dans toutes les sphères de nos vies[607]. L'auteur interroge ensuite cette notion en passant en revue les différents types de révolution auxquels la révolution numérique pourrait être assimilée. Il évoque successivement les notions de révolutions technologique, économique, sociétale, anthropologique. Il conclut son ouvrage en retenant trois caractéristiques majeures de la « révolution digitale » : la massification individualisée du rapport social, l'indifférenciation des statuts, des rôles, des données, le continuum de l'accès et la plénitude d'univers.

En prolongeant l'ouvrage de Pierre Backouche, on peut être perturbé par le grand paradoxe de la « révolution numérique » qui serait en marche en ce qu'elle semble faire coexister deux tendances antagoniques.

D'un côté, ce mouvement semble signifier l'avènement de « l'ère de l'individualisme », annoncé par le philosophe Gilles Lipovetsky dans les années 1980[608], qui voit la consécration d'un néo-individualisme de type narcissique. Lipovetsky appelle ce mouvement la « seconde révolution individualiste ». L'individu, dans sa sphère privée et professionnelle, deviendrait l'échelle de mesure de toute activité humaine.

A l'opposé de cette conception, l'idée d'un grand tout numérique, a-spatial et a-temporel, semblerait dissoudre les libertés individuelles dans un « nuage idéel », aux formes indéfinies et indéfinissables. Dans ce « village global », les individualités seraient appelées à se dissoudre au profit d'une vision quasi démiurgique du numérique, capable de tout, à tout instant, pour toutes et tous. Le génie humain serait ainsi voué à être remplacé par un génie informatique désincarné. Dans cette vision, l'internet et les

---

[605] La notion de « modernité » est un concept particulièrement polysémique. Probablement faut-il parler des modernités, qui ne sont pas apparues historiquement partout au même moment au XVIe siècle et dont les formes les plus récentes sont très variées (modernité matérielle, culturelle, etc.) (https://fr.wikipedia.org/wiki/Modernité)

[606] Michel Wieviorka. *op. cit.*

[607] Pierre Beckouche. *op. cit.* p.8

[608] Nous empruntons cette expression au titre de l'ouvrage de Gilles Lipovetsky. *L'Ère du vide, essai sur l'individualisme contemporain*, Paris, Gallimard, 1983, 247 pages.

réseaux sociaux seraient les supports privilégiés de ce que Bernard Harcourt appelle la « société d'exposition »[609], une société qui aurait déjà largement capitulé face à l'injonction à une transparence virtuelle généralisée, et, par là-même, aurait renoncé volontairement à l'exercice de ses libertés individuelles fondamentales[610].

Pourtant pour des chercheurs comme le sociologue Dominique Cardon[611], les réseaux sociaux participent de la construction des nouvelles formes d'identités de groupe. De plus, dans sa version « collaborative » et ouverte depuis le Web 2.0, l'internet permettrait des formes d'innovation « par le bas » (*User generated content*)[612].

Pour les auteurs de l'ouvrage déjà cité *Pour un numérique au service du bien commun*, la « révolution numérique » soulève des problèmes dans la maîtrise des conditions de validation des résultats de l'usage de la simulation numérique :

« *C'est une révolution que le scientifique connaît aussi lorsqu'il passe d'une modélisation physico-mathématique du réel avec les sciences expérimentales à une modélisation statistique via une simulation numérique dont il ne maîtrise pas vraiment les conditions de validation. Certes le numérique donne de très intéressantes probabilités d'évolution des systèmes complexes étudiés que la mathématisation habituelle ne lui permet pas de résoudre mais cette prédiction via le numérique se fait de plus en plus au détriment du « comment ça marche ». La « prise sur le réel » du scientifique via une expérience critique de validation est souvent impossible. La vision du réel qu'ils doit valider est alors de l'ordre du virtuel. Une telle évolution de posture remet en cause les critères classiques de « vérité scientifique ». Quand le « ça marche » l'emporte sur le « comment ça marche », c'est le rapport à la vérité scientifique qui est transformé. « Prédire » l'emporte sur connaître et tester. Avec les technosciences numérisées, « faire sans comprendre vraiment le comment » l'emporte progressivement sur « comprendre le comment pour faire ». Ainsi, de plus en plus, c'est la capacité numérique qui imagine pour nous un réel possible* »[613].

Pour ces auteurs, la « révolution numérique » est porteuse d'un « ébranlement anthropologique » dans nombre de domaines de la vie des individus : relations au temps, à l'espace, à la mémoire, à autrui, à soi-même, au corps, à la maladie, à la mort.

Dans son ouvrage sur la disruption, Bernard Stiegler souligne l'effet de rupture souvent revendiqué par le système technique numérique à créer les conditions d'une « *suspension de toutes les façons antérieures de penser qui s'étaient élaborées par l'appropriation de changements antérieurs de systèmes techniques* »[614]. Autrement dit, les systèmes techniques sont souvent accompagnés de l'idée qu'ils permettent une rupture avec les systèmes techniques précédents.

En revanche, pour des auteurs comme Jobic de Calan et Jérôme Cauchard, la « révolution numérique » est un concept totalement inventé par le marketing des sociétés des technologies et les

---

[609] Bernard E. Harcourt. *La Société d'exposition. Désir et désobéissance à l'ère numérique*. Paris, Le Seuil, 2020, 336 pages

[610] Le lecteur aura remarqué que nous ne traitons pas dans ce mémoire de la place des réseaux sociaux comme dispositifs de diffusion numérique des savoirs et savoir-faire archéologiques. Le thème des réseaux sociaux numériques est tellement vaste qu'il mériterait une recherche à part. Pourtant, de plus en plus de professionnels de l'archéologie utilisent de ces dispositifs pour rendre-compte et mettre en scène leurs découvertes, leurs recherches, leurs publications, leurs présences dans des événements scientifiques, etc.

[611] https://moocdigital.paris/en/node/738

[612] https://www.cairn.info/revue-hermes-la-revue-2008-1-page-75.htm

[613] Bernard Jarry-Lacombe, Jean-Marie Bergère, François Euvé, Hubert Tardieu. *op. cit.* pp. 186-187

[614] Bernard Stiegler. *Dans la disruption ? Comment ne pas devenir fou*. Paris, Les liens qui libèrent, 2016, 480 pages

médias[615]. La transformation de nos sociétés par le numérique n'introduit pas de véritable rupture ni de réelle réinvention. En revanche, ces auteurs considèrent que cette transformation se traduit par le déplacement des valeurs, parmi lesquelles une survalorisation de l'individualisme.

Face aux risques que comporterait cette « révolution » par le numérique, il conviendrait de veiller à la recherche d'une éthique du numérique et considérer l'idée de « communs numériques », c'est-à-dire de dispositifs et de données numériques à mettre au service des communautés, et non pour en faire les outils de contrôle et de domination comme plusieurs auteurs le dénoncent[616].

E.4. Les « révolutions techniques » de l'archéologie

Appliquée aux sciences, la notion de « révolution » peut être abordée sous différents angles, comme par exemple du point de vue de la philosophie des sciences mais aussi de celui de leur histoire, celui de leur sociologie ou encore de celui de la linguistique.

L'archéologie a déjà mobilisé plusieurs « révolutions techniques », comme, par exemple, l'usage de la photographie dès le milieu du XIXe siècle. Ce procédé technique a cherché un effet de rupture avec les méthodes précédentes de l'archéologie, en particulier pour les relevés de terrain. Comme l'a analysé Nathan Schlanger, grâce à l'« objectivité mécanique » que les promoteurs de ce dispositif mettaient en avant, la photographie devait apporter un nouveau mode d'administration de la preuve.

Nathan Schlanger illustre son propos par la présentation d'une photographie de 1859 des carrières d'Abbeville montrant des ouvriers du préhistorien Jacques Boucher de Perthes dans l'endroit de la découverte d'un biface :

« *Cependant, vue de près, cette photographie représente une tentative inédite, d'ailleurs restée sans suite pendant plusieurs décennies, d'instaurer dans la discipline archéologique une « objectivité mécanique », établissant la démonstration de la preuve et son administration sur des bases visuelles extériorisées et partageables, plutôt que sur une rhétorique de l'érudition et de l'autorité personnelle* »[617].

Mais l'utilisation de la « révolution technique » que constitua la photographie au milieu du XXe siècle, s'avère non seulement une tentative pour une administration renouvelée de la preuve scientifique pour l'époque. Elle fut aussi au service d'un discours de rupture avec les méthodes et techniques précédentes qui étaient porteuses d'un autre mode d'administration de la preuve et d'autres critères de véridiction.

On peut légitimement s'interroger sur l'usage de la notion de « révolution numérique » de l'archéologie aujourd'hui, lorsqu'elle est énoncée ou mise en scène.

Autrement dit, affirmer la « révolution numérique » de l'archéologie constitue-t-il un énoncé déclaratif, constatif par lequel la relation entre le fait et son énoncé est une relation de vérité selon les conditions de vérité de l'époque ? Ou bien s'agit-il d'un énoncé performatif qui chercherait non pas à proposer un discours de vérité mais à faire advenir le contenu de l'énoncé par un acte de langage ?

---

[615] Jobic de Calan et Jérôme Cauchard. *Remède contre l'hystérie numérique. Pourquoi la « révolution digitale » n'est pas une révolution.* Paris, Robert Laffont, 2019. 211 pages.

[616] Shoshana Zuboff, *L'âge du capitalisme de surveillance*, Paris, Zulma, 2020, 720 pages

[617] Nathan Schlanger, « Inventer la préhistoire. Pratiques antiquaires et naturalisations historiographiques », Les nouvelles de l'archéologie [En ligne], 129 | 2012, mis en ligne le 30 octobre 2015, consulté le 25 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/nda/1858 ; DOI : https://doi.org/10.4000/nda.1858

E.5. L'archéologie est-elle vraiment entrée dans une « révolution numérique » ?

A la lecture d'articles et d'ouvrages[618], à l'écoute d'émissions radiophoniques, au visionnage de reportages télévisuels, l'archéologie serait engagée dans la « révolution numérique ».

Sur les sites Web des éditions La Découverte[619] et de l'Inrap[620], la présentation d'un ouvrage majeur sur l'archéologie publié en 2018 évoque la « révolution » des progrès techniques et méthodologiques de l'archéologie depuis les années 1980[621]:

« *Depuis les années 1980, une révolution silencieuse a bouleversé nos connaissances sur l'histoire de l'humanité : celle suscitée par les extraordinaires progrès techniques et méthodologiques de l'archéologie, particulièrement grâce au développement de l'archéologie préventive* ».

Certes, pour une grande partie des professionnels de l'archéologie, l'introduction et le déploiement de dispositifs numériques constituent une évolution incontestable des méthodes et techniques de la discipline. Cette évolution est massive, elle semble s'accélérer depuis une vingtaine d'années et permet de faire évoluer les pratiques des archéologues, non seulement dans le domaine scientifique mais aussi dans ceux de la gestion administrative, financière, dans les actions de communication et de valorisation culturelle. Cependant, cette « révolution numérique » n'a pas encore fait la démonstration de sa capacité à produire une rupture véritable et totale dans une part importante des pratiques de l'archéologie, en particulier sur le terrain.

La « révolution numérique » de l'archéologie n'est donc pas encore advenue comme « révolution scientifique », l'archéologie n'ayant pas vu, depuis cinquante ans, ses concepts fondamentaux remis en cause par des observations nouvelles dues aux pratiques numériques.

Pour autant, les transformations numériques de l'archéologie seraient susceptibles de créer les conditions d'une « crise » de l'archive archéologique, en ce qu'elle imposerait dorénavant un régime unique de production dont on a déjà souligné que les conditions d'archivage pérenne ne sont pas garanties dans la grande majorité des cas.

Veiller à ce que la « numérisation généralisée » des nouveaux savoirs archéologiques ne s'impose pas comme la seule modalité de production et de partage de ces savoirs semble une nécessité pour les communautés des professionnels concernées.

La première raison est que, comme cela a déjà été évoqué, nombre des dispositifs numériques utilisés en archéologie aujourd'hui tendent à imposer à leurs utilisateurs des pratiques peu réflexives, et visent avant tout à « gagner » du temps, c'est-à-dire à servir l'entreprise « d'accélération » et de productivité qui s'impose particulièrement en archéologie préventive.

La seconde raison est que l'archivage numérique pérenne de volumes croissants de savoirs archéologiques n'est pas garanti. Les dispositifs numériques eux-mêmes n'ont pas une pérennité assurée et la grande majorité des professionnels de l'archéologie n'est probablement pas assez sensibilisée aux risques de pratiques d'archivage numérique insuffisamment rigoureuses.

La troisième raison est que les dispositifs numériques auraient un intérêt à offrir la possibilité de maintenir certaines des pratiques traditionnelles de la notation des observations sur le terrain, en

---

[618] François Djindjian, « Archéologie, de l'analogique au numérique : évolution technique ou révolution méthodologique ? », *art. cit.*

[619] https://www.editionsladecouverte.fr/une_histoire_des_civilisations-9782348069932

[620] https://www.inrap.fr/une-histoire-des-civilisations-comment-l-archeologie-bouleverse-nos-14001

[621] Jean-Paul Demoule, Dominique Garcia, Alain Schnapp (dir.). *Une histoire des civilisations. Comment l'archéologie bouleverse nos connaissances*. Paris, co-édition Inrap-La Découverte, 2018, 608 pages

permettant aux utilisateurs de personnaliser leurs archives numériques, en y laissant des traces, des indices de leurs savoir-faire propres autant que de leurs relations avec le support numérique de notation.

La quatrième raison est que les dispositifs numériques doivent avoir un rôle positif pour la construction et le maintien des identités collectives sur lesquelles les communautés professionnelles de l'archéologie se sont construites et que les dispositifs numériques ont tendance à reconfigurer[622].

La dimension anthropologique des dispositifs et des pratiques numériques pourrait ainsi offrir de nouveaux horizons pour des pratiques plus réflexives et soucieuses de trouver du sens à leurs usages et aux relations à leurs utilisateurs.

Elle pourrait aussi alimenter des recherches, à l'aide des méthodes et techniques des humanités numériques, sur les nouveaux savoirs archéologiques produits exclusivement en version numérique, dès lors qu'ils autoriseraient l'expression des émotions et des affects. Tel pourrait être l'objet de nouveaux programmes qui pourraient utilement alimenter la conception et le développement de futurs dispositifs de production, de partage et de diffusion des savoirs archéologiques numériques.

F. Une histoire émotionnelle des savoirs archéologiques avec les humanités numériques est-elle possible ?

F.1. Sciences et émotions

Comme l'ont déjà montré plusieurs historiens des sciences[623], la fabrique des sciences modernes entre le XVIIIe et le XIXe siècle, a imposé aux chercheurs de réduire l'expression de leurs émotions au profit des preuves d'une neutralité axiologique, devant conférer une « objectivité » considérée comme l'un des critères incontournables de la scientificité[624]. Il est bien établi aujourd'hui que ces notions de neutralité et d'objectivité restent relatives à une époque, à ses valeurs, aux opinions du moment, au poids des chercheurs qui la constituent et à celui des forces politiques qui la contrôlent.

« *Ce qui passe donc pour « scientifiquement correct » à un moment donné dépend de transactions complexes entre l'état des opinions, l'autorité des pouvoirs étatiques ou traditionnels et la vocation émancipatrice du savoir* »[625].

La « disciplinarisation » des discours savants autant que celle des corps se sont imposées afin de masquer autant que possible les traces des émotions dans les notes, les écrits, les images restituées par les chercheurs de leurs pratiques scientifiques, sur le terrain ou en laboratoire. Les formes visibles et audibles des pratiques savantes ont fait l'objet d'une « mise en scène » pour soi et pour les autres des corps[626]. Des attributs fortement associés aux identités professionnelles des métiers de la recherche

---

[622] Sur la notion d'identité collective, voir Vincent Descombes. « L'identité de groupe : identités sociales, identités collectives », Raisons politiques, 2017/2 (N° 66), p. 13-28. DOI : 10.3917/rai.066.0013. URL : https://www.cairn.info/revue-raisons-politiques-2017-2-page-13.htm

[623] Françoise Waquet. *Une histoire émotionnelle du savoir : XVIIe-XXIe siècle*, Paris, CNRS éditions, 2019, 352 pages.

[624] Jean-François Bert, Jérôme Lamy, *op. cit*.

[625] Claude Blanckaert. La discipline en perspective. Le système des sciences à l'heure du spécialisme (XIXe-XXe siècle) In : *Qu'est-ce qu'une discipline ?* [en ligne]. Paris : Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales, 2006 (généré le 25 septembre 2022). Disponible sur Internet : <http://books.openedition.org/editionsehess/20111>. ISBN : 9782713231117. DOI : https://doi.org/10.4000/books.editionsehess.20111.

[626] Erving Goffman. *op. cit.*

scientifique ont été définis dans des préconisations normatives : port de blouses blanches pour les chercheurs, de blouses grises ou bleu nuit pour les techniciens de laboratoires, usage de microscopes, d'éprouvettes d'essais, production de tableaux d'inventaires statistiques, de courbes, d'équations, tenue de journaux sur le terrain et de carnets de laboratoire, publications dans des revues scientifiques, participations à des manifestations réservées, etc. Les chercheurs se sont pliés aux règles de leurs disciplines respectives. Parmi ces règles, le maintien d'une distance entre le savant et son objet de recherche s'est imposé comme une condition première de toute posture du chercheur et de tout discours savant. C'était là une nécessité pour revendiquer une « objectivité » de la méthode et des résultats du travail de recherche. Cette exigence d'une « neutralité axiologique » a fait partie (et fait encore souvent partie) de l'administration de la preuve scientifique, à côté des critères de scientificité comme la réplicabilité[627]. Pourtant, de ce fétichisme de la neutralité des discours et des postures des savants, l'histoire des sciences prouve qu'il a participé à la construction du mythe de la neutralité des sciences.

La force des codes et des conventions de l'activité scientifique oblige les chercheurs la plupart du temps à ne pas exprimer les moments d'humour et d'humeur, de facétie, de tristesse, de bonheur, d'émotion, d'émerveillement qu'ils connaissent pourtant dans leur quotidien. Ce paradoxe a été décrit par Jean-François Bert et Jérôme Lamy :

« *Le paradoxe est bien connu : le savant, pour faire son œuvre, s'efface, évite de s'impliquer émotionnellement dans son propre travail. C'est la garantie d'une rigueur et d'une objectivité intactes. Si c'est un paradoxe, c'est que nous en sommes encore à penser la production des savoirs de manière doxographique, sans interroger la matérialité du travail qui met en avant des moments d'enthousiasme, de crispation, d'indignation, d'engagement… Disons que l'approche matérielle fait resurgir au moins trois types d'émotions. Une dimension de l'attachement aux choses (lieux, objets, outils, supports). Une émotion de réaction devant les soubresauts d'une vie et les nombreux bouleversements qui touchent le monde dans lequel le savant agit et pense. Il s'agit là d'une émotion sismographique, d'un ressenti qui transparaît dans la posture, l'écriture, le style. Enfin, une émotion de caractère, une disposition affective que certains savants ont mise en avant et qui joue un rôle de premier plan pour comprendre la nature de leur production savante. Il s'agit de ces « passions » positives, comme la curiosité, mais aussi de passions tristes, comma la jalousie ou la quête excessive de notoriété ou de reconnaissance* »[628].

Les chercheurs se trouvent souvent donc entre passion et connaissance, dans un entre-deux où ces deux régimes de l'expérience du monde s'interpénètrent, s'enrichissent mutuellement. La connaissance ne naît pas d'une expérience transcendantale, prétendument objective, et ne s'autoalimente pas dans un espace-clos. Elle naît d'un « *mouvement d'empassionnement* ».

Hélène Bourdeloie a souligné que :

« (…) *si certains chercheurs croient à la possibilité d'une position neutre, nombreux n'en sont pas moins à reconnaître que l'engagement participe de leur démarche de recherche, ne serait-ce que parce que leurs enquêtes sont empreintes de considérations politiques ou morales et que les terrains étudiés sont constitutifs de rapports de force et de domination* »

Hélène Bourdeloie poursuit en invitant, après d'autres chercheurs, à s'interroger sur « *la place que l'on occupe, en tant que chercheur, humain, lorsqu'on analyse des phénomènes ; en d'autres termes, quel part prend l'individu dans ce qu'il observe ? Qu'est-ce qui motive le chercheur dans son objet et dans quelle mesure son rapport à ce dernier n'est pas désintéressé ?* ».

---

[627] Le philosophe Karl Popper a ajouté la réfutabilité des sciences comme critère de scientificité, une théorie contestée par nombre de scientifiques.

[628] Jean-François Bert et Jérôme Lamy, *op. cit.*, p. 141.

Pour l'ethnologue Daniel Cefaï[629], l'ethnographie est une « *expérience incarnée, indissociablement affective, sensible et morale » et définit le « corps de l'enquêteur » comme une « plaque sensible, surface d'impression des événements et des rencontres sur le terrain* »[630].

Dans la réalité, les émotions ont toujours pris une place conséquente dans les supports des travaux des chercheurs. Etudier l'expression des émotions dans la construction des faits et des discours scientifiques, ce n'est pas seulement faire œuvre d'inventaire descriptif, de catégorisation et d'interprétation. Ce peut être aussi une façon pour le chercheur de s'engager dans une certaine conception de l'éthique de la recherche, celle par laquelle il tente d'accéder de façon méthodique aux affects, à cette part de l'humanité que les normes en vigueur dans les pratiques scientifiques brident le plus souvent et même parfois empêchent ou interdisent d'exprimer. On peut aussi émettre l'hypothèse que replacer les émotions dans l'étude historiographique et épistémologique d'une science comme l'archéologie participe d'un même type de démarche que celui de prendre en considération la nécessaire vigilance sur les effets environnementaux des pratiques numériques de l'archéologie que j'ai évoquée précédemment.

F.2. Archéologie et émotions

Dans la culture populaire, l'archétype de l'archéologue-aventurier reste puissant. Dans ce domaine, la figure de l'archéologue est souvent celle d'un homme qui se doit de présenter l'image d'un individu capable de surmonter toutes ses émotions, ses sentiments de peur ou ses sentiments amoureux, au profit de l'intérêt scientifique d'un objet archéologique remarquable, qui doit servir une cause supérieure en même temps que l'ambition personnelle du chercheur.

Or la lecture et la transcription de carnets personnels et de terrain d'archéologues permettent d'identifier les émotions présentes dans ce type d'archives. Elles y sont exprimées le plus souvent sous la forme de traces, parfois ténues, parfois bien visibles[631]. Elles rappellent que les archéologues sont des êtres humains, porteurs de sensibilité et d'affects et pas uniquement de capacités à raisonner[632].

Les émotions exprimées sont très diverses : elles peuvent concerner le rapport des savants à leur objet d'étude, à leurs relations avec les collectifs dans lesquels ils s'inscrivent. Pour les archéologues, ces collectifs sont constitués des équipes de fouille, de leurs collègues de laboratoires ou des unités de recherche, des chercheurs rencontrés lors de missions, de colloques.

« *Prendre en compte les émotions, c'est restaurer une dimension de la science telle qu'elle se fait, en rappelant l'incidence qu'elles ont dans les rythmes de travail, dans l'engagement à la tâche, dans la convivance au sein de communautés, dans le devenir de collaborations et, bien sûr, dans la genèse, la production et la publication des œuvres. C'est aussi, dans un monde professionnel qui s'est placé sous*

[629]Daniel Cefai (dir.). *L'engagement ethnographique,* Paris, Éditions de l'École des hautes Études en Sciences sociales.

[630] Cefaï D., « Bien décrire pour mieux expliquer », in *L'engagement ethnographique,* Paris, Éditions de l'EHESS, 2010, p. 25-41

[631] Comme je l'ai évoqué en début de ce mémoire, plusieurs travaux ont permis d'étudier des fonds d'écrivains ou de chercheurs, à travers leurs notes, leurs correspondances. Les travaux de génétique textuelle comme ceux de l'Institut des textes et manuscrits modernes, permettent d'aller très loin dans l'analyse des contenus de fonds d'archives d'auteurs (http://www.item.ens.fr/).

[632] Jacques Roux, Florian Charvolin, Aurélie Dumain (dir.). *Passions cognitives. L'objectivité à l'épreuve du sensible*. Paris, Editions des Archives contemporaines, 2013, 306 pages

la bannière de la raison, donner à voir l'auteur plus que dans sa subjectivité, dans sa profonde humanité »[633].

Si les carnets personnels de terrain des archéologues sont encore pleins de traces de leurs émotions, leurs publications scientifiques en sont très largement vides. Cette absence d'émotions répond aux exigences fortes des règles de l'écriture scientifique.

Comme j'ai tenté de le faire ressortir lors de la restitution des entretiens et dans le récit de mon propre parcours, les vies des professionnels de l'archéologie sont plurielles et multidirectionnelles. Contrairement à l'idée parfois avancée, les récits de vie qui m'ont été confiés n'ont pas cherché à faire accroire à des prédestinations originelles, qui seraient ancrées dans l'enfance, la famille les premières années de vie ou la rencontre avec des figures tutélaires. Les vies des archéologues que j'ai interrogés sont faites d'allers-retours permanents entre vie personnelle et vie professionnelle. Elles donnent à voir une intrication étroite entre ces deux sphères, ce qui est encore plus le cas pour les chercheurs de disciplines à terrain comme l'archéologie[634]. Comme l'ont montré notamment les travaux de Christian Jacob, les terrains sont des lieux de savoirs qui sont investis des émotions dont les chercheurs font l'expérience[635].

Contrairement à une idée courante, les savoirs ne sont pas des objets matériels qui seraient là, attendant que le regard et l'expertise du chercheur les identifient, les décrivent et les enregistrent. Ils résultent d'une construction, d'interactions nombreuses, longues, complexes, faites de certitudes autant que de doutes, de moments d'attente autant que d'accélérations, indispensables pour accéder à leur intelligibilité.

En 2019, dans un ouvrage d'entretiens, Jean-Michel Geneste et Boris Valentin ont échangé leurs impressions et leurs souvenirs pour parler avec émotion de leur passion commune pour l'histoire très ancienne de l'humanité[636]. Cet exercice est suffisamment rare dans la communauté des archéologues qu'il mérite d'être évoqué. Les deux préhistoriens n'appartiennent pas à la même génération : Jean-Michel Geneste est né en 1949 et Boris Valentin en 1965. Le premier a commencé ses études de préhistoire en 1974 alors que le second les a entamées dix ans plus tard. Pourtant, au-delà de ces différences d'âges, de parcours, d'origines, ils partagent une même relation sensible à leur objet de recherche dont ils gardent des traces, des souvenirs, matériels ou mémoriels, qu'ils ont accepté d'échanger dans les entretiens à la base de l'ouvrage. En lisant cet ouvrage, on peut reconnaître ici des photos de lieux emblématiques de la préhistoire, en France et à l'étranger, là des images de découvertes majeurs pour la discipline. Les noms de chercheurs, comme les noms de sites nous sont connus, voire familiers pour certains d'entre-eux. On se laisse volontiers prendre par ce dialogue dont on imagine qu'il a eu lieu au coin d'un feu l'hiver ou sur une terrasse ombragée l'été. En tournant les pages, on plonge à travers ces récits croisés, dans des anecdotes partagées, des sensations retrouvées, des souvenirs dont l'émotion qu'ils suscitent n'est jamais loin. Quant au sous-titre (*Pour en finir avec la préhistoire ?)* on ne le comprend qu'après avoir refermé l'ouvrage. Ces récits partagés sont ce qui nous rapproche le plus de nos ancêtres lointains. Il faut alors bannir le terme de préhistoire, comme si le préfixe cherchait à rendre définitivement inaccessible ce qui avait été décrété « sans histoire » ou « avant l'histoire ». C'est tout le contraire que tentent de démontrer les deux auteurs. La préhistoire est notre histoire. Il n'y a

---

[633] Françoise Waquet. *L'ordre matériel du savoir. Comment les savants travaillent, XVI-XXIe s.,* Paris, CNRS éd., 2015, 362 pages

[634] Nicolas Adell, *op. cit.*

[635] Christian Jacob. *Qu'est-ce qu'un lieu de savoir ?* Nouvelle édition [en ligne]. Marseille : OpenEdition Press, 2014 (généré le 25 septembre 2022). Disponible sur Internet : <http://books.openedition.org/oep/423>. ISBN : 9782821834583. DOI : https://doi.org/10.4000/books.oep.423

[636] Jean-Michel Geneste et Boris Valentin. *Si loin si près. Pour en finir avec la préhistoire*. Paris, Flammarion, 288 pages

aucune rupture entre l'histoire la plus ancienne de l'humanité et la plus récente. Nous partageons avec nos ancêtres des temps lointains, des expériences sensibles de la vie et des émotions qui sont probablement très proches de celles qu'ils ont connues et que la distance temporelle qui nous sépare d'eux pourrait nous faire croire qu'elles nous resteront définitivement inaccessibles.

Cette publication illustre le fait que l'histoire émotionnelle des savants permet d'atteindre les couches souvent profondes, implicites, masquées des parcours de vie des chercheurs. Pour les archéologues, il s'agit d'identifier ce que leurs pratiques mettent en action de leurs émotions. Elles-mêmes sont liées aux représentations culturelles dans lesquelles elles s'inscrivent[637].

D'autres travaux ont cherché à observer et inventorier les formes d'expression des sentiments humains dans les discours et les comportements des acteurs sur des chantiers archéologiques.

C'est le cas de la thèse de Gwendoline Torterat[638] qui propose d'étudier le fonctionnement d'une équipe de fouille sur un chantier archéologique à Ormesson (Seine-et-Marne, France). L'équipe de fouille, considérée comme un collectif de travail à l'œuvre, est constituée d'une vingtaine de fouilleurs, vivant ensemble pendant plus d'un mois. Le chef de chantier assure la coordination de la fouille et distribue les rôles aux membres de l'équipe. La thèse montre qu'en fait les rôles distribués ne sont que partiellement respectés par les fouilleurs. A l'aide d'un protocole méthodologique dédié s'appuyant sur une observation participante et la captation d'images filmiques de journées entières de travail, l'auteur propose une étude de la façon dont deux des membres de l'équipe transmettent et s'approprient le passé matériel qu'ils fouillent. La thèse cherche surtout à « *caractériser les fondements de la singularité d'individus au travail ainsi que les nuances de l'expertise scientifique en archéologie* ». L'étude propose une analyse « *des modalités perceptives de traces matérielles fragiles, les valeurs collectives en jeu, les affects que les uns et les autres apprennent à jauger et les représentations du passé les plus scénarisées* ».

F.3. La recherche des émotions dans l'analyse d'archives de fouilles : le cas des cahiers de fouilles des Rivaux

En analyse du discours, plusieurs travaux se sont intéressés à l'expression des émotions et de l'argumentation.

En 2013, la revue SEMEN a consacré un numéro au thème « *Modes de sémiotisation et fonctions argumentatives des émotions* »[639]. Ce numéro illustre les possibilités offertes aux science du langage pour étudier les émotions, qui échappent souvent à l'observation. Ces émotions peuvent être exprimées de nombreuses façons différentes (signes divers, prosodie, mimiques, gestes, images associées à des énoncés). Les travaux présentés dans ce numéro de la revue s'intéressent aux relations entre la sémiotisation des émotions et le fonctionnement de l'argumentation. Il s'agit d'identifier les modalités de « *l'interpénétration du sensible et de l'argumentable qui est constamment à l'œuvre dans les discours* ». Dans son article, Raphaël Micheli établit une typologie des modes de sémiotisation[640] de

[637] L'ouvrage de François Waquet montre que l'expression des émotions n'est l'apanage d'aucune science.

[638] Gwendoline Torterat. *Conjugaisons singulières du passé : pour une anthropologie filmique du travail sur un chantier de fouille archéologique*. Thèse sous la direction d'Albert Piette soutenue à l'Université de Paris 10, 2018, 603 pages

[639] « Modes de sémiotisation et fonctions argumentatives des émotions ». Semen, 35, 2013, DOI : https://doi.org/10.4000/semen.9782

[640] La sémiotisation est le fait de considérer des éléments d'un texte comme des signes (verbaux et co-verbaux).

l'émotion[641]. L'auteur propose une méthode d'analyse du « langage émotionnel », à partir de la catégorie englobante « d'émotion sémiotisée ». Il parvient à établir un modèle qui repose sur une tripartition entre trois grands modes de sémiotisation : dire l'émotion, montrer l'émotion, étayer l'émotion.

Le logiciel d'analyse de corpus de textes *Tropes* est un logiciel d'analyse sémantique ou de fouille de textes. Il tire son nom du terme trope qui désigne une figure de style destinée à embellir un texte ou à le rendre plus vivant, et qui consiste à employer un mot ou une expression dans un sens détourné de son sens propre[642]. *Tropes* a été développé depuis 1994 par Pierre Molette et Agnès Landré sur la base des travaux de Rodolphe Ghiglione[643]. *Tropes* propose d'utiliser plusieurs thesaurus spécifiquement dédiés à des domaines particuliers du langage appelés des scénarios. Parmi ceux-ci, le thesaurus *EMOTAIX*, riche de plusieurs milliers de termes, permet la fouille de textes en se concentrant sur l'expression des émotions et des affects[644].

« [Emotaix] *permet d'identifier, de catégoriser et de comptabiliser automatiquement le lexique de l'émotion contenu dans des textes produits par oral ou par écrit, quels que soient leur longueur et leur nombre de mots. Ce lexique (sens propre et aussi sens figuré) concerne les états psychologiques suivants : émotions, sentiments, humeurs, affects, personnalité émotionnelle, tempéraments* »[645].

Sans entrer dans le détail des fonctionnalités de ces outils, il faut retenir qu'ils permettent d'effectuer divers types de traitements sur le contenu d'un texte : recherche par un mot ou une classe sémantique, analyse du nombre de verbes, d'adjectifs, de substantifs, classement par catégories de termes, relations entre termes (fréquence de cooccurrence), identification d'univers de référence des termes, du style, etc.

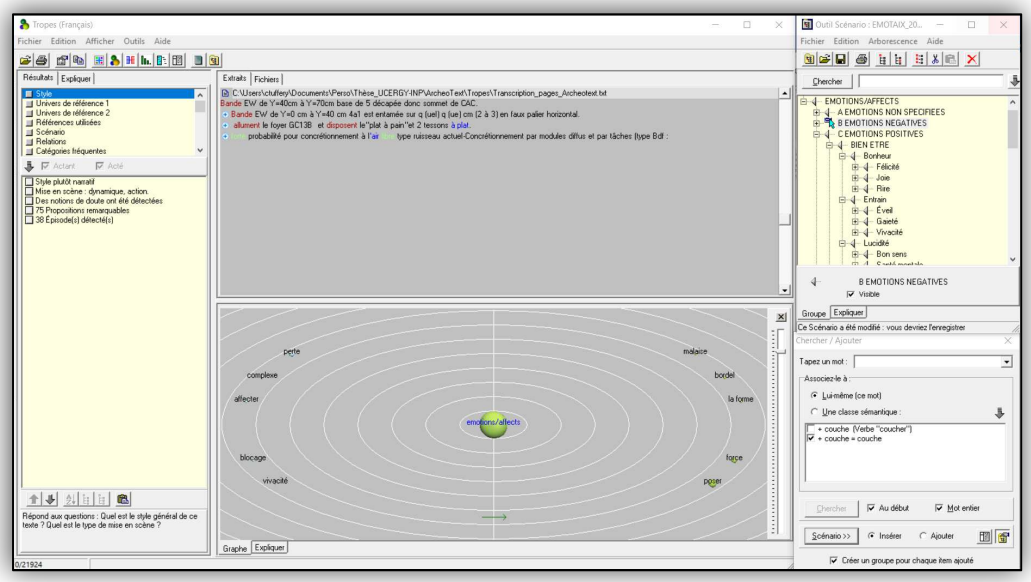


Figure 93 : Copie d'écran du logiciel Tropes et du thesaurus EMOTAIX appliqué au résultat de la transcription du cahier de fouilles

[641] Raphaël Micheli, « Esquisse d'une typologie des différents modes de sémiotisation verbale de l'émotion », Semen [En ligne], 35 | 2013, mis en ligne le 21 avril 2015, consulté le 24 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/semen/9795 ; DOI : https://doi.org/10.4000/semen.9795

[642] cf. https://fr.wikipedia.org/wiki/Trope_(rh%C3%A9torique)

[643] Le logiciel Tropes peut être téléchargé gratuitement sur le site internet : https://www.tropes.fr/

[644] Nous remercions Julien Longhi de nous avoir fait connaître ces outils.

[645] Annie Piolat et Rachid Bannour. « EMOTAIX : un scénario de Tropes pour l'identification automatisée du lexique émotionnel et affectif » L'Année Psychologique, 109, 2009, pp. 657-700 (http://centrepsycle-amu.fr/wp-content/uploads/2014/01/Piolat_Bannour_2009_EMOTAIX.pdf)

J’ai utilisé le logiciel *Tropes* et le scénario *EMOTAIX* de façon très exploratoire à partir du contenu de toutes les pages de l’un des carnets de fouille des Rivaux, issu de la transcription numérique réalisée avec l’application de transcription numérique des cahiers de fouille ArchéoText, que j’ai développée et qui est présentée dans le volume 2 de ce mémoire (fig. 93).

Le thesaurus EMOTAIX permet de cibler la recherche sur certains termes ou classes relevant par exemple des « émotions négatives » en les distinguant des « émotions positives » telles que le scénario les a classées. Ainsi, le contenu de l’un des cahiers de fouilles des Rivaux montre clairement une prééminence des émotions négatives par rapport aux émotions positives (fig. 94).

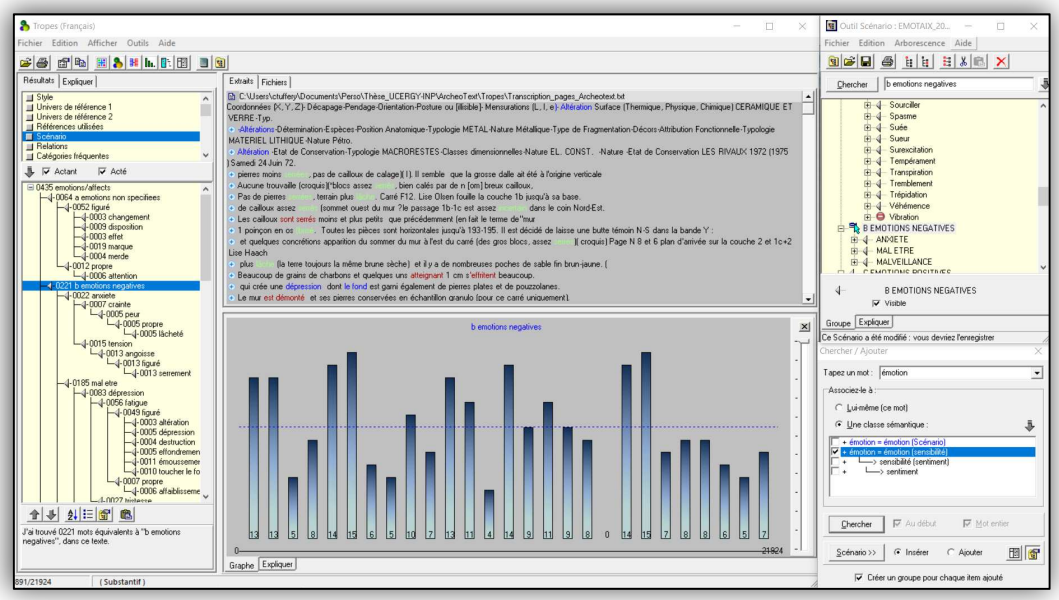


Figure 94 : Résultat de la recherche sur la classe sémantique des émotions négatives

Le style d’un texte ou de notes peut aussi être identifié par cette application. Le cahier de fouilles des Rivaux a ainsi été considéré comme un style narratif. Le logiciel a aussi identifié ce qu’il considère comme des notions de doute (fig. 95).

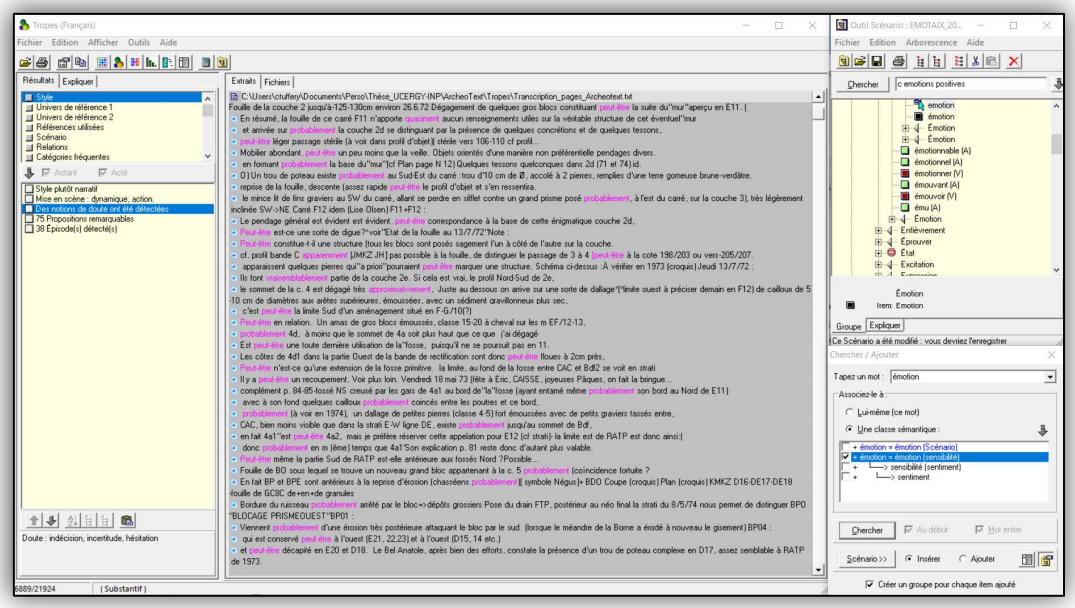


Figure 95 : Résultat des notions de doute identifiées dans le texte du cahier de fouilles des Rivaux

Mais il convient d'être prudent avec ce type d'outil et les résultats de la recherche. Ainsi le terme de « dépression », considéré comme la marque d'une émotion négative, est associé à la classe sémantique « mal être ». Or il n'a pas du tout la même signification pour la description d'observations sur un site archéologique où il s'agit d'un léger creusement dans une couche ou un niveau archéologique. Il convient donc soit d'adapter le thesaurus des émotions en supprimant certains de ses termes avant de lancer l'analyse, soit d'en ajouter d'autres en les classant dans la catégorie qui convient.

Le résultat de la recherche par un mot ou un nom permet aussi de faire apparaître les autres mots ou noms avec lesquels il est associé (cooccurrence). Cela peut faire ressortir des associations fréquentes de termes, de noms de personnes, etc. ou, au contraire, une absence de proximité entre ceux-ci (fig. 96).

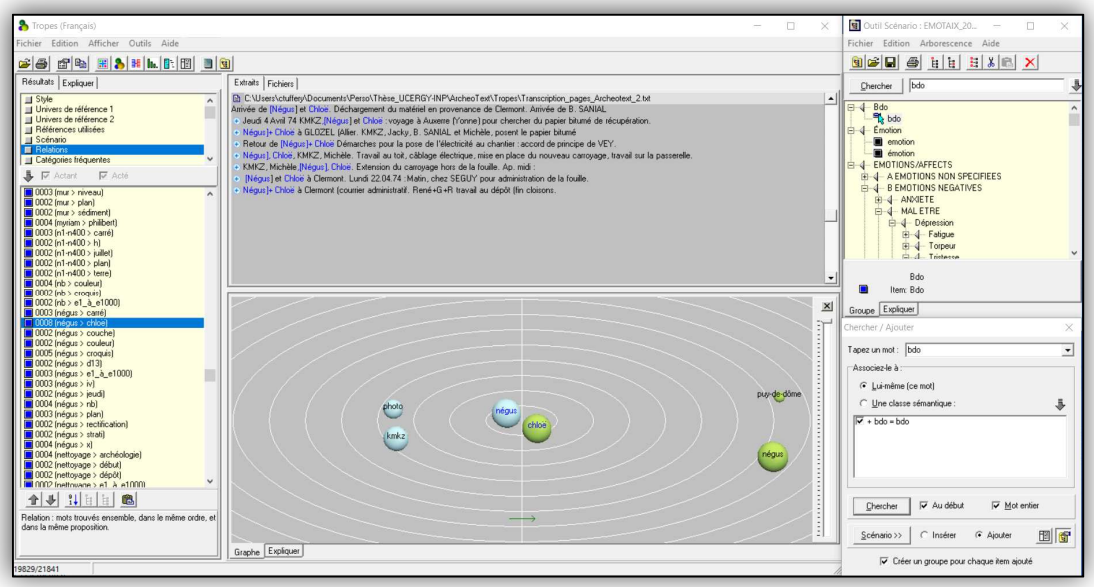
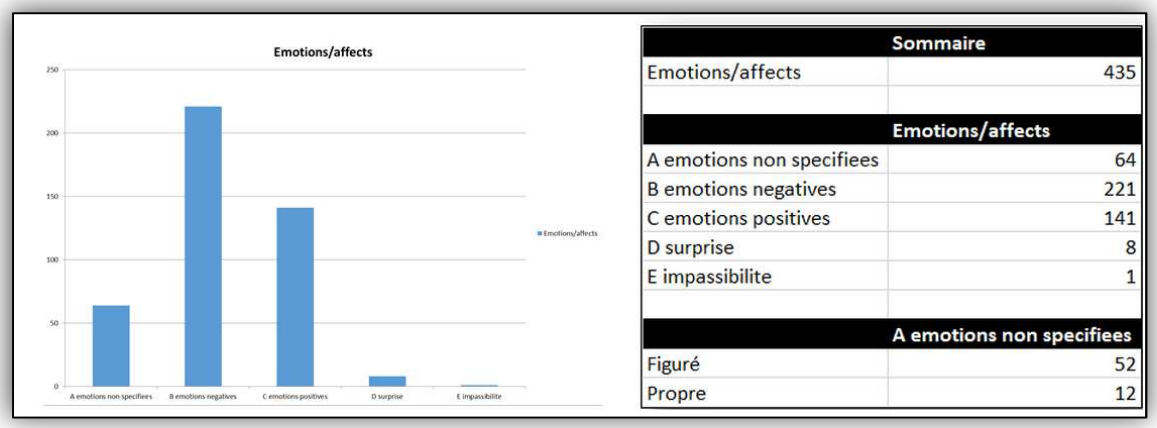


Figure 96 : Résultat des relations entre plusieurs des noms de personnes dans le texte du cahier de fouilles des Rivaux

Les résultats de l'analyse de textes peuvent être exportés dans un fichier au format .xlsx qui présente plusieurs onglets avec divers graphiques et statistiques (fig. 97).



Sommaire	
Emotions/affects	435

Emotions/affects	
A emotions non specifiees	64
B emotions negatives	221
C emotions positives	141
D surprise	8
E impassibilite	1

A emotions non specifiees	
Figuré	52
Propre	12

Figure 97 : Synthèse des résultats de la recherche exportés sous forme de tableaux et de graphiques dans le fichier au format .xlsx

Les quelques recherches que j'ai réalisées avec ces outils ont permis de montrer que le cahier de fouille des Rivaux contient des expressions d'émotions mais dont l'étude détaillée de celles-ci avec ce type d'outils mérite d'être conduite avec prudence. Des recherches complémentaires mériteraient d'être entreprises. De même, des comparaisons avec ce même type d'archives provenant d'autres chantiers archéologiques et d'autres chercheurs permettraient probablement de trouver des rapprochements ou des différences.

Paul Ricoeur a écrit que « *Le moment de l'archive c'est le moment de l'entrée en écriture de l'opération historiographique* »[646] soulignant que l'archive se distingue du témoignage oral et du ouï-dire parce qu'elle présente une matérialité qui en permet la conservation et l'étude par une série de professionnels de l'archivistique et de l'étude documentaire dont l'historien. Mais une archive se distingue aussi du témoignage en ce qu'elle cherche à ne s'adresser à personne en particulier, contrairement au témoignage oral qui n'advient que dans une relation limitée dans le temps et dans l'espace, une relation privilégie entre l'auteur du témoignage et celui auquel il s'adresse. Par l'archive écrite, son auteur donne à lire ou à voir une partie de son activité à travers une trace matérielle dont il espère la conservation. Cette archive concentre les choix faits par son auteur de la matérialité comme des contenus de l'archive.

C'est ce que j'ai cherché à démontrer avec l'étude des cahiers de fouilles des Rivaux où plusieurs expressions d'émotions et d'affects ont pu être identifiées. C'est aussi ce que je propose d'évoquer à propos d'un autre type d'archives, les carnets personnels d'archéologues qui ne comportent pas uniquement des notations de terrain.

F.4. L'expression des émotions dans les carnets de terrain personnels d'archéologues

Comme cela a déjà été indiqué dans la première partie de ce mémoire, nombreux sont les articles et les témoignages de chercheurs qui soulignent l'importance du carnet de terrain, non seulement dans sa fonction, ses contenus, mais aussi dans sa matérialité. Celle-ci peut susciter des émotions très fortes pour son propriétaire. Il n'est pas un objet froid, impersonnel, désincarné, bien au contraire. Les matériaux, les formes, les formats, les types de carnets de terrain sont autant de caractéristiques pour lesquelles chaque scientifique a ses préférences. Le matériau de la couverture (cuir naturel, moleskine, toile encollée, couverture plastifiée, avec lanière de cuir ou élastique pour le tenir fermé), le type de reliure (encollée, à spirale), l'épaisseur du papier, le type de papier (blanc, à carreaux), la présence ou l'absence d'une marge, etc. sont ce à quoi les archéologues expriment leur attachement et qui leur permet parfois de distinguer leurs carnets de ceux d'autres chercheurs. Ils ajoutent des marqueurs d'identité, comme des autocollants sur la couverture, leur nom, les dates et lieux concernés par le carnet, une signature ou un symbole manuscrit dont la signification est connue d'eux seuls et qui leur permet d'en revendiquer la paternité.

Des entretiens réalisés pour mon mémoire de master 2 de l'EHESS, j'ai pu constater que l'usage des carnets personnels de terrain tend à disparaître chez nombre d'archéologues, surtout pour ceux qui sont âgés de moins d'une quarantaine d'années. En revanche, chez les plus âgés, les carnets de terrain conservent un rôle majeur dans l'affirmation de l'identité professionnelle de leurs auteurs.

La diversité des contenus fait la richesse de ces carnets qui sont d'un grand intérêt pour documenter l'histoire de l'archéologie française entre la fin des années 1970 et la fin des années 2000. Ces archives témoignent très clairement d'une évolution dans les pratiques du travail de terrain au tournant du milieu des années 1980, rejoignant ainsi la périodisation proposée dans la première partie de ce mémoire.

[646] Paul Ricoeur, *op. cit.*, p. 209

Cette inflexion dans la tenue des carnets personnels de terrain semble dater d'une dizaine d'années. Un carnet relié ressemble à certains livres, à la différence qu'il n'est pas imprimé. Au-delà de cette analogie, j'émets l'hypothèse d'une relation de causalité entre le déploiement des dispositifs numériques d'enregistrement numérique sur le terrain (tablettes, smartphones, autres dispositifs mobiles) et la diminution progressive de la tenue des carnets personnels. Si certains des archéologues auxquels j'ai présenté cette hypothèse semblent la partager, elle reste à débattre.

Comme nombre d'archéologues appartenant aux générations formées à une pratique assidue des carnets personnels de terrain, Jean-Pierre Daugas dont j'ai déjà évoqué la fonction et le rôle pour moi dans mon éducation à l'archéologie, avait l'habitude de tenir de tels carnets. Il les remplissait à une fréquence presque quotidienne, parfois de façon plus espacée. Sur la quarantaine d'années de la carrière de leur auteur, ces carnets ont enregistré les traces d'une vie dans plusieurs de ses dimensions. Ces carnets de Jean-Pierre[647] comportent aussi bien des notes rédigées à propos des opérations et des sites archéologiques sur lesquels il s'est rendu, que lors de réunions. On y trouve des tâches de travail à réaliser, des démarches à entreprendre, des noms de personnes à contacter, etc.

Tous les carnets de Jean-Pierre que j'ai pu consulter grâce à son épouse, présentent des formats à peu près identiques. Ils sont tous reliés et aucun n'est à spirale, évitant que les pages puissent être trop facilement arrachées. Les carnets de Jean-Pierre sont de modèles assez proches. Il s'agit de cahiers d'écolier, souvent de marque *Calligraphe*, parfois recouverts de toile de jute pour les renforcer (fig. 98). Dans ces carnets, leur auteur a consigné quantité d'inscriptions de diverses natures, de textes, de notes, de croquis. Mais ces carnets ne sont pas que des carnets de terrain. Ils dépassent largement le seul cadre d'un site, d'une opération. Parfois ils concernent une année ou une série d'années, dans d'autres cas ils concernent une région, un pays où l'auteur a pris des notes au fur et à mesure de ses recherches, de terrain ou en dehors de celui-ci. Que ce soit sur la tranche des carnets ou sur les premières pages intérieures, Jean-Pierre avait l'habitude d'apposer sa signature sous la forme du sigle suivant pour marquer leur appartenance :

Ce sigle représente la lettre N inversée, barrée d'un trait. Cette lettre indique que le carnet a appartenu à Jean-Pierre dont le surnom était le Négus pour une partie des archéologues qui l'ont connu[648].

Figure 98 : Couvertures de plusieurs des carnets de Jean-Pierre

[647] Pour ce passage sur ces carnets et sur des souvenirs me concernant directement, j'utilise beaucoup le prénom et non pas le nom de Jean-Pierre Daugas. Ce choix témoigne d'une proximité qui se fait lorsque l'archive retrouvée et utilisée concerne une personne proche de nous et avec laquelle des relations chargées d'affection et de respect ont existé pendant des années. Nommer ici Jean-Pierre par son patronyme serait mettre une distance alors que ses carnets personnels me le rendent particulièrement proche et la consultation de ses carnets émouvante.

[648] Jean-Pierre a commencé l'archéologie avec deux amis originaires du Doubs comme lui et férus de spéléologie comme lui aussi. Chacun d'eux avait un surnom qui finissait en « us ». Celui de Jean-Pierre était Négus. Il lui est resté toute sa vie.

Le développement de l'archéologie de sauvetage à partir du milieu des années 1980 et pendant les années 1990 transparaît très clairement dans ces carnets. Ainsi, on y trouve plusieurs notes concernant des opérations d'archéologie de sauvetage réalisées en Auvergne ou dans les autres régions où Jean-Pierre a exercé comme Conservateur Régional de l'Archéologie.

A titre d'exemple, se trouvent plusieurs fois cités les travaux de l'autoroute A71 (Orléans-Clermont-Ferrand), construite entre 1980 et 1989, puis ceux de l'autoroute A75 (Clermont-Ferrand-Béziers), construite pour l'essentiel entre 1986 et 1994 pour la partie auvergnate du tracé.

Apparaissent ainsi des mentions de réunions de travail, des montants des financements demandés aux aménageurs pour l'embauche des personnels chargés de réaliser les diagnostics et les fouilles. Les noms des interlocuteurs chez les aménageurs comme dans les divers services de l'État concernés sont indiqués, de même que ceux à contacter dans les services de l'administration centrale du ministère de la Culture, ou rencontrés lors de réunions. Des numéros de téléphone à appeler, des sujets abordés en réunion, des suites à donner à des découvertes réalisées pendant les fouilles, sont autant de traces d'une histoire de l'archéologie de sauvetage qui a pris, à partir des années 1990, une importance grandissante dans la vie professionnelle de Jean-Pierre comme dans le paysage de l'archéologie française.

Dans le carnet concernant l'année 1980, apparaissent des notes et un croquis du chantier d'archéologie de sauvetage d'un bâtiment annexe de la Préfecture de région, le premier chantier sur lequel j'ai travaillé comme fouilleur bénévole et sur lequel j'ai rencontré Jean-Pierre. A cet endroit, une feuille blanche sur laquelle ont été rédigées des notes accompagnées d'un croquis, a été découpée et colée. Ce jour-là, peut-être que Jean-Pierre n'avait pas son carnet avec lui et que cette feuille, remplie sur le terrain, a nécessité d'être collée dans le carnet à la page de la date du jour.

Dans un autre de ces carnets se trouvent des notes et des croquis relevés par Jean-Pierre lors de visites que nous fîmes ensemble sur le terrain. Ainsi, entre 1985 et 1986, lorsque je réalisais mon mémoire de maîtrise de géomorphologie à l'université de Clermont-Ferrand sur les basses terrasses alluviales de l'Allier dans la région de Vichy, Jean-Pierre m'a accompagné plusieurs fois sur le terrain. Sur l'une des pages de l'un des carnets de ces années, j'ai retrouvé les notes prises par Jean-Pierre et un croquis qu'il a effectué de l'emplacement des prélèvements que nous avons réalisés ensemble à la tronçonneuse d'une section d'un arbre enfoui dans les terrasses de l'Allier et dont nous avons ensuite fait procéder à une étude de dendrochronologie et une radiodatation au carbone 14.

Dans un carnet concernant l'année 1986, Jean-Pierre a pris des notes, dans plusieurs pages, concernant l'opération d'archéologie de sauvetage de Pontcharaud que j'ai déjà mentionnée, réalisée au début de l'année 1986 et sur laquelle j'ai été technicien de fouille à l'Afan.

Dans d'autres carnets, ce sont des photographies ou des extraits de cartes coloriées à la main qui ont été découpées et collées.

Certains de ces carnets concernent le site des Rivaux. S'y trouvent des relevés stratigraphiques effectués sur le terrain au crayon à mine, des croquis, parfois mis au propre, imprimés sur papier et collés sur l'une des pages (fig. 99).

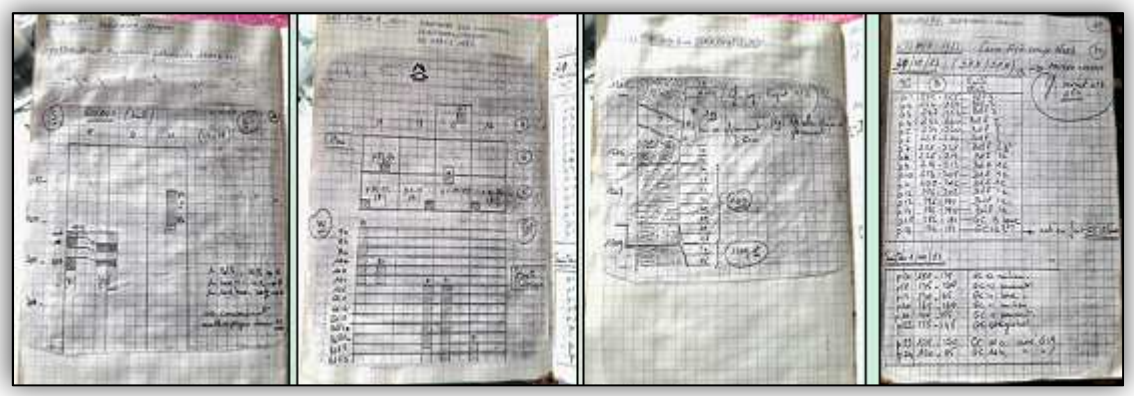


Figure 99 : Pages d'un des carnets de Jean-Pierre concernant le site des Rivaux en 1983

Des relevés et des tentatives de synthèse stratigraphique effectués pendant la campagne des Rivaux de 1983, à laquelle j'ai participé, ont été insérés dans le carnet de cette année. Dans d'autres pages, apparaissent des séries de prélèvements effectués sur le site et envoyés à l'Institut de Géologie du Quaternaire pour réaliser des études palynologiques et sédimentologiques.

Dans plusieurs pages se trouvent des notes prises lors de réunions de service à la Direction Régionale des Affaires Culturelles d'Auvergne où Jean-Pierre était adjoint au directeur des Antiquités préhistoriques et historiques d'Auvergne (le Service régional de l'Archéologie de l'époque). Les noms des participants aux réunions sont systématiquement indiqués, les sujets abordés, les décisions prises, les montants de financement demandés ou attribués, les projets de publication annoncés, les contrats de vacation à mettre en place pour des fouilleurs, ou encore des résultats d'analyses reçues suite à des prélèvements effectués sur le terrain.

Quelles ont été les motivations de Jean-Pierre à tenir rigoureusement ces carnets ? Probablement était-ce par tradition, par respect d'une manière de faire apprise de ses maîtres en archéologie. Peut-être était-ce par goût pour l'écrit et ce qu'il permet parfois de tirer au clair de la pensée. Jean-Pierre avait cette habitude de tenir des carnets non pas seulement pour son propre usage, mais aussi parce qu'il devait considérer qu'en exerçant son métier, il remplissait une mission de service public et que ses archives personnelles pourraient témoigner de son engagement dans cette mission. Il lui fallait donc conserver des traces de ses observations scientifiques tout autant que des tâches administratives qu'il assurait.

Par-delà l'extrême diversité des sujets concernés par les carnets, ceux-ci montrent toujours une grande rigueur dans la façon dont ils ont été remplis. Les informations sont précises, les illustrations sont nettes, les textes sont toujours lisibles. Les observations, les éléments factuels se distinguent aisément des interprétations faites sur le terrain ou à la sortie de celui-ci. Les personnes présentes sur place, les sujets abordés, les hypothèses émises, etc. tout est consigné avec précision. Je reconnais dans ces carnets l'une des grandes qualités dans la méthode de travail et le style de Jean-Pierre, dont j'ai tenté modestement de m'inspirer pour mes travaux de recherche[649].

Contrairement aux cahiers de fouille des Rivaux, les carnets de Jean-Pierre ne livrent que peu de traces d'émotions fortes, positives ou négatives. Les traces de moments de détente semblent presque totalement absentes. Peu de traits d'humour ou d'humeur. Le caractère un peu austère de ces carnets semble prolonger la rigueur avec laquelle il tenait ses carnets. En revanche, pendant les campagnes de fouilles, dans l'intimité des relations avec le cercle de ses amis proches et des équipes de fouilles, il savait faire preuve de beaucoup d'humour et ne rechignait pas à une franche rigolade au moment des

[649] Peut-être cette rigueur et cette exigence dans son activité professionnelle m'ont-elles aussi inspiré dans la fabrique d'une éthique personnelle dans ma carrière professionnelle et dans ma vie.

pauses café sur le chantier, lors des repas et des soirées au dépôt de fouille ou lorsqu'il me recevait chez lui.

Pour terminer l'évocation de ces carnets, je tiens à souligner qu'ils ont été les supports, parmi d'autres archives, d'un travail de mémoire que j'ai fait depuis trois années pour cette recherche. En parcourant et en déchiffrant ces carnets, l'émotion m'a souvent envahi. Mais ce fut le cas aussi lors du visionnage des certaines vidéos, qui provoquèrent une réminiscence du même genre que celle dont Georges Pérec témoigna dans un de ses livres[650]. Des sensations, des images, des sons, des odeurs, me sont revenus dans une sorte d'expérience proustienne typique de la mémoire sensible dont les expériences de terrain des archéologues sont souvent très riches.

A partir de ma propre expérience, je propose que l'histoire des émotions des archéologues soit une entrée possible pour une histoire renouvelée de la construction des savoirs et des savoir-faire en archéologie. Cette approche pourrait s'inspirer utilement des histoires du sensible et des émotions déjà proposées par des historiens des sciences et des anthropologues comme Alain Corbin[651], Jean-Jacques Courtine, Georges Vigarello[652] et Françoise Waquet[653]. Le dialogue engagé par Jean-Michel Geneste et Boris Valentin en est une démonstration de grande qualité.

Comme le rappelle Georges Vigarello, historiquement les corps sont marqués par les dispositifs techniques qu'ils ont utilisés, subis, mais dont ils ont aussi parfois profité[654]. En fait, la représentation des corps est marquée depuis des siècles par des images et des imaginaires techniques. Depuis la Renaissance, il existe des descriptions et des représentations des corps comme des machines, dans leur composition et dans leur fonctionnement. Entre la fin du XIXe siècle et le début du XXe siècle, un autre modèle de représentation des corps intervient, inspiré du modèle en réseau issu de l'électricité. Cette conception renouvelée implique une nouvelle attente vis-à-vis des corps qui doivent fonctionner de façon synchronisée, équilibrée, ajustée, harmonieuse. Avec l'arrivée des ordinateurs, c'est un nouveau changement qui intervient dans la conception et la représentation des corps dont le fonctionnement est assimilé à celui d'un équipement informatique, avec mémoire centrale, cœur, poumon, réseaux interconnectés. C'est surtout la notion de flux qui s'impose dans cette nouvelle représentation des corps. Il est souvent affirmé que l'informatique modifierait le rapport sensible de son utilisateur à lui-même, tout comme son rapport aux autres et au monde, sans même parler des projets de transhumanisme et de prolongement des corps par des prothèses numériques, A l'opposé de cette thèse, Georges Vigarello considère que l'ordinateur renforce l'expérience de l'utilisateur à son propre corps, que l'informatique lui ouvre de nouvelles expériences, plus fines, plus sensibles. On peut penser aujourd'hui à l'utilisation croissante des dispositifs de réalité virtuelle et de réalité immersive en archéologie pour permettre d'accéder à des expériences sensibles, pour les professionnels de l'archéologie ou pour les publics de l'archéologie, leur permettant d'être « transportés corporellement » dans le temps et l'espace.

L'histoire émotionnelle des savoirs archéologiques pourrait utilement être doublée d'une histoire des corps et des savoir-faire autour des dispositifs numériques. Cette approche anthropologique pourrait aussi s'intéresser aux rapports à la mémoire qu'implique l'usage de ces dispositifs[655] qui se caractérisent par un paradoxe : d'un côté, ils prétendent nous permettre de ne plus avoir à nous souvenir de tout, de l'autre côté, les données numériques et les programmes informatiques doivent faire l'objet d'une

---

[650] Georges Pérec. *Je me souviens*. Paris, Hachette, 1978, 147 pages

[651] Alain Corbin, Jean-Jacques Courtine et Georges Vigarello (dir.), *Histoire du Corps*, 3 vol. Paris, Le Seuil, 2005, 466 pages

[652] Georges Vigarello, *Histoire des émotions*, 3 vol., Paris, Le Seuil, 2016 et 2017

[653] Françoise Waquet, *L'ordre matériel du savoir : comment les savants travaillent : XVIe-XXIe siècles.* Paris, CNRS éditions, 2015

[654] « Devant l'écran et dans les flux. Eléments pour une histoire du corps dans la culture technologique. Entretien de Georges Vigarello ». In Revue Esprit ; *Homo numericus*, n° 353, mars-avril 2009, pp. 154-162

[655] Les ordinateurs ne sont-ils pas constitués d'une mémoire vive et d'une mémoire morte ?

attention particulière car les conditions de leur archivage ont longtemps été peu garanties. C'est là un enjeu majeur de la prise en compte de la mémoire et des archives dans le régime numérique.

G. La question de l'archivage des savoirs et savoir-faire archéologiques numériques

« *Le goût de l'archive à l'ère numérique* » est le titre du site et de l'ouvrage collectif en ligne proposé

G.1.« Le goût de l'archive à l'ère numérique »

En 1989, Arlette Farge a écrit que « *Qui a le goût de l'archive cherche à arracher du sens supplémentaire aux lambeaux de phrases retrouvées; l'émotion est un instrument de plus pour ciseler la pierre, celle du passé, celle du silence* »[656].

« *Le goût de l'archive à l'ère numérique* » est le titre du site et de l'ouvrage collectif en ligne[657] proposé par Frédéric Clavert et Caroline Muller, qui s'inspire du titre de l'ouvrage d'Arlette Farge. En introduction, les deux animateurs de ce projet précisent son origine et ses objectifs :

« *En 1989, Arlette Farge publie* Le goût de l'archive. *Elle y décrit ce que tout·e historien·ne a pu vivre en centre d'archives : une relation très intime à nos sources primaires – relation indirecte aux personnages du passé, issue des élites ou du peuple -, que l'on s'approprie physiquement – à la fois par la commande et le dépouillement des « boîtes » d'archives – et intellectuellement – par la prise de note. Cette relation intime s'inscrit dans un espace particulier, le centre d'archives. Malgré toutes les différences d'un centre à l'autre, nous y fixons des rites (notre place préférée, notre rythme préféré, etc.). Cette relation intime, ces rites sont des éléments déterminants de notre travail d'historien-ne-s, qui conditionnent pour partie leur interprétation de nos sources et, ainsi, le récit du passé que nous en tirons. (…) si la numérisation massive des données est, aujourd'hui, très loin de concerner toutes nos sources, si les administrations, entreprises, associations ou particuliers sont encore loin d'une production exclusivement numérique de leurs documents – nos sources futures –, la mise en données des archives présentes et futures avance à très grand pas et bouleverse notre relation à nos sources. De plus en plus, nous consultons non des boîtes de papier commandées dans un centre d'archives, mais des PDFs en ligne, des bases de données constituées par nous, pour nous ou que nous détournons parfois de leur usage d'origine. Nombreux sont les corpus désormais constitués, exclusivement ou non, directement à partir de nos ordinateurs personnels, et, dans certains cas, à partir de serveurs bien plus puissants, à même de gérer des quantités inédites de sources. Les séjours en centres d'archives se sont transformés, par l'introduction de nouvelles médiations entre nous et nos sources : celle de l'appareil photo, celle de l'ordinateur et de ses logiciels, très variés, que nous utilisons. Notre relation aux sources s'en voit nécessairement changée* ».

Pour ma part, je pense que le « goût de l'archive » à l'ère numérique n'est pas en train de disparaître. Il se transforme comme se transforment les pratiques des professionnels de l'archéologie. Mais les archives numériques peuvent aussi avoir un goût particulier.

Certes, le goût de l'archive numérique ne peut pas avoir celui de l'odeur des parchemins feuilletés, ni celui du toucher du vélin des couvertures de livres anciens[658]. Il peut néanmoins avoir le goût de la

[656] *Le goût de l'archive, op. cit.* p.43

[657] *Le goût des archives à l'ère du numérique* (https://gout-numerique.net/)

[658] Cette affirmation est probablement à modérer. Ainsi, en 2010, lorsque j'ai retrouvé et pu redémarrer l'ordinateur *Apple IIe*, que j'avais utilisé sur le chantier des Rivaux entre 1985 et 1986, j'ai ressenti une sorte d'émotion non feinte. L'unité centrale avec son clavier intégré, l'écran avec la lumière verte clignotante lors de la mise en marche, les deux lecteurs de disquettes 5 pouces 1.4 avaient une sorte de « goût de l'archive ». Peut-

satisfaction de pouvoir relire, à quelques années ou décennies de distance, des archives numériques que l'on pensait perdues parce que produites avec des logiciels ou des matériels ne fonctionnant plus. J'ai fait moi-même cette expérience lorsque j'ai souhaité récupérer, non sans difficulté, des données de l'application RIVALO qui servit à l'enregistrement du mobilier archéologique sur le site des Rivaux à partir de 1985.

Retrouver le goût des archives de fouilles est aussi ce qui fut à l'origine de mon projet de développer une solution numérique, ArchéoText (cf. volume 2), capable à cinquante ans de distance de « réanimer », de faire « revivre », de redonner un peu de l'âme et de l'ambiance du chantier de fouille des Rivaux et à la vie de ses participants, par la transcription numérique des contenus de l'un des cahiers de fouilles de ce chantier. Mais les données de transcription numérique de l'application ArchéoText ne seront elles-mêmes réutilisables qu'à la condition que l'application soit maintenue dans la durée ou que les fichiers soient régulièrement transformés pour prendre en compte les futures normes de formats de fichiers ouverts. Cette affirmation renvoie à la nécessité de penser, dès l'origine d'un tel projet, aux possibilités de son archivage pérenne.

J'ai déjà évoqué à quel point les conditions de réutilisation d'archives de fouille dépendent de leurs conditions de production. Si les nouvelles archives de l'archéologie ne sont produites que de façon numérique, la nécessité s'impose de penser à leurs conditions de conservation numérique par un archivage pérenne afin de garantir leur pérennité et leur réutilisation par les futures générations de chercheurs.

G.2. La nécessité d'un archivage pérenne des données et des dispositifs numériques de l'archéologie

La nécessité de continuer à pouvoir utiliser les progiciels et les applications qui ont servi à produire des données et des documents numériques s'impose comme une nécessité absolue.

Les archives de fouille anciennes, comme les carnets de Jean-François Champollion rédigés en Égypte en 1822, ceux de Gabriel Bulliot renseignés lors des fouilles à Bibracte entre 1867 et 1895 ou encore les archives d'André Leroi-Gourhan à Arcy-sur-Cure rédigées entre 1947 et 1963, ont ceci de commun qu'on peut y accéder parce qu'elles ont été conservées dans leur format papier d'origine. Si leur numérisation a décuplé les possibilités de leur étude avec les méthodes et techniques des outils numériques, cela ne fut possible que parce que les conditions de leur bonne conservation ont été assurées pendant plusieurs décennies pour en permettre leur réutilisation aujourd'hui.

Retrouver le « goût de l'archive à l'ère numérique » n'est possible qu'à la condition expresse que les savoirs archéologiques, des archives de fouilles aux publications, restent réutilisables.

La notion d'archivage pérenne ne se limite pas à un simple stockage des données numériques car, si la pérennité des dispositifs numériques n'est pas assurée, il faut que les archives numériques qu'ils ont permis de produire fassent l'objet de transformation de formats pour qu'elles demeurent réutilisables avec les solutions techniques du futur.

Toute ressource numérique est exposée à quatre type de risques[659]:

- l'obsolescence matérielle,

être en sera-t-il de même quand dans 20 ou 30 ans, je ressortirai les premières tablettes numériques que j'ai proposé à des collègues de l'Inrap d'utiliser sur leurs chantiers à partir de 2010.

[659] https://www.cines.fr/archivage/un-concept-des-problematiques/le-concept-darchivage-numerique-perenne/

- l’obsolescence logicielle,
- l’obsolescence du format de fichier,
- la perte de la signification du contenu.

En matière d’archivage numérique pérenne, la mission et le travail réalisé par des organismes comme le Centre Informatique National de l’Enseignement Supérieur (CINES)[660] sont essentiels. Pour les dispositifs numériques qui viendraient à disparaître et rendraient impossible la relecture des fichiers qu’ils auraient permis de produire, le CINES propose des services de veille sur les dispositifs pour en assurer, au moment opportun, la migration vers des solutions nouvelles et ayant davantage d’espérance de vie que les applications d’aujourd’hui dont l’obsolescence pourrait intervenir d’ici quelques années. Parmi les solutions disponibles, l’usage de normes ouvertes est probablement l’une des plus éprouvées. Celles-ci permettent de gagner en indépendance vis-à-vis de solutions propriétaires.

Une autre solution est l’émulation, une pratique que j’ai déjà évoquée à propos des jeux vidéo. L’émulation est habituellement très coûteuse. Elle consiste à recréer l’environnement d’un logiciel pour pouvoir l’exécuter de nouveau.

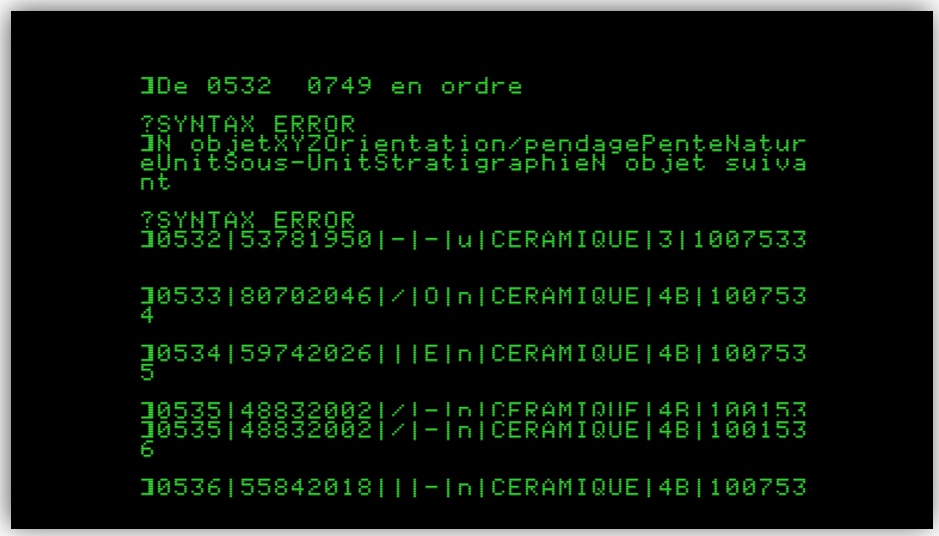


Figure 100 : Emulation d’un Apple IIe sur un PC sous Windows

et affichage de données d’un fichier de l’application RIVALO

Heureusement, il existe déjà de nombreux émulateurs qui permettent, soit de faire fonctionner des programmes obsolètes, soit de relire des données dans un format qui ne peut plus être reconnu par les logiciels actuels[661].

Pour les données du programme RIVALO, j’ai pu utiliser un émulateur d’*Apple IIe* et récupérer les données au format .TXT pour ensuite les utiliser dans divers logiciels et applications actuels (fig. 100).

Mais l’émulation de logiciels anciens est une solution partiellement satisfaisante. Elle présente souvent des fonctionnalités limitées par rapport à leur version d’origine. Dans certains cas, il n’est possible d’accéder qu’à une partie des données ou dans un format déstructuré.

---

[660] https://www.cines.fr/

[661] Le site www.emu-france.com propose un grand nombre d’émulateurs. (http://www.emu-france.com/emulateurs/)

Pour les modèles 3D du domaine des humanités numériques, une autre initiative mérite d'être évoquée ici, le Conservatoire National des Données 3D (CND3D) qui existe depuis plus d'une dizaine d'années[662]. Ce conservatoire propose de sauvegarder les données 3D produites par les projets de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche en Humanités Numériques. Les travaux de ce conservatoire sont issus de ceux effectués au sein du Consortium 3D SHS de la TGIR Huma-Num[663], et bénéficient d'un environnement de sauvegarde et dont le développement et le maintien sont assurés par Archeovision[664].

Concernant le patrimoine archéologique, plusieurs jeux de données 3D existent sur cette plateforme. Pour l'Inrap, il semble que les données qui s'y trouvent soit le fait d'initiatives individuelles de certains de ses agents (fig. 101).

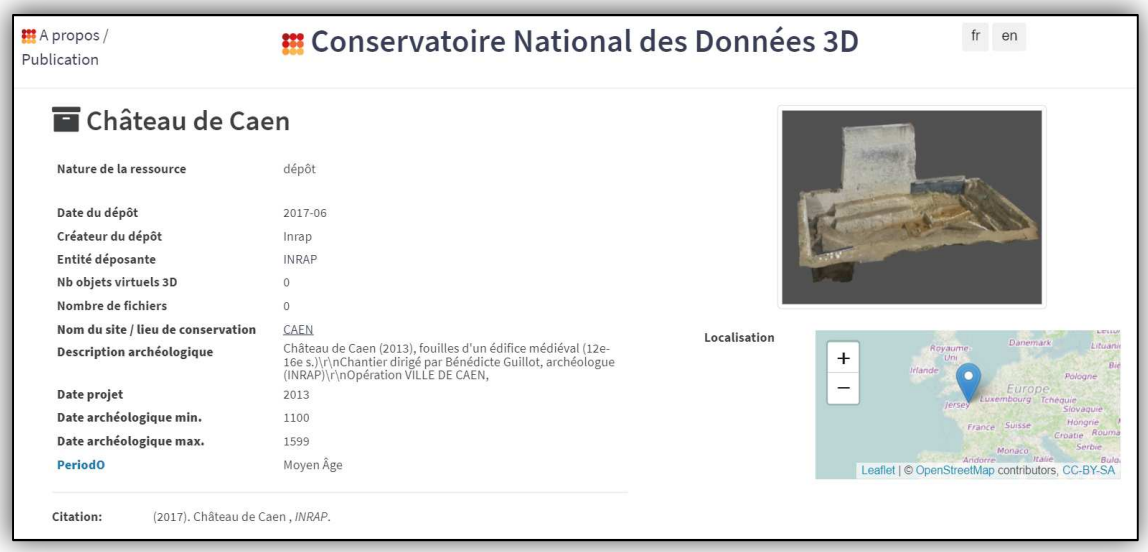


Figure 101 : Exemple de dépôt d'une archivage numérique de l'Inrap sur le site du Conservatoire National des Données 3D

Les contraintes imposées pour le versement de ressources numériques en vue d'en assurer la pérennité et l'archivage à long terme peuvent apparaître encore élevées pour une partie des communautés de l'archéologie. Tous ses membres ne sont peut-être pas prêts ou capables de s'y soumettre. Pour eux, il faudrait alors réfléchir à des solutions alternatives ou développer une offre de services d'intermédiation entre eux et des organismes d'archivage pérenne.

Un parallèle peut être fait entre un plan massif qui devrait être imaginé pour les archives numériques de l'archéologie et ce qui a été entrepris pour la conservation des jeux vidéo distribués en France qui font l'objet d'un dépôt légal à la BnF depuis 1992[665]. La collection de jeux vidéo constituée et conservée par le département de l'Audiovisuel de la BnF[666] rassemble à peu près tous les types de supports

[662] https://3d.humanities.science/

[663] https://shs3d.hypotheses.org/

[664] Archeovision est une plateforme qui associe le CNRS, plusieurs des Universités de Bordeaux et une structure de transfert technologique filiale des Universités de Bordeaux, Archeovision Production. Depuis janvier 2022, Archeovision est dans l'UMR 6034 Archeosciences-Bordeaux (https://archeovision.cnrs.fr/)

[665] Alexis Blanchet et Guillaume Montagnon. *Une histoire du jeu vidéo en France* Paris, Editions Pix'n Love, 2020, 448 pages (https://www.editionspixnlove.com/accueil/889-une-histoire-du-jeu-video-en-france.html)

[666] Une émission de radio consacrée à ce patrimoine vidéoludique à sauvegarder est disponible en ligne sur le site de France Culture : https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/lsd-la-serie-documentaire/les-jeux-video-c-est-la-vie-4-4-un-patrimoine-a-sauvegarder-3583680

(cartouches, cassettes, disquettes, disques optiques, consoles, etc.). Elle en assure leur fonctionnement grâce à des émulateurs qu'elle développe en interne ou qui sont développés par des amateurs experts, regroupés en associations qui participent aussi de la conservation du patrimoine vidéoludique[667].

La mission et le rôle de la BnF, comme celui des associations en matière de conservation du patrimoine vidéoludique, pourraient utilement inspirer les organisations professionnelles de l'archéologie et les autorités administratives du domaine qui ont ou auront à réfléchir à l'avenir des dispositifs numériques de l' archéologie, sous la forme d'un conservatoire numérique[668].

L'application ArchéoText et les questionnements concernant l'archivage pérenne des données et dispositifs numériques de l'archéologie sont l'occasion d'évoquer les humanités numériques. L'application ArchéoText elle-même a mobilisé plusieurs méthodes et techniques numériques pour l'étude de l'un des cahiers de fouilles du site des Rivaux et en proposer plusieurs formes de restitution. Cet exemple mérite d'être mis en perspective en abordant en quoi l'archéologie aurait un intérêt à s'engager davantage dans le domaine des humanités numériques, qui n'est pas une nouvelle discipline mais ouvre des pistes nouvelles dans l'étude des savoirs archéologiques sous leur forme numérique.

H. Archéologie et humanités numériques : le chemin parcouru et le chemin à parcourir

H.1.Les humanités numériques : les étapes d'une histoire récente

A la suite d'un séminaire tenu à l'EHESS, Marin Dacos et Pierre Mounier ont rédigé un rapport sur les humanités digitales[669]. Ils y retracent l'origine des humanités numériques qui, pour ces auteurs, remonterait au milieu des années 1990.

« *L'arrivée du Web au milieu des années 1990 change la donne. Elle ouvre une nouvelle période, marquée par l'expression «* digital humanities *». Pour la petite histoire, c'est au cours de cette période, en 2004 plus exactement, que naît ce terme, avec le titre d'un ouvrage pédagogique,* A Companion to Digital Humanities[670]*, qui prétend faire le point sur la question et constitue une véritable référence à partir de laquelle s'est véritablement popularisée cette notion nouvelle* ».

En s'appuyant sur le rapport de Marin Dacos et Pierre Mounier, Stéphan-Eloïse Gras propose de considérer les déplacements qu'ont commencé à opérer les SHS par leur « conversion numérique » à partir des années 1990, comme un « moment épistémologique ». L'auteur propose de « *regarder ces « déplacements » comme des « conversions », au sens où l'entend Milad Doueihi*[671]*. Loin d'être aussi « nouveau » que certains discours médiatiques le laissent entendre, le rapprochement entre l'informatique et les humanités incite à s'intéresser à l'épistémologie du « moment cybernétique » qui*

---

667 C'est le cas du Conservatoire national du Jeu Vidéo (https://www.cnjv.fr/) ou encore de l'association MO5 (https://mo5.com/site/preserver/)

668 Supporté par Huma-Num, le développement et le maintien de ce conservatoire sont assurés par Archeovision. Ses spécifications sont le fruit de travaux effectuées au sein du Consortium 3D SHS (https://3d.humanities.science/).

669 Marin Dacos et Pierre Mounier. *Les humanités numériques : état des lieux et positionnement de la recherche française dans le contexte international*. https://www.enssib.fr/bibliotheque-numerique/notices/65358-humanites-numeriques-etat-des-lieux-et-positionnement-de-la-recherche-francaise-dans-le-contexte-international

670 Susan Schreibman, Ray Siemens, and John Unsworth (Eds). "The Digital Humanities and Humanities Computing: An Introduction". In *A Companion to Digital Humanities.* Blackwell, 2004 http://digitalhumanities.org:3030/companion/

671 Milad Douehi. *La grande conversion numérique*. Seuil, Paris, 2008, 272 p.

l'a vu naître, pour penser les déplacements paradigmatiques et les modes d'hybridation propres à l'humanisme numérique »[672]**.**

Toujours pour cet auteur, l'origine de la mutation numérique des SHS prendrait racine au début du XXe siècle.

« *Le pas qui est franchi dans ces mutations technologiques et de l'humain prend racine au début du XXe siècle et a donné naissance à un mouvement scientifique qualifié de « moment cybernétique » (…), ou encore* computational turn. *Sur un plan épistémologique, la cybernétique se caractérise par trois traits principaux : sa dimension « phénoménotechnique », c'est-à-dire le fait que les conditions de possibilité d'une telle science soient avant tout liées à une culture matérielle et au développement des télécommunications et de l'informatique, le fait que cette science ait échoué, enfin, le fait qu'elle consiste aussi en un moment politique de la science, celui d'une « science sans patron, démocratique dans ses finalités comme dans ses modes d'organisation » (…). Les « humanités numériques », ainsi, s'inscriraient dans la continuité de ce moment épistémologique, lié à la constitution de la notion « d'information », devenue aujourd'hui «* data *» ou « données »* ».

L'auteur mentionne plusieurs chercheurs spécialistes des humanités numériques qui ont proposé d'autres repères pour dater l'apparition de la conversion numérique des SHS, parmi lesquels Lou Burnard, chercheur de l'Université d'Oxford et cofondateur de la *Text Encoding Initiative* (TEI). Celui-ci a identifié plusieurs étapes pour proposer une histoire de la transformation des SHS.

Le premier âge serait celui de la « *Litterary and Linguistic Computing* », né au lendemain de la seconde guerre mondiale avec les travaux de Roberto Busa[673] qui ont contribué à renouveler plusieurs disciplines comme la lexicométrie et la stylométrie.

Le second âge, celui des « *humanities computing* », apparu au cours des années 1980, aurait permis la « *mise en commun d'une démarche informatique normée et partagée et la structuration d'une communauté internationale, notamment autour de la* Text Encoding Initiative *fondée en 1987* ». Ce second âge aurait vu se développer les humanités numériques, surtout dans les disciplines fortement utilisatrices d'archives écrites. Les métiers les plus concernés par cette seconde étape de la transformation des SHS auraient été majoritairement ceux de la culture de l'écrit (historiens, archivistes, bibliothécaires).

Le troisième âge des humanités numériques pourrait être daté des années 1990, avec l'arrivée du Web au milieu de cette décennie. Ce moment constituerait le « *digital turn* » pour toutes les SHS comme pour de nombreuses autres disciplines scientifiques. Les méthodes et techniques numériques ont pu se développer de façon massive et rapide en profitant de l'internet et de ses différents produits (Web, blogs, etc.) comme d'un lieu privilégié de production massive de données numériques (le *Big data*). De plus, l'internet a apporté ce qui manquait jusqu'alors aux humanités numériques : la communication, c'est-à-dire la capacité à pouvoir partager de façon immédiate à l'échelle mondiale des corpus considérables de données numériques et à réaliser la publication en ligne plus aisément que dans leur forme non-digitale.

672 Stéphan-Eloïse Gras. Les déplacements numériques des sciences humaines : un moment épistémologique ? In *Le tournant numériques des sciences humaines et sociales*, Nouvelle édition [en ligne]. Pessac : Maison des Sciences de l'Homme d'Aquitaine, 2015 (généré le 25 septembre 2022). Disponible sur Internet : <http://books.openedition.org/msha/1305>. ISBN : 9782858925148. DOI : https://doi.org/10.4000/books.msha.1305.

673 Le projet d'*Index Thomisticus* du père Roberto Busa vise à utiliser « *la puissance de calcul des ordinateurs de l'époque pour automatiser la création d'index, le repérage de concordances et le calcul de fréquences au sein de l'immense corpus que constitue la Somme théologique de Thomas d'Aquin* ».

Comme je l'ai déjà démontré, avec l'utilisation croissante de nombreuses méthodes et techniques numériques, les archéologues ont franchi une nouvelle étape dans l'évolution de leurs boîtes à outils techniques et méthodologiques, que ce soit pour produire des observations ou pour produire, exploiter, gérer et partager la documentation archéologique.

L'archéologue britannique James Taylor a participé aux fouilles du site de Çatal Höyük en Turquie. De façon très honnête, il a établi un bilan critique de la mise en œuvre de plusieurs dispositifs numériques[674].

Pour Jeremy Huggett, l'archéologie est « *en train de passer à l'ère de l'analyse centrée sur les données ou de la pensée dirigée par les données, dans laquelle les données prennent le pas sur la théorie »*[675]. Cet auteur parle de processus de *datafication* qui se traduit par une accélération permanente et une massification croissante dans la production des données archéologiques. Toujours pour cet auteur, le *Big Data* de l'archéologie semblerait s'auto-justifier, sans avoir besoin d'être mis au débat. Face à cette tendance lourde, l'archéologue évoque l'intérêt de faire émerger un mouvement de résistance qui pourrait consister en une archéologie lente (*slow archaeology*). Celle-ci serait moins centrée sur la production en masse de données et s'attacherait à mieux comprendre ce qu'il appelle les données essentielles[676]. Produire moins de données pour ne produire que celles qui sont nécessaires, tel devrait être le principe directeur de toute production de données en archéologie.

Outre les dispositifs numériques pour l'enregistrement de terrain déjà largement présentés ici, les archéologues, au cours de la dernière décennie, ont mobilisé de nouvelles techniques numériques pour les inclure dans leur boîte à outils et à méthodes numériques : Lidar, images numériques à très haute résolution provenant de drones ou d'autres capteurs, photogrammétrie, géophysique, tomographie assistée par ordinateur, etc. Certaines expériences ont également été engagées dans l'utilisation de l'intelligence artificielle (IA) pour explorer de gros volumes de données archéologiques[677].

L'IA peut être définie comme un « *ensemble de théories et de techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence humaine »*[678]. Née des travaux d'Alan Turing, l'IA est définie par l'un de ses inventeurs, Marvin Lee Minsky du *Massachusetts Institute of Technology*, comme « *la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que : l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement critique* ». En fait, l'IA regroupe un ensemble de concepts et de technologies, à l'image des humanités numériques, et elle n'est pas une discipline à part entière.

L'IA se développe d'abord par la mise en données du monde, c'est-à-dire sa mise en nombre, notamment celui de la recherche. Elle se déploie aussi par l'usage de modèles qui tentent de reproduire

---

[674] Taylor, J., J. Issavi, Å. Berggren, D. Lukas, C. Mazzucato, B. Tung, and N. Dell'Unto. 2018. 'The Rise of the Machine': The Impact of Digital Tablet Recording in the Field at Çatalhöyük. Internet Archaeology 47. DOI : https:://doi.org/10.11141/ia.47.1

[675] Jeremy Huggett."Big Digital Data Different? Towards a New Archaeological Paradigm". Journal of Field Archaeology, 45:sup1, S8-S17, 2020. DOI : https://doi.org/10.1080/00934690.2020.1713281

[676] Jeremy Huggett. "Chapter 6. Is Less More? Slow Data and Datafication in Archaeology". in Kevin Garstki (ed.) Critical Archaeology in the Digital Age. Proceedings of the 12th IEMA Visiting Scholar's Conference. UCLA Cotsen Digital Archaeology series. 2022. https://escholarship.org/uc/item/0vh9t9jq pp. 97-110

[677] François Djindjian. "Big data and archaeology. *In Big data and singularities. Creativity as a Basis for Rethinking the Human Condition*. Humanities Arts and Societies Magazine pp. 208-217, 2020. http://humanitiesartsandsociety.org/wp-content/uploads/2020/07/HAS-Magazine-01-Big-Data-and-Singularities-EN.pdf

[678] Définition du dictionnaire Larousse en ligne (https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/intelligence_artificielle/187257)

l'intelligence humaine dans l'univers des machines. L'IA est appelée à se développer considérablement dans les prochaines années, en archéologie comme dans de nombreux autres domaines de la recherche. La France semble être parmi les pays qui publient le plus d'articles sur l'IA, avec la Chine, les États-Unis, et le Royaume-Uni, grâce à son excellence en mathématiques, en STIC et en SHS. Le rapport de 2018 du mathématicien et député Cédric Villani sur le sujet de l'IA à la demande du Président de la république, s'il a pointé le potentiel de la France et a proposé plusieurs domaines d'investissement, a aussi souligné la nécessité de considérer les aspects éthiques de l'usage de ces techniques :

« *Une grande partie des considérations éthiques soulevées par l'IA tiennent à l'opacité de ces technologies. En dépit de leur performance accrue dans de nombreux domaines, il est souvent très difficile d'expliquer leurs décisions de manière intelligible par le commun des mortels* » [679].

Sans tomber dans l'aporie des visions fantasmagoriques que suscite l'IA, ni la rejeter *a priori* de façon dogmatique, gageons que l'IA en archéologie saura faire preuve d'expérimentations et de mises en œuvre toujours raisonnées. Parmi les conditions à de telles pratiques, se trouve la nécessité de toujours trouver du sens aux usages de l'IA et à ses résultats. En maintenant un sens commun, partagé aux usages de l'IA, celle-ci pourra être reconnue dans ses capacités à produire une valeur ajoutée ou à résoudre des difficultés jusque-là insurmontables.

Enfin, la réalité virtuelle ou immersive[680] est régulièrement utilisée pour présenter des vestiges et des sites archéologiques, principalement pour des expositions publiques (Pompéi[681], Syrie[682], Égypte[683], etc.). Très largement mobilisées pour des dispositifs et des événements de valorisation et de promotion touristique des patrimoines archéologiques, ces techniques restent très peu utilisées pour la formation au terrain des professionnels de l'archéologie sauf à titre expérimental[684], ou pour quelques projets de recherche dont on imagine mal les possibilités de réplication (projet SCHOPPER[685] financé par l'ANR).

Toutes ces technologies sont utilisées par les archéologues au cours des différentes étapes du cycle de vie des données de recherche, qui peut être ordonné en trois grandes étapes : la préparation (prospection : recherche documentaire et recherche exploratoire sur le terrain), la collecte des données (fouille) et l'analyse des données (recherche descriptive et analytique).

Étonnamment, ces nouvelles conditions de production de la connaissance archéologique sont rarement questionnées d'un point de vue épistémologique. Ce manque souligne la nécessité de développer une attitude plus réflexive vis-à-vis de la construction des savoir archéologiques numériques et de leurs impacts sur le raisonnement archéologique.

Il pourrait être suggéré que des chercheurs intéressés par le thème des relations entre archéologie et humanités numériques s'engagent dans des débats, non seulement pour en faire un objet de recherche mais, aussi, pour se prêter à une entreprise de réflexivité sur leurs propres parcours et pratiques qu'implique tout projet d'humanités numériques. Or il est admis que l'archéologie et les archéologues

---

[679] Il est à remarquer que le site consacré à ce rapport s'intitule « *AI for humanity. L'intelligence artificielle au service de l'humain*" (https://www.aiforhumanity.fr/). Ce titre semble résonner comme une déclaration programmatique ou comme un slogan de campagne, publicitaire ou politique.

[680] Quinio B., Boulbes N., De Pechpeyrou P., Kotras B. "Use cases of virtual reality to visualize a database: how useful is VR for archaeology researchers?". In Digital Tools & Uses Congress (DTUC'20), October 15-17, 2020, Hammamet, Tunisia. ACM, New York, NY, USA, 8 pages, 2002. http://www.digitaluses-congress.univ-paris8.fr/Data-and-Digital-Humanities

[681] https://www.grandpalais.fr/fr/evenement/pompei

[682] https://www.imarabe.org/fr/expositions/cites-millenaires

[683] https://www.imarabe.org/fr/expositions/l-horizon-de-kheops

[684] Virtual Reality: The new classroom! Archaeology using VR (https://www.youtube.com/watch?v=HxVFMQC9b0g)

[685] http://schopper-anr.org/

sont très souvent absents des débats, des conférences, des articles sur les humanités numériques[686]. Ce ne sont pas les seuls. La plupart des archéologues ne savent pas exactement en quoi consistent les humanités numériques et peu d'entre eux s'identifient comme des humanistes numériques. Leurs projets de recherche sont rarement financés par les agences et les programmes concernant ce domaine qui, rappelons-le, ne constitue pas une nouvelle discipline académique même si de plus en plus de projets financés en archéologie présentent un volet numérique comprenant l'obligation de publier les résultats et les données sous forme de données et de publications ouvertes et de publier les codes logiciels, eux aussi sous licence ouverte[687].

Un enjeu majeur est d'améliorer les capacités des archéologues à savoir s'impliquer dans des projets transdisciplinaires et pas seulement dans des projets multidisciplinaires. Les activités de recherche à engager dans ce domaine auraient pour objectif que les archéologues ne deviennent pas des spécialistes de l'informatique mais qu'ils sachent où trouver les compétences numériques dont ils pourraient avoir besoin et qu'ils soient capables de collaborer avec elles. Un autre objectif des archéologues pourrait être de faire preuve de veille technologique et méthodologique afin d'identifier les tendances et les capacités des technologies numériques déjà utilisées dans d'autres disciplines à pouvoir être adaptées pour répondre à des besoins des archéologues.

Les responsables des professions de l'archéologie à l'échelle internationale (EAA, CAA, etc.) pourraient proposer des réflexions prospectives pour les prochaines décennies dans le but de donner des orientations et des enjeux majeurs à réaliser dans le cadre des principaux programmes de recherche et de financement aux niveaux européen (Programme Horizon Europe, etc.) et mondial à l'image du *National Endowment for the Humanities* aux États-Unis[688].

Les archéologues doivent probablement mieux identifier et aborder les défis et les problèmes liés à l'utilisation de certaines technologies numériques sans vouloir réinventer la roue, afin de franchir une nouvelle étape dans leurs pratiques numériques et répondre à des problèmes scientifiques et dans le respect de leurs exigences de scientificité. Ils pourraient identifier des chercheurs d'autres disciplines des humanités numériques avec lesquels il pourrait être fructueux d'engager des collaborations aux bénéfices croisés.

C'est ce que j'ai tenté de proposer, à ma modeste échelle, lors de la conférence internationale CAA 2022[689] qui a eu lieu à Oxford du 8 au 12 août 2022. A cette occasion, j'ai organisé une table-ronde sur le thème « *Archéologie et humanités numériques : le chemin parcouru et celui restant à parcourir* »[690].

H.2.Humanités numériques et archéologie : un constat et des pistes de réflexions

[686] Jeremy Huggett." Core or periphery? Digital Humanities from an archaeological perspective". Historical Social Research, 37(3), 86-105. 2012. https://doi.org/10.12759/hsr.37.2012.3.86-105

[687] Ce sont deux des obligations faites par les financements de l'ANR et de programmes européens comme Horizon 2020 et Horizon Europe.

[688] Le *National Endowment for the Humanities* ou NEH est une agence fédérale indépendante fondée en 1965 par le *National Foundation on the Arts and the Humanities Act*. C'est l'un des plus grands bailleurs de fonds des programmes de sciences humaines aux États-Unis. Le NEH attribue des subventions aux propositions les mieux notées, examinées par des panels d'évaluateurs externes indépendants. Ces subventions sont généralement accordées à des institutions culturelles, telles que des musées, des archives, des bibliothèques, des collèges, des universités, des stations de télévision et de radio publiques, et des chercheurs individuels (source : https://www.neh.gov/)

[689] L'édition 2022 de la conférence *Computer Applications for Archaeology* (CAA) avait pour thème *Inside Information*.

[690] https://caa2022.sched.com/event/18yN8/archaeology-and-digital-humanities-roundtable

Cette table-ronde proposait de faire le point sur la relative frilosité des communautés de l'archéologie à s'engager dans les humanités numériques et la possibilité d'identifier les moyens de renforcer l'audience des archéologues dans les débats sur les humanités numériques et leur place dans des projets dans ce domaine. Les chercheurs invités à s'exprimer pour cette table-ronde étaient :

- Cesar Gonzalez-Perez (Incipit, Instituto de Ciencias del Patrimonio, Espagne)
- Letitia Tobalina (Casa de Velasquez, réseau des Ecoles Françaises à l'Etranger, Espagne)[691]
- Marta Lorenzon et Adrianne Spunaugle (University of Helsinki, Finlande)
- Raquel Liceras Garrido (Assitante en Préhistoire, Universidad Complutense de Madrid, Espagne)

Pendant la table-ronde, beaucoup d'expériences ont été partagées entre les participants et plusieurs réflexions et hypothèses ont été avancées.

A ce jour, le paradoxe majeur est de constater que l'archéologie et les humanités numériques coexistent depuis déjà deux décennies sans véritablement chercher à converger. Les savoirs sont produits indépendamment, les démarches de reconnaissance et de légitimation disciplinaires sont largement disjointes, les processus de formation se croisent très peu, voire s'ignorent encore.

En France, les formations de l'enseignement supérieur en matière d'humanités numériques ne cessent de se multiplier mais l'archéologie n'y tient jamais une place centrale. Dans leur ensemble, les communautés de l'archéologie semblent encore faire preuve d'une certaine hésitation pour faire évoluer leur offre de formation initiale (et continue) vers les humanités numériques[692]. Certes, il existe depuis plusieurs années des masters spécialisés comme celui en archéomatique à Tours. Mais au cours des premières années avant le master, les formations en archéologie n'accordent que très peu de leur volume horaire d'enseignement aux humanités numériques. Il ne s'agit pas de faire des humanités numériques le cœur des enseignements des formations en archéologie mais de proposer, dès les premières années universitaires, d'intégrer des enseignements permettant aux étudiants de disposer des clés de compréhension des pratiques numériques de leurs futures études et de leurs futures professions comme y ont déjà invité Aurélien Berra[693] et Pierre Mounier[694]. Ils pourraient ainsi connaître dès le début de leur formation les principes, les processus, les finalités, les possibilités, mais aussi les limites, les biais des humanités numériques, sans pour autant chercher à les (trans)former en professionnel de l'informatique. Concrètement, c'est la vision que je cherche à mettre en pratique lors des sessions de formation (continue) aux outils numériques développés dans le cadre des PCR Réseau de lithothèques et du GDR SILEX[695].

L'hésitation de l'archéologie à épouser davantage le domaine des humanités numériques, la fait se trouver parfois dans une forme de confrontation avec celles-ci. Archéologie numérique contre humanités

---

[691] Laetitia Tobalina fait partie des personnes interrogées lors des entretiens

[692] La revue Humanités numériques a consacré en 2022 un numéro consacré à l'enseignement aux humanités numériques. « Enseigner et apprendre les humanités numériques ». Humanités numériques, 5 | 2022. DOI : https://doi.org/10.4000/revuehn.2773

[693] Aurélien Berra. « Faire des humanités numériques ». In : *Read/Write Book 2 : Read/Write Book 2 : Une introduction aux humanités numériques* [en ligne]. Marseille : OpenEdition Press, 2012 (généré le 25 septembre 2022). Disponible sur Internet : <http://books.openedition.org/oep/238>. ISBN : 9782821813250. DOI : https://doi.org/10.4000/books.oep.238

[694] Pierre Mounier. « Qu'apportent les *digital humanities* ? Quelques exemples », In : *Read/Write Book 2 : Une introduction aux humanités numériques* [en ligne]. Marseille : OpenEdition Press, 2012 (généré le 25 septembre 2022). Disponible sur Internet : <http://books.openedition.org/oep/247>. ISBN : 9782821813250. DOI : https://doi.org/10.4000/books.oep.247

[695] Christophe Tufféry, Vincent Delvigne, Paul Fernandes et Céline Bressy-Léandri, « À propos de quelques outils de collecte de données : réflexions sur les pratiques numériques en archéologie », *Humanités numériques*, [En ligne], 3 | 2021, mis en ligne le 01 mai 2021, consulté le 25 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/revuehn/1603 ; DOI : https://doi.org/10.4000/revuehn.1603

numériques. Or, depuis une quinzaine d'années, les humanités numériques pèsent de plus en plus lourds et sont de plus en plus visibles dans le champ des SHS, alors qu'elles ne sont pas une discipline. L'archéologie se trouve donc souvent dans une sorte de concurrence face aux humanités numériques, avec lesquelles elle aurait du mal à « faire le poids ».

En 2004, plusieurs auteurs avaient déjà fait ce constat en soulignant les difficultés qu'avait l'archéologie à cette époque à prendre en compte la nécessité de changer certaines de ses pratiques pour pouvoir entrer dans le concert des humanités numériques :

« *La discipline dans son ensemble n'a pas totalement assimilé la nécessité de préserver l'accès aux données numériques pour les futurs chercheurs. Elle n'a pas encore trouvé un moyen efficace et relativement standard de présenter les données numériques dans le cadre d'une publication finale. Ses institutions éducatives n'ont pas accepté la nécessité de préparer tous les archéologues à l'utilisation des technologies informatiques nécessaires sur le terrain et en laboratoire. Ces problèmes reflètent en partie la nature de la discipline, une discipline unique et fragmentée, composée de praticiens qui ont pu commencer comme historiens, historiens de l'art, étudiants en langues anciennes ou anthropologues, mais pas comme des scientifiques dépendants de la tradition d'un partage rapide et complet des données. Les problèmes reflètent également l'indépendance unique des archéologues, qui doivent avoir un fort esprit d'entreprise afin de financer et d'exploiter des projets complexes* »[696]. Depuis la date de cet article, les choses ont évolué comme l'a reconnue l'édition de 2016 du même ouvrage[697].

De son côté, Jeremy Huggett a souligné que les relations entre l'archéologie numérique et les humanités numériques sont difficiles à déterminer, en raison d'une certaine imprécision dans la définition et la délimitation du périmètre des humanités numériques. Cette lacune pourrait expliquer la difficulté à étudier les relations entre une discipline et un domaine encore en gestation et qui ne se veut pas une discipline[698].

La comparaison des critères de scientificité et d'administration de la preuve entre l'archéologie et plusieurs disciplines des humanités numériques pourrait ainsi être utilement mise au débat. Par exemple, les exigences de précision et d'exactitude dans la localisation spatiale ou encore dans l'attribution d'une datation à un site, une structure, un vestige archéologique ne sont pas les mêmes pour un archéologue, un historien, un géographe, un anthropologue, un archiviste, etc.

La notion de communauté des humanités numériques a aussi été débattue. Et d'ailleurs, existe-t-il une communauté des humanités numériques ? Ou s'agit-il de la juxtaposition des communautés disciplinaires qui, ponctuellement, se croisent ? Cette question a son importance car l'existence d'une communauté, avec ses codes et règlements, participe de « l'institutionnalisation » d'une discipline ou d'un domaine d'activité[699].

Parmi les conditions à une participation plus active des archéologues aux communautés des humanités numériques, certains participants ont évoqué l'idée que les terminologies utilisées devraient être davantage croisées et construites ensemble plutôt que d'opposer les terminologies utilisées par l'archéologie et celles utilisées par d'autres disciplines des humanités numériques.

Ce débat a aussi permis de faire ressortir l'importance de la disposition à la collaboration ainsi que la curiosité d'esprit pour que des collaborations fructueuses puissent avoir lieu entre archéologues et

---

[696] Susan Schreibman, Ray Siemens, and John Unsworth (Eds). *op. cit.*

[697] Susan Schreibman, Ray Siemens, and John Unsworth (Eds). *A New Companion to Digital Humanities* (second edition). John Wiley & Sons Ltd, 2016

[698] Jeremey Huggett. "Core or Periphery? Digital Humanities from an Archaeological Perspective". Historical Social Research / Historische Sozialforschung, 37(3 (141)), 2012, 86–105. http://www.jstor.org/stable/41636599

[699] C'est par exemple le cas des communautés de développeurs informatiques ou de joueurs de jeux vidéo.

chercheurs d'autres disciplines. Dans ce domaine, les archéologues n'ont pas, par leur discipline, d'appétence ou de compétence particulière, pas plus que n'en ont les représentants des autres disciplines des humanités.

Il est important aussi de ne pas établir de hiérarchie entre disciplines, mais bien d'un respect mutuel. C'est l'une des conditions essentielles à de possibles dialogues et à des entreprises communes. Pour cela, il conviendrait que des actions de sensibilisation et de formation, initiale et continue, sur les humanités numériques soient conçues à destination des archéologues et puissent être organisées pour leur faire découvrir l'étendue de ce domaine, encore insuffisamment connu de nombre d'archéologues. De façon réciproque, les archéologues auraient un intérêt à faire connaître davantage les particularités de leurs méthodes et de leurs arsenaux conceptuels et terminologiques. Les archéologues auraient alors tout intérêt à être invités (et à se faire connaître pour pouvoir l'être) par des représentants des autres disciplines engagées dans les humanités numériques afin d'étendre la diffusion de leurs savoirs et savoir-faire aux étudiants et professionnels de ces autres disciplines.

La table-ronde a aussi souligné que les croisements pluridisciplinaires et même transdisciplinaires qu'impliquent les humanités numériques pourraient s'appuyer sur des événements organisés en commun par les disciplines des humanités numériques. Un thème commun pourrait ainsi être abordé lors de conférences organisées de concert par plusieurs disciplines. Ainsi considérées, les humanités numériques gagneraient à concrétiser leur projet de devenir une « transcipline », ce qui est parfois encore souvent plus un vœu pieu qu'une réalité de pratiques.

L'un des points de discussion a concerné les compétences informatiques. L'article de Susan Schreibman, Ray Siemens et John Unsworth avait déjà pointé les faiblesses des archéologues dans ce domaine en 2004 :

« *Bien qu'il soit désormais acquis que tout projet archéologique implique l'utilisation d'ordinateurs, il n'est pas acquis que les directeurs de projet sachent bien les utiliser ou qu'ils aient les compétences nécessaires pour trouver des assistants qui les utilisent. Il n'est pas non plus acquis que les archéologues du futur seront capables d'utiliser les données numériques créées aujourd'hui sur le terrain. Malheureusement, ceux qui maîtrisent ces technologies doivent souvent être autodidactes, alors que ces technologies sont mieux apprises auprès d'experts qui comprennent les problèmes et les pièges susceptibles d'être rencontrés. Ce problème des utilisateurs non formés ou autodidactes de la technologie informatique n'est pas largement reconnu ou admis dans le domaine de l'archéologie en général, au moins en partie parce que les archéologues n'ont pas réalisé que tous les archéologues doivent au moins être capables d'extraire des données numériques des bases de données informatiques, des modèles CAO ou des ensembles de données SIG. L'absence de formation formelle représente un sérieux obstacle à la fois à l'application efficace de la technologie informatique et à la réutilisation des données numériques déjà recueillies sous forme informatique.* »[700]

Dans un article paru dans la version 2016 de l'ouvrage cité précédemment, Nick Montfort souligne l'intérêt à l'apprentissage du codage informatique pour les SHS et pas seulement pour l'archéologie :

« *L'utilisation de l'informatique à des fins de recherche n'est malheureusement pas encore largement reconnue comme importante dans les sciences humaines. La programmation dans les projets de sciences humaines numériques n'est souvent qu'une étape de finition. Je soutiens que la programmation n'est pas simplement un détail de mise en œuvre à fournir par une main-d'œuvre interchangeable, mais qu'elle est liée aux méthodes que les humanistes utilisent pour modéliser le monde. Dans tous les autres domaines qui utilisent le calcul de manière significative, y compris l'économie et la biologie, les chercheurs esquissent, explorent et encadrent fréquemment la nature de leurs investigations en écrivant des programmes. La compréhension de l'informatique et l'acquisition de compétences de base en*

[700] Susan Schreibman, Ray Siemens, and John Unsworth (Eds). *art. cit.*, 2004.

programmation permettent aux chercheurs de remettre en question, d'affiner, de bouleverser ou de développer davantage les représentations des données, les méthodes de calcul et les théories existantes »[701].

En France, la plupart des formations en archéologie n'offrent que très peu de volumes horaires à l'apprentissage des langages informatiques, alors qu'elles en accordent à l'utilisation de logiciels et d'applications[702]. Cet écart tient d'abord des choix des pouvoirs publics en charge des programmes de l'enseignement supérieur concernant l'archéologie. Il tient aussi des choix des enseignants lors de la préparation des maquettes des enseignements pour les diplômes, et des étudiants et étudiantes qui ont à effectuer des choix dans leurs parcours de formation. Il tient enfin des compétences nécessaires attendues des futurs professionnels de l'archéologie que l'Université a comme mission de former.

Avant l'arrivée dans l'enseignement supérieur, l'enseignement de l'informatique dans l'enseignement secondaire devrait tenir une place plus grande dans la préparation des futurs étudiants à leurs apprentissages numériques. Or, en France, cet enseignement est très insuffisant, en particulier celui du codage informatique. En 2013, un rapport de l'Académie des sciences avait déjà pointé cette lacune autant des contenus des enseignements que de la formation des enseignants eux-mêmes[703]. Dans l'Université française, l'insuffisance des enseignements en informatique pour les étudiants en archéologie a été pointée par François Djindjian dans plusieurs de ses articles dont l'un présenté lors du CAA en 2015[704]. Ce que voulait signifier surtout François Djindjian c'est l'insuffisance de la formation au codage informatique des étudiants en archéologie.

A titre d'exemple, l'université de Paris Panthéon-Sorbonne propose trois enseignements consacrés aux méthodes et techniques numériques dans le cadre du Master parcours *Ingénierie de l'Archéologie préventive et programmée* (finalité Professionnelle) : archéologie numérique, dessin et publication assistés par ordinateur, SIG et archéologie[705]. Mais à la lecture des contenus descriptifs, il apparaît clairement que le codage informatique n'est pas au cœur de ces enseignements. Il s'agit surtout de l'apprentissage des principes méthodologiques de base et de la maîtrise de logiciels de dessin assisté par ordinateur, de SIG et de 3D.

Prolonger les échanges entre les professionnels des humanités numériques et les archéologues en matière de formation semble nécessaire. Il s'agit d'abord de débattre non seulement de situer l'archéologie dans la sphère des humanités numériques mais aussi d'identifier les avantages et les inconvénients de cette relation disciplinaire. Il s'agit aussi d'identifier les besoins d'évolution des offres de formation et des contenus des enseignements des filières de formation des professionnels de l'archéologie aux humanités numériques. Les objectifs de ce dialogue seraient non pas uniquement d'étoffer les heures consacrées à l'apprentissage de dispositifs numériques, mais aussi de proposer aux

---

[701] Nick Montfort "*Exploratory Programming in Digital Humanities Pedagogy and Research*". In Susan Schreibman, Ray Siemens & John Unsworth (Eds.) *op. cit.* DOI : https://doi.org/10.1002/9781118680605.ch7

[702] « *L'enseignement de l'informatique en France. Il est urgent de ne plus attendre* », mai 2013, pages, (https://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/rads_0513.pdf)

[703] C'est le combat de plusieurs personnalités parmi lesquelles Gérard Berry, ancien directeur scientifique de l'Inria, membre de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies, professeur au Collège de France, titulaire de la Chaire *Informatique et sciences numériques* de 2012 à 2019 (http://www.college-de-france.fr/site/gerard-berry). Le 6 février 2019, son cours au collège de France portait sur « *L'éducation à l'informatique* » (https://www.college-de-france.fr/site/gerard-berry/course-2019-02-06-16h00.htm)

[704] François Djindjian. "3D Archaeology Learning at the Paris 1 Pantheon Sorbonne University ». Proceedings of the 43rd CAA 2015 *Keep the revolution going*, Sienne, 2015, pp.17-19

[705] https://formations.pantheonsorbonne.fr/fr/catalogue-des-formations/master-M/master-archeologie-sciences-pour-l-archeologie-KBUVKDM5/master-parcours-ingenierie-de-l-archeologie-preventive-et-programmee-finalite-professionnelle-KBUVM8HC/semestre-3-paris-1-KBUVM9S8/ue1-theorie-methodes-KBUVMA9X.html

étudiants de davantage réfléchir à leurs pratiques numériques naissantes, comme de mettre en débat les pratiques numériques de leurs aînés.

En matière de formation aux pratiques numériques en archéologie, prôner le *statu quo*, en déclarant que l'offre actuelle est adaptée aux besoins de préparation des étudiants aux métiers de la recherche ou à leur employabilité sur le « marché » de l'emploi de l'archéologie, serait une erreur.

La place croissante des compétences requises en provenance des sciences de la nature et de la Terre fait que l'enseignement de l'archéologie en France n'est plus la seule discipline académique à préparer à la formation des futurs professionnels de l'archéologie. Si elles n'évoluent pas, les formations académiques des archéologues risquent de créer une distance croissante entre le contenu de leurs enseignements et les pratiques professionnelles actuelles et futures des métiers auxquels se destinent la plupart des étudiants actuels en archéologie. Il ne s'agit pas d'en faire des informaticiens, ni des *data scientists*, mais de leur permettre de mieux maîtriser les usages des dispositifs numériques dans les futures pratiques de l'archéologie, les leurs et celles de leurs collègues.

Ces pratiques des futurs archéologues devront continuer à connaître les « goûts » de la science archéologique, que ce soit le « goût du terrain » comme expérience sensible indispensable pour accéder à une part de l'intelligibilité des savoirs archéologiques produits, le « goût du rapport de fouille » terminé, le « goût » de la publication qui vient consacrer des années de recherche ou encore le « goût » de la vie d'équipe sur un chantier de fouille, « le goût » des archives de fouille. Les émotions que suscitent ces moments et ces supports ne doivent pas se dissoudre dans le déploiement des pratiques numériques des professionnels de l'archéologie. Ils font partie de la vie des professionnels de l'archéologie. Ils participent de leur identité professionnelle commune, ce qui fait discipline, ce qui leur permet de bénéficier d'une reconnaissance réciproque pour avoir en commun des expériences sensibles.

En résumé de la troisième partie

Dans cette partie, j'ai présenté plusieurs des sources documentaires que j'ai mobilisées et interprétées. J'ai ensuite proposé de mettre en perspective les résultats que j'en ai tirés.

J'ai présenté les éléments de synthèse des réponses à l'enquête en ligne que j'ai conduite pendant un an sur les relations entre archéologie et numérique. Cette enquête ne donne que quelques tendances sur la perception par les répondants des domaines d'utilisation, des effets, bénéfiques mais aussi parfois plus critiquables, d'une croissance ininterrompue des pratiques numériques en archéologie, une croissance qui est perçue comme inéluctable par la très grande majorité des répondants.

Une synthèse de la centaine d'entretiens conduits pendant quatorze mois avec des professionnels de l'archéologie en France et un peu à l'étranger a été présentée. De ces entretiens, il ressort une grande diversité des itinéraires des personnes interrogées, autant que de leurs initiations aux dispositifs numériques. Les points de vue exprimés témoignent le plus souvent d'un certain enthousiasme pour les possibilités nouvelles offertes par ces dispositifs, notamment sur le terrain. Les gains de temps, les vitesses dans la réalisation de certaines tâches sont souvent mis en avant. Mais la nécessité d'usages raisonnés est aussi souvent évoquée. Ainsi, une forte demande en actions de formation, initiale et continue, à la maîtrise de l'utilisation de ces dispositifs est souvent exprimée. Les possibilités d'une appropriation sensée des dispositifs numériques en archéologie ne se limitent pas à la maîtrise technique des dispositifs. Si ces derniers sont souvent considérés comme positifs dans leurs effets, des points de vue plus critiques sont aussi exprimés sur certains risques ou certains types de dérives face à des pratiques qui font ou feraient l'économie totale d'une réflexivité et d'un regard distancié sur ces pratiques et leurs résultats, tant dans la production des nouveaux savoirs que dans le fonctionnement des collectifs de travail.

Nos observations de terrain et nombre d'entretiens avec des professionnels de l'archéologie, notamment les plus jeunes, moins habitués à l'usage de carnets personnels de terrain que leurs aînés, ont fait ressortit une évolution des pratiques dans ces domaines. Les risques liés à la transformation des pratiques de terrain par les dispositifs numériques et, de façon générale, des pratiques de la production des archives de fouille, ne sont pas nuls. Ils ne doivent pas être considérés comme marginaux au point qu'il serait inutile d'y prêter la moindre attention.

C'est pourquoi j'ai alerté sur certains risques du processus de numérisation systématique des archives de fouilles de l'archéologie, surtout pour les archives produites nativement et exclusivement sous une forme numérique dès le terrain. Si ce processus offre comme principal avantage de permettre de partager plus rapidement et de diffuser plus largement ces savoirs par leur numérisation, il comporte les conditions de la fragilisation de ces savoirs sous forme uniquement numérique, si les conditions de leur pérennité ne sont pas garanties.

J'ai donc souligné la nécessité, pour les auteurs de logiciels et d'applications d'enregistrement nativement numérique de données archéologiques, de s'engager dans des actions permettant d'assurer soit le maintien en fonctionnement de leurs outils, soit la transformation régulière des formats des fichiers issus de l'usage de ces dispositifs numériques.

CONCLUSION

Cette recherche a abouti à des réflexions et des réalisations très hétérogènes, autorisant à s'interroger sur la signification d'ensemble de ce travail et ce qu'il est possible d'en retenir. Nous l'avons annoncé au début de ce mémoire, nous tenons à le rappeler à la fin de celui-ci.

Nous avons cherché à démontrer l'intérêt d'une telle richesse d'approches, de sources, de méthodes, de témoignages, en ayant conscience de prendre le risque de générer parfois le sentiment d'une certaine confusion. Des réalisations concrètes et des réflexions théoriques, des témoignages d'acteurs et des développements informatiques, des fichiers de données et des préconisations n'ont cessé de se croiser. Cette hétérogénéité, fait écho à notre parcours académique et professionnel qui a souvent cherché à dépasser l'étroitesse des catégories disciplinaires et des assignations des fiches de postes.

Cet assemblage hétéroclite n'est pas seulement une caractéristique de notre recherche, il constitue la nature même du projet de notre thèse[706]. Réussir à assembler et à faire dialoguer des éléments de natures aussi diverses pour parvenir à un ensemble signifiant, telle était notre ambition. Celle-ci est directement inspirée de la conception de Bruno Latour des savoirs et des faits scientifiques comme produits d'une co-construction entre des actants de nature hétérogène.

A l'issue de notre recherche, notre certitude est qu'aucun de ses résultats n'est définitif, ni aucune de ses hypothèses n'est épuisée. Le caractère expérimental de certains de nos travaux invite à pouvoir en confronter les résultats à ceux de recherches comparables pour en éprouver la pertinence et en apprécier la portée. Certaines réflexions doivent être poursuivies, des hypothèses doivent être démontrées, des débats mériteraient d'être ouverts sur certains des thèmes abordés.

Nous avons tenté de démontrer que les pratiques numériques actuelles des professionnels de l'archéologie s'inscrivent dans une histoire, déjà longue, des méthodes et techniques de la discipline. Cette histoire fait ressortir le rôle majeur de la notation des observations de terrain comme une modalité centrale dans la production des archives de fouilles et comme première des modalités d'administration de la preuve.

Noter sur le terrain des observations et des découvertes archéologiques sur des cahiers de fouilles, des carnets personnels de terrain, des fiches d'enregistrement ou des applications numériques, participe de l'entreprise de production et de conservation des archives, considérées comme des traces, des indices du travail du chercheur et pas seulement des vestiges mobiliers qu'il parvient à mettre au jour et à identifier.

Pour l'archéologie, les archives produites par les archéologues revêtent trois dimensions : patrimoniale, culturelle, scientifique, réglementaire

La dimension patrimoniale repose sur le fait que ces archives sont en elles-mêmes des objets patrimoniaux, riches de savoirs et de savoir-faire, qu'il convient de conserver au même titre que les vestiges mobiliers et immobiliers mis au jour et étudiés par les archéologues. « *Il reste dans tout écrit, même électronique, quelque chose de la stèle monumentale par laquelle l'écrit fut d'abord diffusé. Le*

[706] Pour la conclusion générale de cette recherche, nous reprenons le nous de modestie, afin de pouvoir proposer une mise en perspective de l'ensemble de nos travaux et suggérer quelques perspectives.

document écrit, dans son artifice, est au cœur de notre notion de patrimoine, car il est toujours l'émanation d'une personne, physique ou morale, certes moins intégrée à notre personne que son génome, son image ou sa voix, mais plus personnel encore que le costume, l'architecture, l'objet d'art ou n'importe quel autre objet qui peut prétendre au titre de « patrimonial » »[707].

Les archives de l'archéologie revêtent aussi une dimension culturelle parce qu'elles porteuses de représentations collectives, mais aussi de la subjectivité de leurs auteurs. Les marques des émotions qu'il est possible d'y déceler, par une recherche micro-historique s'appuyant sur le paradigme indiciaire de Carlo Ginzburg, permettent d'en témoigner.

La dimension scientifique des archives de l'archéologie s'appuie sur l'expertise du ou des chercheurs. Cette expertise située oblige à replacer ces archives dans l'état de l'art de la discipline archéologique pour l'époque à laquelle elles sont produites. Elle conduit à se rapporter aux modalités d'administration de la preuve scientifique et d'évaluation par les pairs pour leur date de production.

Enfin, la dimension réglementaire révèle que les archives de l'archéologie répondent à des exigences normatives et doivent servir à l'administration de la preuve juridique, telle que définie par la puissance publique en charge de l'administration législative et réglementaire de l'archéologie.

Ces différentes dimensions font porter sur les archives de l'archéologie le poids d'enjeux de nature variée. Les différents supports et modalités de production et de conservation de ces archives doivent aider à répondre à ces exigences multiples. Dans les faits, elles y parviennent plus ou moins bien.

En guise d'exemple, les inventaires de la troisième section des rapports d'opération archéologique sont révélateurs de la multiplicité des objectifs assignés à ces documents, aux formes variées qu'ils peuvent prendre, aux diversités de leur mode de production et à celles des possibilités de leur réutilisation.

Considérées comme des objets d'étude, les archives de l'archéologie se prêtent aujourd'hui à des études documentaires et historiographiques d'un grand intérêt. Elles permettent de porter des regards renouvelés sur les sites concernés, sur les auteurs des archives, sur les méthodes de fouille et d'enregistrement mobilisées.

Depuis les années 1970, une reconfiguration des pratiques de l'enregistrement de terrain est en cours en raison de l'informatisation des méthodes et techniques de la discipline. Une évolution en profondeur des supports de la notation sur les terrains est engagée, de même qu'une mutation des contenus des archives nativement numériques. Modélisation des démarches, usages de carnets normalisés, production de tableaux d'inventaire et fichiers numériques normés, telles sont quelques-unes des manifestations de cette emprise grandissante de l'approche numérique des savoirs archéologiques.

Il est clairement établi que l'arrivée de l'informatique personnelle et des micro-ordinateurs à partir des années 1980, a été le facteur déclenchant de la transformation numérique de l'archéologie.

Mais cette transformation a combiné deux processus. A l'hypothèse d'une évolution par l'extérieur de l'archéologie, il convient d'ajouter l'hypothèse d'une évolution de l'intérieur de la discipline archéologique.

Si l'archéologie a adopté, en les adaptant, des éléments provenant des disciplines du calcul, comme les mathématiques, les statistiques, elle aussi mobilisé plusieurs méthodes des sciences de l'information et de la communication comme l'analyse logique des raisonnements, la modélisation des connaissances, la publication numérique sur le Web qui ont conduit l'archéologie à se transformer en profondeur. Cette transformation s'est amorcée de l'intérieur, sous l'influence de courants de pensée, de pratiques et des

[707] Michel Melot, « Qu'est-ce qu'un objet patrimonial ? », Bulletin des bibliothèques de France (BBF), 2004, n° 5, p. 5-10. En ligne : https://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-2004-05-0005-001.

itinéraires de quelques individus ou de groupes, qui se sont croisés et dont les travaux se sont mutuellement nourris.

Goldsmith et Laks font la même analyse lorsqu'ils identifient l'origine et les conditions de possibilité de l'apparition et du développement des usages de l'ordinateur dans les SHS en général au cours de seconde moitié du XXe siècle :

« *La seconde moitié du XXe siècle a vu se développer une conception synthétique nouvelle de l'esprit humain qui ne peut être nommée simplement. (…) Cette nouvelle conception est étroitement liée à la machine qui a changé nos vies, l'ordinateur. Cependant une telle correspondance entre conception nouvelle de l'esprit et ordinateur n'est pas commode à établir. Les ordinateurs, les vrais, sont apparus durant la Seconde Guerre mondiale. (…) Mais les ordinateurs n'ont pas constitué la source originelle des nouvelles conceptions de l'esprit humain dont nous parlons. S'il y eut une relation, elle fut inverse : un certain nombre de personnes se mirent à imaginer puis à développer des ordinateurs parce que de nouvelles approches de la logique mathématique et du calcul étaient déjà présentes. Technologie, philosophie, logique, mathématiques, tous ces champs furent corrélés de façon complexe pour créer des ordinateurs, et ceci est tout aussi vrai aujourd'hui qu'au début du XXe siècle* »[708].

La mise en œuvre de méthodes normalisées de fouille et d'enregistrement dans les années 1950 et 1960 a préparé l'émergence de pratiques harmonisées. Les divers « tournants » évoqués des années 1970 et 1980 ont constitué de nouveaux contextes dans lesquels se sont inscrites les transformations des méthodes, des techniques et des pratiques de l'archéologie. Ces changements se sont poursuivis au cours de la décennie 1990 avec le renforcement de la professionnalisation des métiers de la discipline qui a vu dans l'usage des méthodes et techniques numériques la possibilité de gains de temps dans le cadre de l'essor de l'archéologie préventive, où la pression temporelle est particulièrement vive.

Cette transformation s'est traduite par le fait que certains supports traditionnels de l'activité scientifique de terrain comme les cahiers de fouille et les carnets personnels, n'ont plus constitué le seul genre de support utilisé. Les archéologues ont commencé à doubler les supports traditionnels par l'usage de supports d'enregistrement nativement numérique dès le terrain, dont les premiers dispositifs sont apparus sur les chantiers à la fin des années 1980 et au début des années 1990. Mais rarement, les archéologues ont totalement substitué les dispositifs numériques aux supports traditionnels. Cette évolution s'est donc faite en selon un processus d'hybridation entre méthodes et techniques traditionnelles et numériques.

La transformation numérique de l'archéologie a d'abord eu lieu par une série d'initiatives isolées qui ont tenté de faire « école » en s'appuyant sur un dispositif comme dans le cas de l'application *SysLAT*.

Comme l'ont montré les expériences où des projets d'innovation dans les méthodes d'acquisition de données sur le terrain ont cherché à s'imposer par la contrainte, sans y associer les utilisateurs, les injonctions au numérique ont été synonymes d'échecs, créant frustrations et mécontentements. Ce fut le cas de la première expérimentation d'un enregistrement informatisé sur le site de Pincevent en 1997, qui s'est soldé par un échec. A l'inverse, la tentative suivante d'introduction d'un dispositif numérique, conduite en y associant étroitement les fouilleurs et répondant à des besoins clairement identifiés, a permis une évolution douce et consensuelle des méthodes et techniques de l'enregistrement de terrain mis en œuvre sur ce site. Cette méthode continue à être appliquée en 2022, toujours en y associant les utilisateurs.

Si dans la majorité des cas, les chercheurs ont été laissés libres d'adopter ces nouveaux dispositifs et ces nouvelles pratiques à leur rythme, depuis une dizaine d'années, cette situation tend à changer avec l'émergence de grands projets de transformation numérique des méthodes d'acquisition et de publication

[708] John Goldsmith et Bernard Laks. *op. cit.*, p. 31

des données de l'archéologie. Des investissements conséquents sont réalisés pour la mise en place d'infrastructures de recherche, nationales et européennes, des équipements numériques sont déployés, des plans massifs de formation sont engagés. Désormais, les archéologues doivent intégrer dans leur boîte à outils, déjà bien remplie, non seulement la connaissance de nouvelles méthodes et techniques mais aussi de nouveaux savoir-faire. Certains d'entre eux vont jusqu'à abandonner des pratiques traditionnelles comme la notation sur des carnets personnels de terrain, au profit de pratiques exclusivement numériques, censées leur permettre de gagner du temps et de l'efficacité.

Certains archéologues se lancent avec enthousiasme dans ces changements, d'autres sont plus prudents et veillent à des usages raisonnés, d'autres enfin s'en tiennent à distance. Ces mutations ne se sont pas déroulés de façon homogène pour tous les acteurs, ni selon le même rythme, ni selon les mêmes modalités, ni avec les mêmes trajectoires. Le manque de formations adaptées, l'absence d'accompagnement dans la transformation, la crainte d'apparaître incompétent sur le plan numérique expliquent les différences dans les modalités et les vitesses d'adoption des nouvelles pratiques.

De cette évolution, il convient de retenir ce qu'elle implique pour les archéologues, pour les organisations de l'archéologie auxquelles ils appartiennent ou encore pour les publics à destination desquels les nouveaux savoirs archéologiques sont diffusés.

Sur le plan de l'identité professionnelle, l'évolution des pratiques implique des reconfigurations des compétences requises, des parcours de formation initiale et continue, en intégrant de plus en plus des savoirs et savoir-faire des disciplines avec lesquelles l'archéologie dialogue, autour du traitement des données archéologiques numériques. L'archéologue n'est plus seul à produire ni à exploiter ces données. Il s'inspire de savoir-faire provenant d'autres champs disciplinaires selon des processus de braconnage. Les pratiques scientifiques et leurs normes de scientificité, les pratiques langagières, les profils des chercheurs, sont en plein mutation.

Du fait de toutes ces transformations, les pratiques numériques de l'archéologie doivent être considérées comme des pratiques sociales. Comme telles, elles méritent non seulement d'être observées, décrites, étudiées, mais aussi d'être accompagnées.

Le souci de faire cohabiter des pratiques hétérogènes, de champs disciplinaires variés, dont les méthodes et les savoirs ne sont pas toujours compatibles, oblige à porter une attention aux conditions dans lesquelles la transformation numérique de l'archéologie peut avoir lieu.

Les projets de transformation numérique de l'archéologie doivent donc faire l'objet de scénarios négociés, de délais suffisants, de moyens techniques adaptés, de mesures proportionnées de formation et d'accompagnement.

Au-delà de ces conditions de mise en œuvre, il est encore plus essentiel que les pratiques numériques permettent aux professionnels de l'archéologie de continuer à percevoir le sens de leur action. Cette nécessité doit se retrouver dans la perception de la cohérence interne de l'action, propre à chaque individu, et dans sa cohérence externe, qui s'inscrit dans les relations avec autrui.

L'expérience de relations numériques contraintes pendant la pandémie a montré très clairement que, dans la plupart des cas, les interrelations en présence physique des individus, sur le terrain, en laboratoire, au bureau ont profondément manqué au maintien de la cohérence externe de leur action, parce que la richesse des interactions n'a pas pu s'y exprimer autant dans les relations à distance, par écrans interposés, que lorsque les individus partagent physiquement une même spatialité pour leurs échanges.

Il ne s'agit pas d'opposer les différentes modalités de communications. Dans certains cas, les relations de proximité sont de meilleure qualité dans la richesse des interactions, dans l'attention portée à l'autre, dans la compréhension des échanges. Dans d'autres cas, les relations à distance permettent d'atteindre un niveau d'interaction satisfaisant. Dans ce domaine, les positions dogmatiques qui

alimentent le courant technocritique des technologies de l'information et de la communication, sont probablement à délaisser, au profit de positions plus argumentées mais aussi pragmatiques[709].

Pour les publics des nouveaux savoirs de l'archéologie, la question peut être posée de leur impact sur les changements de l'image des métiers de l'archéologie, dès lors que ces métiers font largement appel à des méthodes et techniques numériques. L'archéologue est-il perçu comme un chercheur d'une nouvelle espèce, ou reste-t-il associé aux images traditionnelles du chercheur, avec les clichés encore puissants de l'archéologue-aventurier, curieux avant tout du bel objet ? Des études d'impact et de réception des nouvelles images données de l'archéologue-expert du numérique seraient à conduire[710].

Nous avons tenté d'illustrer comment les pratiques numériques jouent sur le fonctionnement des groupes sociaux concernés, notamment sur le terrain. La transcription d'un des cahiers de fouille des Rivaux grâce à l'application ArchéoText, nous a permis de montrer l'expression des émotions tient une place importante non seulement dans les processus de découverte et de compréhension des sites archéologiques, comme aussi dans le fonctionnement des groupes sociaux sur le terrain ou en dehors de celui-ci. C'est l'une des dimensions anthropologiques de la construction des faits scientifiques de l'archéologie qui est ainsi révélée.

Nous avons montré que l'usage de dispositifs numériques soucieux d'interopérabilité et d'harmonisation des modalités de production des données, a souvent des conséquences sur leurs contenus, et tendent vers une homogénéisation des savoirs produits.

Nous avons évoqué la façon dont plusieurs dispositifs numériques utilisés en archéologie imposent une certaine conception de l'espace, mais ne permettent pas de rendre compte de la spatialité, c'est-à-dire l'expérience sensible de l'espace, que ce soit celui des chercheurs d'aujourd'hui ou celui de la vie des populations qu'étudient les professionnels de l'archéologie.

La transformation numérique des métiers et des pratiques de l'archéologie revêt une autre dimension, celle du rapport des sociétés actuelles à leur passé et de façon plus générale à la temporalité[711]. C'est ce sur quoi Bruno Bachimont conclut son ouvrage *Patrimoine et numérique : technique et politique de la mémoire*, déjà cité.

« *Cette transformation anthropologique de notre rapport au temps a des conséquences importantes et débouche sur des conséquences parfois délétères : en effet ce passé répété, cet avenir prévu, ce présent calculant entraînent de manière paradoxale une angoisse et une déréliction profondes : face à un avenir qui n'apporte plus rien en dehors de ce que l'on prévoit, face à un passé qui ne peut redonner que ce qu'il a déjà produit à travers ce que l'on en répète, le réel s'épuise dans une rationalité qui se connaît mal et ne connaît rien d'autre en dehors d'elle-même. N'attendant plus rien du passé ou de l'avenir, notre mentalité numérique s'étiole dans une calculabilité qui se veut totalisante. Mais cette transformation anthropologique n'est pas une fatalité, encore moins une conséquence nécessaire de nos techniques numériques. Une civilisation numérique, associée à une politique de la mémoire, reste certes*

[709] La littérature d'essais critiques sur les technologies numériques est pléthorique, que ce soit dans le domaine de l'économie du secteur des « techs », des effets sur la santé, de l'impact sur les relations sociales ou encore de celui sur l'environnement qui commence à être abordé comme nous l'avons fait nous-même dans ce mémoire.

[710] En 2015, l'Inrap a produit avec Docland Yard, GEDEON Programmes et Universcience intitulée « Les experts du Passé », une websérie sur l'archéologie de 30 épisodes de 7 minutes (https://www.inrap.fr/les-experts-du-passe-une-serie-diffusee-sur-universciencetv-tv5monde-et-images-9768). Cette série emprunte explicitement aux codes des séries télévisuelles d'experts de la police scientifique.

[711] Dans le chapitre qu'il consacré à « l'espace habité » dans *La mémoire, l'histoire, l'oubli*, Paul Ricoeur rappelle ce que le rapprochement entre spatialité et temporalité doit au philosophe Emmanuel Kant (1724-1804) dans l'*Esthétique transcendantale*, où il étudie les formes *a priori* de la sensibilité, à savoir l'espace et le temps. Cette œuvre constitue la première partie de *La Critique de la raison pure*.

à construire, mais constitue un possible qu'il faut configurer et inventer. Car le numérique possède, comme tous nos artefacts, deux visages, celui d'une puissance opératoire accrue pour réaliser les possibles qu'on envisageait sans lui, et celui d'un horizon nouveau, encore impensé, de possibles qu'il permet seul d'envisager et qui restent à élaborer. Si le numérique marque l'angoisse devant un temps de la technique qui se termine, il ouvre aussi l'anticipation de nouveaux problèmes et horizons qui s'inscrivent dans un sens à construire, construction qui relève de la culture et de la civilisation, dont une politique de la mémoire est un levier »[712].

La transformation numérique de l'archéologie comme discipline, de ses métiers, des compétences et des pratiques nouvelles de ses professionnels, ne doit donc pas être critiquée en soi. Seules ses modalités de transformation et ses conséquences insuffisamment contrôlées, pensées, organisées, accompagnées méritent une vigilance de tous les instants. Si une part des archéologues semble exercer cette vigilance, une autre part d'entre eux n'en a pas forcément une conscience aussi aiguë ou ne souhaite pas y réfléchir.

Certes, nous avons contesté le vocable de « révolution scientifique » pour caractériser la transformation numérique de l'archéologie. Il n'en reste pas moins que cette transformation est profonde, durable, irrévocable.

Les organisations professionnelles de l'archéologie doivent prendre leurs responsabilités dans l'accompagnement de la transformation numérique de l'archéologie, en n'omettant ni en ne sous-évaluant aucune de ses conséquences. Une attention particulière devra être portée non seulement aux conditions de possibilité des nouveaux savoirs archéologiques, mais aussi et surtout aux conditions de possibilité de leur archivage et de leur capacité à faire rejouer la mémoire des dispositifs et des pratiques numériques qui vont de plus en plus être à l'origine de ces nouveaux savoirs. Il en va de la mémoire de la discipline archéologique, du maintien de son intelligibilité, dans le futur. Cette invitation à prendre en compte l'ensemble des enjeux de la transformation numérique de l'archéologie est sous-tendue par l'ambition de voir la discipline s'engager dans la défense de ses missions éthiques et sociales.

Si les sites et les vestiges archéologiques ne doivent pas être considérés en eux-mêmes de façon désubjectivée, les archives de l'archéologie ne doivent pas être considérées comme neutres et objectives, pas plus sous leur forme numérique que sous leur forme analogique. Ces divers formes d'archives sont dépositaires d'une double mémoire : celle de ceux qui ont produit les vestiges du passé et celle de ceux qui les étudient aujourd'hui. Ces derniers ont le devoir de maintenir un libre accès aux archives de l'archéologie pour les générations futures et doivent veiller à en garantir la pérennité. A ce titre, les professionnels de l'archéologie, en tant qu'acteurs du travail collectif de l'histoire et de la mémoire des sociétés actuelles, doivent prendre pleinement conscience de leur responsabilité. En ce sens, l'archéologie doit chercher à « repolitiser » ses discours et ses pratiques de l'archive, dans le sens où le philosophe Jürgen Habermas (1929-) a proposé de « repolitiser les SHS »[713].

En 2021, le Conseil national du numérique[714] a publié une note sur le rôle et la place des outils numériques dans l'évolution des modes de production, de transmission, de partage des savoirs[715]. Cette

---

[712] Bruno Bachimont, *op. cit.*, p. 204-205

[713] Jürgen Habermas. *La Technique et la science comme « idéologie »*. Paris, Gallimard, 1990, 211 pages

[714] Le Conseil national du numérique est une commission consultative indépendante chargée de conduire une réflexion ouverte sur la relation des humains au numérique, prise dans toute sa complexité. Son collège interdisciplinaire est composé de 17 membres nommés pour deux ans par le Premier ministre (chercheurs, journalistes, avocats, dirigeants d'entreprise, entrepreneurs, décideurs) et de 4 parlementaires nommés par les présidents de l'Assemblée nationale et du Sénat. Le Conseil national du numérique est placé auprès du secrétaire d'État chargé de la transition numérique et des communications électroniques. Créé en 2011, ses missions ont été élargies par un décret du 8 décembre 2017 modifié par un décret du 13 février 2021.

[715] Conseil national du numérique. *Pour un numérique au service des savoirs. De l'informatisation à la capacitation.* https://cnnumerique.fr/nos-travaux/pour-un-numerique-au-service-des-savoirs

note souligne notamment la nécessité de « *s'interroger sur la manière dont le numérique transforme les pratiques d'enseignement et d'apprentissage, mais aussi la pratique des différentes disciplines académiques et de certains métiers* ». Cette note prône également, d'une façon assez militante au point d'apparaître presque comme un manifeste dans ce domaine, le développement d'une culture numérique sur le modèle du développement d'une culture technique telle qu'elle fut conçue et mise en œuvre en France entre 1975 et 1985[716].

« *Il semble nécessaire de « réconcilier » culture et technique, pour éviter que la révolution numérique ne transforme les citoyens en « utilisateurs ignorants », en consommateurs de services. Une culture du numérique semble d'autant plus importante que la simple utilisation ou consommation aveugle d'une technologie peut être un facteur d'incapacitation, dans la mesure où ces technologies peuvent parfois aller jusqu'à configurer nos usages, modeler nos comportements, et affecter en profondeur nos capacités motrices, sensorielles, cognitives, psychiques, intellectuelles (….), les techniques ne sont pas de simples instruments. Ainsi, si nous ne connaissons pas les techniques qui nous entourent, nous risquons de déléguer aux automatismes numériques nos différentes facultés, voire de devenir sans nous en rendre compte des morceaux ou des rouages de dispositifs techniques que nous sommes loin de maîtriser, et qui nous utilisent autant que nous les utilisons* ».

La note se termine en soulignant l'importance de l'histoire et de l'anthropologie des techniques comme dimension fondamentale de la culture numérique dont elle appelle au développement :

« *L'histoire d'une discipline ou d'une technologie peut éclairer sur sa signification, mais aussi les erreurs qui l'entourent, la façon dont les avancées scientifiques et techniques, la science, se constituent par tâtonnement. Pour donner aux enfants le désir d'innover, il faut leur montrer que leurs prédécesseurs n'ont pas tout construit individuellement. L'enseignement de l'histoire des erreurs, des balbutiements, des conflits entre personnes, est tout aussi important que celui de l'histoire des découvertes : il faut se donner le droit d'être innovant parce que les prédécesseurs ont balbutié et, en conséquence, accorder à l'élève un droit à l'erreur. L'enjeu est de permettre aux générations futures de se réapproprier l'histoire des techniques pour comprendre la manière dont elles fonctionnent et non seulement ce à quoi elles servent. Il s'agit ainsi de saisir les enjeux anthropologiques et sociaux des mutations contemporaines, pour pouvoir concevoir des dispositifs différents et véritablement innovants* ».

Pour les prochaines années, l'un des enjeux essentiels, pour les communautés des professionnels de l'archéologie, sera probablement de veiller à développer une capacité non seulement à apprendre mais aussi à pratiquer les dispositifs numériques qui leur seront utiles pour produire leurs savoirs. Si une partie de ces communautés s'y prépare et y est déjà formée, une autre partie s'y résout de façon plus ou moins volontaire. Restent celles et ceux qui ne parviennent pas, pour diverses raisons, à changer leurs pratiques en intégrant l'usage de ces méthodes et techniques nouvelles et les compétences nouvelles qu'elles requièrent.

Comme pour tout dispositif technique, l'usage de dispositifs innovants ne peut donner lieu à des « *actes traditionnels efficaces* », expression empruntée à Marcel Mauss, qu'à la condition que cet usage s'inscrive dans une continuité avec les pratiques traditionnelles préexistantes. Dans son article de 1936 sur *Les techniques du corps,* Marcel Mauss a écrit qu'« *Il n'y a pas de technique et pas de transmission, s'il n'y a pas de tradition* ». Autrement dit, la transmission de leurs techniques entre les membres des groupes sociaux doit s'appuyer sur le triptyque tradition, efficacité et incorporation. Cette nécessite oblige à souligner que les dispositifs numériques actuels des archéologues ne doivent pas être les vecteurs de discours ni de pratiques disruptives. Les nouveaux dispositifs doivent s'inscrire dans une

[716] Jacques Perriault. « « Culture technique ». Éléments pour l'histoire d'une décennie singulière 1975-1985 ». Dans *Les cahiers de médiologie* 1998/2 (N° 6), pages 197 à 21. https://www.cairn.info/revue-les-cahiers-de-mediologie-1998-2-page-197.htm

continuité, une « tradition » disciplinaire. Ils doivent faire l'objet de transmissions de leurs usages, dans le respect des savoirs et des savoir-faire préexistants. Ils doivent aussi proposer aux acteurs d'adhérer aux projets de changements de leurs pratiques en leur permettant d'adopter celles-ci à leur rythme, en les adaptant selon des modalités propres à chacun. Ce n'est qu'à ces conditions que ces changements de méthodes et de techniques permettront aux professionnels de l'archéologie de conserver une intelligibilité à leurs pratiques scientifiques. Pour que ces nouveaux savoir-faire numériques puissent maintenir un sens à l'action des chercheurs, il convient de leur permettre de développer des communautés de pratiques. Mais surtout les chercheurs doivent pouvoir exprimer individuellement une liberté intellectuelle et une imagination, dans la façon d'incorporer psychiquement et physiquement les changements qu'impliquent les pratiques numériques et ainsi prévenir les effets délétères de transformations par trop injonctives. Il en va du maintien d'une dimension éthique et humaniste dans l'exercice des nouvelles pratiques scientifiques de l'archéologie et des disciplines connexes.

TABLE DES FIGURES

Figure 1: Photographie du chantier des Rivaux (source : rapport de fouille des Rivaux 1980) 22

Figure 2 : Photographie extraite de l'article du journal *La Montagne* montrant l'équipe des « fouilleurs professionnels » 23

Figure 3 : Papiers de Jean-François Champollion le jeune – Grammaire égyptienne (source : BnF, département des Manuscrits) 38

Figure 4 : Extrait des carnets de fouille de Georges Legrain (source : Musée du Louvre) 38

Figure 5 : Heinrich Schliemann faisant des relevés sur les ruines de Troie (source : BnF) 39

Figure 6 : Carrés de fouilles à Maiden Castle, Sir Mortimer Wheeler Excavations, 1937 (source : Society of Antiquaries, England Archives) 41

Figure 7 : Repérage d'un objet par coordonnées ponctuelles (source : G. Laplace 1971) 43

Figure 8 : Quadrillage de référence ou quadrillage primaire d'un gisement sous grotte (Grotte du Poeymail) (source : G. Laplace 1971) 45

Figure 9 : Fouille stratigraphique par unités de fouilles (Grotte Gatzarria) (source : G. Laplace 1971) 46

Figure 10 : Modélisation des différentes étapes et archives de fouille produites sur un site archéologique jusqu'à la production du rapport de fouille (source : E. Harris 1989) 54

Figure 11 : Les étapes de construction du diagramme de Harris : remplissage de la fiche à gauche, résultat de la matrice à droite (source : E. Harris 1989) 56

Figure 12 : Exemple de fiche pour un enregistrement normalisé de l'information d'une série d'unités stratigraphiques (source : E. Harris 1989) 57

Figure 13 : Schéma des étapes et des diverses archives de fouille produites par une fouille archéologique préhistorique (source : A. Leroi-Gourhan 1950) 60

Figure 14 : Première page de la liste typologique des outils sur éclats établie par François Bordes 61

Figure 15 : Exemple de fiche d'enregistrement normalisée du mobilier archéologique 62

Figure 16 : L'évolution des interfaces de la page d'accueil des différentes versions de SysLAT entre les années 1980 et les années 2020 (source : site SysLAT) 81

Figure 17 : Extrait du documentaire présentant SysLAT sur le site de Lattara (source : CNRS Audiovisuel 1999) 82

Figure 18 : Interface de saisie des données graphiques et descriptives du dispositif Arkeoplan (source : K. Gruel et O. Buchsenschutz 1994) 83

Figure 19 : Ensemble des équipements constituant le dispositif Arkeoplan (source : CNRS Audiovisuel 1992) 84

Figure 20 : Tableau d'une série d'unités stratigraphiques et de leurs relations à gauche ; diagramme stratigraphique à droite (source : H. Galinié 2013) 85

Figure 21 : Formalisation d'un système d'information archéologique dans les années 1980 (source : F. Djindjian 1993) 88

Figure 22 : Photographie du site de Pincevent, montrant l'usage d'un micro-ordinateur en 1997 (source : P. Soulier 2021) 94
Figure 23 : Cycle de vie des données de l'archéologie (adapté de UK Data Archive) 106
Figure 24 : Les principes FAIR(source : site Web Paris Time Machine) 107
Figure 25 : Les piliers de l'informatique (source : G. Berry 2019) 108
Figure 26 : Les difficultés de communication entre logiciels et bases de données 109
Figure 27 : Interface de recherche de la plateforme GéoBretagne (source : GéoBretagne) 110
Figure 28 : Interface cartographique (source : GéoBretagne) 110
Figure 29 : Zoom et sélection d'une opération d'archéologie préventive (diagnostic) réalisée en 2019 par l'Inrap sur la commune de Saint-Malo (source : GéoBretagne) 111
Figure 30 : Rapport d'opération disponible au format .PDF à l'affichage et au téléchargement 111
Figure 31 : Affichage dans le logiciel QGis du WMS des opérations archéologiques de Bretagne ... 112
Figure 32 : Affichage dans le logiciel QGis de la couche des ouvertures de Caviar 113
Figure 33 : Affichage de l'interface de l'application Iliad (source : Inrap) 113
Figure 34 : Le modèle CIDOC CRM et ses principales extensions (source : site Web du CIDOC CRM) 114
Figure 35 : Classes et propriétés principales d'une opération archéologique (source : C. Tufféry 2018) 116
Figure 36 : Classes et propriétés principales d'une stratigraphie archéologique (source : C. Tufféry 2018) 116
Figure 37 : Classes spécifiques pour décrire les relations de chronologie relative entre unités stratigraphiques (source : C. Bekiari 2014) 117
Figure 38 : Description d'une fouille archéologie utilisant des classes et propriétés de l'extension Crmsci (source : C. Bekiari 2014) 117
Figure 39 : Exemple de données de la base de données ArSOL sur le site de Rigny publiées sur OpenArchaeo (source : UMR CITERES et MASA) 119
Figure 40 : Exemple de données sur le site de Rigny, publiées sur le site de la base de données ArSOL (source : UMR CITERES) 120
Figure 41 : Jeu de cartes du CIDOC CRM réalisé pour l'archéologie préventive et utilisé pour la formation d'agents de l'Inrap (source : A. Guillem et G. Bruseker) 121
Figure 42 : Page d'accueil du portail Ariadne (source : site Ariadne) 122
Figure 43 : Page du site internet d'Ariadne permettant de choisir parmi les diverses modalités de consultation des données et ressources documentaires (source : site Ariadne) 123
Figure 44 : Exemple de résultat d'une recherche sur la plateforme Ardiane à partir des notices signalétiques des rapport d'opération de l'Inrap (source : site Ariadne) 123
Figure 45 : Exemple de notice signalétique de rapport d'opération de l'Inrap (source : site Ariadne)124
Figure 46 : Les principaux modèles de tablettes utilisés à l'Inrap entre 2009 et 2022 127
Figure 47 : Enregistrement sur tablette PC durcie. Opération de Noyon (Canal Seine Nord Europe) (source : M. de Muylder, Inrap) 128
Figure 48 : Architecture générale de l'application EDArc 133
Figure 49 : Chronologie indicative des principales applications d'enregistrement de terrain 138

Figure 50 : Equipements informatiques dans un bâtiment dédié du chantier de La Robine (source : C. Tufféry, Inrap) 142
Figure 51 : Utilisation de iSysLight2 sur tablettes sous Android (source : C. Tufféry, Inrap) 143
Figure 52 : Exemples d'écran de l'application iSysLight2 (source : site internet de SysLAT) 143
Figure 53 : Les divers supports pour la saisie des données de collecte de terrain ou d'inventaire de lithothèques (source : GDR SILEX)..... 147
Figure 54 : Architecture générale des dispositifs numériques des PCR Réseau de lithothèques et du GDR SILEX (source : GDR SILEX) 148
Figure 55 : Application cartographique (source : GDR SILEX)..... 148
Figure 56 : Affichage dans le logiciel QGis du flux WFS des données sur les gîtes de collecte d'échantillons de matériaux à silicites (source : GDR SILEX)..... 149
Figure 57 : Session de formation à la caractérisation des formations à silicites sur le terrain avec utilisation de l'application sur smartphone (source : GDR SILEX)..... 149
Figure 58 : Affichage à une échelle plus grande que le 1/50 000 ne permettant pas d'afficher précisément le lieu de collecte d'échantillons (source : GDR SILEX) 150
Figure 59 : Photo du 6 mai 1964 : vue d'un théodolite au milieu de l'équipe de fouilles sur le site de Pincevent (source : Centre archéologique de Pincevent) 152
Figure 60 : Levé topographique avec un tachéomètre manuel LeicaTS06 (source : C. Tufféry, Inrap) 153
Figure 61 : À gauche, calcul et dessin automatisé ; à droite plan de fouille issu de l'interprétation des données. Sauchy-Lestrée, (Pas-de-Calais), 2012 (source : P. Lefèvre, Inrap) 154
Figure 62 : Tachéomètre robotisé GEOMAX Zoom 90 et sa tablette Panasonic (source : GEOMAX) 154
Figure 63 : Vues des tachéomètres, de l'ordinateur et de l'application EDM sur le chantier de la grotte de Bouyssonie, campagne de 2021 (source : V. Delvigne)..... 155
Figure 64 : Levé topographique au GPS différentiel. Bord (Nord), 2013 (source : D. Gaillard, Inrap) 156
Figure 65 : Affichage sur une tablette des données acquises par un géoradar (source : G. Hulin, Inrap) 159
Figure 66 : Carte de susceptibilité magnétique sur la villa gallo-romaine de Noyon (Oise) (source : G. Hulin, Inrap) 160
Figure 67 : Carte de conductivité électrique sur le site de Thourotte (source : G. Hulin, Inrap) 161
Figure 68 : Traitement des données électriques avec AGT (source : F.-X. Simon, Inrap) 162
Figure 69 : Vue de l'utilisation d'un drone par une équipe de fouille de l'Inrap (source : M. Muratet, Inrap) 164
Figure 70 : Vue aérienne du four de tuilier (source : P. Raymond, Inrap)..... 165
Figure 71 : Orthoimage d'un pan de la courtine romaine (source : S. Augry, Inrap)..... 165
Figure 72 : Ortho-image des vestiges de la tour Saint-Michel (source : S. Augry, Inrap) 166
Figure 73 : Modèle 3D du sondage réalisé au droit de la chapelle axiale de la Cathédrale Saint-Julien lors du diagnostic de 2016 (source : S. Augry, Inrap). 166
Figure 74 : Modèle 3D du sondage de diagnostic affiché dans le visualiseur 3D HOP (source : S. Augry, Inrap). 167

Figure 75 : Vue d'un modèle 3D à La Réunion à partir des données de relevés par Lidar (source : site Internet de la DRAC de la Réunion) 168
Figure 76 : Orthophotographie du Mont-Beuvray à partir des des données de Lidar (source : site Internet de l'EPCC de Bibracte) 169
Figure 77 : Schéma de transmission des données entre responsables d'opération et SRA/CCE/DRASSM (source : Ministère de la Culture) 171
Figure 78 : Une modélisation générique possible des principaux objets et de leurs relations pour l'enregistrement de données archéologiques (source : B. Desachy 2008) 174
Figure 79 : Modèle physique de données de l'application Stratibase (source : B. Desachy 2008) 175
Figure 80 : Diversité des échelles géographiques d'étude des sites archéologiques (source : D. L . Clarke 1977) 178
Figure 81 : Deux types de modélisation pour deux types de systèmes d'information en archéologie (source : B. Desachy 2008) 179
Figure 82 : Modélisation possible des relations entre UO, UD et Ugéo (source : C. Tufféry, Inrap) . 180
Figure 83 : Schéma conceptuel simplifié de données (source : M. Cunault, Inrap) 183
Figure 84 : Schéma conceptuel de données simplifié (source : M. Cunault, Inrap) 184
Figure 85 : Répartition des âges des personnes interrogées de l'Inrap 203
Figure 86 : Répartition des âges des personnes interrogées en dehors de l'Inrap 203
Figure 87 : Pyramide des pages des effectifs permanents de l'Inrap à fin décembre 2021 (source : rapport d'activité 2021) 204
Figure 88 : Répartition par métiers des personnes interrogées de l'Inrap 205
Figure 89 : Répartition par métiers des personnes interrogées en dehors de l'Inrap 205
Figure 90 : Archéologue utilisant une tablette sur un diagnostic de l'Inrap (source : Hervé Jaudon, Inrap) 214
Figure 91 : Archéologue utilisant un ordinateur portable pour un apprentissage numérique sur une opération de fouille de l'Inrap (source : Inrap) 215
Figure 92 : Processus de révolution scientifique (d'après Thomas S. Kuhn, 1972) 227
Figure 93 : Copie d'écran du logiciel Tropes et du thesaurus EMOTAIX appliqué au résultat de la transcription du cahier de fouilles 237
Figure 94 : Résultat de la recherche sur la classe sémantique des émotions négatives 238
Figure 95 : Résultat des notions de doute identifiées dans le texte du cahier de fouilles des Rivaux . 238
Figure 96 : Résultat des relations entre plusieurs des noms de personnes dans le texte du cahier de fouilles des Rivaux 239
Figure 97 : Synthèse des résultats de la recherche exportés sous forme de tableaux et de graphiques dans le fichier au format .xlsx 239
Figure 98 : Couvertures de plusieurs des carnets de Jean-Pierre 241
Figure 99 : Pages d'un des carnets de Jean-Pierre concernant le site des Rivaux en 1983 243
Figure 100 : Emulation d'un Apple IIe sur un PC sous Windows et affichage de données d'un fichier de l'application RIVALO 247
Figure 101 : Exemple de dépôt d'une archivage numérique de l'Inrap sur le site du Conservatoire National des Données 3D 248

TABLE DES MATIERES

DROIT D'AUTEUR ET DONNEES A CARACTERE PERSONNEL 5

REMERCIEMENTS 7

RESUMES ET MOTS-CLES 11

AVANT-PROPOS 14

INTRODUCTION 25

1ERE PARTIE : REPLACER L'INFORMATISATION DE L'ENREGISTREMENT DE TERRAIN DANS L'HISTOIRE DES METHODES EN ARCHEOLOGIE 36

A. Quelques éléments de l'histoire des méthodes en archéologie avant leur informatisation 37

B. La méthode d'enregistrement d'Edward Harris : sa contribution aux transformations numériques de l'enregistrement de terrain 53

C. Le tournant numérique de l'archéologie 63

D. Les « générations » : une approche possible pour analyser des parcours de vie et des œuvres .. 68

C.1. La « génération » des défricheurs 69
C.1.1. Jean-Claude Gardin 69
C.1.2. Mario Borillo 72
C.1.3. François Bordes 73
C.1.4. Georges Laplace et Michel Livache 73
C.1.5. Les défricheurs, la naissance de l'internet et de l'informatique personnelle libertaire 74
C.2. La « génération » des pionniers 76
C.2.1. Jean-Paul Demoule 77
C.2.2. Michel Py 80
C.2.3. Olivier Buchsenschutz et Katherine Gruel 82
C.2.4. Henri Galinié 84
C.2.5. François Djindjian 86
C.2.6. René Ginouvès et Anne-Marie Guimier-Sorbets 89
C.2.7. Pascal Darcque 90
C.2.8. Claudine Karlin 93
C.2.9. Quelques autres noms 95
C.3. La « génération » des passeurs 95
C.3.1. François Giligny 96
C.3.2. Geneviève Pinçon 97
C.3.3. Bruno Desachy 98
C.3.4. Laïle Nehmé 100
C.4. Quelques commentaires sur les « générations » identifiées 101

2EME PARTIE : QUELS DISPOSITIFS NUMERIQUES POUR L'ENREGISTREMENT DE TERRAIN AUJOURD'HUI ? 104

A. Les dispositifs numériques existants : de leur grande diversité à leur nécessaire convergence 105

B. Les principes, les difficultés et les enjeux de l'interopérabilité pour l'archéologie..... 107
B.1. Qu'est-ce que l'interopérabilité ? 108
B.2. Un exemple concret d'interopérabilité pour le partage de données et de documentations archéologiques 110
B.3. Le CIDOC CRM et son utilisation pour les données archéologiques de terrain 114
B.4. Les travaux du Consortium MASA sur le CIDOC CRM 118
B.5. Les projets européens *Ariadne* et *Ariadne +* : vers une infrastructure européenne de données et de publications sur l'archéologie 122

C. Les équipements d'enregistrement nativement numérique de données archéologiques sur le terrain 124
C.1. Des dispositifs et des usages relativement isolés entre les années 1980 et 2010..... 124
C.2. Une multiplication des dispositifs depuis les années 2010 en lien avec le déploiement de tablettes et de smartphones 125
C.3. Les applications développées et utilisées à l'Afan et à l'Inrap : une grande diversité mais des réutilisations très limitées 128
C.4. Quelques applications développées en dehors de l'Inrap 134
C.5. Mise en série chronologie des applications d'enregistrement de terrain 138
C.6. Et à l'étranger ? 140
C.7. Quels retours d'expériences des utilisateurs ?..... 141
C.7.1. Le cas de l'opération d'archéologie préventive des berges du canal de la Robine à Narbonne 142
C.7.2. L'exemple des dispositifs développés pour les travaux des PCR « Réseau de lithothèques » et du GDR SILEX..... 145

D. L'acquisition des données topographiques : une informatisation ancienne et continue..... 151

E. Les méthodes et techniques de l'exploration géophysique : des usages en forte croissance..... 158

F. L'usage de dispositifs embarqués sur des aéronefs : des pratiques en plein essor..... 163

G. Le projet du Ministère de la Culture pour faciliter les échanges informatisés de données archéologiques..... 170

H. La modélisation des données archéologiques de terrain 172
H.1. Rappels des principes généraux de la modélisation de l'information..... 172
H.2. La modélisation de l'information archéologique de terrain 173
H.3. Quelques réflexions sur les relations entre archéologie et algorithmie 176

I. Les SIG pour l'enregistrement des données de fouilles : en quoi la géomatique change les pratiques ? 177
I.1. Quelques principes de base de la modélisation de l'information géographique..... 177
I.2. Les effets du numérique sur la spatialité et l'expérience du terrain 181
I.3. Les SIG à l'échelle inter-sites 183
I.4. Les SIG à l'échelle intra-sites 184
I.5. La prise en compte de la 3ème dimension dans des SIG en archéologie..... 185

J. Notes sur l'impact environnemental des pratiques numériques en archéologie..... 186

3EME PARTIE : DES PRATIQUES, DES ACTEURS, DES HUMANITES 193

A. Ce qu'apprend une enquête en ligne sur l'archéologie et le numérique 195

B. L'apport d'entretiens qualitatifs avec des professionnels de l'archéologie 198
B.1. Des entretiens, pour quoi faire ? 198
B.2. Des entretiens guidés par une trame commune 199
B.3. Quelques précisions méthodologiques 200
B.4. Synthèse chiffrée des personnes interrogées 202
B.5. Principes de sélection des personnes interrogées 204
B.6. Proposition de synthèse des entretiens 205

C. Ce que suggèrent mes observations de terrain sur les relations entre les dispositifs numériques et leurs utilisateurs 210
C.1. Quelles relations entre les dispositifs numériques et leurs utilisateurs ? 210
C.2. L'incorporation des dispositifs numériques sur le terrain 213
C.3. Quelle organisation du travail autour des dispositifs numériques ? 214

D. Essai de mise en perspective de mes observations et réflexions 216
D.1. Une hybridation des pratiques numériques des archéologues : entre bricolage et braconnage 216
D.2. Quelques risques liés aux pratiques numériques 218
D.3. La contribution des pratiques numériques à la gouvernance par les nombres et à « la numérisation du monde » 221
D.4. Les effets des pratiques numériques sur le processus de « l'accélération » 223

E. La « révolution numérique » de l'archéologie : des ruptures annoncées mais des continuités observées 225
E.1. Qu'est-ce qu'une « révolution » ? 225
E.2. Une « transformation technique » peut-elle entraîner une « révolution scientifique » ? 226
E.3. De quoi la révolution numérique est-elle le nom ? 228
E.4. Les « révolutions techniques » de l'archéologie 230
E.5. L'archéologie est-elle vraiment entrée dans une « révolution numérique » ? 231

F. Une histoire émotionnelle des savoirs archéologiques avec les humanités numériques est-elle possible ? 232
F.1. Sciences et émotions 232
F.2. Archéologie et émotions 234
F.3. La recherche des émotions dans l'analyse d'archives de fouilles : le cas des cahiers de fouilles des Rivaux 236
F.4. L'expression des émotions dans les carnets de terrain personnels d'archéologues 240

G. La question de l'archivage des savoirs et savoir-faire archéologiques numériques 245
G.1. « Le goût de l'archive à l'ère numérique » 245
G.2. La nécessité d'un archivage pérenne des données et des dispositifs numériques de l'archéologie 246

H. Archéologie et humanités numériques : le chemin parcouru et le chemin à parcourir 249
H.1. Les humanités numériques : les étapes d'une histoire récente 249
H.2. Humanités numériques et archéologie : un constat et des pistes de réflexions 253

CONCLUSION 260

TABLE DES FIGURES 269

TABLE DES MATIERES 274

CY CERGY PARIS UNIVERSITE

Thèse de doctorat

pour l'obtention du titre de

DOCTEUR EN PATRIMOINE. ETUDES PATRIMONIALES

délivré par

CY Cergy Paris Université

École doctorale n°628

Arts, Humanités et Sciences sociales

et réalisée dans le cadre de l'EUR Humanités, Création, Patrimoine

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme d'investissements d'avenir intégré à France 2030, portant la référence ANR-17-EURE-0021

à

Christophe TUFFERY

Ce que le numérique fait à l'archéologie et aux archéologues

Contribution historiographique et épistémologique à l'étude des évolutions d'une discipline et de ses pratiques en France depuis les années 1970

Volume 2

Sous la direction de : Julien Longhi, Professeur, CY Cergy Paris Université

Thèse soutenue publiquement le 12 Décembre 2022

Jury **Bruno Bachimont**, Professeur des Universités, Université de Technologie de Compiègne Rapporteur
Dominique Garcia, Professeur des Universités, Université d'Aix-Marseille
Julien Longhi, Professeur des Universités, CY Cergy Paris Université, Directeur
Geneviève Pinçon, Conservatrice du Patrimoine, Ministère de la Culture
Haris Procopiou, Professeur des Universités, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Rapporteuse
Boris Valentin, Professeur des Universités, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Codirecteur

1ERE PARTIE :
L'APPLICATION ARCHEOTEXT : DES METHODES ET DES TECHNIQUES DES HUMANITES NUMERIQUES POUR REVELER LA DIMENSION ANTHROPOLOGIQUE D'ARCHIVES DE FOUILLE

Le premier volume de ce mémoire a évoqué les principes, les étapes et les effets de l'émergence et de la diffusion de dispositifs numériques dans l'acquisition, le traitement, le partage et la publication de savoirs archéologiques, en particulier pour l'acquisition de ces savoirs sur le terrain.

Certaines des pratiques scientifiques ont été affectées par cette transformation numérique en particulier celles de la notation, qui ont fait place peu à peu à des descriptions normalisées.

Comme le premier volume l'a évoqué, les années 1970 et 1980 ont été essentielles dans l'émergence et la diffusion des méthodes et techniques numériques.

Afin d'illustrer concrètement les traces de cette transformation, j'ai eu l'idée de développer un outil capable d'illustrer à partir d'un exemple comment ce processus s'est mis en place au cours de ces deux décennies. C'est l'objet de l'application ArcheoText présentée dans ce second volume.

En utilisant une partie des archives du chantier archéologique des Rivaux sur lequel j'ai moi-même fouillé pendant plusieurs campagnes dans les années 1980, j'ai retranscrit les contenus d'un cahier de avec l'application ArcheoText. J'ai cherché à montrer comment il est possible de retrouver et de révéler des indices de l'épaisseur, de la chair des pratiques traditionnelles de terrain dans ce type de documentation et les traces qu'elle en conserve.

Cette dimension anthropologique des archives de fouille tend à disparaître avec l'usage de dispositifs numériques qui ne prévoient plus d'enregistrer exactement les mêmes contenus que les supports non-numériques de notation de terrain. La dimension subjective des archives traditionnelles, la place des individus, de leurs émotions et de leurs affects sont largement invisibilisées par l'usage de dispositifs numériques comme ceux présentés dans le premier volume et tels que la plupart d'entre eux sont conçus et développés actuellement.

A travers le cas des archives numériques des Rivaux, j'ai voulu aussi montrer concrètement les problèmes que pose le manque d'un archivage pérenne d'applications informatiques et de données numériques si les conditions de la réutilisabilité de celles-ci ne sont pas prises en compte dès leur origine. Un exemple de ce problème est illustré avec les données de l'application RIVALO qui fut développée pour les Rivaux en 1985-1986 et dont j'ai pu récupérer non sans difficulté les données sur le mobilier archéologique enregistrées à l'époque.

Enfin, il faut considérer l'application ArcheoText et les usages qui en sont présentés dans ce second volume comme un sous-ensemble du projet global de ma recherche, qui vise à illustrer concrètement certaines de nos hypothèses concernant les effets du changement de régime de production des archives de fouille à l'ère numérique pour l'archéologie et pour les professionnels de la discipline[1].

.

[1] Christophe Tufféry. « La production des archives archéologiques sur le terrain à l'ère numérique : hybridation des pratiques et des dispositifs ». In Frédéric Clavert et Caroline Muller (dir.). *Le goût de l'archive à l'ère numérique* (https://gout-numerique.net/table-of-contents/collecter-et-mettre-en-donnees/la-production-des-archives-archeologiques-sur-le-terrain-a-lere-numerique-hybridation-des-pratiques-et-des-dispositifs)

A. A l'origine d'ArcheoText : des projets et des échanges

Né de rencontres et d'échanges que j'ai eus avec plusieurs personnes[2], le projet de l'application ArcheoText n'a rien de particulièrement innovant. Il s'inspire directement de programmes de recherche et d'initiatives préexistantes concernant sur l'étude d'archives de fouilles archéologiques, anciennes ou récentes, dont certaines ont fait l'objet d'une transcription numérique. Parmi ces projets, on peut mentionner :

- Le projet européen AREA (*Archives of European Archaeology*), auquel l'Inrap a participé à partir de 1998 et qui avait comme objectif principal « *d'alerter et de sensibiliser les institutions qui en ont la charge patrimoniale [pour que] ces archives soient conservées, protégées, inventoriées, numérisées et plus généralement rendues consultables et accessibles à la communauté des chercheurs, archéologues, historiens et gestionnaires du patrimoine* »[3],
- les ateliers réflexifs de l'UMR TRACES (Université de Toulouse-CNRS) sur le thème « Statut et usages des archives de l'archéologie », sous la responsabilité de Noël COYE et Sandra PERE-NOGUES, qui se sont déroulés entre octobre 2015 et avril 2018[4],
- les travaux du Musée d'Archéologie Nationale sur les archives de fouille du musée[5],
- le colloque « *Quand l'archéologie construit ses archives* » qui s'est déroulé les 9 et 10 Novembre 2017 au Musée d'Archéologie nationale à St-Germaine-en-Laye et aux Archives nationales à Pierrefitte-sur-Seine[6],
- le site internet consacré aux travaux de la Commission de Topographie des Gaules[7],
- les travaux du Labex *Les passés dans le présent*, notamment l'étude des archives d'André Leroi-Gourhan sur le site d'Arcy-sur-Cure (1946-1963) qui ont consisté à « *revisiter le chantier-école sur cette fouille pour en proposer un essai de (paléo-)ethnologie d'histoire des techniques et des pratiques de la préhistoire contemporaine* »[8,9],
- le projet *Bibracte, Bulliot et moi* [10], réalisé par le Centre archéologique européen de Bibracte concernant les carnets de terrain de Gabriel Bulliot, qui ont fait l'objet d'une transcription numérique dans le cadre d'ateliers de science participative[11],
- le projet de transcription des cahiers de Raymond Mauny (1912-1994), conservés à la Bibliothèque de recherches africaines Il s'agit de « *cahiers manuscrits, enrichis de photos, de cartes et de croquis, réalisés entre 1942 et 1962 par R. Mauny alors qu'il dirige la section « archéologie et préhistoire » de l'Institut français d'Afrique noire2 (IFAN) à Dakar (…) Dans ces documents le chercheur rend compte de ses diverses missions de terrain. Il y note, au jour le*

[2] Je reprends ici l'emploi de la première personne du singulier pour me situer comme chercheur impliqué dans son objet de recherche et qui adopte une posture de réflexivité sur son propre passé et ses propres souvenirs comme fouilleur.

[3] Alain Schnapp, Nathan Schlanger, Sonia Lévin et Noël Coye, « Archives de l'archéologie européenne (Area) », *Les nouvelles de l'archéologie* [En ligne], 110 | 2007, mis en ligne le 05 mai 2011, consulté le 01 octobre 2022. URL : http://journals.openedition.org/nda/170 ; DOI : https://doi.org/10.4000/nda.170

[4] https://traces.univ-tlse2.fr/accueil/equipes-et-ateliers/atelier-reflexif-statut-et-usages-des-archives-de-larcheologie

[5] https://archeologie.culture.gouv.fr/france/fr/a-propos/sources-archeologie

[6] http://passes-present.eu/fr/quand-larcheologie-construit-ses-archives-43085

[7] http://passes-present.eu/fr/commission-de-topographie-des-gaules-1858-1879-371

[8] http://passes-present.eu/fr/archives-de-fouilles-arcy-sur-cure-2arc-38805

[9] Alfonso Ramírez Galicia. « Revisiter le chantier-école de fouilles d'Arcy-sur-Cure (Yonne), 1946-1963 : essai (paléo-)ethnologique d'histoire des techniques et des pratiques de la préhistoire contemporaine ». In Bulletin de la Société préhistorique française, Année 2019, 116-2, pp. 215-254

[10] Projet de transcription collaborative des carnets de terrain numérisés de Gabriel Bulliot, rédigés lors des fouilles de Bulliot sur le site du Mont-Beuvray dans le dernier quart du XIXe siècle (http://bbm.hypotheses.org)

[11] http://archeorient.hypotheses.org/13123

jour, les nombreuses prospections et fouilles qu'il effectua sur les principaux sites archéologiques d'Afrique de l'Ouest (...). Ces cahiers lui fournirent ainsi la matière de ses très nombreux articles et, plus tard, de sa thèse d'Etat »[12],

- le projet de transcription du fonds des archives du Père Camille de La Croix qui comprennent des milliers de lettres, de notes manuscrites, de photographies et de schémas, des dizaines de carnets, de plans, plusieurs agendas[13].

Une synthèse d'une partie de ces projets est proposée dans un article paru en 2021[14].

Il convient aussi de mentionner la publication de plusieurs archives de fouilles qui ont fait l'objet de l'ouvrage *Les archives de fouilles : mode d'emploi*[15], sous la direction de Sandra Zanella.

A côté de ces initiatives, prennent place les travaux du Consortium Mémoires des Archéologues et des Sites Archéologiques (MASA), labellisé par la Très Grande Infrastructure de Recherche Huma-Num et qui « *a pour objectif la diffusion et la mise en œuvre des principes FAIR dans la communauté archéologique* »[16].

ArcheoText s'inspire aussi de projets et dispositifs de transcription d'archives autres que celles de l'archéologie parmi lesquels :

- la plateforme TRANSCRIRE[17],
- le projet RECITALS concernant la transcription numérique collaborative d'une collection de plus de 60 registres couvrant la période de 1717 à 1794, conservée à la BnF, et représentant environ 27.000 pages. Ce projet a été conduit dans le cadre d'une convention entre l'Université de Nantes et la BnF[18] ;
- le projet de transcription des carnets d'Antoine d'Abbadie dont les carnets sont conservés à la BnF[19].

ArcheoText est née en 2020 d'échanges avec Claudia Marinica, enseignante-chercheuse à Polytech Nantes, école d'ingénieurs de l'Université de Nantes, et deux de ses étudiants, Maxime Rioult et Yulin Xie, tous deux étudiants en 3ème année du cycle ingénieurs de Polytech, à l'occasion de leur stage de trois mois réalisé entre décembre 2020 et mars 2021.

Initialement conçue comme une application prototypale pour la transcription de carnets de fouilles d'un chantier sur lequel j'ai été fouilleur moi-même pendant plusieurs campagnes au cours des années 1980, ArcheoText est devenue une application opérationnelle au fur et à mesure du travail de thèse, mais dans une configuration et avec une solution technique différentes de celles envisagées à l'origine du projet en 2020.

---

[12] https://mauny.hypotheses.org/

[13] https://fondspdlc.edel.univ-poitiers.fr/

[14] Christophe Tufféry, « Traces archéologiques et archives de fouille. Des recherches pluridisciplinaires sur les opportunités et les contraintes des pratiques en contexte numérique » Revue Intelligibilité du Numérique, n°2|2021, Traces, données et preuves en contexte numérique : quelles acceptions interdisciplinaires ? http://intelligibilite-numerique.numerev.com/numeros/n-2-2021/2618-traces-archeologiques-et-archives-de-fouille-des-recherches-pluridisciplinaires-sur-les-opportunites-et-les-contraintes-des-pratiques-en-contexte-numerique (disponible aussi sur https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03582755)

[15] Sandra Zanella, (dir.) et al. *Les archives de fouilles : modes d'emploi*. Nouvelle édition. Paris, Collège de France, 2017. DOI : https://doi.org/10.4000/books.cdf.4859.

[16] https://masa.hypotheses.org/outils

[17] https://transcrire.huma-num.fr/

[18] https://recital.univ-nantes.fr/#/

[19] https://transcrire.huma-num.fr/scripto/13/item

Au cours du travail de stage des deux étudiants, une des premières étapes a été d'inventorier plusieurs solutions techniques disponibles et d'en proposer un comparatif. Les plateformes suivantes ont ainsi été étudiées :

- *Transcrire*
- *eScriptorium*
- *Transkribus*
- *Pybossa*
- *Scribe*

A l'issue de l'inventaire comparatif de ces solutions, celle qui fut retenue fut Scribe[20]. Cette solution *opensource* a été utilisée notamment pour le projet de plateforme RECITALS[21].

Le développement d'un premier prototype fut entrepris entre décembre 2020 et février 2021 et les premiers tests furent très encourageants.

L'application fut conçue sur la base des trois étapes essentielles du travail de transcription collaborative :

- préparation des documents à transcrire qui consistait à numériser et à nettoyer les documents pour ensuite en faire la transcription
- délimitation et transcription : il s'agissait de traiter séparément les divers contenus des archives numérisées en distinguant entre textes manuscrits, figures et autres contenus
- vérification et validation : il s'agissait de permettre que toute transcription soit validée selon des règles préétablies : soit trois contributeurs sont d'accord sur une même transcription soit, en cas de divergence, deux contributeurs sur trois sont d'accord sur une même transcription.

A l'issue du travail des stagiaires, il est apparu clairement que ces premières étapes avaient été franchies en un temps record et se présentaient comme très prometteuses pour la suite. Des tests et des corrections devaient avoir lieu pour consolider l'application, la déboguer et la mettre en production sur un serveur pour permettre de lancer une première campagne de transcription collaborative. Mais ces étapes suivantes n'eurent jamais lieu pour différentes raisons : aucun serveur disponible à l'université de Nantes sur lequel installer une application devant fonctionner en mode production et ouverte à tous, départ des étudiants en stage, lesquels sont devenus totalement indisponibles pour la suite du travail. La mise en production de l'application était prévue à l'été 2021. Elle n'eut jamais lieu.

Les fichiers de paramétrage réalisés par les étudiants se trouvent dans les archives numériques des serveurs de l'Université de Nantes. Après plusieurs tentatives pour les récupérer, nous avons dû renoncer à pouvoir y accéder.

Face à cette impasse, j'ai décidé de développer une solution alternative tout en conservant le nom ArcheoText. Ce choix s'est à la fois imposé en raison de l'échec dans la mise en œuvre de la première solution technique envisagée et parce que nous disposions des compétences pour développer assez rapidement une autre version dans un environnement technique radicalement différent du premier. Par ailleurs, je ne disposais d'aucun budget pour faire appel à un prestataire pour le travail de développement informatique. Mais si j'ai décidé de la mise en œuvre de cette solution, j'avais parfaitement conscience d'emblée de ses limites et surtout qu'elle ne permettrait pas de proposer une transcription collaborative d'archives de fouille comme je l'avions souhaité initialement.

---

[20] Solution *opensource* développée par NYPL Labs et Zooniverse, avec une aide du *National Endowment for the Humanities*

[21] https://recital.univ-nantes.fr/#/

B. Les archives de fouille du site archéologique des Rivaux (Haute-Loire)

Un autre élément majeur du contexte dans lequel fut conçue et développée l'application ArcheoText est ma propre expérience comme archéologue depuis la fin des années 1970.

Comme j'ai déjà eu l'occasion de l'indiquer, parmi mes expériences comme jeune fouilleur, se trouve ma participation comme fouilleur bénévole sur le chantier néolithique des Rivaux à Espaly Saint-Marcel, un faubourg à l'ouest du Puy-en-Velay, en Haute-Loire. Ce site a été fouillé pendant près de 20 ans sous la responsabilité de Jean-Pierre Daugas, conservateur général du patrimoine [22]. Pour ma part, j'ai participé à huit campagnes de fouilles sur ce chantier, chaque été entre 1980 et 1988[23].

Même si j'ai pu consulter une grande partie des archives de fouille versées au CCE des Martes-de-Veyre, je me suis concentré sur l'étude des contenus des deux cahiers de fouille tenus pendant une partie de la vingtaine d'années qu'a duré ce chantier[24,25].

L'application ArcheoText que j'ai développée pour la transcription numérique de l'un des deux cahiers de fouille de ce chantier, visait à disposer sous forme numérique des textes et de la description des graphiques présents dans ces archives.

Il pourra m'être opposé que ma participation à cette fouille comportait le risque de fausser l'objectivation nécessaire à toute recherche de nature historiographique ou portant sur des fonds d'archives. Je pense au contraire que cette position m'a permis de mieux déchiffrer certains des contenus du cahier de fouille transcrits et, de façon plus générale, une partie des autres archives de ce chantier, en mobilisant ma mémoire pour les années où j'ai participé aux campagnes de fouille.

---

[22] Jean-Pierre Daugas (1946-2011) fut inspecteur général honoraire de l'architecture et du patrimoine (Chloë Daugas, Pierre Pétrequin, Jean-Paul Raynal, Luc Tixier. « Jean-Pierre Daugas (1946-2011) ». In Bulletin de la Société préhistorique française, Année 2012, 109-2, pp. 382-390. Formé par Jacques-Pierre Millotte aux côtés de Pierre Pétrequin, Jean-Pierre Daugas devint l'assistant de Henri Delporte lorsque celui-ci fut Directeur des Antiquités Préhistoriques pour l'Auvergne et le Limousin en 1965. Il fit une bonne partie de sa carrière de chercheur et de personnel administratif en région Auvergne, en franchissant les échelons jusqu'à devenir adjoint du Directeur des Antiquités Préhistoriques Luc Tixier jusqu'en 1989. Il devint lui-même Conservateur Régional de l'Archéologie en région Pays-de-la-Loire (1989-1994) puis en région Rhône-Alpes (1994-2000). Promu Conservateur général du patrimoine en 1992, il rejoint en 2000 l'Inspection générale de l'architecture et du patrimoine jusqu'à sa retraite en 2006. Reconnu au sein de la communauté française pour son engagement autant dans la recherche que dans la professionnalisation des métiers de l'archéologie, il fut Président de la Conférence des Conservateurs Régionaux de l'Archéologie, membre du Conseil Supérieur de la Recherche Archéologique et participa à la création des actuelles Commissions Territoriales de la Recherche Archéologique. Il eut aussi une intense activité de recherche à l'étranger en particulier au Maroc depuis la fin des années 1970.

[23] J'ai connu Jean-Pierre en 1980 à l'occasion d'une fouille de sauvetage dans le centre de Clermont-Ferrand. De ce moment est née une profonde amitié, alimentée entre autres par de nombreuses campagnes de fouilles partagées sur le chantier des Rivaux. Cette amitié n'a jamais été mise à mal, malgré les éloignements que nous ont imposés nos vies personnelles et professionnelles respectives. Mon parcours professionnel et ce travail de thèse doivent beaucoup à mes apprentissages à ses côtés pendant toutes ces années. Pendant les campagnes de fouilles et entre celles-ci, j'ai participé à de nombreux échanges avec Jean-Pierre et d'autres chercheurs sur les observations et découvertes réalisées sur ce site, sur l'enregistrement des données de terrain et leur exploitation, ou encore sur les résultats obtenus en post-fouille et leurs divers modes de restitution.

[24] J'ai déjà utilisé ces cahiers de fouille pour mon mémoire de master soutenu à l'EHESS en octobre 2020 sous la direction de Clémentine Gutron : *Visibilité et invisibilité des savoirs et savoir-faire en archéologie. Le cas des carnets de terrain et des journaux de fouille*. Mémoire de master Mention Savoirs en sociétés, Parcours Histoire des Sciences, des Techniques, des Savoirs, 155 pages

[25] Ces cahiers de fouille ne sont pas dans les archives de fouille des Rivaux qui se trouvent au CCE. Elles font partie des archives restées au domicile de Chloé, l'épouse de Jean-Pierre Daugas après le décès de ce dernier en 2011. Je tiens à remercier très vivement Chloé Daugas de m'avoir autorisé à utiliser ces documents pour les besoins de ce travail de thèse, pour m'avoir permis de consulter d'autres archives et fourni son témoignage.

Comme l'a écrit le philosophe Paul Ricoeur, l'objectivité dans une recherche historique est en fait une subjectivité adaptée à cette recherche :

« *Nous attendons de l'histoire une certaine objectivité qui lui convient (…). L'objectivité ici doit être prise en compte en son sens étymologique strict : est objectif ce que la pensée méthodique a élaboré, mis en ordre, compris et ce qu'elle peut ainsi faire comprendre (…) Nous attendons de l'historien une certaine qualité de subjectivité, non pas une subjectivité quelconque, mais une subjectivité qui soit précisément appropriée à l'objectivité qui convient à l'histoire. Il s'agit donc d'une subjectivité impliquée, impliquée par l'objectivité attendue* »[26].

Le site archéologique des Rivaux est connu depuis le XIXe siècle pour des vestiges de faune quaternaire et humains avec des vestiges lithiques datés du Paléolithique. Il a fait l'objet de plusieurs publications, mais pas de monographie[27].

A la fin des années 1960, le site des Rivaux fit l'objet de prospections de surface, notamment par René Liabeuf. Puis, une fouille de sauvetage fut prescrite entre 1970 et 1974 (aucune fouille ni sauvetage n'eut lieu en 1975). Constatant que ce site était menacé du fait de l'effondrement de sa zone sud qui se trouvait en surplomb du cours de la rivière de la Borne, Henri Delporte[28], intervint auprès de la Direction des Antiquités Préhistoriques d'Auvergne, dans un courrier en date du 19 octobre 1973, présent dans les archives du site déposées au CCE. Dans cette lettre, Henri Delporte demanda au Directeur de l'époque des mesures de protection du site. Cette intervention se traduisit par la prescription d'une fouille programmée à partir de 1976 et qui fut renouvelée tous les ans jusqu'en 1990.

Les archives de fouille consultables au CCE sont très volumineuses : 12 cartons et des dizaines de plans dont les formats sont compris entre le A3 et le A0.

La documentation de fouille est constituée de nombreuses fiches d'enregistrement de terrain, aux formats très divers, des plans, des photographies, noir et blanc pour la plupart, des courriers, des notes, des minutes de terrain, des dessins mis au net, etc. (fig. 1)[29].

---

[26] Paul Ricoeur. *Histoire et vérité.* Paris, le Seuil, 1955, 362 pages

[27] Les deux articles principaux sur le site des Rivaux sont assez anciens mais ils présentent l'historique des découvertes et l'essentiel du site néolithique tel qu'il était connu dans la seconde moitié des années 1970.

Jean-Pierre Daugas et Jean-Paul Raynal. « Deux gisements quaternaires en Velay : l'abri Laborde (Solignac-sur-Loire) et le gisement de plein air des Rivaux (Espaly-Saint-Marcel). Campagnes de fouilles 1976 et 1977 ». In: Comptes rendus d'activités annuelles. Association régionale pour le développement des recherches de paléontologie et de préhistoire et des Amis du Muséum, tome 15, 1977. pp. 35-43.DOI : https://doi.org/10.3406/mhnly.1977.1196 et www.persee.fr/doc/mhnly_0399-1725_1977_num_15_1_1196

J.-P. Daugas, M.-A. Courty, R. Liabeuf, J.-P. Raynal, J. Vital. "Etudes quaternaires en Velay. I : Les éléments chasséens du Locus 4 du site des Rivaux, Espaly (Haute-Loire) ». In: Comptes rendus d'activités annuelles. Association régionale pour le développement des recherches de paléontologie et de préhistoire et des Amis du Muséum, tome 17, 1979. pp. 53-57. DOI : https://doi.org/10.3406/mhnly.1979.1230 et www.persee.fr/doc/mhnly_0399-1725_1979_num_17_1_1230

[28] Henri Delporte (1920-2002) fut conservateur au Musée d'Archéologie National de Saint-Germain-en-Laye à partir de 1966. Il en fut le directeur entre 1984 et 1985. Il fut aussi Directeur des Antiquités Préhistoriques d'Auvergne en 1965. Entre 1964 et 1984, il conduisit des fouilles sur le site du Blot à Cerzat (Haute-Loire), assisté de Jean-Pierre Daugas et de Jacques Virmont. C'est là que j'ai eu l'occasion de le rencontrer personnellement au début des années 1980.

[29] Je tiens à remercier Christophe Gilabert, Conservateur du Patrimoine au Service régional de l'archéologie de Clermont-Ferrand, de m'avoir facilité la consultation de ces archives.

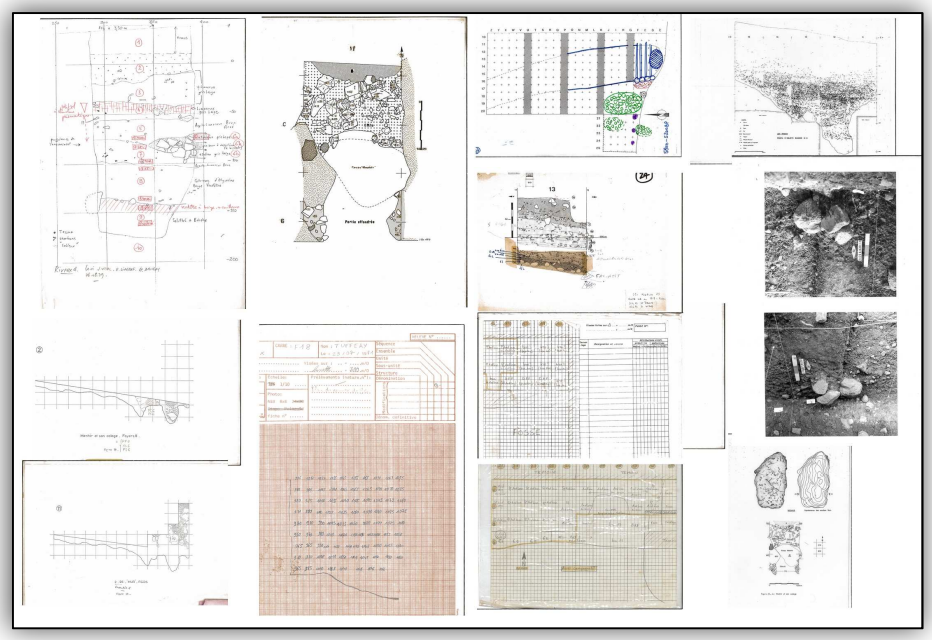


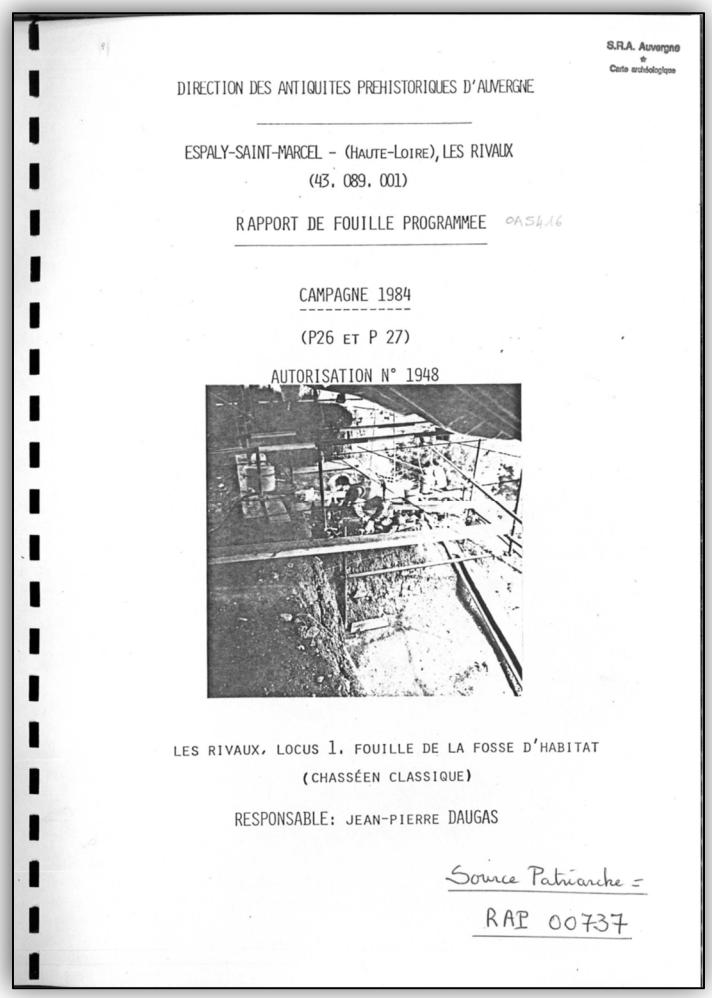
Figure 1 : Exemples d'archives de fouille des Rivaux déposées au CCE des Martres-de-Veyre

Les rapports de fouille sont consultables soit au CCE soit à l'antenne auvergnate de la DRAC Auvergne-Rhône-Alpes, à l'Hôtel de Chazerat à Clermont-Ferrand.

Les rapports de fouille présentent des formes et des contenus divers selon les campagnes. Ne dépassant pas la dizaine de pages jusqu'en 1979, ils deviennent progressivement plus étoffés à partir de 1980. Sur les vingt années de fouille, quatre rapports de fouille n'ont pas pu être retrouvés. Tous ceux qui sont disponibles ont été numérisés[30].

La lecture de ces rapports permet de prendre connaissance des résultats des fouilles, de retrouver les étapes d'avancement, de voir des photos d'ambiance, de l'installation des toits successifs qui ont protégé la fouille, dont plusieurs ont été emportés par des tempêtes, de voir des détails de certaines des structures archéologiques. Ces archives permettent de retracer comment les observations et les relevés effectués sur le terrain sur les supports comme les cahiers de fouille, les fiches d'enregistrement du mobilier, les plans, les photos, ont été interprétés et transcrits de façon synthétique (fig. 2).

[30] Je remercie Christophe Gilabert d'avoir procédé à cette numérisation et de m'en avoir fait parvenir les fichiers.



S.R.A. Auvergne
Carte archéologique

DIRECTION DES ANTIQUITES PREHISTORIQUES D'AUVERGNE

ESPALY-SAINT-MARCEL - (HAUTE-LOIRE), LES RIVAUX
(43. 089. 001)

RAPPORT DE FOUILLE PROGRAMMEE OA5416

CAMPAGNE 1984

(P26 ET P 27)

AUTORISATION N° 1948

LES RIVAUX, LOCUS 1, FOUILLE DE LA FOSSE D'HABITAT
(CHASSÉEN CLASSIQUE)

RESPONSABLE: JEAN-PIERRE DAUGAS

Source Patriarche =
RAP 00737

Figure 2 : Page de garde de l'un des rapports de fouille des Rivaux (campagne 1984)

Les cahiers de fouille utilisés pour leur transcription à l'aide d'ArcheoText sont deux cahiers d'écoliers au format A4, à pages blanches ou à petits carreaux. Ces cahiers comptent respectivement 155 pages pour l'un et 70 pages pour l'autre.

Les pages de couverture sont légèrement cartonnées et de couleur beige-orange (fig. 3) pour l'un et bleu clair pour l'autre (fig. 4).

Le premier a été utilisé entre 1972 et 1982 et le second entre 1980 et 1990 comme cela est indiqué au feutre sur les pages de couverture.

Le cahier sur lequel j'ai concentré mon travail est le premier celui de la période 1972-1982.

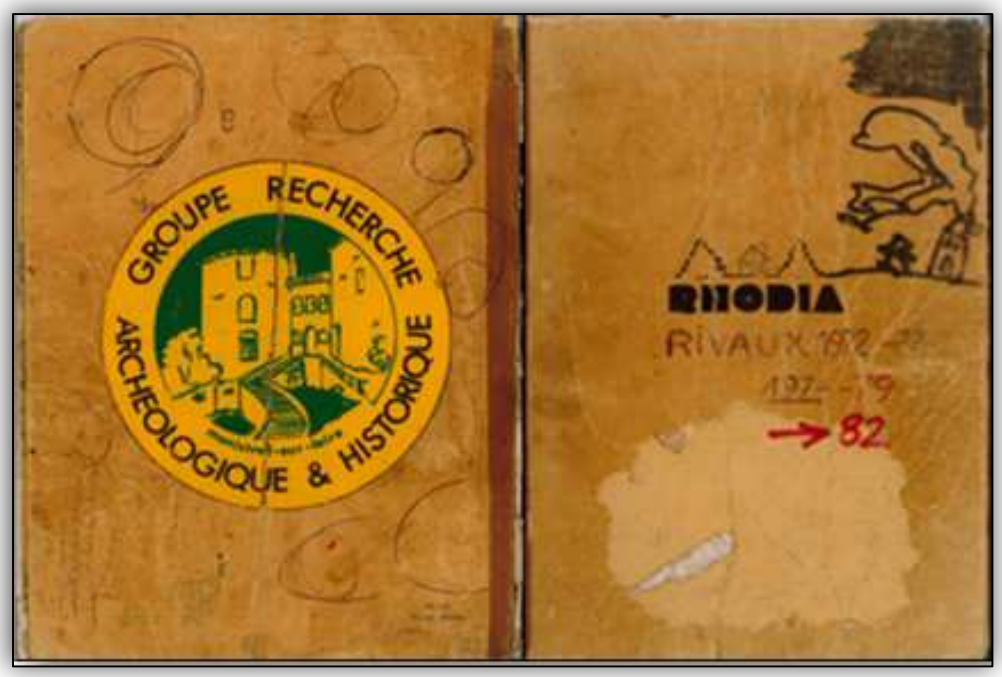


Figure 3 : Page de couverture recto et verso du premier des cahiers de fouilles des Rivaux (1972-1982)

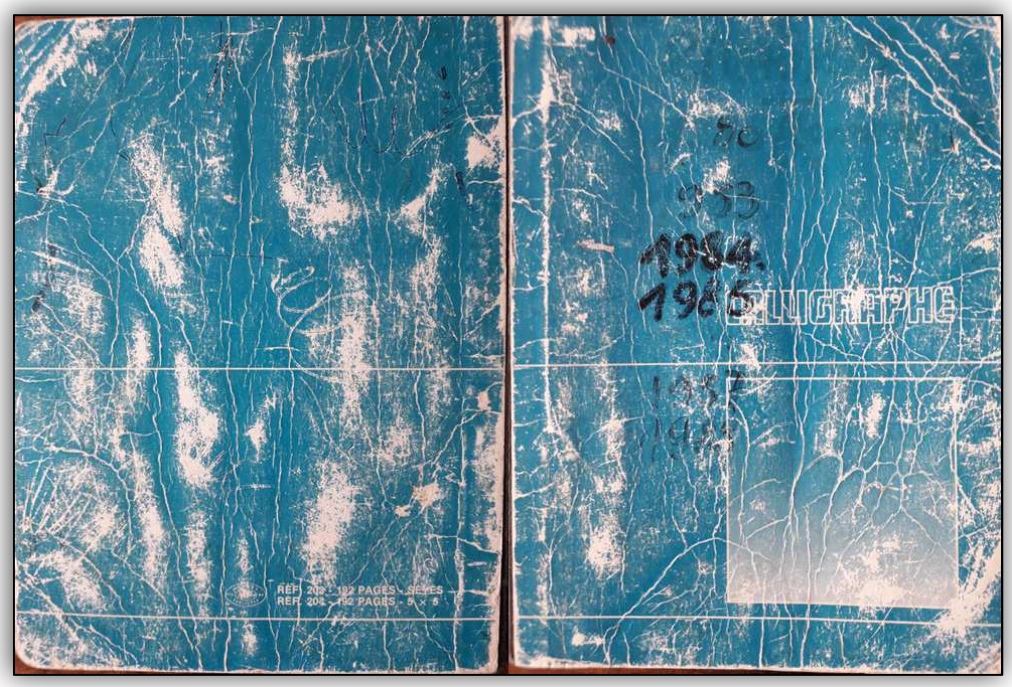


Figure 4 : Page de couverture recto et verso du second des cahiers de fouilles des Rivaux (1982-1990)

A part les deux cahiers de fouilles, des fiches standardisées d'enregistrement de terrain ont été largement utilisées pendant toutes les campagnes depuis 1970 jusqu'en 1990. Elles ont utilisé des modèles très différents (fig. 5).

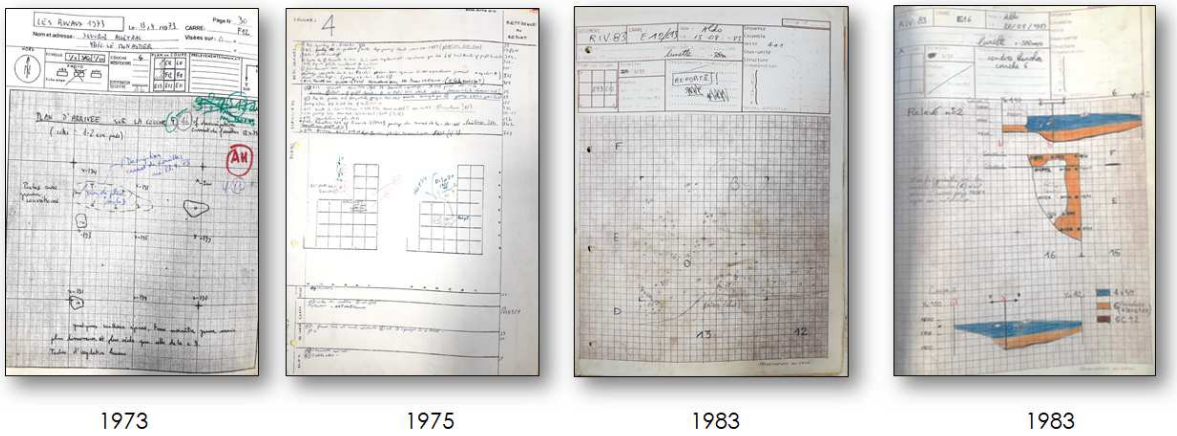


Figure 5 : Divers modèles de fiches d'enregistrement de terrain utilisées aux Rivaux

Selon les modèles, les fiches d'enregistrement ont comporté des espaces de dessin pour le dessin des vestiges mobiliers, pour réaliser des croquis et des plans des structures archéologiques mis au jour. Des témoignages que j'ai recueillis à son propos et de sa notice biographique, il ressort que Jean-Pierre Daugas, a été formé à l'université de Besançon à partir de 1964 par Jacques-Pierre Millotte avec lequel il commença une thèse [31]. C'est probablement lors de ces années de formation, largement partagées avec Pierre Pétrequin, qu'il a découvert l'usage des fiches normalisées d'enregistrement de terrain, dans des formats proches de ceux présentés dans le premier volume de ce mémoire. Jean-Pierre Daugas semble avoir utilisé ou produit lui-même plusieurs modèles de ce type de fiche. Parmi les modèles de fiches utilisés aux Rivaux se trouvent des fiches pour l'enregistrement des mobiliers archéologiques mis au jour par carré de fouille (fig. 6).

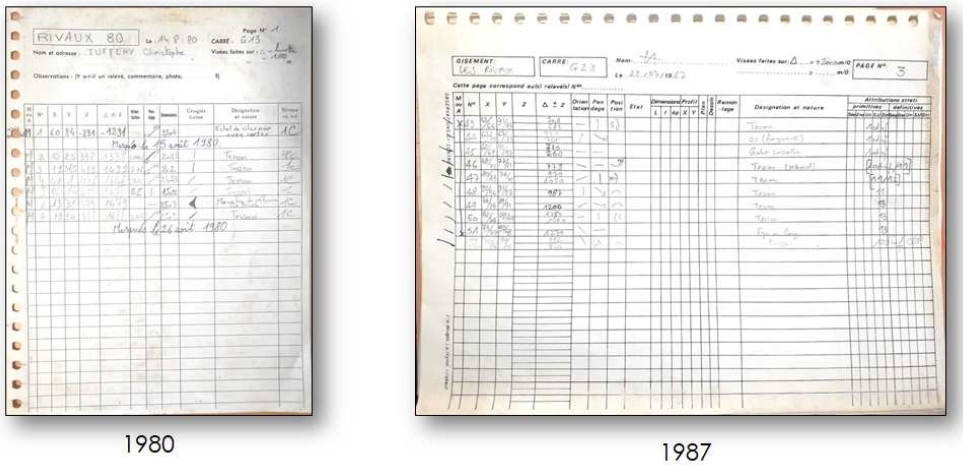


Figure 6 : Deux modèles de fiches d'enregistrement de mobiliers archéologiques

[31] Jacques-Pierre Millotte (1920-2002) était un protohistorien, Professeur à l'université de Besançon à partir de 1963. Il fut Directeur des Antiquités préhistoriques de Franche-Comté et présida l'Association française pour l'étude de l'âge du Fer dans les années 1980.

L'un des modèles de fiches de renseignement comportaient des colonnes pour y saisir les informations suivantes :

- X, Y, Z et delta+Z (en rajoutant la hauteur du point de repère du chantier) pour la saisie des coordonnées en trois dimensions de chaque mobilier trouvé,
- l'orientation, le pendage, la position, l'état, les dimensions (L, l, ép.), le profil (X et Y),
- désignation et nature,
- attributions stratigraphiques primitives et définitives (séquence, ensemble, unité, super-unités, structure),
- des colonnes permettaient d'indiquer si le mobilier avait fait l'objet d'un relevé en plan, d'un dessin, d'un remontage.

Les fiches d'enregistrement renseignées au cours des campagnes de fouille ont été versées au CCE des Martres-de-Veyre en même temps que de nombreuses autres archives de fouille des Rivaux. Elles constituent un volume considérable dont je n'ai pu consulter qu'une partie infirme à l'occasion de deux visites au CCE à l'été 2020 et au printemps 2022.

Sur les photographies prises à différentes dates sur le chantier des Rivaux et provenant des archives de fouilles versées au CCE des Martres-de-Veyre, on peut observer plusieurs fouilleurs en train d'utiliser des fiches d'enregistrement normalisées ou de disposer de ces fiches à proximité d'eux (fig. 7).

Figure 7 : Photographies de 1975 du chantier des Rivaux montrant l'usage de fiches standardisées pour l'enregistrement des mobiliers et des structures archéologiques

Parmi les autres archives de fouille qui n'ont pas été versées au CCE des Martes-de-Veyre se trouvent les fichiers de données d'un programme informatique baptisé RIVALO, qui fut développé à partir de 1985 en langage Pascal sur *Apple IIe* pour le chantier des Rivaux[32]. Ces données étaient celles de

[32] Ce programme a été développé surtout par Eric Daugas, le fils de Jean-Pierre Daugas, que je remercie pour m'avoir permis de récupérer les données de ce programme en 2010, puisqu'il avait conservé l'ordinateur et les disquettes de données. RIVALO fait l'objet d'une présentation dans le rapport de fouilles de la campagne de fouilles de 1985 des Rivaux.

localisation et de description détaillée des mobiliers archéologiques trouvés pendant les campagnes de fouille entre 1985 et 1990 et renseignés sur le chantier sur des fiches papier normalisées comme celles présentées ci-dessus.

A partir de 1986, les résultats des traitements de données que permettait le programme RIVALO furent inclus dans les rapports de fouille, de plans de répartition et de profils d'objets selon le carroyage de la fouille (fig. 8). A partir de cette même date, les rapports de fouilles eux-mêmes ont été réalisés à l'aide du programme de traitement de texte sur l'*Apple IIe*. Les fichiers de données de RIVALO étaient parfois imprimés sur une imprimante *Image Writer* qui faisait un bruit de crécelle (fig. 8).

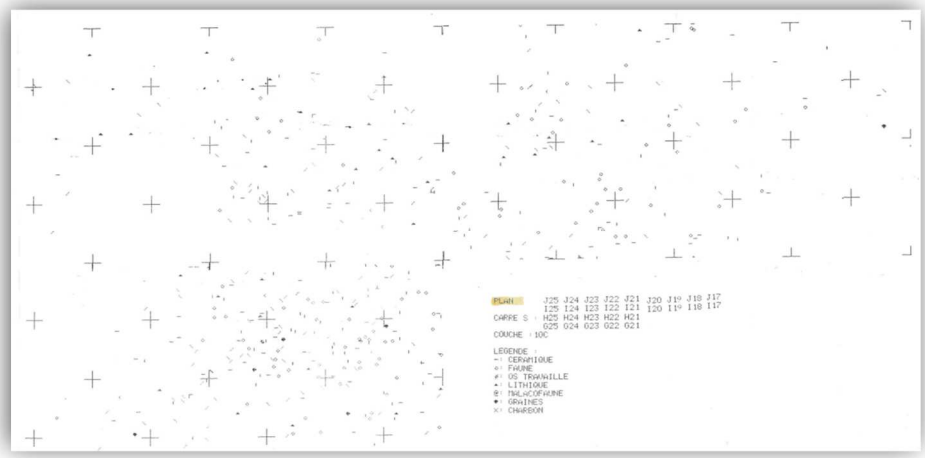


Figure 8: Exemple de plan de répartition du mobilier archéologique

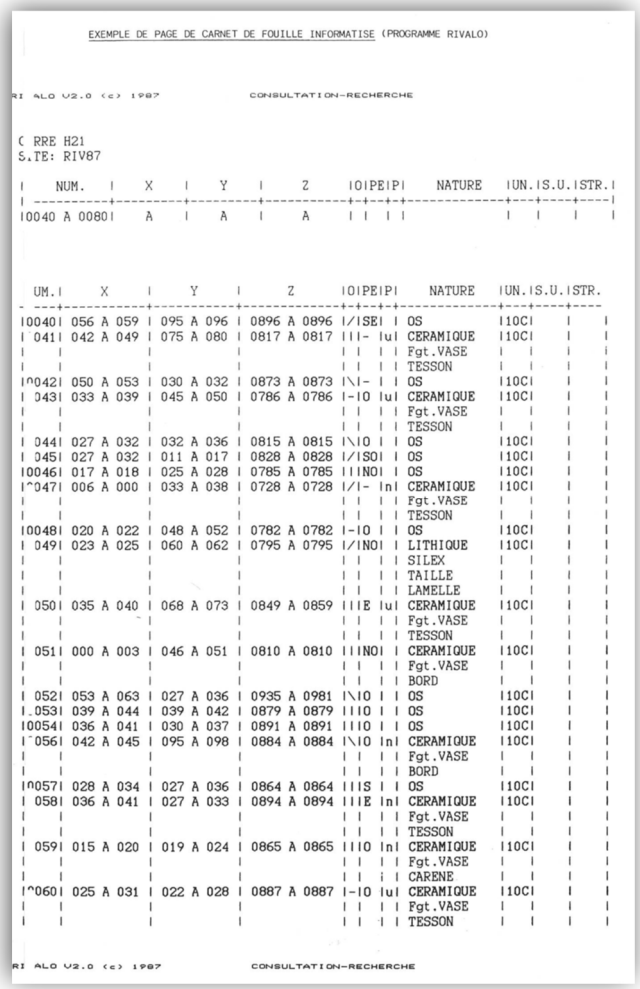
réalisé avec le programme RIVALO (source : rapport de fouilles de la campagne de 1987)

Cela permettait d'insérer les données sur les mobiliers dans les rapports de fouilles à partir de 1985 sous la forme de tableaux d'inventaires (fig. 9)

En 2010, lorsque je voulus commencer à travailler sur les archives numériques des Rivaux, j'ai souhaité récupérer les données du programme RIVALO. Depuis 1990, le programme et les données étaient stockées sur des disquettes 5, ¼ pouces, lisibles uniquement avec les lecteurs de disquettes de cette taille de l'*Apple IIe*. Je me suis alors heurté à l'impossibilité de connecter les lecteurs de disquettes à mon PC sous *Windows*.

Pour dépasser ce problème, il m'a fallu me mettre au bricolage pour récupérer ces données. J'ai ainsi fabriqué avec un appareil de microsoudure, non sans mal, un connecteur me permettant de relier mon PC sous *Windows 95* à l'*Apple IIe*. J'ai pu ensuite transférer les contenus des disquettes du programme RIVALO vers mon ordinateur.

Cette anecdote est représentative des problèmes de réutilisabilité de données numériques anciennes dont les sources des programmes et les supports numériques sur lesquels ils se trouvent, ne sont plus lisibles aujourd'hui, à peine quelques deux décennies après leur production.



EXEMPLE DE PAGE DE CARNET DE FOUILLE INFORMATISE (PROGRAMME RIVALO)

RI ALO V2.0 (c) 1987 CONSULTATION-RECHERCHE

(RRE H21
S.TE: RIV87

NUM.	X	Y	Z	O	PE	P	NATURE	UN.	S.U.	STR.
0040 A 0080	A	A	A							

UM.	X	Y	Z	O	PE	P	NATURE	UN.	S.U.	STR.
0040	056 A 059	095 A 096	0896 A 0896	/	SE		OS	10C		
0041	042 A 049	075 A 080	0817 A 0817		-	u	CERAMIQUE	10C		
							Fgt.VASE			
							TESSON			
0042	050 A 053	030 A 032	0873 A 0873	\	-		OS	10C		
0043	033 A 039	045 A 050	0786 A 0786	-	O	u	CERAMIQUE	10C		
							Fgt.VASE			
							TESSON			
0044	027 A 032	032 A 036	0815 A 0815	\	O		OS	10C		
0045	027 A 032	011 A 017	0828 A 0828	/	SO		OS	10C		
0046	017 A 018	025 A 028	0785 A 0785		NO		OS	10C		
0047	006 A 000	033 A 038	0728 A 0728	/	-	n	CERAMIQUE	10C		
							Fgt.VASE			
							TESSON			
0048	020 A 022	048 A 052	0782 A 0782	-	O		OS	10C		
0049	023 A 025	060 A 062	0795 A 0795	/	NO		LITHIQUE	10C		
							SILEX			
							TAILLE			
							LAMELLE			
0050	035 A 040	068 A 073	0849 A 0859		E	u	CERAMIQUE	10C		
							Fgt.VASE			
							TESSON			
0051	000 A 003	046 A 051	0810 A 0810		NO		CERAMIQUE	10C		
							Fgt.VASE			
							BORD			
0052	053 A 063	027 A 036	0935 A 0981	\	O		OS	10C		
0053	039 A 044	039 A 042	0879 A 0879		O		OS	10C		
0054	036 A 041	030 A 037	0891 A 0891		O		OS	10C		
0056	042 A 045	095 A 098	0884 A 0884	\	O	n	CERAMIQUE	10C		
							Fgt.VASE			
							BORD			
0057	028 A 034	027 A 036	0864 A 0864		S		OS	10C		
0058	036 A 041	027 A 033	0894 A 0894		E	n	CERAMIQUE	10C		
							Fgt.VASE			
							TESSON			
0059	015 A 020	019 A 024	0865 A 0865		O	n	CERAMIQUE	10C		
							Fgt.VASE			
							CARENE			
0060	025 A 031	022 A 028	0887 A 0887	-	O	u	CERAMIQUE	10C		
							Fgt.VASE			
							TESSON			

RI ALO V2.0 (c) 1987 CONSULTATION-RECHERCHE

Figure 9 : Exemple de tableau d'inventaire du mobilier archéologique réalisé avec le programme RIVALO (source : rapport de fouilles de la campagne de 1987)

Pour pallier l'impossibilité de refaire fonctionner un programme informatique ancien pour lequel les matériels n'existent plus, ou pour pouvoir relire des fichiers de données provenant de programmes et d'applications ne pouvant plus fonctionner, il existe une autre solution que la construction d'un connecteur comme je l'ai fait. Il s'agit des émulateurs.

Grâce à l'un d'entre eux fonctionnant sur un PC sous *Windows 10* et simulant le fonctionnement d'un *Apple IIe*, et même si je n'en avais pas réellement besoin, j'ai pu relire récemment les fichiers de données au format .TXT que j'avais récupérés grâce au connecteur. J'ai pu les afficher dans une fenêtre de l'émulateur, comme si je disposais encore du programme RIVALO (fig. 10).

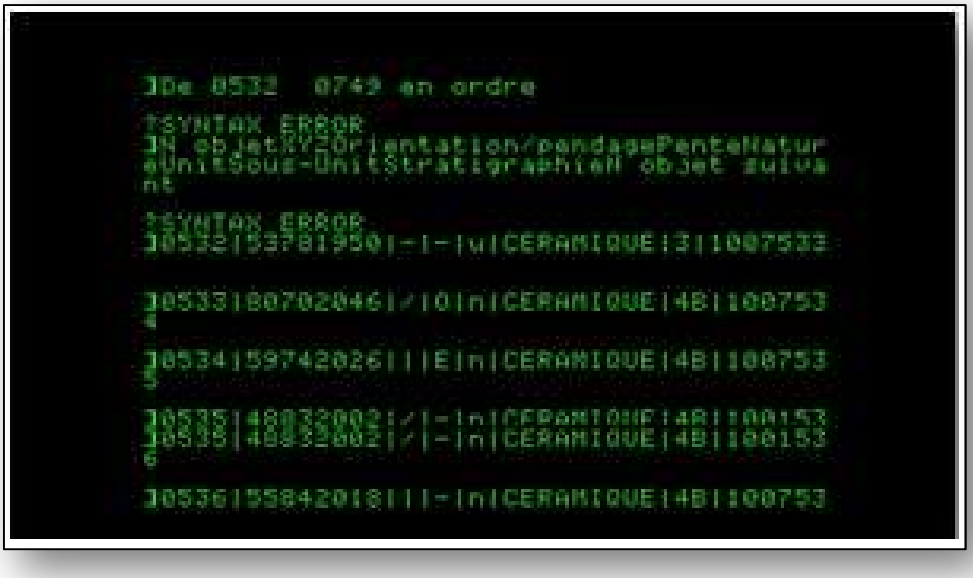


Figure 10 : Emulation d'un Apple IIe et affichage d'un jeu de données du programme RIVALO

L'usage des fiches normalisées d'enregistrement du mobilier archéologique puis la saisie numérique des informations sur le mobilier dans le programme RIVALO n'ont pas fait totalement disparaître l'usage du cahier de fouilles. En revanche, ils ont clairement été synonymes d'un moindre usage de ce type de support des notations des observations de fouille à partir de 1976, lorsque le chantier a fait l'objet de fouilles programmées. C'est ce que fait ressortir la reconstitution de l'importance de la place qu'a tenu l'usage des cahiers de fouilles et les autres supports de la notation de terrain sur la vingtaine d'années pendant lesquelles ont eu lieu les campagnes de fouille des Rivaux (fig. 11).

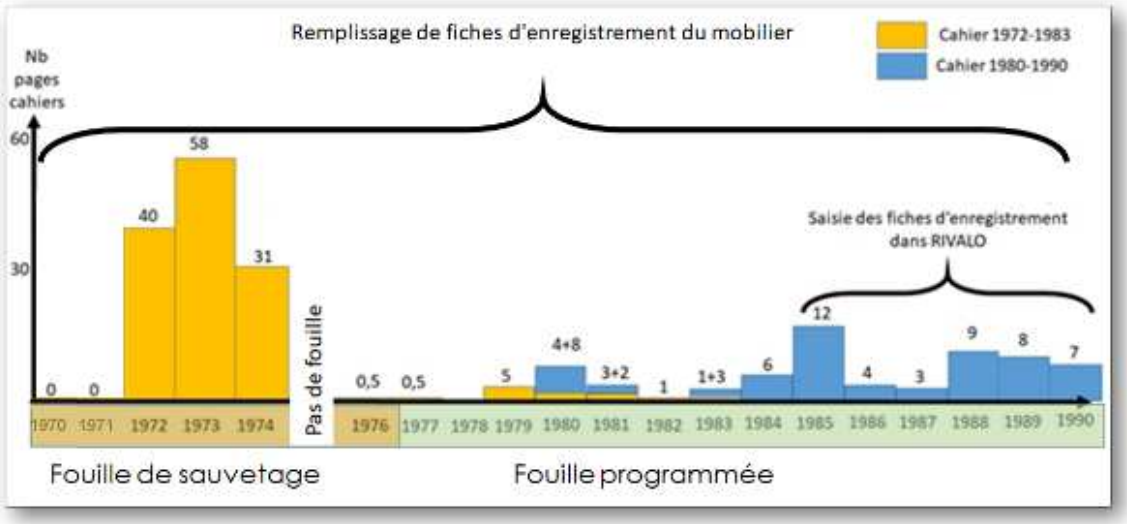


Figure 11 : Evolution dans le temps de l'usage des différents supports de l'enregistrement de terrain entre 1970 et 1990

Cette figure montre clairement que le premier des deux cahiers de fouille, celui sur lequel j'ai concentré ma recherche avec l'application ArcheoText, a été utilisé surtout entre 1972 et 1974 et beaucoup moins entre 1976 et 1981. Le second cahier de fouilles fut utilisé de façon moindre que le

premier, entre les années 1980 et 1990. L'usage des cahiers de fouilles a donc progressivement disparu à partir de 1975 pour laisser la place à un usage généralisé des fiches d'enregistrement du mobilier, dont les données ont été saisies dans le programme RIVALO à partir de 1985, lorsque le programme a été développé et utilisé pour les campagnes de 1985 à 1990.

Cette évolution dans les types de supports de notation de terrain est assez représentative du mouvement évoqué dans le premier volume de ce mémoire et qui a vu les archéologues changer leurs méthodes d'enregistrement de terrain en privilégiant l'usage de fiches standardisées et de diagrammes stratigraphiques normalisés.

Une autre raison de l'explication de la diminution de l'usage des cahiers de fouilles pourrait être le fait que plusieurs des fouilleurs qui ont beaucoup contribué à renseigner les cahiers de fouilles, n'ont plus participé aux campagnes de fouilles à partir de 1976. Pourtant, Jean-Pierre Daugas lui-même, qui a continué à diriger le chantier presque jusqu'à la dernière campagne en 1990, a beaucoup contribué à renseigner le premier cahier de fouilles, mais beaucoup moins le second. Peut-être a-t-il lui-même considéré que ce type de support des notations, relevait trop du régime descriptif et littéral et devait être remplacé par des supports plus normalisés comme les fiches d'enregistrement du mobilier, puis par la version informatisée qu'en permettait le programme RIVALO.

C. Les principes de l'application ArcheoText

ArcheoText est une application qui est directement inspirée de l'application *EDArc* conçue et développée par la Direction Scientifique et Technique (DST) et la Direction des Systèmes d'Information (DSI) de l'Inrap depuis 2015. L'application est présentée succinctement dans le premier volume de ce mémoire. Elle fut conçue pour répondre aux besoins d'enregistrement nativement numérique des données de fouille sur le terrain, en proposant la saisie des données considérées comme minimales[33]. Mise en œuvre sur plusieurs dizaines d'opérations d'archéologie préventive réalisées par l'Inrap, *EDArc* a fait l'objet de nombreuses adaptations en fonction des retours des utilisateurs dont j'ai assuré la prise en compte en faisant évoluer moi-même le code logiciel[34].

Il m'est apparu possible et opportun de chercher à réutiliser les composants de base et l'architecture de l'application *EDArc* et de les adapter pour développer l'application ArcheoText. Le développement d'ArcheoText a été réalisé avec l'idée qu'il serait utile de pouvoir l'utiliser pour l'étude d'archives d'enregistrement de terrain des Rivaux. Mais surtout ArcheoText a aussi été conçue pour pouvoir être adapté aux archives d'autres chantiers de fouilles. C'est pourquoi ArcheoText a été développée comme un dispositif réutilisable.

ArcheoText est une application développée avec les langages *HyperTextMarkupLanguage* dit HTML5 et *Javascript*. Pour la saisie des données de transcription, l'utilisateur dispose d'une série de formulaires au format .html. Ces derniers peuvent être affichés dans l'un des navigateurs Web suivants : *Chrome*, *Chromium*, *Opera*, *Safari*, mais pas avec *Internet Explorer* ni avec *Firefox*. Cette limitation est due au fait que les données sont stockées sur le poste de l'utilisateur dans une base de données *SQLite*

[33] Un retour d'expériences sur l'application EDArc est proposé dans cet article : Christophe Tufféry, Stéphane Augry. « Harmonisation de l'acquisition des données d'opérations d'archéologie préventive. Retours d'expériences et perspectives à partir de l'application EDArc ». Atelier DAHLIA DigitAL Humanities and cuLtural herITAge : data and knowledge management analysis, Janvier 2019, Metz, France. ffhal-02472817f

[34] Même si, à ce jour, l'application EDArc n'est pas publiée en code source ouvert, le code logiciel n'est pas compilé et peut-être aisément modifié par toute personne connaissant les langages informatiques utilisés. Depuis la première version de cette application en 2015, mon activité à l'Inrap a beaucoup porté sur la mise en œuvre de cet outil et de ses évolutions que j'ai assurées seul, surtout après le départ de l'Inrap au printemps 2019 du développeur de l'application.

qui est installée par défaut avec les navigateurs autorisés mais qui ne l'est pas avec les deux autres (fig. 12).

Figure 12 : Page d'accueil de l'application ArcheoText

Les formulaires au format .html pour la saisie de données ont été développés avec une ergonomie similaire. Pour pouvoir être utilisés, ils doivent s'appuyer sur plusieurs fichiers au format *Javascript* (.js) :

- Le fichier initDatabase.js comprend les paramètres de création de la base de données lors de son initialisation
- Le ficher LibArcheo.js comprend de nombreuses variables, des bibliothèques de scripts et la liste des différents menus
- Le fichier export.js permet l'exportation des données
- Le fichier de paramètres de mise en page au format *Cascading Style Sheets*, ou "feuilles de styles en cascade" (.css).
- Le fichier jquery-3.5.1.min est une bibliothèque JavaScript libre et multi plateforme quj facilite l'écriture de scripts dans le code HTML des pages web du côté du navigateur

Ces trois fichiers se trouvent dans le même répertoire que tous les fichiers .html et les images qui les composent. Dans ce même répertoire se trouve le fichier d'aide, disponible dans l'application au format .hml et au format .pdf pour pouvoir l'imprimer plus aisément.

D. Les étapes de la mise en œuvre d'ArcheoText sur les cahiers de fouille des Rivaux

Les étapes de mise en œuvre de l'application ArcheoText sont présentées de façon schématique dans la figure 13.

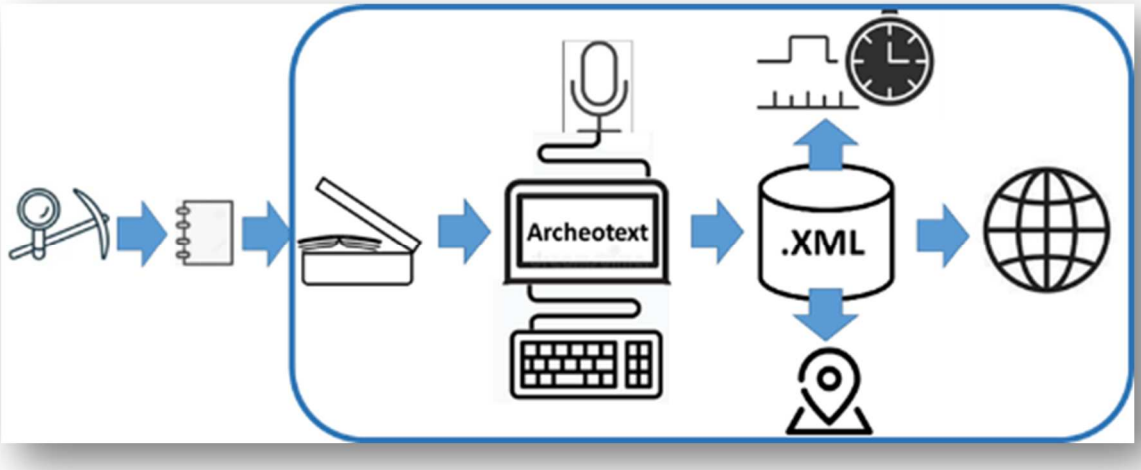


Figure 13 : Etapes de mise en œuvre de l'application ArcheoText

A gauche du schéma et en dehors du périmètre d'ArcheoText se trouve la production des archives de fouille de terrain.

De droite à gauche, le périmètre d'ArcheoText commence avec la numérisation des archives de fouille de terrain, à l'aide d'un scanner de bureau. Les données au format .jpg issues de la numérisation sont ensuite importées dans ArcheoText puis elles sont transcrites, soit à l'aide du clavier de l'ordinateur, soit à l'aide d'un outil de reconnaissance vocale. Les données de transcription sont exportées au format *.XML*. Elles peuvent être utilisées dans un outil de SIG grâce à leur mise en relation avec des données géoréférencées et/ou soit dans un outil de récit chronologique comme le logiciel *Aeon Timeline* de *Timeline.App*, soit l'application en ligne *StoryMaps* d'*Esri*. Enfin elles peuvent être publiées sur internet et partagées, que ce soit en passant par un serveur comme *Nakala* ou sur tout autre type de site de publication de données dans le respect des dispositions législatives en matière de données numériques, en particulier pour les données à caractère personnel.

E. La numérisation des archives de fouille

La première étape du travail consiste à numériser les archives de fouille à transcrire. Je n'exposerai pas ici les différents procédés existants de numérisation[35].

Toute entreprise de numérisation dépend de plusieurs critères. Sans tous les citer, je n'évoquerai que ceux qui, au vu de mon expérience, présentent une importance majeure dans les choix des solutions techniques et dans les possibilités juridiques d'utilisation des documents numérisés pour les besoins qui sont les miens ici.

Les critères dépendant du type d'archives sont directement liés à la nature des documents à numériser qui peut impliquer le choix de tel ou tel procédé de numérisation. Les dispositifs de numérisation ne sont pas les mêmes pour un ouvrage publié, pour des carnets de terrain, pour des fiches d'enregistrement, pour des photographies ou des diapositives. La taille et le format sont deux éléments à prendre en compte et peuvent impliquer le choix d'un type d'appareil adapté aux formats (A0 à A5 pour des formats standards et tous les formats possibles pour les autres), voire de recourir à un prestataire pour la numérisation de documents de grande taille. Le type de support (papier blanc, à carreaux, à lignes,

[35] On peut se reporter à la page de l'encyclopédie Wikipedia : https://fr.wikipedia.org/wiki/Numérisation

millimétré, calque, film polyester, tirages photographiques, diapositives, etc.) a aussi une incidence sur le type de procédé ou le type de dispositif de numérisation. Pour les supports papier, les scanners de bureaux sont souvent suffisants alors que, pour les diapositives, il faut utiliser des dispositifs spécifiques dans lesquels les diapositives sont insérées. De plus, il faut parfois activer une option particulière dans les logiciels pilotant les appareils de numérisation.

Les critères dépendant de l'état des archives sont conditionnés par la maniabilité des archives. Selon que celles-ci sont facilement transportables et maniables sans risque de destruction partielle ou totale, un appareil de numérisation de bureau peut suffire. Si les archives sont fragiles, elles doivent alors être confiées à des professionnels, le plus souvent des archivistes qui évaluent, dans les règles de l'art de leur métier, la possibilité de la numérisation et ses conditions.

Par ailleurs, selon les besoins c'est-à-dire les usages envisagés des archives une fois numérisées, les niveaux de qualité souhaité peuvent être très différents. La résolution de numérisation peut varier entre quelques dizaines et plusieurs milliers de dpi[36]. La résolution est souvent fonction d'une part, des moyens techniques et financiers et des compétences disponibles et d'autre part, des besoins de la numérisation. Une faible résolution à moindre coût pouvant être réalisé avec un scanner de bureau ou un smartphone peut suffire pour un document de faible intérêt en fonction d'un usage envisagé. Mais le même document peut nécessiter d'être numérisé à haute résolution pour un autre usage, que ce soit d'affichage, de déchiffrage. Enfin, si la publication sur internet des documents numérisés est envisagée, il peut être procédé à une numérisation à haute résolution pour des besoins de transcription et ensuite à la publication des documents numérisés avec une plus faible résolution, soit pour des raisons juridiques, soit pour des raisons de limitation du poids des fichiers à afficher ou à télécharger par les utilisateurs visés en passant par l'internet. Bien évidemment, l'évolution des débits de l'internet, fixe ou mobile, ne cesse de rendre de plus en plus faciles et rapides l'affichage et le téléchargement des documents à haute résolution, ce qui n'était pas le cas voilà une dizaine d'années.

A ces critères de nature technique s'ajoutent ceux de nature juridique qui concernent les droits de numérisation s'inscrivant dans les droits de copie et les droits de reproduction électronique. Ce sont deux types de droits différents.

Le premier concerne l'autorisation à solliciter au préalable de faire une copie numérique d'archives à numériser auprès des détenteurs des droits de propriété sur ces documents qui peuvent inclure des droits d'auteurs[37].

Le second droit concerne l'autorisation à solliciter au préalable de partager, diffuser, voire publier les archives sous leur forme numérique. Ces droits doivent être au préalable demandés auprès des détenteurs des droits de propriété sur les archives concernées. Les réponses peuvent être diverses. Il peut y avoir un accord pour la numérisation mais pas pour la publication des archives numérisées. Si les

[36] *Dot Per Inch* ou Point Par Pouce est l'unité de définition de la qualité de numérisation. Elle correspond au nombre de points par unité de surface (en l'occurrence le pouce carré) sur lesquels le dispositif de numérisation enregistre une information codée sur un ou plusieurs plans. https://fr.wikipedia.org/wiki/Point_par_pouce

[37] Sur le droit d'auteur, on peut se reporter à l'encyclopédie Wikipedia : https://fr.wikipedia.org/wiki/Droit_d'auteur. « *En France, les dispositions sur le droit d'auteur sont regroupées dans le Livre premier du Code de la propriété intellectuelle* » (http://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006069414?etatTexte=VIGUEUR). A noter que « *L'auteur dispose du droit exclusif d'exploiter son œuvre sous quelque forme que ce soit et d'en tirer un profit pécuniaire. Une des spécificités du droit français est qu'il accorde un droit de repentir à l'auteur, qui lui permet de reprendre une œuvre déjà divulguée. Ce droit peut être exercé librement sous réserve d'indemniser le propriétaire de l'œuvre ; ces droits sont définis dans le Code de la propriété intellectuelle* »

archives sont des archives publiques ou tombées dans le domaine public, les droits préalables à obtenir ne sont pas les mêmes, voire même peuvent ne pas devoir être obtenus.

En revanche, quels que soient les droits accordés, ceux-ci sont souvent accompagnés d'une obligation de citation des sources, voire de mention des *copyrights* associés, c'est-à-dire du ou des noms des détenteurs des droits de propriété sur les archives. Une archive peut avoir été numérisée avec l'autorisation de son auteur ou de ses ayant droits mais elle pourra n'être diffusée que si elle est accompagnée du nom de son auteur ou de ses ayants droits.

La numérisation peut correspondre à plusieurs objectifs, parmi lesquels [38]:

- « *préserver et protéger des documents contre les risques d'altération (l'acidité par exemple)*
- *archiver des documents originaux en vue d'un gain de place, et les dupliquer sans risque de dégradation pour les mettre à disposition du public*
- *permettre au public de consulter et d'accéder à des documents anciens et/ou rares*
- *aider et susciter la recherche, faciliter l'indexation de textes et de documents multimédias, valoriser un fonds documentaire*
- *donner accès à la connaissance à distance dans une perspective de communication (bibliothèques électroniques en ligne, …, etc.).* »

Pour mon projet, il s'agissait de pouvoir disposer d'une version numérique des pages des deux cahiers de fouilles des Rivaux afin de pouvoir en faire la transcription à l'aide de l'application ArcheoText. Initialement j'avais prévu de compléter cette expérience par l'utilisation d'autres archives de ce chantier de fouille sous forme numérique. Mais je pas pu aller aussi loin que je le souhaitais pour des raisons largement indépendantes de ma volonté [39].

Etant donné la nature, le format, et l'état des cahiers de fouilles des Rivaux qui m'ont été mis à disposition à l'automne 2020, j'ai pu procéder moi-même à leur numérisation sans craindre de les détériorer et avec un niveau de numérisation qui était suffisant pour mes besoins. J'ai donc procédé à la numérisation de toutes les pages des cahiers de fouilles à la résolution de 300 dpi, en couleur, à l'aide d'une imprimante-scanner de bureau. Celle-ci a été choisie parce qu'elle permettait de numériser des documents au format A3. Ce format était nécessaire puisque les cahiers de fouille, au format A4, devaient pouvoir être numérisés à raison de deux pages à la fois, sauf pour les pages de couverture recto et verso et pour les documents insérés dans les cahiers de fouille mais de format différent.

Une fois les pages numérisées, les unes après les autres par une manipulation manuelle, les fichiers issus de la numérisation ont été produits au format .jpg. Les fichiers issus de la numérisation ont présenté des poids compris entre 4 Mo pour les pages avec le plus de pixels de couleur blanche et 13 Mo pour les pages avec le minimum de pixels de couleur blanche. Le format .jpg a été utilisé sans compression.

La figure 14 montre un exemple d'une double page du carnet après sa numérisation.

[38] Je reprends cette liste d'objectifs de l'article déjà cité de l'encyclopédie Wikipedia sur la numérisation.

[39] J'avais espéré pouvoir obtenir du CCE des Martres-de-Veyre où sont déposées l'essentiel des archives de fouille des Rivaux, les fichiers de la numérisation d'une partie de ces archives. J'en avais communiqué une première liste au printemps 2022 mais l'impossibilité pour les personnels du CCE de répondre à ma demande ne m'a pas permis de disposer à temps des archives numérisées.

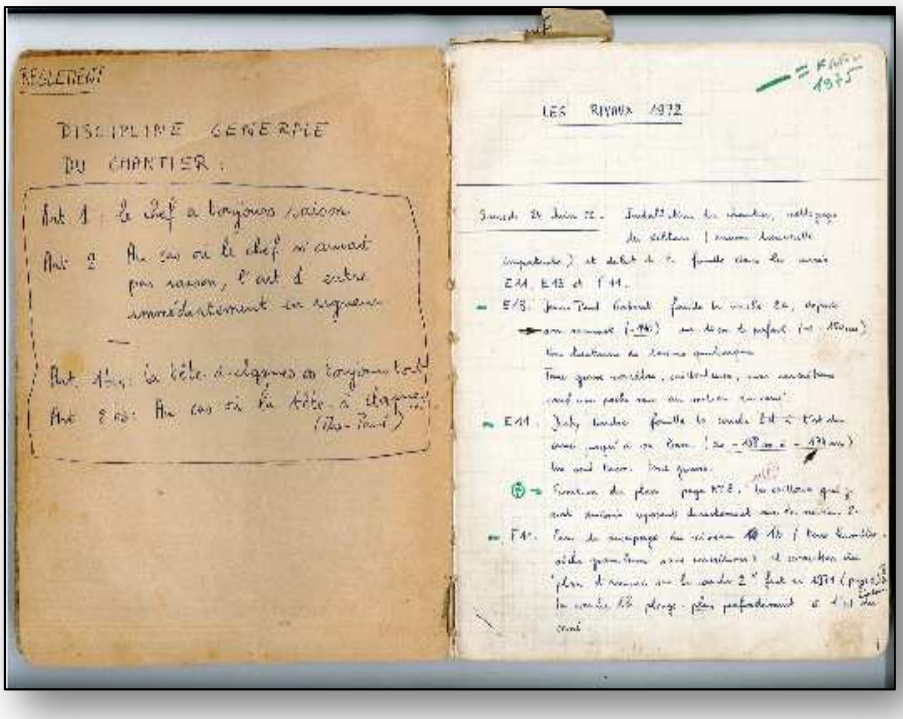


Figure 14 : Exemple de double page de l'un des carnets de fouilles

Dans certains cas, les pages montrent des états de conservation différents pouvant attirer l'attention sur les précautions à prendre lors de la numérisation ou sur la nécessité d'engager des traitements sur l'archive elle-même, en en discutant avec des professionnels de la conservation-restauration (fig. 15).

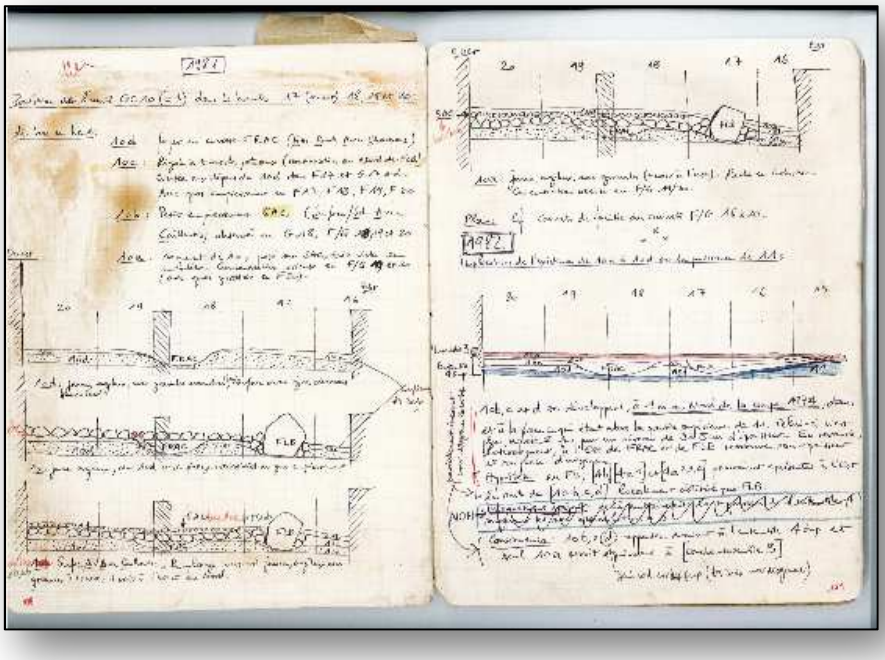


Figure 15 : Exemple de double page montrant des différences dans l'état du support

Cet exemple montre que la page de gauche présente des traces brunes, pouvant correspondre à un début d'altération du support, la page de droite semblant plus nette et le support plus sain, en apparence.

Les contenus des pages des cahiers de fouilles sont très divers ainsi que le montre cette double page dont sont entourés en rouge les différents types de contenus (fig. 16)

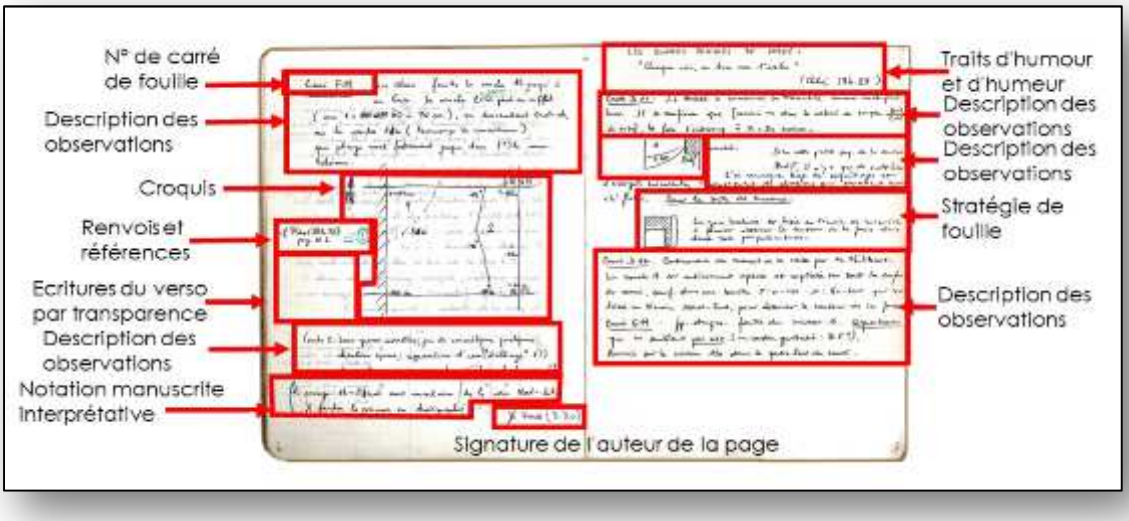


Figure 16 : Exemple des différents types de contenus de pages du cahier de fouilles

Parmi tous les contenus identifiés, j'ai considéré qu'il serait intéressant d'isoler certains d'entre eux, à savoir tous les croquis, schémas, et images contenus dans les pages. J'ai donc sélectionné à l'aide du logiciel *PhotoFiltre* tous ces types de contenus et je les ai copiés dans un répertoire dédié aux contenus dans l'application ArcheoText. Ils ont ensuite fait l'objet d'une transcription et description spécifique dans l'application (fig. 17).

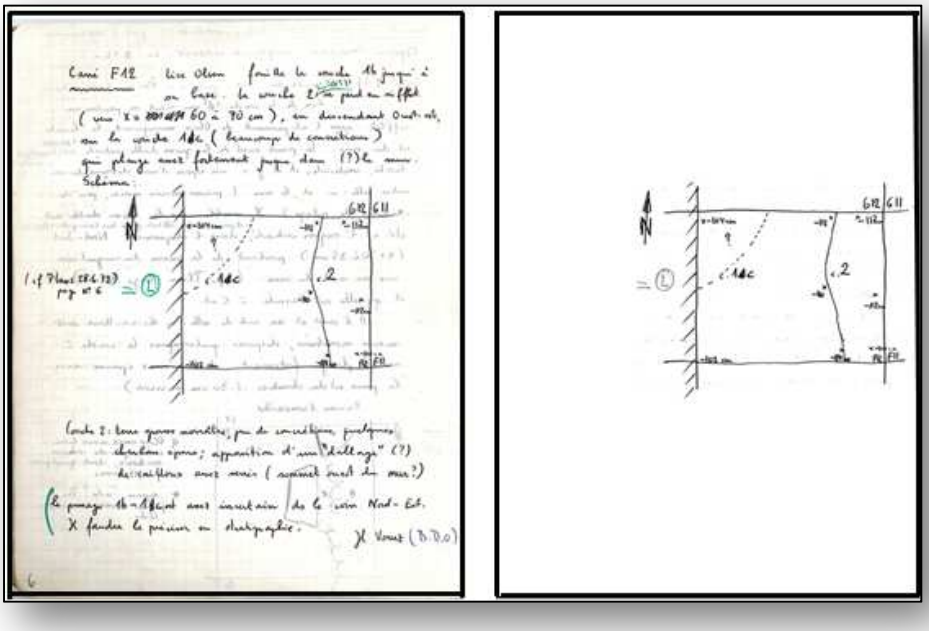


Figure 17 : Exemple d'une page entière et de son contenu graphique isolé

Certaines pages ont montré divers problèmes de lisibilité pouvant poser des difficultés de lecture lors de la transcription, notamment les pages avec un carroyage. Ainsi, dans certains cas, le carroyage de la page du cahier est indispensable dans la lecture d'un graphique (croquis, dessin, plan, etc.). Le carroyage fut utilisé avec une valeur donnée à chaque carreau par le dessinateur, permettant ainsi de retrouver l'échelle du croquis.

Dans certains cas, le carroyage du cahier a été utilisé pour réaliser un croquis de terrain à une échelle d'un carreau pour dix centimètres (fig. 18).

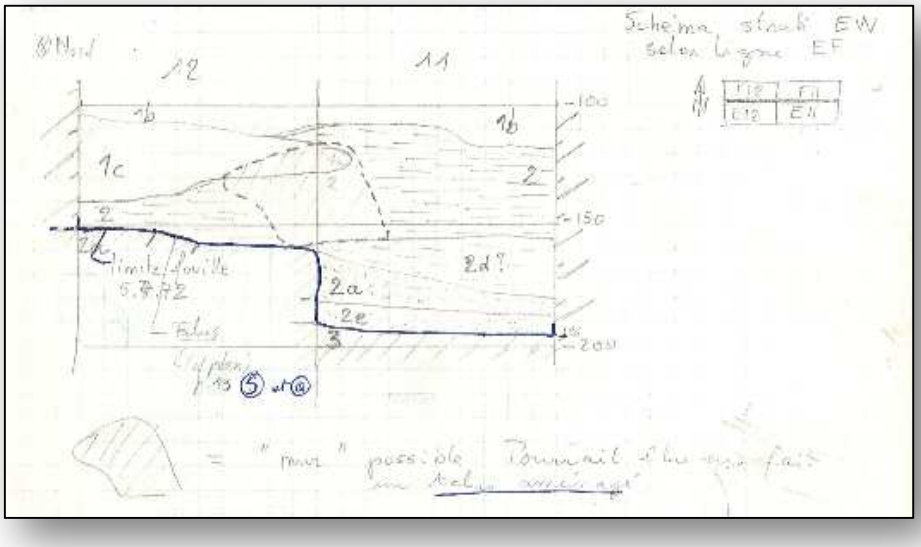


Figure 18 : Page présentant un schéma dessiné en s'appuyant sur le fond à petits carreaux

Dans ce cas, le traitement du fichier d'origine a consisté à améliorer le contraste et la netteté de l'image pour mieux faire ressortir le carroyage sans altérer la lisibilité de cette partie du document (fig. 19).

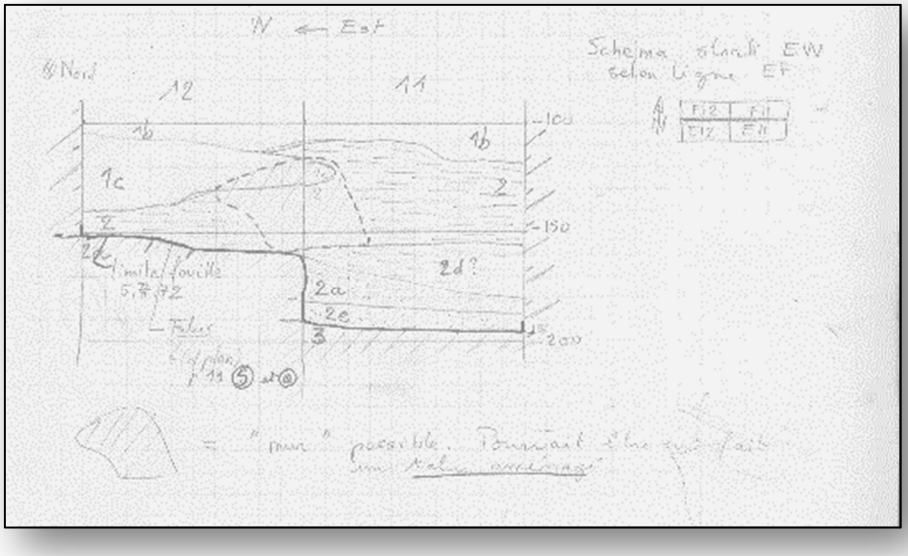


Figure 19 : Résultat du traitement du fichier

Un autre problème dans la lecture des pages fut lié à la diversité des crayons ayant servi aux notations (fig. 20). Il peut s'agir, selon les auteurs, les dates, de blocs de notations manuscrites au stylo à bille, de couleur noire ou bleue, au crayon mine, de croquis au crayon mine, complétés par des notations au stylo à bille ou stylo feutre ou encore stylo à encre.

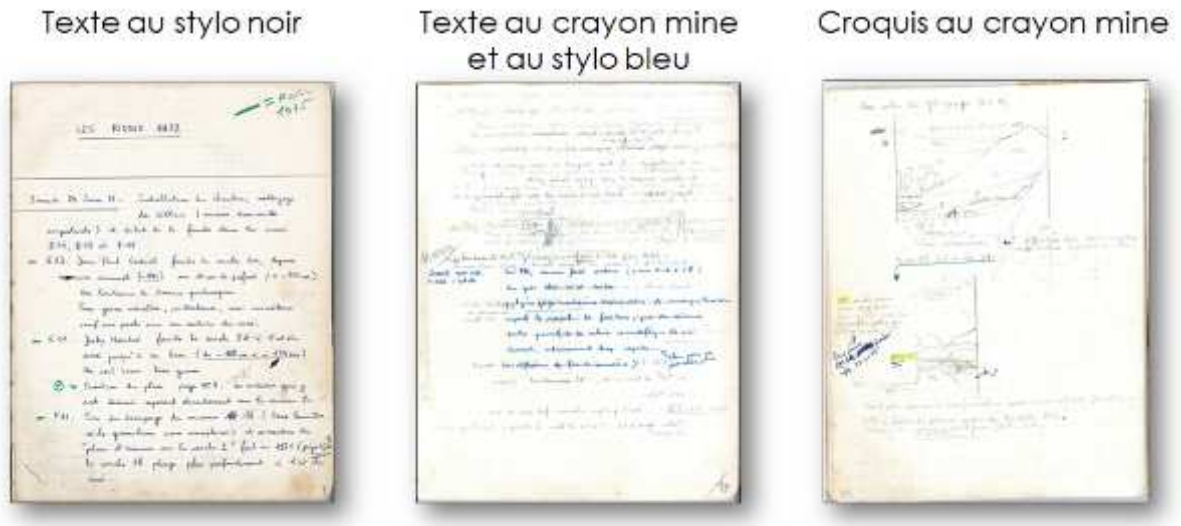


Figure 20 : Exemple de trois pages présentant des notations ayant utilisé trois types de crayons différents

Afin d'obtenir des fichiers de meilleure lisibilité, les pages qui le nécessitaient ont fait l'objet de divers traitements à l'aide des logiciels *PhotoFiltre* et *Adobe Illustrator*.

La figure 21 montre les deux types de traitements réalisés sur une page présentant des écritures du verso de la page visible sur le recto.

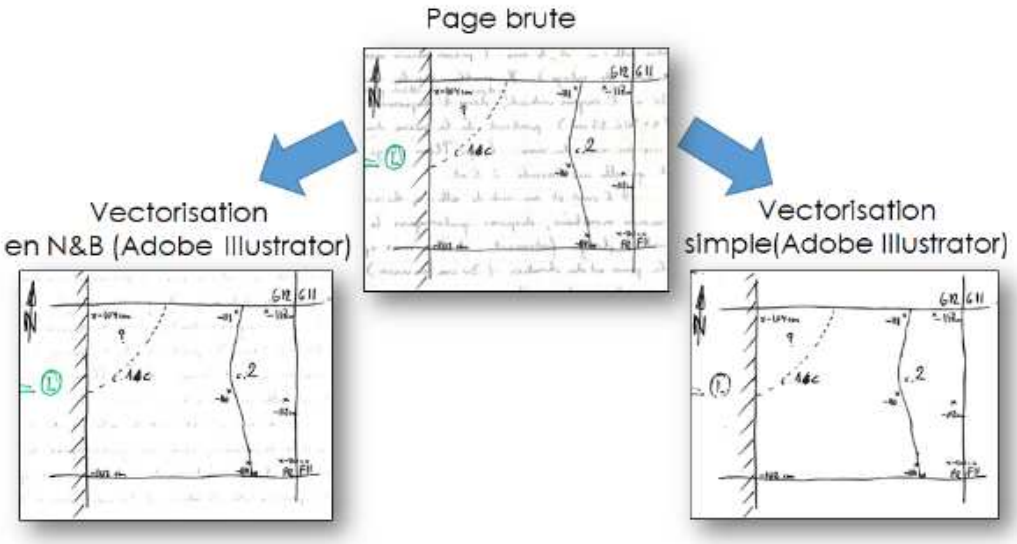


Figure 21 : Deux types de traitements réalisés avec Adobe Illustrator pour faire disparaître les écritures du verso de la page

Avec *Adobe Illustrator*, j'ai utilisé surtout les fonctionnalités de vectorisation en noir et blanc et de vectorisation simple. Avec *PhotoFiltre*, j'ai utilisé surtout la fonctionnalité de correction Gamma, parfois plus performante que la fonctionnalité de vectorisation d'*Adobe Illustrator* (fig. 22).

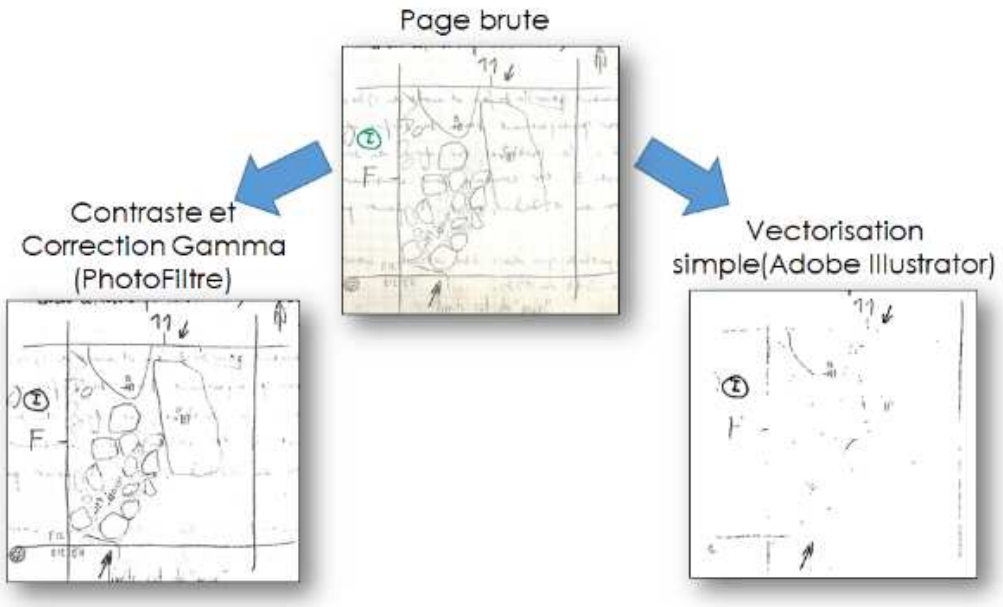


Figure 22 : Comparaison entre la fonctionnalité de correction Gamma de PhotoFiltre et celle de vectorisation simple d'Adobe Illustrator

Une fois la numérisation effectuée, j'ai procédé aux divers traitements indiqués ci-dessus puis j'ai produit une version dégradée de façon homogène pour tous les fichiers, pour les besoins d'affichage dans l'application. En effet, ArcheoText ne nécessite pas que les images des pages numérisées soient de très haute résolution. Il suffit que ces images soient lisibles et qu'elles ne comportent pas trop de « bruit », c'est-à-dire de pixels venant perturber la lecture pour les opérations de transcription.

J'ai donc décidé de réduire la résolution des fichiers issus de la numérisation et de les transformer en niveaux de gris (fig. 23).

Cette transformation a permis de réduire la taille des fichiers avant leur importation dans ArcheoText, entre 0,5 Mo et 1,1 Mo selon les fichiers, sans perdre pour autant dans la lisibilité et après avoir procédé aux traitements nécessaires

Dans cet exemple, l'image d'origine à gauche est codée sur 256 niveaux de couleurs, l'image de droite est codée sur 256 niveaux de gris et a fait l'objet de traitements avec *PhotoFiltre*. Le poids de l'image de gauche est de 4,9 Mo, celui de l'image de droite est de 1,2 Mo pour une même résolution de 2428 x 3167 pixels.

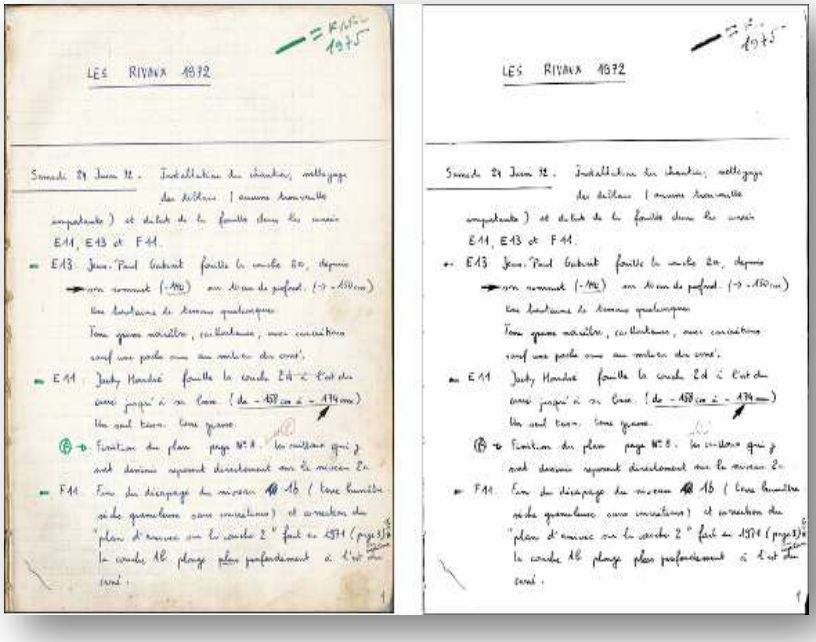


Figure 23 : Comparaison d'une même page dans sa qualité de numérisation d'origine et dans sa version allégée en niveaux de gris

Bien évidemment, aux différents stades de ce travail, les fichiers issus de la numérisation et des divers traitements ont fait l'objet de plusieurs opérations de sauvegarde et d'archivage.

F. Les principales fonctionnalités d'ArcheoText

Sans décrire en détails l'application ArcheoText[40], il est possible d'en présenter les principales fonctionnalités qui sont accessibles depuis les trois menus depuis le haut de chacune des pages.

F.1. Menu Gestion

Ce menu permet d'accéder aux fonctionnalités d'initialisation de la base de données *SQLite*, en vidant celle-ci et en créant la série des tables et des listes de valeurs nécessaires à l'utilisation de l'application.

Un formulaire Opération permet de renseigner les données descriptives sur le chantier de fouille concerné par les archives à transcrire.

Un formulaire Métadonnées permet de renseigner les métadonnées dont la liste correspond à celles de la norme Dublin Core ISO 15836.

La page Imports/Exports permet, soit d'importer un fichier au format .XML, soit d'exporter les données en cours de saisie dans la base de données au format .XML. Dans le cas d'une importation, le fichier .XML doit être parfaitement conforme aux tables et listes de valeurs de la base de données SQLite telle que définie par l'application lors de son initialisation.

[40] Toutes les fonctionnalités sont décrites dans l'aide disponible dans le menu Aide de l'application situé à droite dans le bandeau supérieur de l'application avec le symbole **?**

La page de suivi de la transcription permet de de suivre l'avancement du travail de transcription (fig. 24).

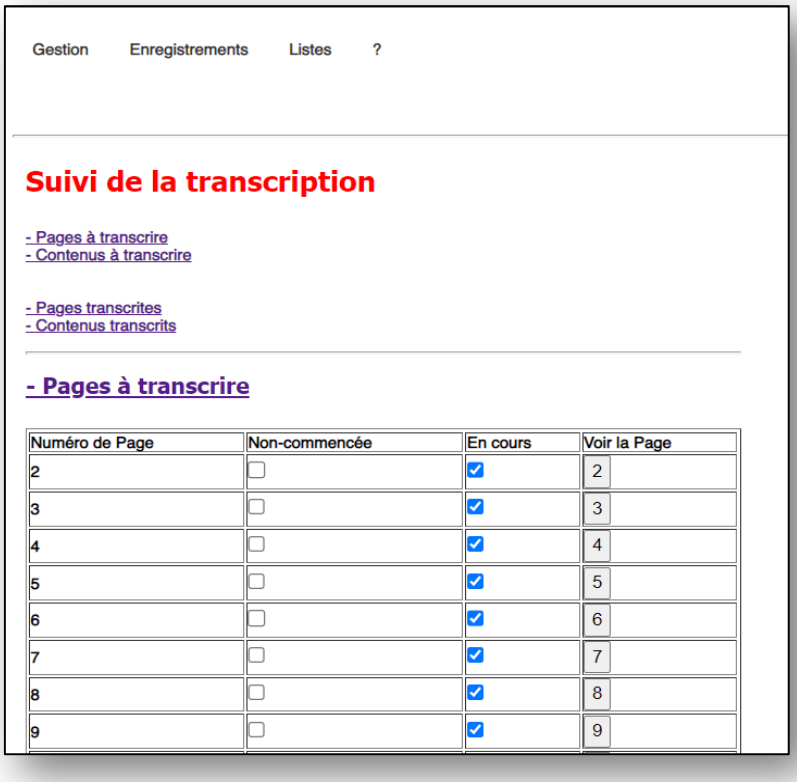


Figure 24 : Suivi de l'avancement de la transcription des pages et des contenus

La page Importer des pages permet d'importer les fichiers images issus de la numérisation ou après les traitements comme ceux indiqués précédemment. Les fichiers à importer doivent être préalablement déposés dans le répertoire Pages de l'application.

La page Importer des Contenus permet d'importer les fichiers images issus de la sélection dans les fichiers des pages des contenus comme des croquis, des schémas, des contenus spécifiques autres présentant un intérêt à être transcrits ou décrits de façon isolée du reste de la page dans laquelle ils se trouvent. Les fichiers à importer doivent être préalablement déposés dans le répertoire Contenus de l'application.

F.2. Menu Enregistrements

Ce menu permet d'accéder aux formulaires de saisie des données de transcription, d'une part ceux pour les pages entières, d'autre part ceux pour les contenus détaillés, et enfin le formulaire qui permet de saisir les carrés et de leur attribuer un numéro unique, en complément du système de numérotation associant une lettre et un chiffre.

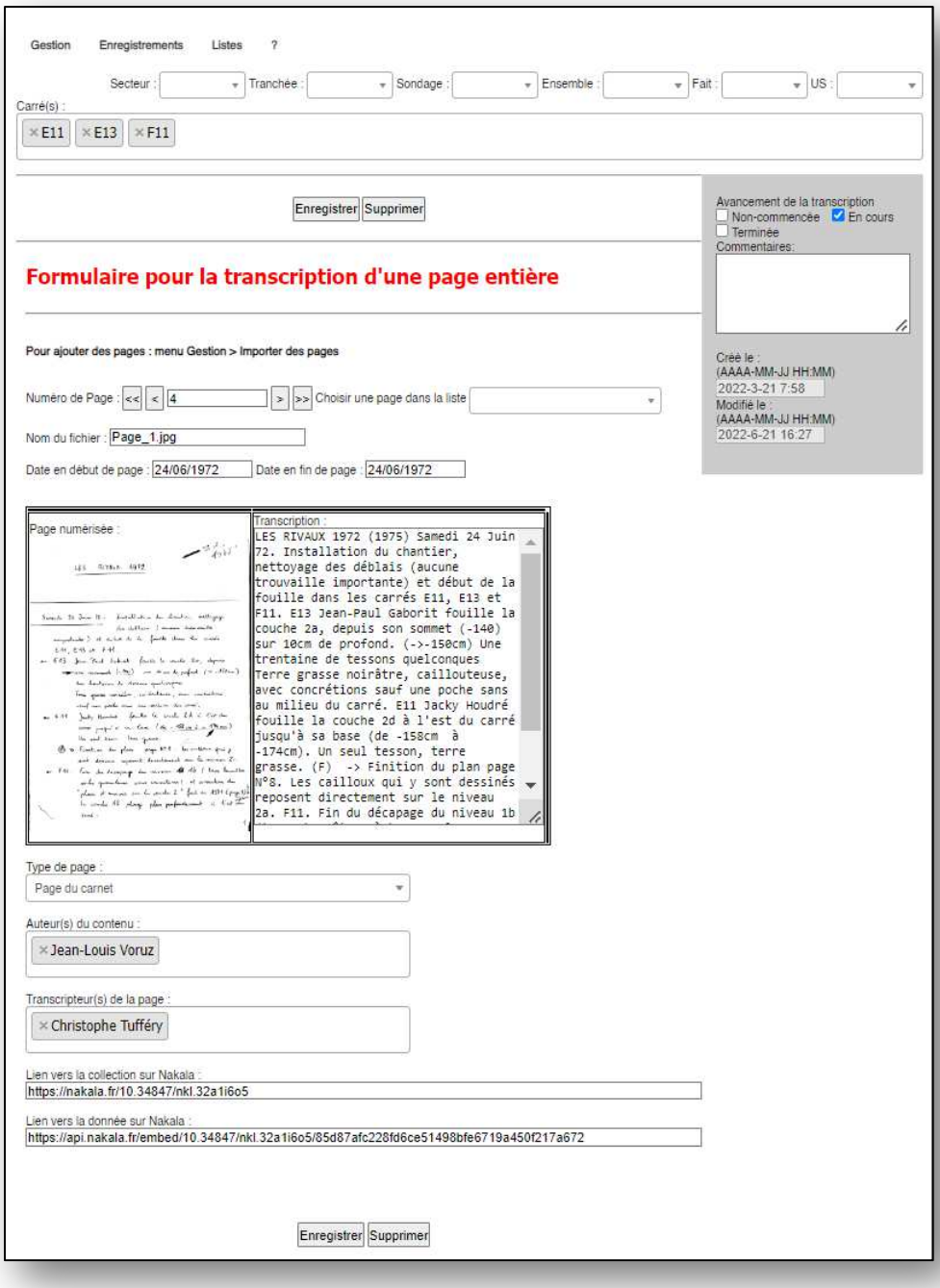


Figure 25 : Formulaire d'affichage et de transcription d'une page entière

Ce formulaire présente diverses rubriques à renseigner, dont la plupart ne sont pas obligatoires à être renseignées, avant de passer à la page suivante.

Les boutons situés de part et d'autre de la rubrique Numéro de page permettent de naviguer entre les pages.

La liste déroulante des numéros de page permet de faciliter la navigation parmi toutes les pages (fig. 26). Il suffit de saisir le numéro ou les premières lettres du nom d'une page pour que celle-ci soit retrouvée aussitôt dans la liste, sous réserve qu'elle existe. La navigation dans cette liste déroulante peut aussi se faire avec l'ascenseur.

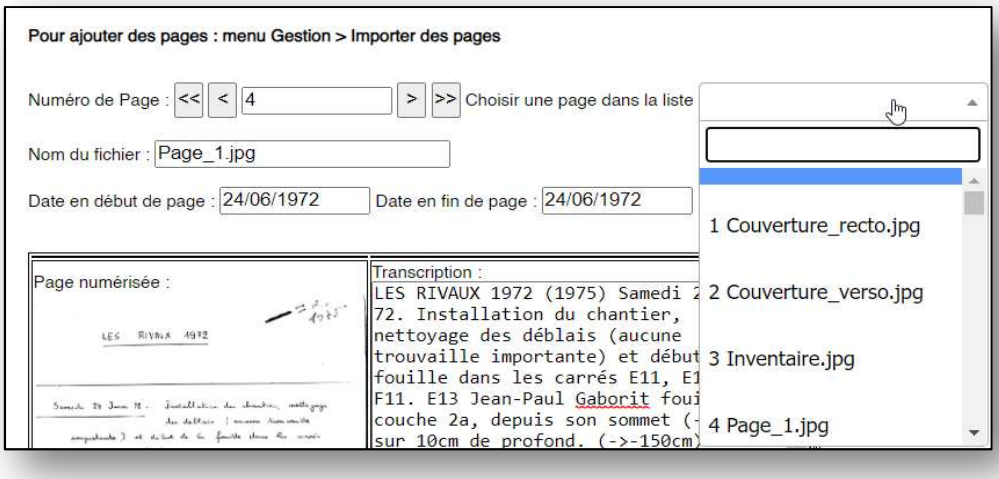


Figure 26 : Liste déroulante permettant la navigation entre les pages

La saisie de toute donnée pour une page impose de cliquer sur le bouton Enregistrer avant de passer à la saisie de données pour une autre page.

Il est possible d'associer chaque page transcrite à un ou plusieurs carrés de fouille dont la liste peut être enrichie au fur et à mesure. Il a été prévu que le rattachement de chacune des pages puisse être fait à d'autres unités de fouilles : secteur, tranchée, sondage, ensemble, fait, US. Chacune des rubriques prévues peut être renseignée à partir d'une liste de valeurs, à renseigner au préalable ou qui peut être enrichie au fur et à mesure.

La rubrique Numéro de Page et celle du Nom du fichier sont automatiquement renseignées lors de l'importation des fichiers numériques des pages.

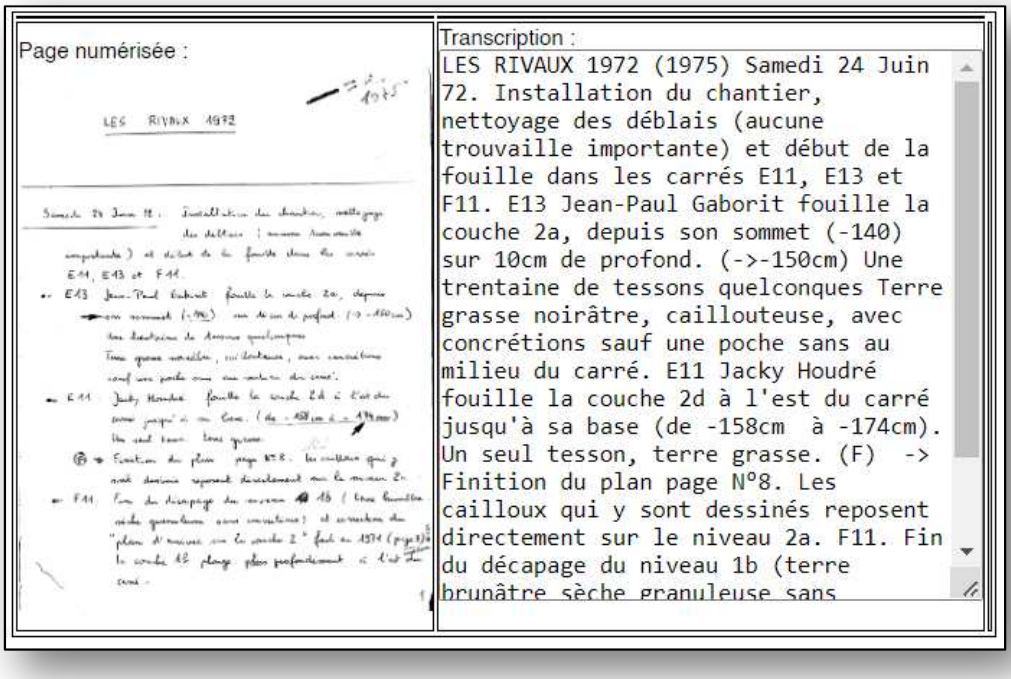


Figure 27 : Bloc réservé à l'affichage d'une page numérisée et de sa transcription

La rubrique Date en début de page et la rubrique Date en fin de page correspondent aux dates, précises ou non, qui peuvent être identifiées à la lecture de chacune des pages numérisées. Le mieux est de pouvoir y saisir les dates selon le format JJ/MM/AAAA.

L'espace de transcription d'une page se présente dans le milieu du formulaire. A gauche se trouve la page numérisée à transcrire et à droite l'espace prévu à cet effet.

Les autres rubriques à saisir sont :

- Type de page : choix à faire dans une liste de valeurs
- Auteur(s) du contenu : choix à faire dans une liste de valeurs
- Transcripteur(s) de la page : choix à faire dans une liste de valeurs
- Lien vers la collection sur Nakala : à renseigner à partir de l'URL de la collection des pages publiées sur Nakala[41]
- Lien vers la donnée sur Nakala : à renseigner à partir de l'URL de la page publiée sur Nakala

Dans la partie située à droite du formulaire se trouve un bloc grisé dans lequel plusieurs rubriques peuvent être renseignées :

- Avancement de la transcription : case à cocher à choisir entre Non-commencée, En cours, Terminée. Ces informations sont utilisées dans la fonctionnalité de suivi de l'avancement de la transcription
- Commentaires: saisie libre
- Créé le :la date est automatiquement renseignée lors du premier affichage de la page en cours dans l'application. La date est au format AAAA-MM-JJ HH:MM
- Modifié le : la date est automatiquement renseignée lors de l'enregistrement par l'utilisateur après la saisie de donnée pour au moins une rubrique pour la page en cours dans l'application. La date est au format AAAA-MM-JJ HH:MM

A tout moment, une page transcrite peut être corrigée ou supprimée avec le bouton Supprimer. Dans ce dernier cas, un message d'alerte avertira l'utilisateur du fait que la suppression implique la disparition dans la base de données de la page et de sa transcription si elle a été faite.

Le formulaire de transcription des contenus détaillés des pages est très similaire à celui des pages (fig. 28).

[41] Les pages et les contenus ont tous étaient publiés sur la plateforme Nakala de la TGIR Huma-Num sous la licence CreativeCommons 4.0 (cf. infra)

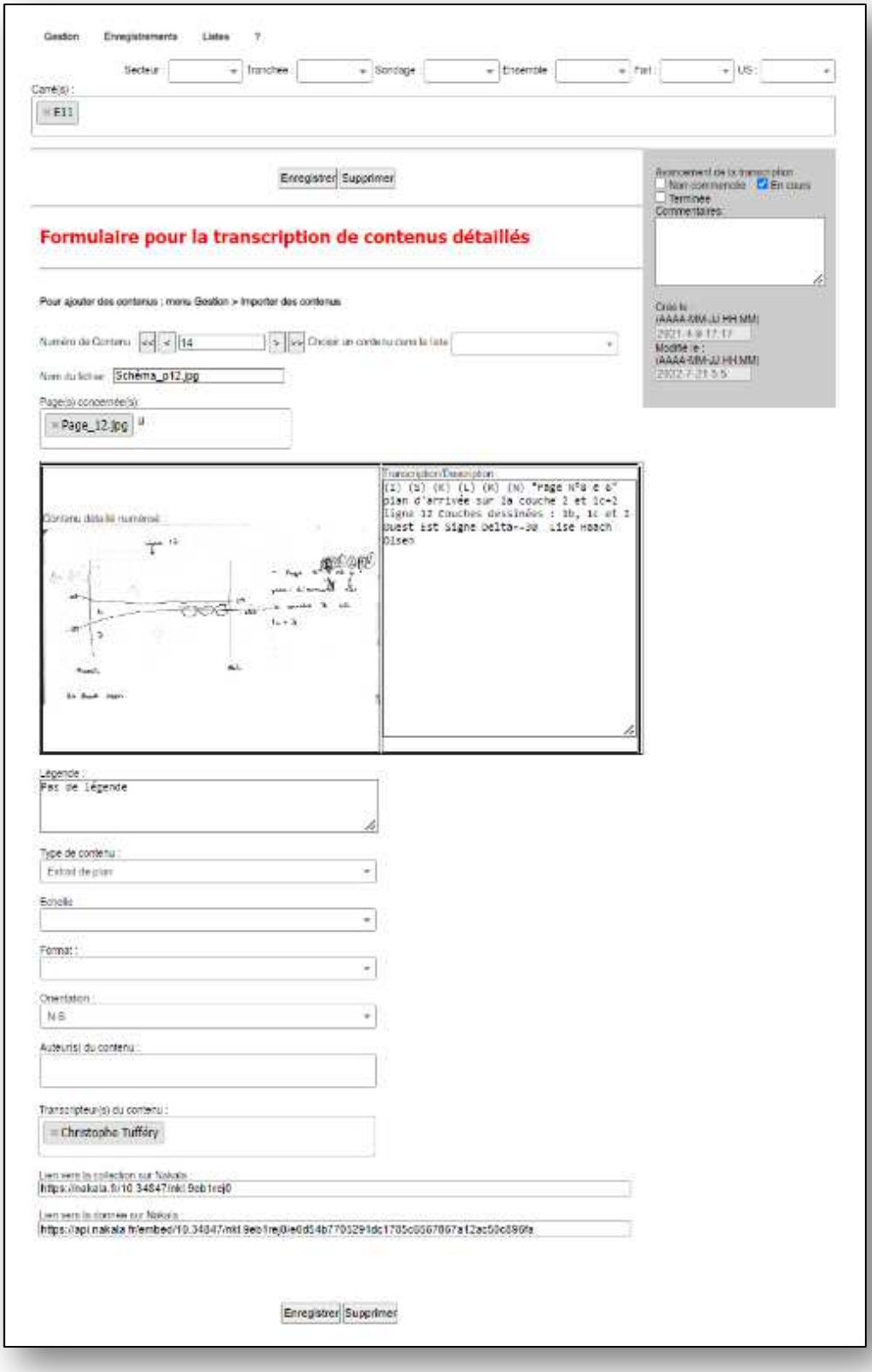


Figure 28 : Formulaire d'affichage et de transcription d'un contenu détaillé

Outre les mêmes rubriques dans le bandeau supérieur du formulaire que celles présentes dans celui des pages, le formulaire présente aussi des rubriques pour décrire ou transcrire les contenus détaillés. Les autres rubriques à saisir sont :

- Page(s) concernée(s) : choix à faire dans une liste de valeurs
- Légende : saisie libre
- Type de contenu : choix à faire dans une liste de valeurs
- Echelle : choix à faire dans une liste de valeurs
- Format : choix à faire dans une liste de valeurs
- Orientation : choix à faire dans une liste de valeurs
- Auteur(s) du contenu : choix à faire dans une liste de valeurs
- Transcripteur(s) du contenu : choix à faire dans une liste de valeurs
- Lien vers la collection sur Nakala : à renseigner à partir de l'adresse de la collection des contenus publiés sur Nakala (voir *infra*)
- Lien vers la donnée sur Nakala : à renseigner à partir de l'adresse du contenu publié sur Nakala (voir *infra*)

Dans la partie située à droite du formulaire se trouve, comme pour le formulaire des pages, un bloc grisé dans lequel plusieurs rubriques peuvent être renseignées :

- Avancement de la transcription : case à cocher à choisir entre Non-commencée, En cours, Terminée. Ces informations sont utilisées dans la fonctionnalité de suivi de l'avancement de la transcription
- Commentaires: saisie libre
- Créé le :la date est automatiquement renseignée lors du premier affichage de la page en cours dans l'application. La date est au format AAAA-MM-JJ HH:MM
- Modifié le : la date est automatiquement renseignée lors de l'enregistrement par l'utilisateur après la saisie de donnée pour au moins une rubrique pour la page en cours dans l'application. La date est au format AAAA-MM-JJ HH:MM

Le formulaire de saisie des carrés de fouille permet de fournir une description de chacun d'entre eux si besoin. Les données saisies dans ce formulaire doivent permettre notamment de pouvoir rattacher les carrés aux différentes unités de fouille : Secteur, tranchée, sondage, ensemble, fait, US (fig. 29).

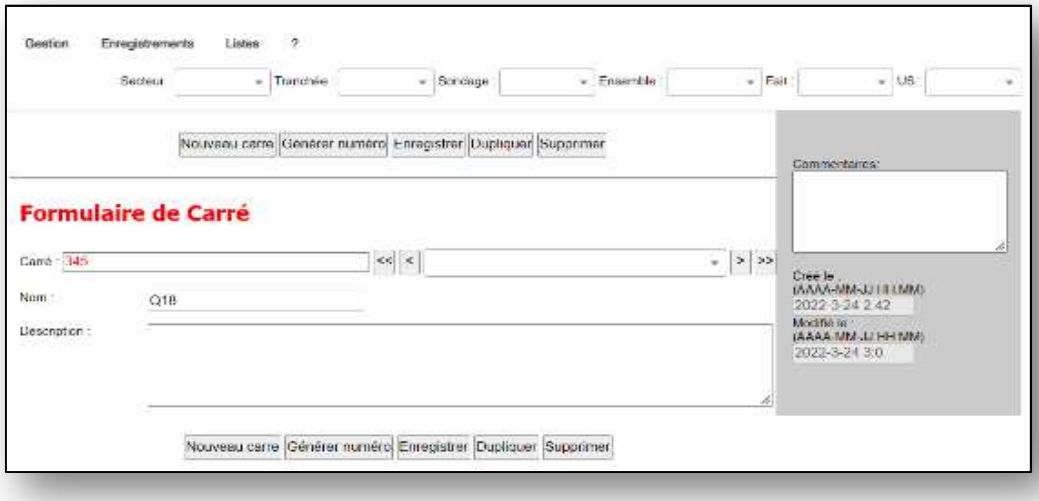


Figure 29 : Formulaire de saisie des données sur les carés de fouille

L'intérêt d'utiliser un navigateur pour l'application ArcheoText est qu'il est possible d'effectuer des zooms à l'affichage de chacune des pages. A gauche se trouve l'affichage de la page dans l'application avec un taux de 100% et à droite avec un taux de 500%. Cette fonctionnalité permet de zoomer assez fortement sur le document numérisé de façon à en faciliter la lecture et la transcription (fig. 30).

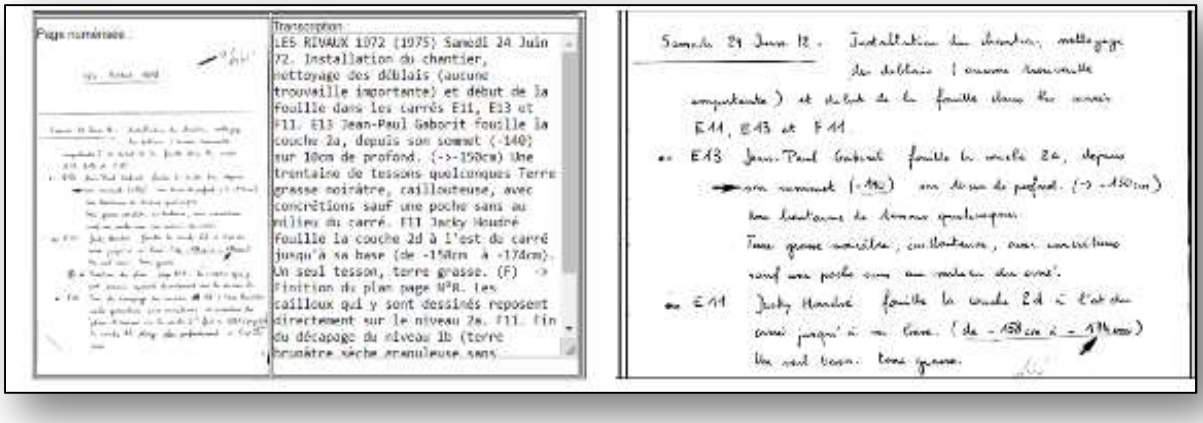


Figure 30 : Comparaison entre deux niveaux de zooms d'affichage d'une même page

Un autre intérêt d'utiliser un navigateur est que les diverses rubriques à renseigner peuvent l'être avec les divers outils de saisie de données que proposent les équipements comme un ordinateur, une tablette, un smartphone sur lesquels ce navigateur fonctionne. Ce peut être des outils d'écriture assistée comme la reconnaissance d'écriture manuscrite, de reconnaissance vocale ou encore des logiciels comme *SpeechTexter*[42] (fig. 31).

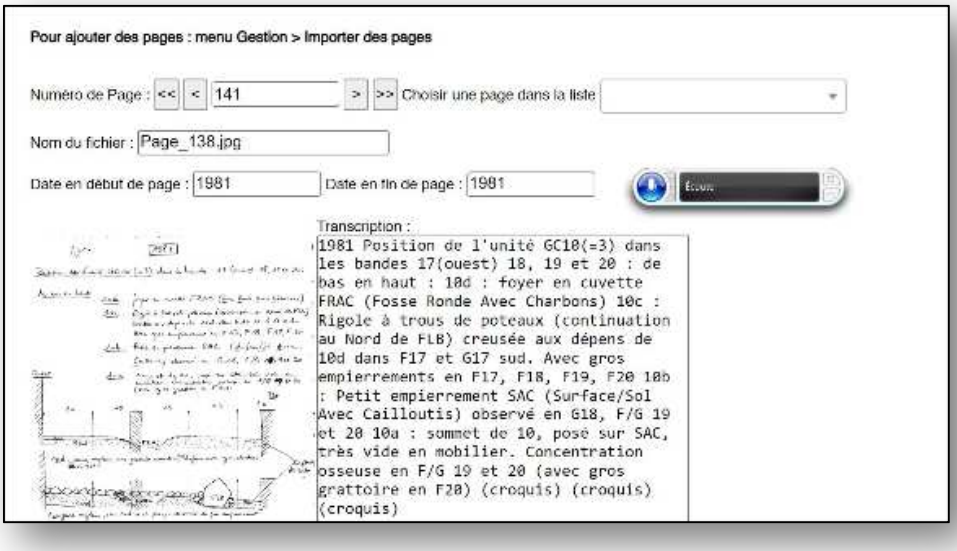


Figure 31 : Affichage d'une saisie en cours de données
à l'aide de l'outil de reconnaissance vocale sur un PC sous Windows 10

[42] https://www.speechtexter.com/

F.3. Menu Listes

Ce menu permet d'afficher l'ensemble des listes. Chacune permet d'accéder aux valeurs de la liste choisie pour la liste des carrés de fouille (fig. 32).

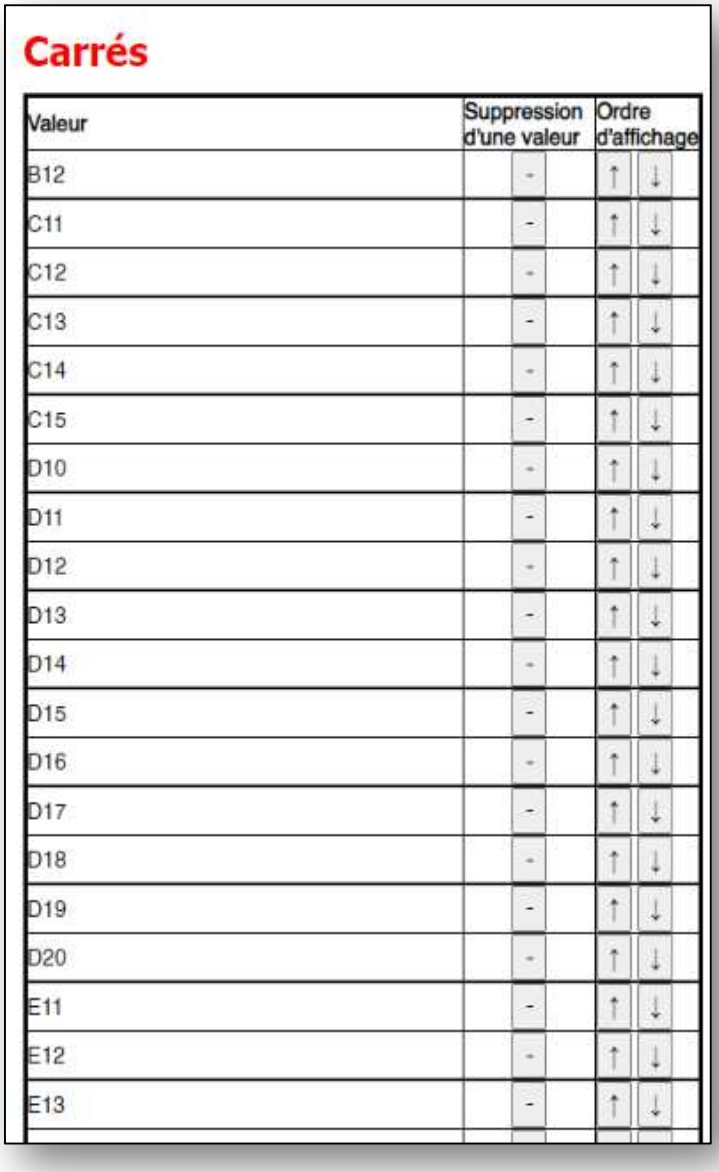


Figure 32 : Affichage de la liste des carrés de fouille

Certaines des listes sont prédéfinies, d'autres sont alimentées par l'utilisateur au fur et à mesure.

Il est possible de remonter ou de descendre les valeurs les unes par rapport aux autres pour les faire apparaître dans l'ordre souhaité.

G. Stockage des données en base de données *SQLite*

Au fur et à mesure de la transcription, les données sont stockées dans la base de données qui comporte les tables suivantes :

- les tables comportant des données commencent par la lettre T_
- les tables comportant des listes de données commencent par la lettre lst_
- les tables de jointures comportant des liens entre tables commencent par la lettre J_

Ces tables peuvent être affichées, interrogées, modifiées, dans un logiciel de gestion de la base de données *SQLite* comme *DBBrowserforSQLite*[43] (fig. 33).

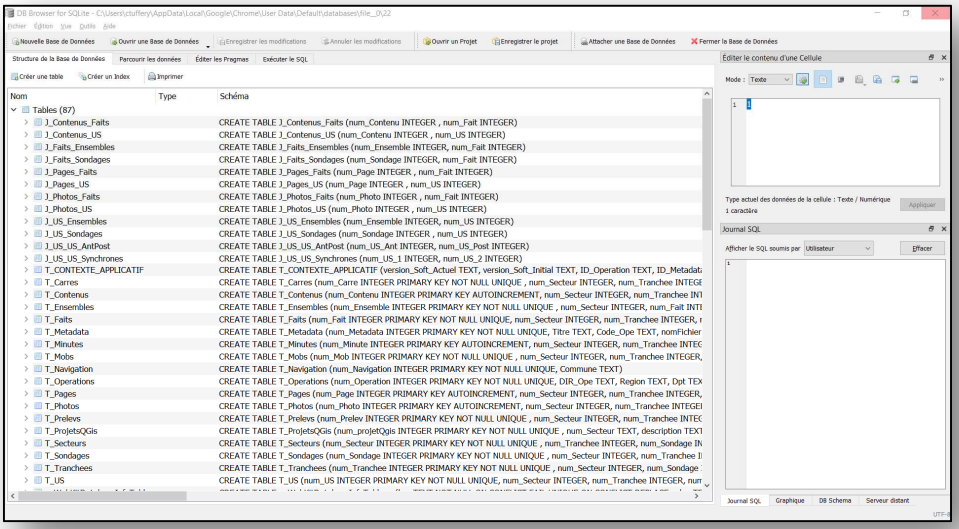


Figure 33 : Liste de tables affichées dans le logiciel DBBrowserforSQLite

A titre d'exemple, la table T_Pages permet d'afficher les données issues de la transcription des pages (fig. 34) :

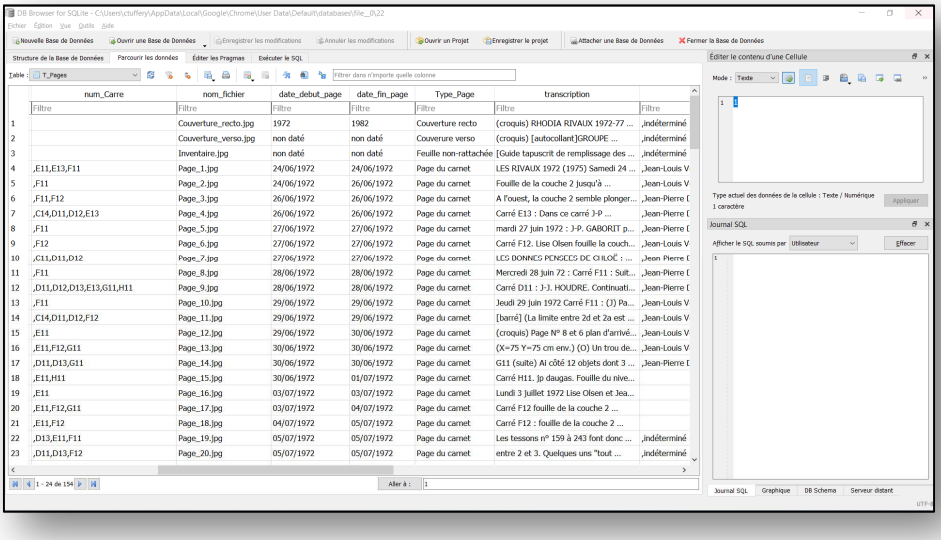


Figure 34 : Affichage dans DBBrowserforSQLite de la table T_Pages

[43] https://sqlitebrowser.org/

Chaque ligne de la table T_Pages correspond à la saisie des données de transcription pour une page du cahier de fouilles et aux autres données descriptives saisies pour cette page : carrés de fouille mentionnés, date de remplissage du cahier de fouilles en début et en fin de la page, nom du ou des auteurs ayant rempli la page, type de page, transcription de la page, etc.

Des requêtes au format SQL peuvent être saisies dans l'onglet « Exécuter le_SQL » de *DBBrowserforSQLite* afin de sélectionner une partie des données comme, par exemple, sélectionner toutes les lignes de la table t_pages dont le champ num_carre comporte la valeur E13 :

SELECT "num_carre" FROM "t_pages" where "num_carre" like "%E13"

Le résultat apparaît aussitôt (fig. 35).

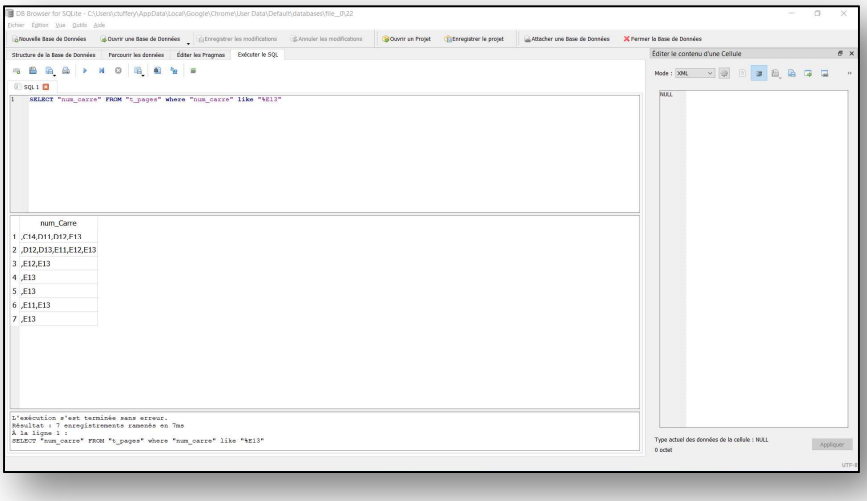


Figure 35 : Affichage dans DBBrowserforSQLite d'une requête SQL et de ses résultats

Sur une partie des données à l'issue d'une requête, ou sur l'ensemble d'une table ou encore sur l'ensemble de la base de données, *DBBrowserforSQLite* permet d'exporter les données dans plusieurs formats : SQL, .CSV, .JSON (fig. 36).

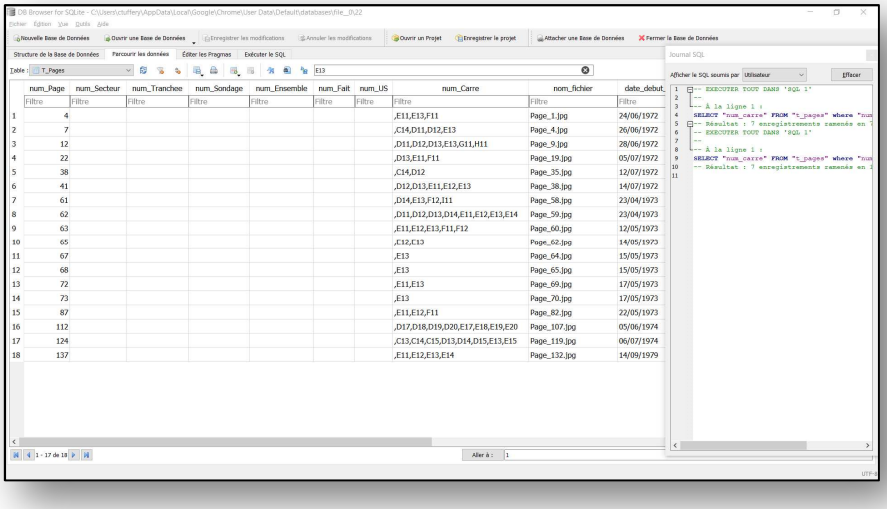


Figure 36 : Autre affichage dans DBBrowserforSQLite d'une requête SQL et de ses résultats

Ces formats peuvent être relus par divers logiciels comme le logiciel de SIG *QGis* (fig. 37).

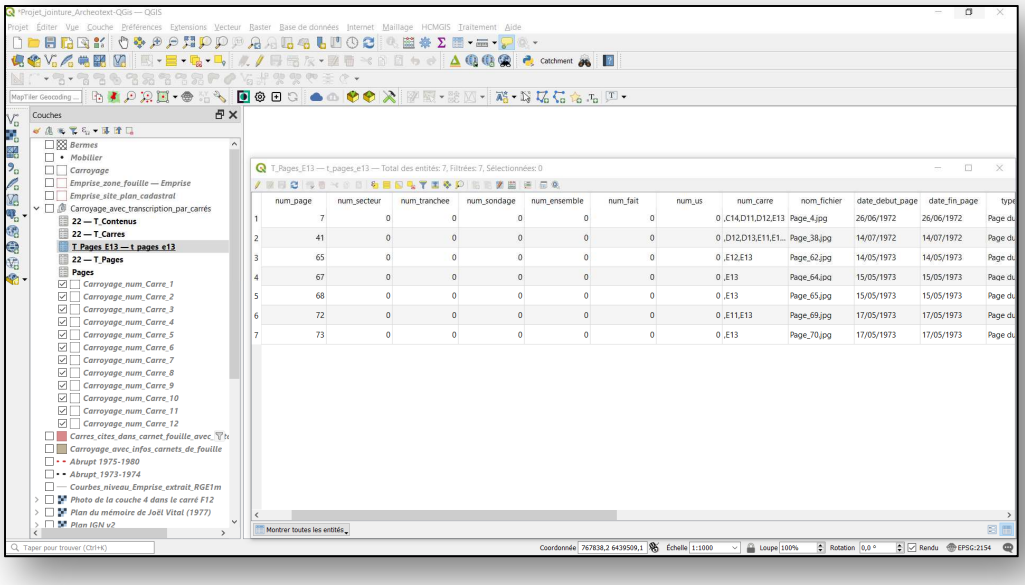


Figure 37 : Affichage dans QGis du fichier issu d'une requête SQL puis exporté au format SQLite.

Le format .sqlite peut à son tour être relu avec *DBBrowserforSQLite*.

Les données issues de la transcription numérique des cahiers de fouille peuvent donc faire l'objet de divers traitements, soit directement dans la base de données *SQLite*, soit dans des fichiers d'export au format .XML ou au format .XLS ou .CSV. Avant d'évoquer d'autres types de traitement, nous tenons à présenter les résultats de nos travaux exploratoires sur l'utilisation de solution de reconnaissance automatique d'écritures pour en évaluer si elles pourraient répondre à nos besoins de transcription des contenus des cahiers de fouilles, soit en se substituant à l'application ArcheoText soit en complément de celle-ci.

H. Les essais d'utilisation de solution de reconnaissance automatique d'écritures

Les solutions de reconnaissance automatique d'écritures sont nombreuses.

N'étant pas un spécialiste de ce domaine et n'ayant pas suivi de formation à ces outils, je souligne que les résultats de mes essais présentés ici doivent être considérés avec beaucoup de prudence. Ils nécessiteraient d'être évalués par des experts du domaine[44].

Si j'ai aussi pu apprécier l'intérêt de ces outils, j'ai pu aussi constater certaines de leurs limites, mais qui sont en partie franchissables par l'entraînement des moteurs de reconnaissance d'écriture par des volumes conséquents de manuscrits. Ce ne fut pas mon cas, mon corpus étant limité à 160 pages.

Des échanges avec certains d'entre eux m'ont permis de fructueux échanges et ouvert la voie à de futures collaborations.

[44] On parle de *HyperTextRecognition* (HTR) ou reconnaissance automatique d'écritures manuscrites et de *Optical Character Recognition* (OCR) pour la reconnaissance d'écritures tapuscrites ou imprimées

H.1.La plateforme *eScriptorium* basée sur le logiciel *Kraken*

D'une part, j'ai disposé d'un accès à la plateforme *eScriptorium*[45], développée pour la transcription de manuscrits médiévaux[46]. Cette plateforme s'appuie sur le système d'OCR *Kraken*[47], L'utilisation de la plateforme *eScriptorium* s'est avérée prometteuse pour mes propres archives mais elle a aussi montré des limites. J'ai utilisé le modèle de reconnaissance entraîné[48] pour le projet LECTAUREP[49].

La première étape de ce type d'outil, après le chargement des fichiers issus de la numérisation des pages des documents, consiste en une segmentation des pages. Le logiciel identifie des zones et des lignes sur lesquels porte ensuite le travail de reconnaissance automatique des caractères (fig. 38)

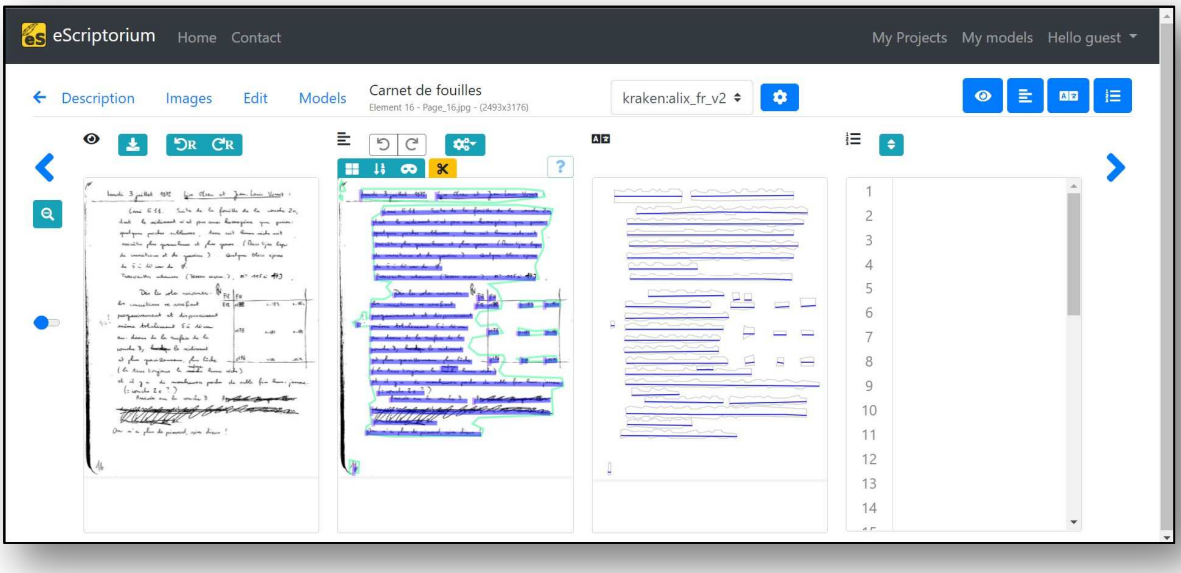


Figure 38 : Résultat de la segmentation d'une page entière par la plateforme eScriptorium

A l'issue de ce découpage, il est possible de corriger les lignes et les zones identifiés par le logiciel.

Le logiciel produit souvent des artefacts pour les éléments non textuels comme des croquis, des photos, des montages photographiques, des schémas inclus dans les pages des carnets. La correction de ces artefacts a requis un temps considérable.

Le principe du logiciel de reconnaissance automatique d'écritures est d'utiliser un modèle de reconnaissance qu'il faut entraîner après avoir corrigé les caractères reconnus par le logiciel. Cet apprentissage peut-être plus ou moins long selon les écritures, la qualité des documents, etc. Au fur et à mesure des corrections apportées sur les caractères reconnus, le modèle utilisé doit reconnaître de mieux en mieux les caractères qu'il a déjà reconnus et peut ajouter de nouveaux caractères à sa base de reconnaissance.

---

[45] https://escriptorium.fr/

[46] Je remercie vivement Peter Stokes et Daniel Stökl Ben Ezra de l'EPHE qui ont accepté de m'ouvrir un compte utilisateur sur la plateforme *eScriptorium* et qui m'ont aidé dans son utilisation.

[47] *Kraken* est une solution clé en main d'OCR pour les documents historiques et les textes en caractères non latins (https://kraken.re/master/index.html)

[48] Je remercie Alix Chagué de m'avoir permis d'utiliser ce modèle d'entraînement

[49] https://lectaurep.hypotheses.org/

Après avoir fait plusieurs tests sur quelques pages, les caractères étaient tellement mal reconnus que j'ai failli abandonner l'exploration des possibilités de cet outil.

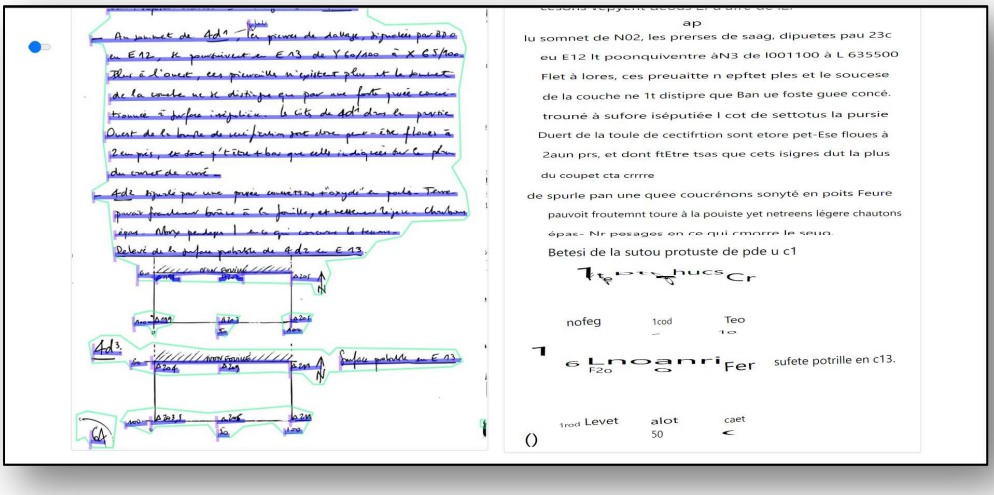


Figure 39 : Résultats de la reconnaissance automatique des écritures d'une page entière du carnet de fouille avec la plateforme eScriptorium

Finalement, j'ai décidé d'utiliser les résultats de la transcription réalisée avec ArcheoText pour corriger les zones de caractères reconnus par *eScriptorium*. En utilisant la fonction de copier-coller entre ArcheoText et *eScriptorium* j'ai ainsi pu corriger toutes les zones de reconnaissance et ensuite entraîner le modèle de reconnaissance LECTAUREP (fig. 40).

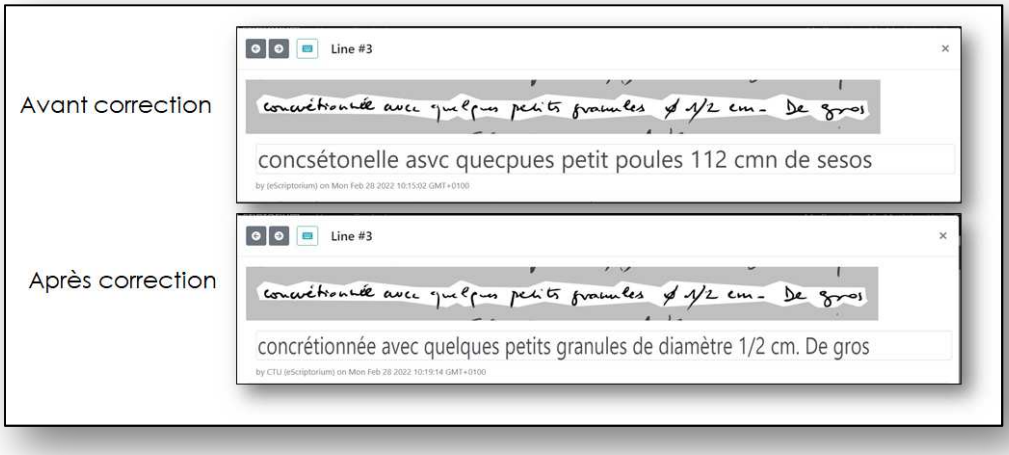


Figure 40 : Résultats de la reconnaissance automatique des écritures par la plateforme eScriptorium avant et après correction en utilisant le modèle LECTAUREP

Si cela a permis d'enrichir ce modèle, le corpus dont je disposais était trop limité pour obtenir des résultats nettement meilleurs avec le modèle entraîné qu'avec le modèle non-entraîné. La diversité des écritures manuscrites est probablement à l'origine de ces faibles performances.

De plus, le logiciel n'est pas fait pour reconnaître des formes autres que des écritures, ce qui exclut d'emblée les croquis, les schémas, les autres contenus détaillés de type graphique (fig. 41).

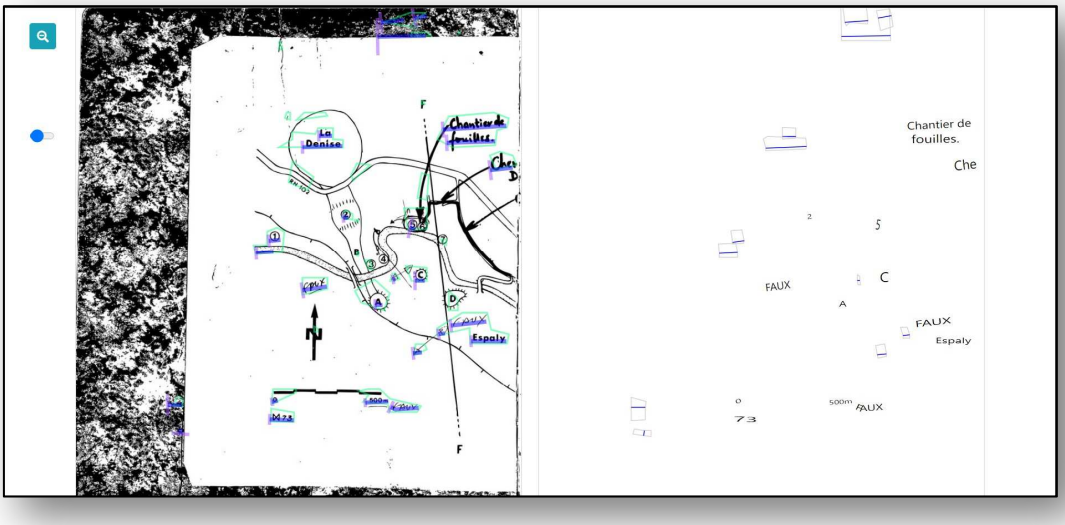


Figure 41 : Résultats de la reconnaissance automatique d'éléments textuels présents dans un graphique par la plateforme eScriptorium

Par ailleurs, certains comportent des écritures et des éléments graphiques qui peuvent être confondus avec des lettres manuscrites (fig. 42)

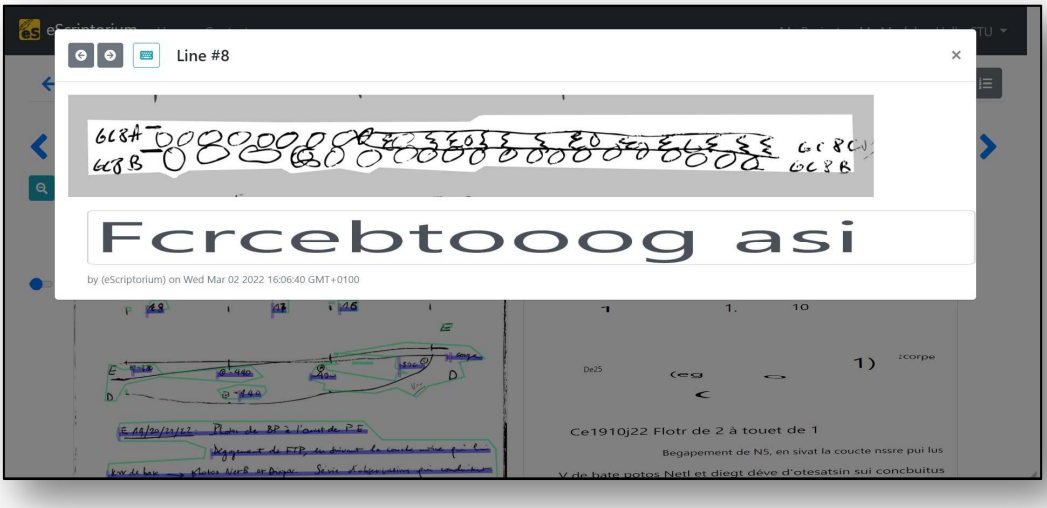


Figure 42 : Résultats de la reconnaissance automatique d'éléments graphiques considérés comme des écritures manuscrites par la plateforme eScriptorium

Dans les limites de mes corpus, de ma maîtrise de la plateforme et du temps que j'ai consacré à l'utilisation de la plateforme *eScriptorium*, il m'est apparu que cette solution n'était pas totalement adaptée à mes besoins et à mon type d'archive de fouille. Cette conclusion, très provisoire, mériterait d'être confirmée ou infirmée.

H.2.La plateforme *Transkribus*

J'ai aussi tenté d'explorer la solution, *Transkribus*[50], développée dans le cadre du projet européen "READ" (programme Horizon 2020 de l'Union Européenne), piloté par l'Université d'Innsbruck[51]. *Transkribus* a été utilisé avec succès pour le projet *Bulliot, Bibracte et moi*[52].

J'ai rencontré de grandes difficultés pour m'approprier cette solution. Mes résultats ne sont donc pas représentatifs des réelles possibilités de cette solution (fig. 43).

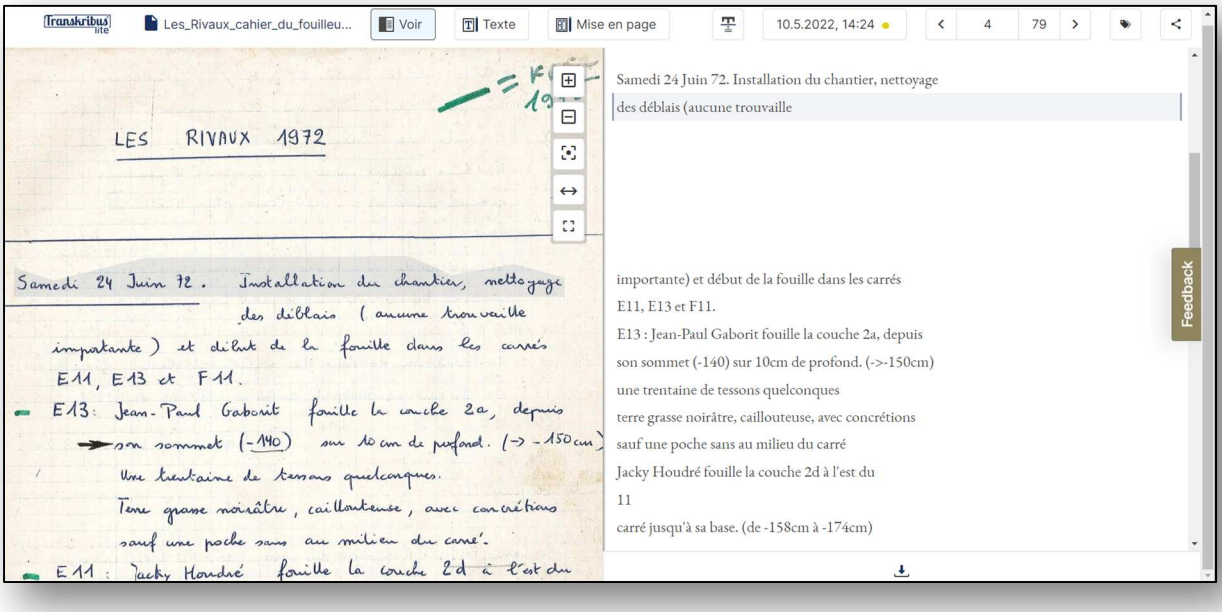


Figure 43 : Exemple de résultat de transscription d'une page du cahier de fouilles avec le logiciel Transkribus

Au vu des résultats atteints, j'ai conclu que, pour un corpus relativement limité comme le mien et en raison de la pluralité des écritures manuscrites, l'utilisation d'une application de reconnaissance automatique de caractères comme les deux testées, ne peut présenter d'intérêt qu'en complément d'autres formes de transcription comme par exemple ArcheoText. Mais cette conclusion ne vaut que pour mon seul projet, dans les limites des volumes de données que j'ai eus à traiter... et de mes compétences acquises seul.

I. Quelques utilisations des données de transcription issues d'ArcheoText

I.1. L'export des données et leur réutilisation dans des tableurs

[50] https://readcoop.eu/transkribus/?sc=Transkribus
[51] Depuis 2019, cette solution est distribuée par READ-COOP SCE
[52] La mise en œuvre de cette solution a demandé un important investissement en temps pour la formation et l'accompagnement des personnes qui ont participé à la transcription collaborative des carnets de Gabriel Bulliot

L’application permet d’exporter toutes les données avec une fonctionnalité d’exportation accessible depuis le menu Gestion de l’application. Le fichier résultat est alors automatiquement exporté dans le répertoire de téléchargement du navigateur utilisé.

Le fichier .xml intitulé par défaut ArcheoText.xml mais dont le nom peut être modifié autant que de besoin, peut être affiché dans un éditeur de texte comme le logiciel Notepad++[53] (fig. 44).

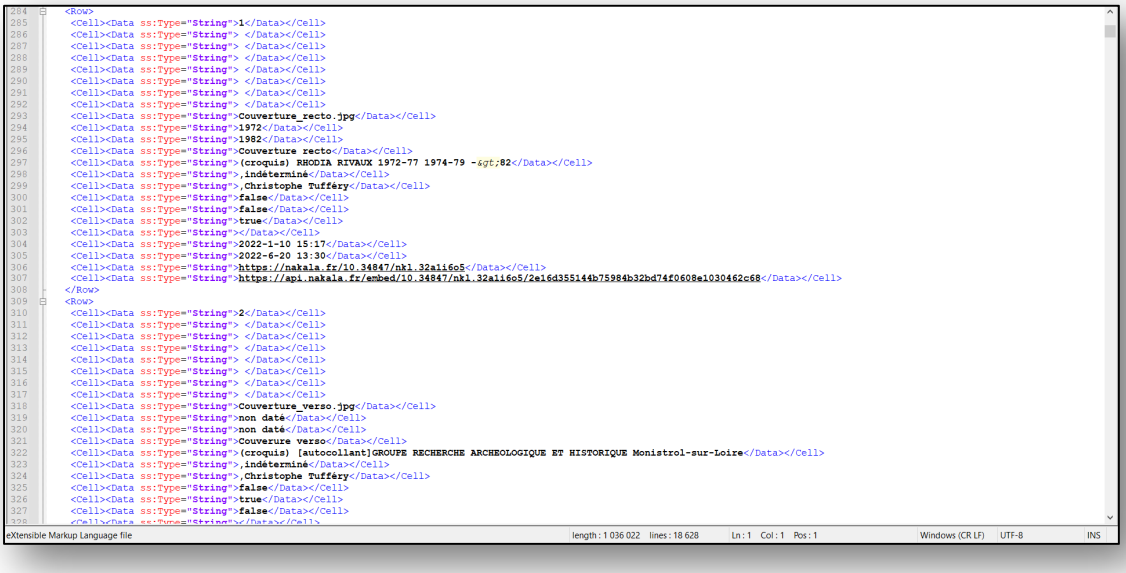
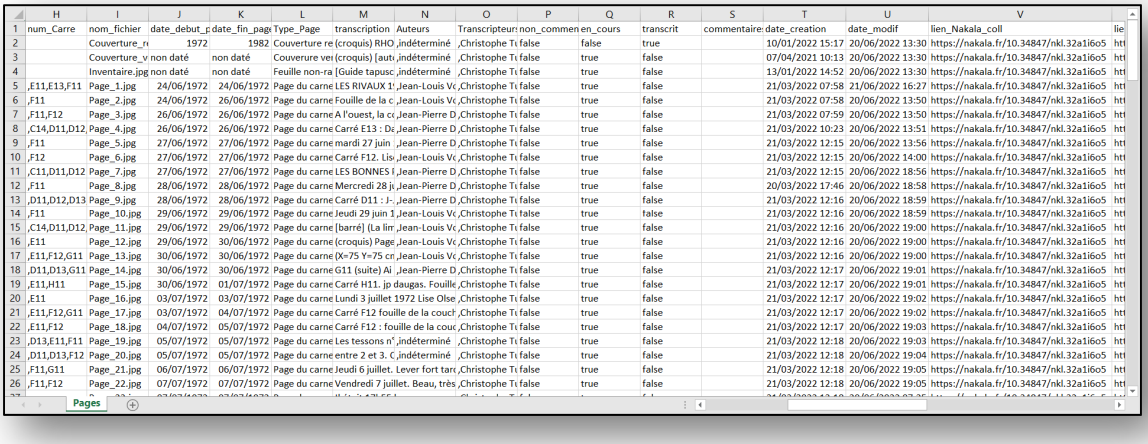


Figure 44 : Affichage dans le logiciel Notepad++ des données de transcription au format .XML

Ce même fichier .xml peut être affiché aussi dans un logiciel de tableur comme Excel (fig. 45).



	num_Carre	nom_fichier	date_debut_p	date_fin_pag	Type_Page	transcription	Auteurs	Transcripteurs	non_commen	en_cours	transcrit	commentaires	date_creation	date_modif	lien_Nakala_coll
2		Couverture_r	1972	1982	Couverture re	(croquis) RHO	,indéterminé	,Christophe Tu	false	false	true		10/01/2022 15:17	20/06/2022 13:30	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
3		Couverture_v	non daté	non daté	Couverure ver	(croquis) [auto	,indéterminé	,Christophe Tu	false	true	false		07/04/2021 10:13	20/06/2022 13:30	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
4		Inventaire.jpg	non daté	non daté	Feuille non-ra	[Guide tapusc	,indéterminé	,Christophe Tu	false	true	false		13/01/2022 14:52	20/06/2022 13:30	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
5	,E11,E13,F11	Page_1.jpg	24/06/1972	24/06/1972	Page du carne	LES RIVAUX 1'	,Jean-Louis Vc	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 07:58	21/06/2022 16:27	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
6	,F11	Page_2.jpg	24/06/1972	26/06/1972	Page du carne	Fouille de la c	,Jean-Louis Vc	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 07:58	20/06/2022 13:50	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
7	,F11,F12	Page_3.jpg	26/06/1972	26/06/1972	Page du carne	A l'ouest, la c	,Jean-Pierre D	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 07:59	20/06/2022 13:50	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
8	,C14,D11,D12	Page_4.jpg	26/06/1972	26/06/1972	Page du carne	Carré E13 : De	,Jean-Pierre D	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 10:23	20/06/2022 13:51	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
9	,F11	Page_5.jpg	27/06/1972	27/06/1972	Page du carne	mardi 27 juin	,Jean-Pierre D	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 12:15	20/06/2022 13:56	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
10	,F12	Page_6.jpg	27/06/1972	27/06/1972	Page du carne	Carré F12. Lis	,Jean-Louis Vc	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 12:15	20/06/2022 14:00	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
11	,C11,D11,D12	Page_7.jpg	27/06/1972	27/06/1972	Page du carne	LES BONNES I	,Jean-Pierre D	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 12:15	20/06/2022 18:56	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
12	,F11	Page_8.jpg	28/06/1972	28/06/1972	Page du carne	Mercredi 28 ju	,Jean-Pierre D	,Christophe Tu	false	true	false		20/03/2022 17:46	20/06/2022 18:58	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
13	,D11,D12,D13	Page_9.jpg	28/06/1972	28/06/1972	Page du carne	Carré D11 : J-	,Jean-Pierre D	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 12:16	20/06/2022 18:59	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
14	,F11	Page_10.jpg	29/06/1972	29/06/1972	Page du carne	Jeudi 29 juin 1	,Jean-Louis Vc	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 12:16	20/06/2022 18:59	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
15	,C14,D11,D12	Page_11.jpg	29/06/1972	29/06/1972	Page du carne	[barré] (La lim	,Jean-Louis Vc	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 12:16	20/06/2022 19:00	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
16	,E11	Page_12.jpg	29/06/1972	30/06/1972	Page du carne	(croquis) Page	,Jean-Louis Vc	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 12:16	20/06/2022 19:00	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
17	,E11,F12,G11	Page_13.jpg	30/06/1972	30/06/1972	Page du carne	(X=75 Y=75 cn	,Jean-Louis Vc	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 12:16	20/06/2022 19:00	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
18	,D11,D13,G11	Page_14.jpg	30/06/1972	30/06/1972	Page du carne	G11 (suite) Ai	,Jean-Pierre D	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 12:17	20/06/2022 19:01	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
19	,E11,H11	Page_15.jpg	30/06/1972	01/07/1972	Page du carne	Carré H11. jp daugas. Fouille	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 12:17	20/06/2022 19:01	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
20	,E11	Page_16.jpg	03/07/1972	03/07/1972	Page du carne	Lundi 3 juillet 1972 Lise Olse	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 12:17	20/06/2022 19:02	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
21	,E11,F12,G11	Page_17.jpg	03/07/1972	04/07/1972	Page du carne	Carré F12 fouille de la couch	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 12:17	20/06/2022 19:02	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
22	,E11,F12	Page_18.jpg	04/07/1972	05/07/1972	Page du carne	Carré F12 : fouille de la couc	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 12:17	20/06/2022 19:03	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
23	,D13,E11,F11	Page_19.jpg	05/07/1972	05/07/1972	Page du carne	Les tessons n°	,indéterminé	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 12:18	20/06/2022 19:03	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
24	,D11,D13,F12	Page_20.jpg	05/07/1972	05/07/1972	Page du carne	entre 2 et 3. C	,indéterminé	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 12:18	20/06/2022 19:04	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
25	,F11,G11	Page_21.jpg	06/07/1972	06/07/1972	Page du carne	Jeudi 6 juillet. Lever fort tar	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 12:18	20/06/2022 19:05	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
26	,F11,F12	Page_22.jpg	07/07/1972	07/07/1972	Page du carne	Vendredi 7 juillet. Beau, très	,Christophe Tu	false	true	false		21/03/2022 12:18	20/06/2022 19:05	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5

Pages

Figure 45 : Affichage dans le logiciel Excel du fichier .XML d’exportation des données de transcription

[53] https://notepad-plus-plus.org/

Avec Excel, divers types de tri, de sélection peuvent être faits. Par exemple, on peut extraire les carrés de fouilles auxquels font référence les pages du cahier de fouilles. A partir de ces résultats, il est possible, toujours avec Excel, de produire des diagrammes pour représenter les résultats des tris, en l'occurrence le nombre de pages citant chacun des carrés de fouilles (fig.46).

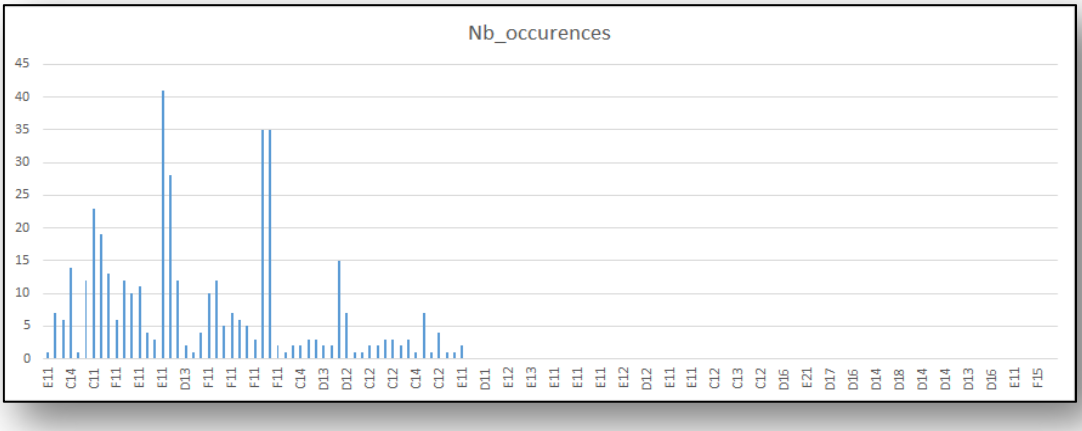


Figure 46 : Exemple de graphique issu du traitement dans Excel des données d'exportation

Il est également possible de procéder à un publipostage entre le fichier .XML après sa transformation au format .XLS dans Excel et un fichier Word pour générer les pages au format .PDF (fig. 47).

Page reconstituée du carnet de fouille des Rivaux (fouille J.-P. Daugas, 1970-1990)

Numéro de Page	4
Numéro de carré	,E11,E13,F11
Nom du fichier	Page_1.jpg
Date de début de page	24/06/1972
Date de fin de page	24/06/1972
Type de page	Page du carnet
Transcription	LES RIVAUX 1972 (1975) Samedi 24 Juin 72. Installation du chantier, nettoyage des déblais (aucune trouvaille importante) et début de la fouille dans les carrés E11, E13 et F11. E13 Jean-Paul Gaborit fouille la couche 2a, depuis son sommet (-140) sur 10cm de profond. (->-150cm) Une trentaine de tessons quelconques Terre grasse noirâtre, caillouteuse, avec concrétions sauf une poche sans au milieu du carré. E11 Jacky Houdré fouille la couche 2d à l'est du carré jusqu'à sa base (de -158cm à -174cm). Un seul tesson, terre grasse. (F) -> Finition du plan page N°8. Les cailloux qui y sont dessinés reposent directement sur le niveau 2a. F11. Fin du décapage du niveau 1b (terre brunâtre sèche granuleuse sans concrétions) et correction du "plan d'arrivée sur la couche 2" fait en 1971 (page 3). la couche 1b plonge plus profondément à l'est du carré.
Auteurs	,Jean-Louis Voruz
Transcripteurs	,Christophe Tufféry
Commentaires	
Transcription non-commencée	false
Transcription en cours	true
Transcription terminée	false
Lien vers Nakala (collection)	https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5
Lien vers Nakala (donnée)	https://api.nakala.fr/embed/10.34847/nkl.32a1i6o5/85d87afc228fd6ce51498bfe6719a450f217a672

Figure 47 : Exemple de résultat de publipostage entre les données de transcription du fichier d'export pour une des pages du cahier de fouille

Les données de transcription peuvent ensuite être traitées à l'aide de logiciels de textométrie. N'étant pas moi-même expert dans le domaine, je n'ai exploré que très peu ce type d'outil.

I.2. Les traitements textométriques des données de transcription des pages

L'application AnaText 2.3 est une application en ligne de textométrie développée par l'Université de Grenoble. L'application permet de copier-coller des données au format .TXT provenant de n'importe quel logiciel d'édition de texte et d'en faire une exploration textométrique (fig. 48)[54].

Figure 48 : Page d'accueil de l'application en ligne AnaText 2.3 et affichage des données de transcription d'ArcheoText au format .TXT avant les traitements textométriques

A titre purement illustratif, la figure 49 montre un extrait des résultats de l'utilisation d'application AnaText sur l'ensemble des données de transcription d'ArcheoText.

[54] (http://phraseotext.univ-grenoble-alpes.fr/anaText)

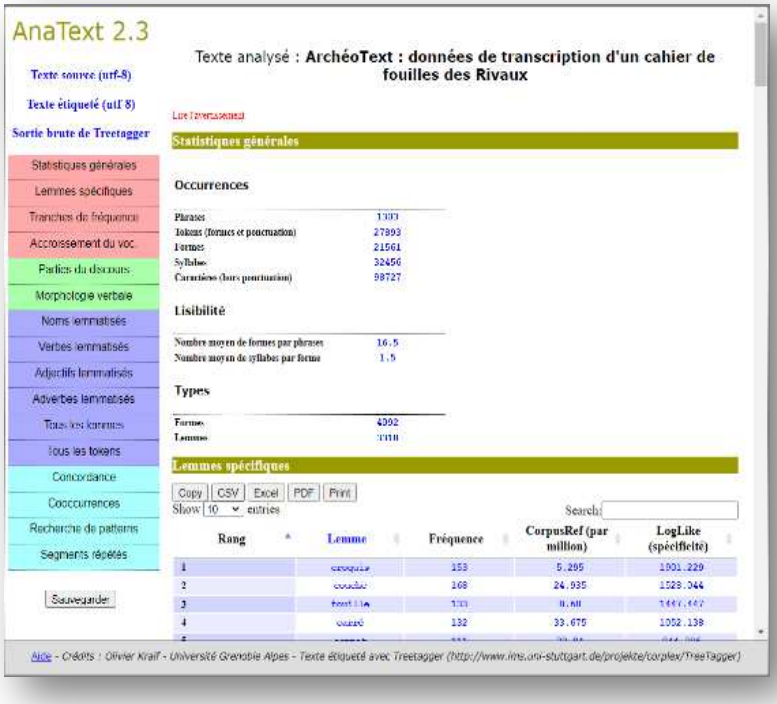


Figure 49 : Affichage des résultats de l'analyse textométrique avec l'application AnaText 2.3 des données de transcription d'ArcheoText

Parmi les résultats de cette analyse textométrique se trouvent ceux de l'analyse lexicométrique (fig. 50).

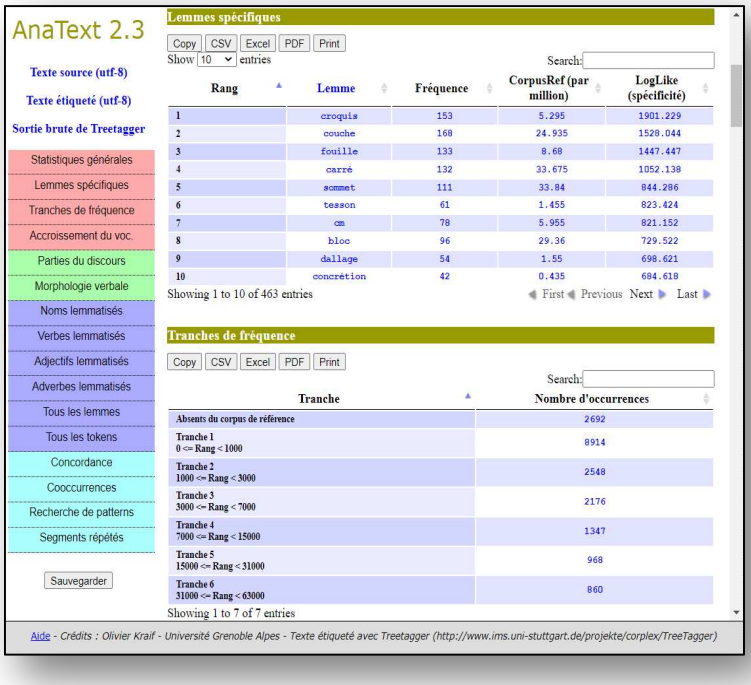


Figure 50 : Autre affichage des résultats de l'analyse lexicométrique avec l'application AnaText 2.3 des données de transcription d'ArcheoText

Ce type d'analyse permet de faire ressortir statistiquement les contenus et la structuration d'un texte. Parmi les recherches que permet l'application AnaText se trouvent :

- Recherche d'un lemme (il peut s'agir de termes, de verbes, d'adjectifs, d'adverbes), de sa fréquence, de son contexte d'usage (paragraphe),
- Recherche de la morphologie verbale (temps, mode),
- Recherche de concordances,
- Recherche de cooccurences,
- Recherche de patterns (composés de formes ou d'étiquettes),
- Recherche de segments de phrases répétés
- Etc.

La figure 50 montre que les noms lemmatisés les plus fréquents sont couche, fouille, carré, sommet, bloc, niveau[55]. Si le terme de stratigraphique existe à 4 reprises, le terme d'unité stratigraphique semble ne pas avoir été utilisé.

Le terme « soir » est utilisé 12 fois. A chaque fois, il fait référence à la vie de l'équipe de fouille en dehors du chantier, en soirée, ce qui prouve l'importance de ces moments dans la vie des équipes de fouilles et que le cahier de fouilles autorise des mentions sur ces moments. Ce type d'insertion n'existe pas avec les fiches normalisées d'enregistrement du mobilier archéologique ni, *a fortiori*, avec leurs versions nativement numériques actuelles.

Les données de transcription dans ArcheoText peuvent aussi faire l'objet d'autres types de traitements, notamment dans leur dimension spatiale et temporelle.

I.3. Les traitements de données dans leur dimension spatiale avec le logiciel *QGis*

Les données stockées dans la base de données *SQLite* peuvent être directement affichées, interrogées et mises à jour, sous conditions, dans le logiciel de SIG *QGis*, sans avoir besoin d'être exportées. Cette possibilité est due au fait que *QGis* peut se connecter directement à la base de données *SQLite*, sans avoir besoin d'installer, de connecter ou déclarer au préalable une connexion avec un logiciel particulier.

La première étape est d'ajouter une ou plusieurs tables à l'aide de la fonctionnalité « Ajouter couche vecteur » puis de parcourir le poste de travail pour trouver la base de données à son emplacement. Une fois la base de données trouvée, on peut choisir, parmi les tables, celles qu'on souhaite afficher dans la liste des couches de *QGis*. Une fois sélectionnées, les tables apparaissent dans la liste des couches comme n'importe quelle autre couche, avec ou sans géométrie (fig. 51).

[55] Il faut faire abstraction de la fréquence du terme croquis qui est un artefact. Lors de la transcription, nous avons ajouté ce terme entre parenthèses à chaque fois que dans une page se trouvait un croquis, décrit par ailleurs en tant que contenu détaillé dans ArchéoText.

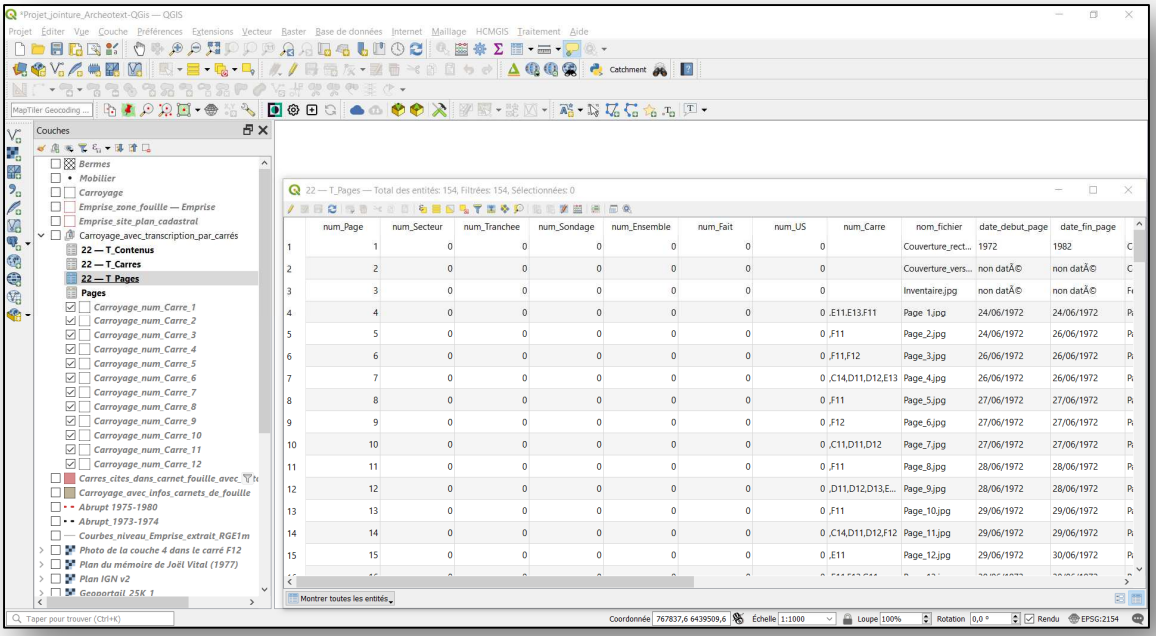


Figure 51 : Affichage dans la liste des couches de QGis des tables de la base de données SQLite

Une fois ces tables affichées, on peut établir des jointures de tables avec des couches disposant d'une géométrie, par exemple la couche des carrés de fouilles (fig. 52).

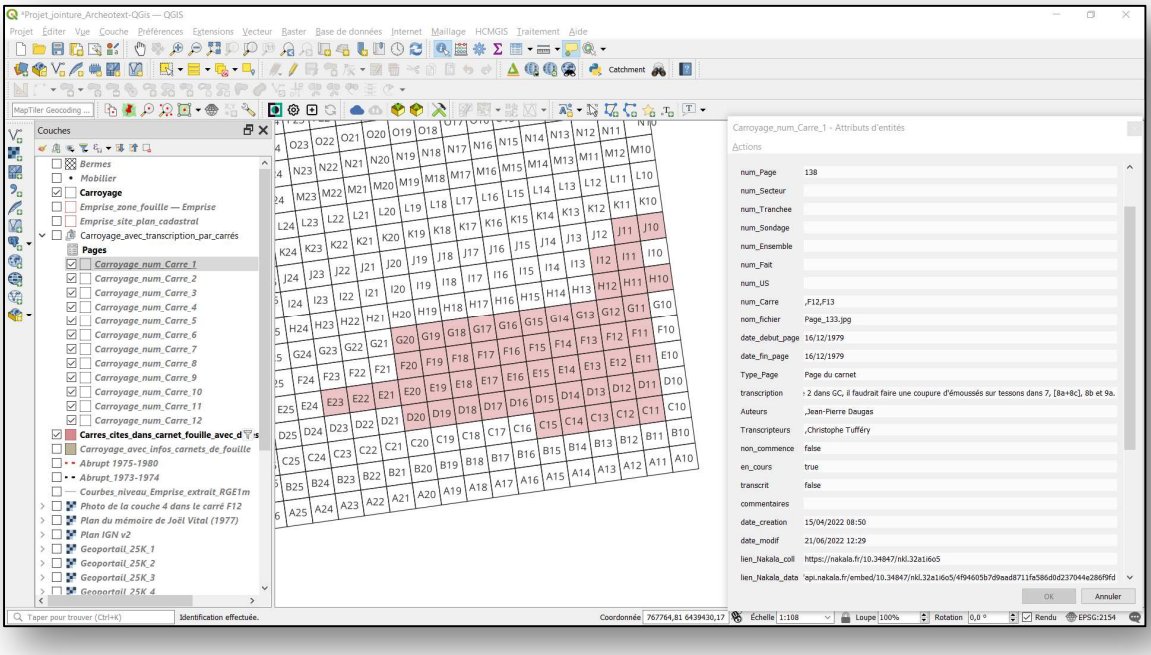


Figure 52 : Affichage dans QGis des données de la table des pages
après jointure avec la couche des carrés de fouilles

En cliquant sur un des carrés, les données de la base *SQLite* apparaissent dans le panneau d'affichage des données attributaires. Au cas où un carré de fouille est mentionné dans plusieurs des pages du cahier de fouille, la couche des carrés a été dupliquée en autant de couches que nécessaire pour permettre d'accéder à toutes les pages mentionnant le carré concerné.

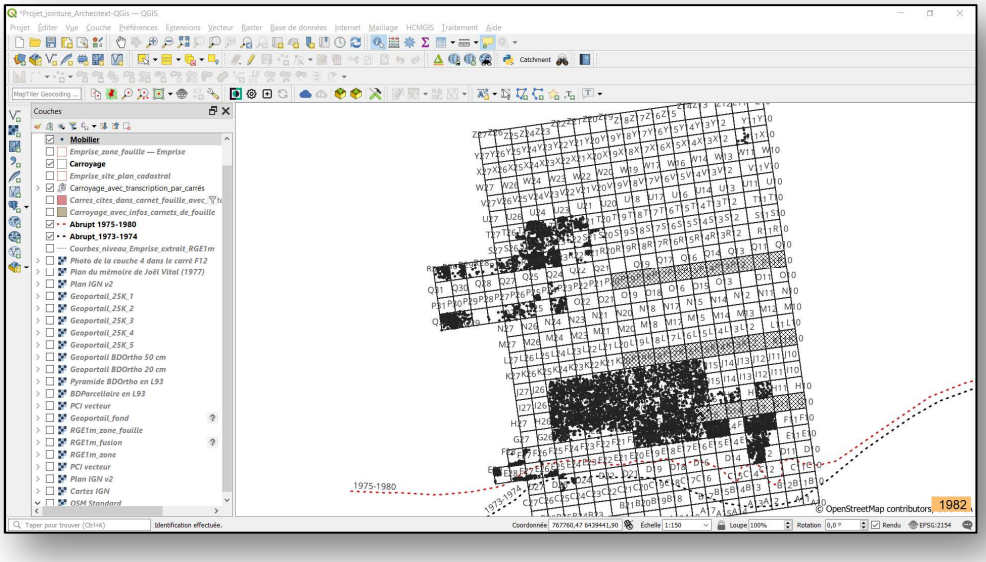


Figure 53 : Affichage des données de mobilier provenant du programme RIVALO

J'ai aussi ajouté les fichiers de données récupérées du programme RIVALO présenté ci-dessus, (fig. 53).

En zoomant, l'emplacement précis de chacun des mobiliers apparaît sous la forme d'un point noir. En cliquant sur les points, la table attributaire peut être affichée avec toutes les données descriptives qui saisies au format .TXT avec le programme RIVALO dans les années 1980 (fig. 54).

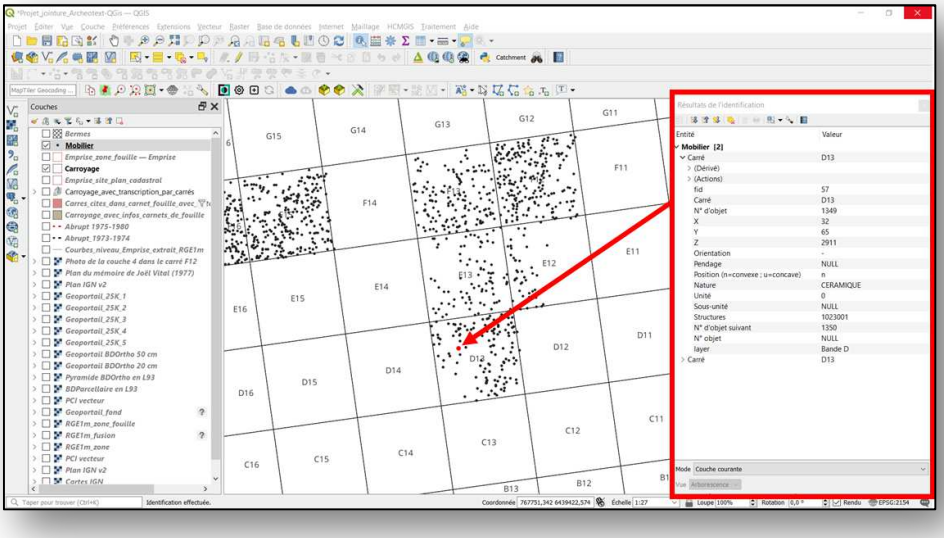


Figure 54 : Zoom sur un carré de fouilles et affichage des données descriptives d'un des mobiliers provenant du programme RIVALO

A l'aide d'actions dans *QGis* (il s'agit de petits scripts en Python ou dans un autre langage), j'ai pu établir des liens dynamiques entre des couches de données géoréférencées comme celle des carrés de fouilles et les données de l'application ArcheoText qui peut être lancée automatiquement depuis *QGis* (fig. 55).

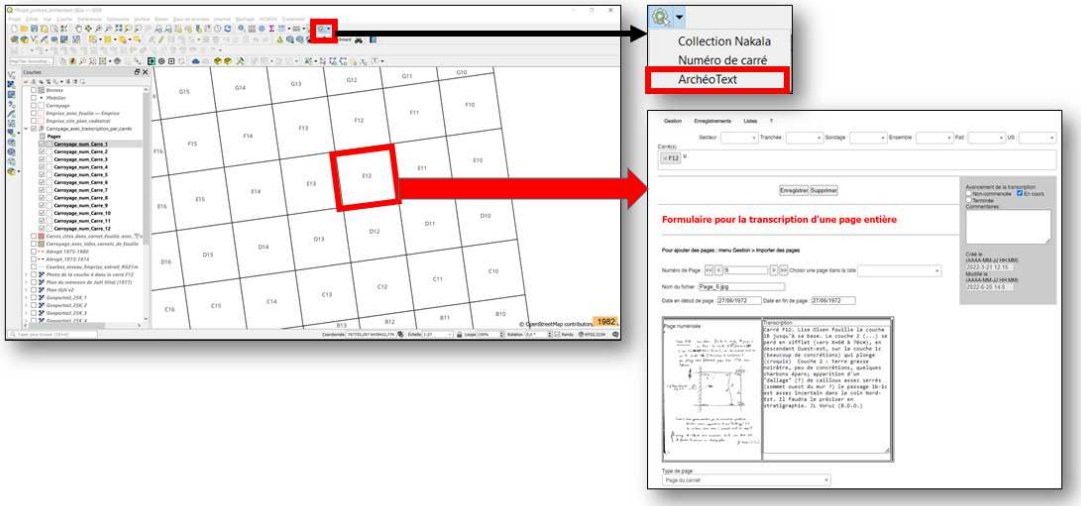


Figure 55 : Lien entre la couche des données sur les carrés de fouille dans QGis et les données de transcription dans ArcheoText

J'ai aussi développé un autre script qui permet d'ouvrir un navigateur Web et de pointer directement sur l'URL d'un des fichiers des pages du carnet de fouille publié sur *Nakala* (fig. 56).

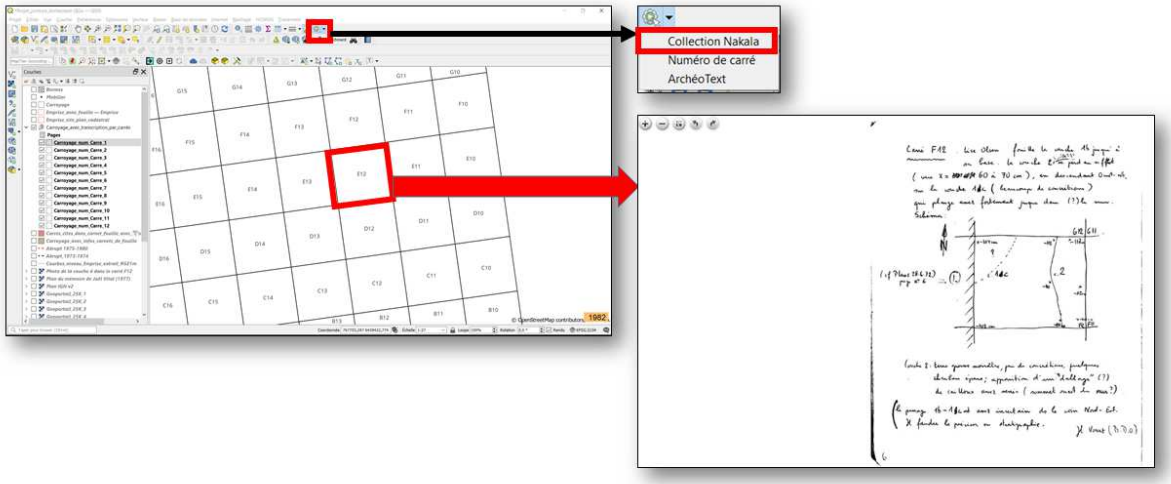


Figure 56 : Lien entre la couche des données sur les carrés de fouille dans QGis et les fichiers des pages des cahiers de fouille publiés sur Nakala

J'ai aussi procédé au géoréférencement dans le logiciel *QGis* de quelques photographies verticales noir et blanc de niveaux archéologiques prises sur le site au cours des campagnes de 1973 et 1974, comme par exemple une photographie de la couche 4 prise sur le carré F12 lors de la campagne de 1974 (fig. 57). Ce géoréférencement n'est possible que parce que la photographie a été prise approximativement à la verticale de la surface du sol et que celui-ci était globalement horizontale et

parce que sur la photographie apparaissent nettement les fils délimitant les carrés de fouille pouvant servir de repère lors du géoréférencement.

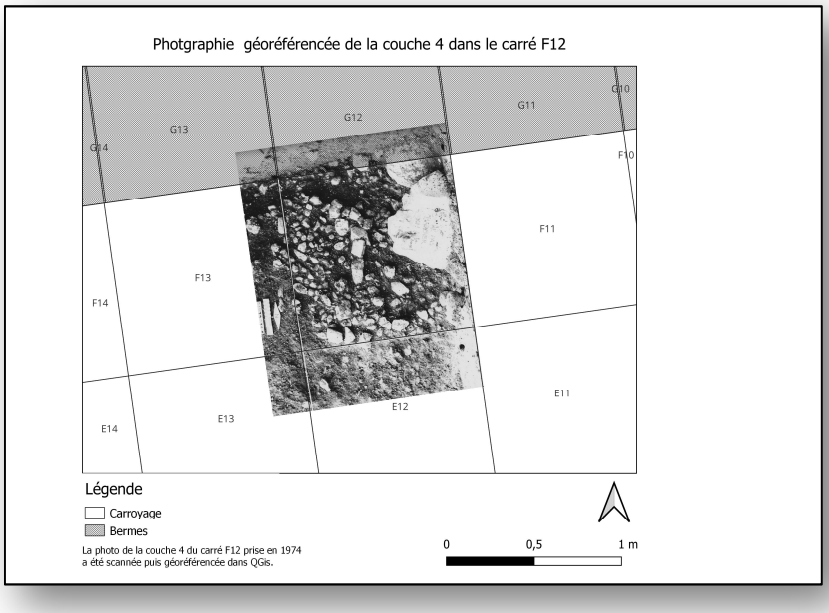


Figure 57 : Photographie noir et blanc de la couche 4 dans le carré F12, géoréférencée dans QGis

La photographie montre aussi clairement que la fouille, aussi rigoureuse qu'elle se voulait, respectait plus ou moins les bordures des carrés de la lors la fouille. Dans la partie nord du carré, la fouille a débordé de quelques centimètres dans le carré G12, où se trouvait une berme laissée dans une partie de la bande G comme le montre la figure.

Le logiciel *QGis* peut être enrichi par des extensions qui complètent les fonctionnalités de base du logiciel. L'utilisation de l'extension de *QGis*, intitulée *TimeManager*, m'a permis de reconstituer l'évolution de l'ouverture et de la fouille des carrés dans le temps entre 1972 et 1982 selon les dates de début et de fin de chacune des pages qui sont deux des champs du formulaire de transcription des pages du cahier de fouilles (fig. 58).

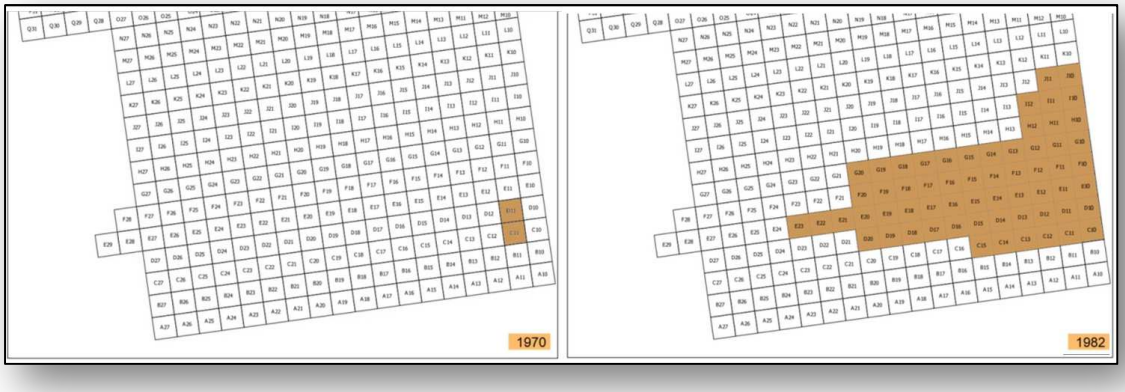


Figure 58 : Affichage dans QGis avec l'extension TimeManager de l'avancement de la fouille par carrés entre 1970 et 1982 à partir des données de transcription d'ArcheoText

Parmi les autres extensions de QGis se trouve celle intitulée Qgistothreejs. Celle-ci permet une visualisation et une navigation en perspective (habituellement appelée vue en 3D) et de modifier plusieurs paramètres pour changer de hauteur et d'angle de vue, d'accentuer le relief si besoin, de tourner autour d'un point indiqué sur le modèle, etc.

L'extension permet d'ajouter plusieurs couches de données géoréférencées, parmi lesquelles des données d'élévation comme par exemple un modèle numérique de terrain, sur lequel il est possible d'ajouter des couches de données dont des couches au format WMS[56] comme celles de l'Ign ou d'*OpenStreetMap* pour replacer le site des Rivaux dans son contexte géographique actuel (fig. 59).

Figure 59 : Vue en perspective du contexte géographique du site des Rivaux avec la couche de données au format WMS de l'Ign

Le site des Rivaux se trouve en surplomb du cours de la rivière la Borne, l'affluent de rive gauche de la Loire située à une dizaine de kilomètres à l'est. Coulant au pied du site, la Borne, dans sa rive concave, était un facteur d'érosion du site. Cette situation topo-hydrographique a contraint, pendant les premières campagnes entre 1970 et 1980, à fouiller les carrés situés en bordure de l'abrupt. A partir de 1980, les campagnes suivantes se sont concentrées sur la fouille des carrés situés plus au nord, moins exposés à l'époque que ceux situés sur l'abrupt.

Avec cet outil, nous avons pu afficher les carrés de fouille qui ont pu être fouillés entre 1970 et 1990. La superposition avec la topographie actuelle, provenant des données du RGE1m® de l'Ign, permet de faire ressortir les carrés qui ont progressivement disparu du fait de l'effondrement de la falaise d'année en année (fig. 60).

[56] *WebMapServices* : format de couches de données publiées par des serveurs cartographiques sur internet et accessibles notamment avec des logiciels ou des applications Web pouvant lire ce format.

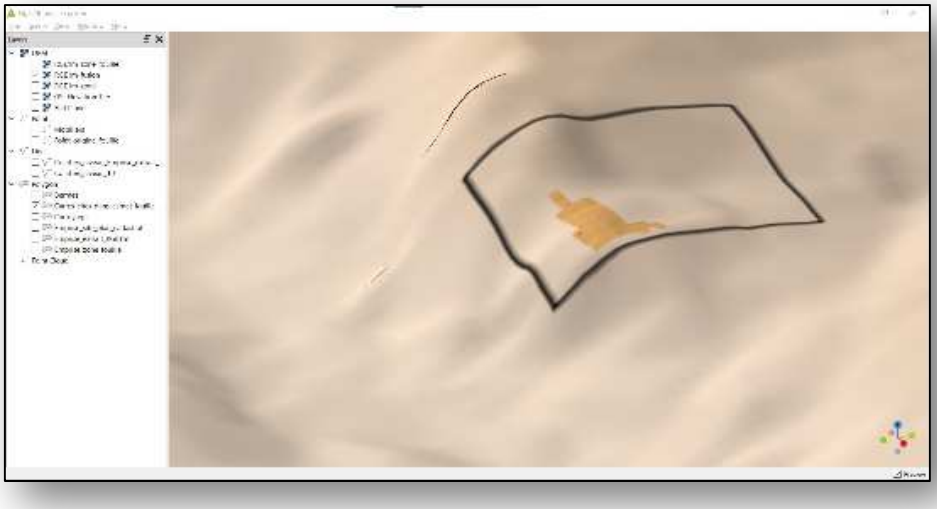


Figure 60 : Vue en perspective des contours de la fouille et des carrés fouillés entre 1970 et 1990 par rapport à la topographie actuelle

I.4. Les traitements de données dans leur dimension temporelle avec le logiciel *Aeon Timeline* et l'application *StoryMaps*

Les données provenant de l'utilisation d'ArcheoText peuvent être utilisées non seulement pour les traitements évoqués précédemment et probablement de nombreux autres, mais aussi pour des besoins de valorisation et de mise en récit historique. Dans ce domaine, j'ai exploré deux types d'outils, très différents :

- le logiciel *Aeon Timeline* de Timeline.App
- l'application en ligne *StoryMaps* d'Esri.

I.4.1. Le logiciel *Aeon Timeline*

AEOnTimeLine est un logiciel propriétaire développé par la société australienne Timeline.App Pty Ltd. Il permet une gestion temporelle de projets et de ressources documentaires dans des domaines d'application très divers. Il propose notamment un calendrier, une chronologie et des outils d'organisation et de présentation des différents éléments constituant un projet. Ce logiciel est utilisé, entre autres, pour établir des plans de romans, dessiner des frises chronologiques, gérer des projets divers. Si le logiciel ne propose pas d'interface en français, il existe un guide en français qui permet de partir à la découverte du logiciel[57]. Je l'ai utilisé pour enregistrer les dates des campagnes de fouille des Rivaux entre 1970 et 1990[58] (fig. 61).

[57] Gaelle Kermen, *Aeon Timeline plus simple pour les francophones: Un nouvel espace-temps*. Guide Kermen t. 10, distribué au format Kindle, 2019, 407 pages.

[58] J'ai utilisé la version 3.1.6 dont nous avons acquis une licence d'utilisation d'une durée d'un pour un montant dont le coût est de 59€

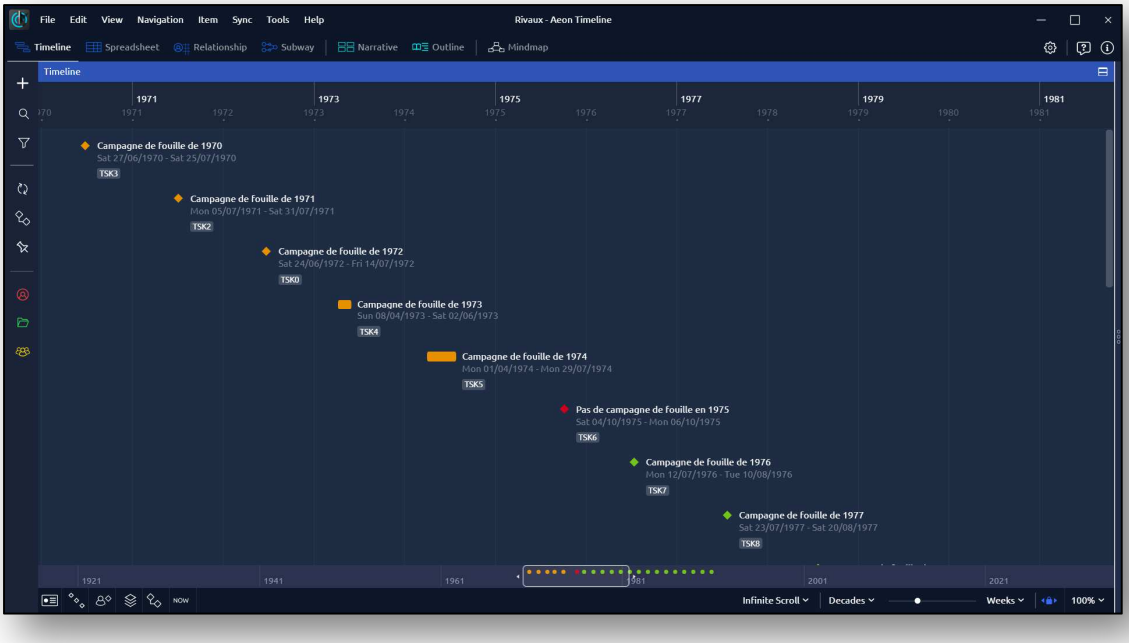


Figure 61 : Affichage de la chronologie des campagnes de fouille dans le logiciel Aeon Timeline

Chacune des campagnes de fouilles peut être considérée comme un événement, dont les jours de début et de fin sont issus de la transcription des cahiers de fouille et qu'on peut saisir dans le logiciel à chaque fois qu'on crée un événement. On peut ajouter des acteurs, des activités, des tâches, des ressources documentaires, en éditant chacun des événements créés (fig. 62).

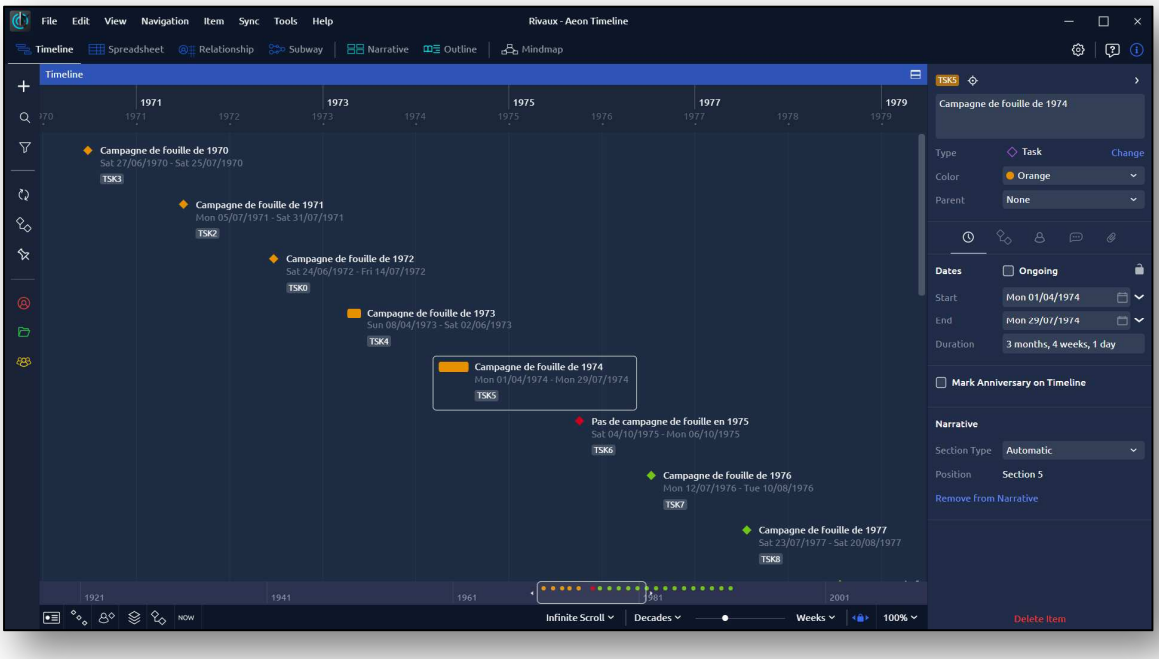


Figure 62 : Affichage de la campagne de 1974 avec les dates de début et de fin de la campagne

Outre le mode chronologique, les données peuvent se présenter sous une forme tabulaire (fig. 63).

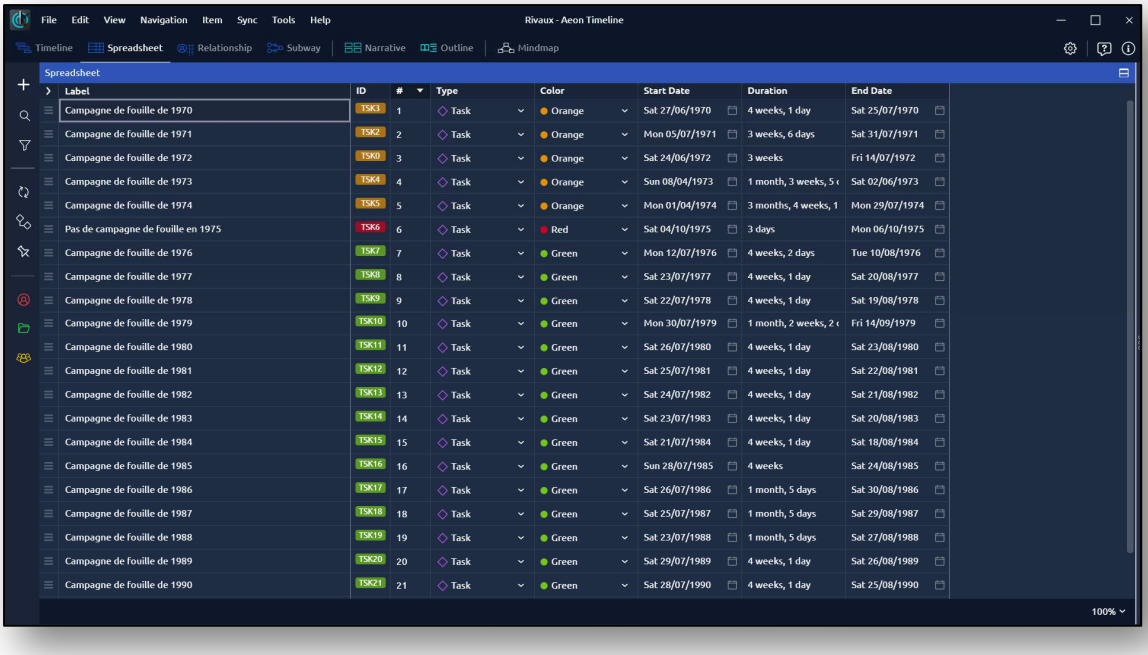


Figure 63 : Affichage du mode tabulaire du logiciel Aeon Timeline

Il est possible d'associer des documents dont on dispose sous forme numérique comme, par exemple les fichiers au format .jpg des pages des cahiers de fouille, qu'ils se trouvent en local sur son poste ou en ligne avec une URL. Ainsi, j'ai ajouté des liens vers les pages des cahiers de fouille publiées sur *Nakala* en ajoutant l'URL des pages concernant les campagnes de fouille visées (fig. 64).

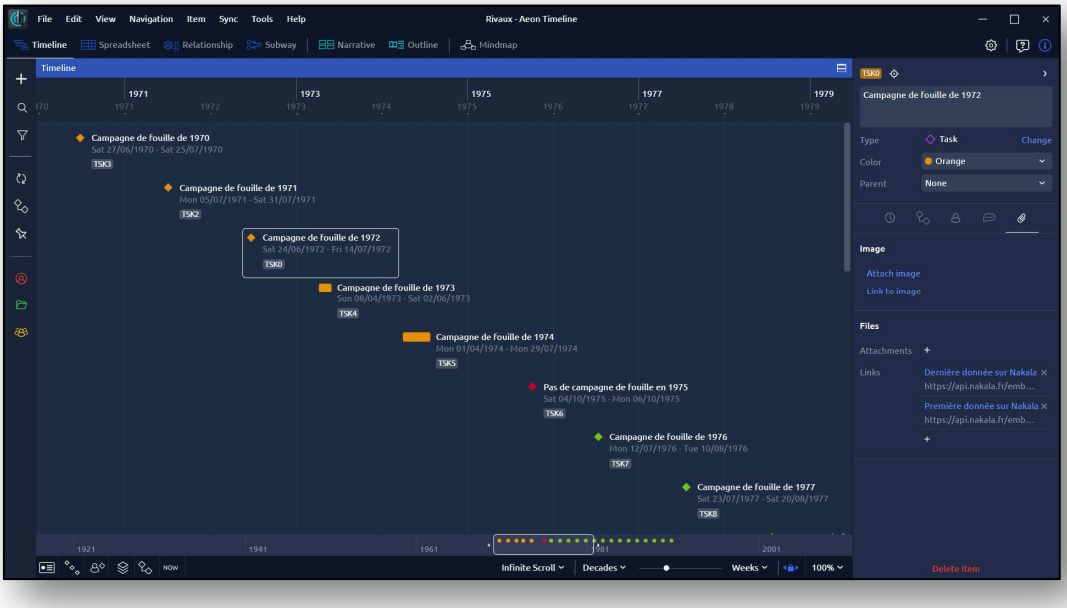


Figure 64 : Affichage de la campagne de 1972 avec dans le panneau de droite, des liens vers deux pages du cahier de fouille pour la campagne de 1972 publiées sur Nakala

En cliquant sur les liens établis, les fichiers s'ouvrent dans le navigateur internet par défaut du poste de l'utilisateur (fig. 65).

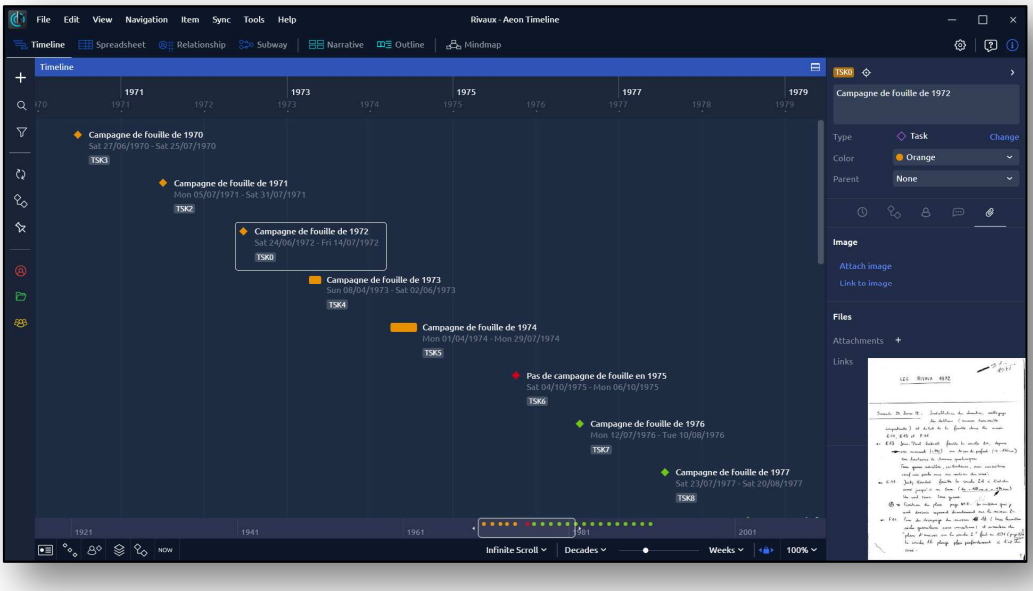


Figure 65 : Affichage dans le navigateur Web (en bas à droite) de l'un des fichiers publiés sur Nakala avec lequel un lien a été établi depuis Aeon Timeline

On peut également indiquer la liste des acteurs et leur attribuer un ou plusieurs rôles (fig. 66).

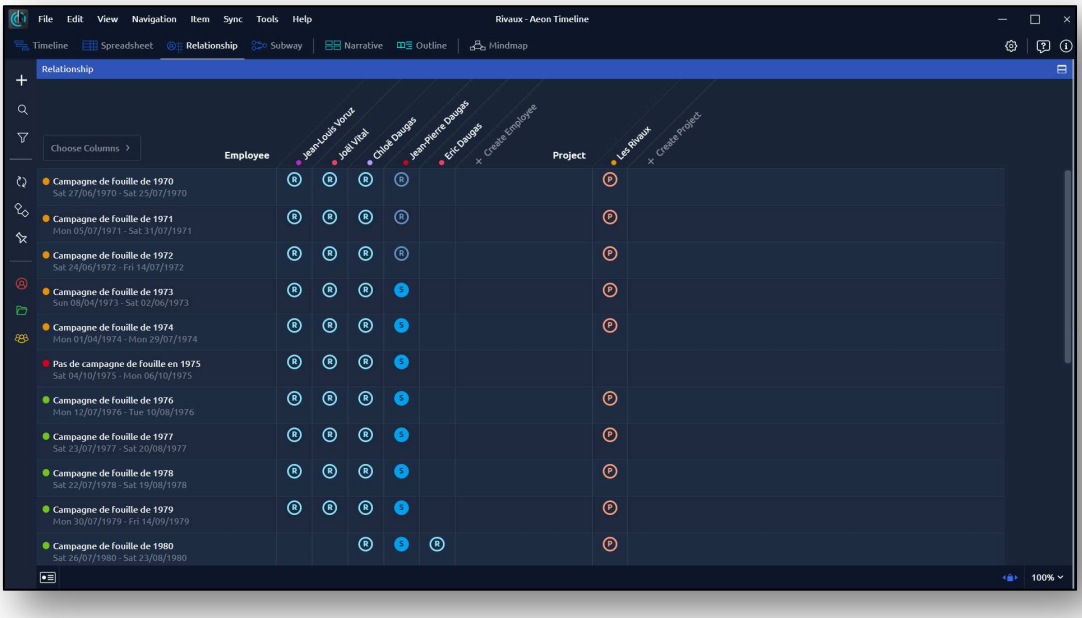


Figure 66 : Affichage de la liste des acteurs et de leurs rôles respectif pendant différentes campagnes de fouille

Les données d'*Aeon Timeline* peuvent être exportées dans les formats suivants :

- format texte : .TXT, .TSV
- format image : PDF, .PNG, .JPG, .TIFF, .GIF,
- format .TSF (TimeLineStandardFormat)

On pourrait ainsi poursuivre la présentation des fonctionnalités du logiciel *Aeon Timeline* afin d'en démontrer tout l'intérêt pour reconstituer l'historique des campagnes de fouille. Ce type d'outil numérique permet de décrire d'une façon relativement originale les acteurs, les dates, les tâches, etc. qui ont concerné le déroulement des campagnes de fouilles sur une vingtaine d'années, et d'en proposer un récit qui s'appuie sur les formalismes d'une chronologie linéaire. Si ce mode de récit peut avoir son intérêt, il présente aussi des limites, voire impose une parfaite linéarité dans la restitution de l'histoire des campagnes de fouille sur ce site. Or, ce n'est pas le seul mode possible de restitution.

I.4.2. L'application en ligne *StoryMaps* d'Esri

L'application *StoryMaps* est une application Web proposée par ESRI[59]. Cette application permet de créer des récits historiques pour partager divers types de contenus : textes, images, cartes, vidéos, etc. Avec cette application, il est assez simple de créer et de partager des récits utilisant ces divers types de contenus et d'établir des liens avec d'autres ressources documentaires disponibles sur le Web.

Pour la *StoryMaps* que j'ai publiée[60], j'ai utilisé à la fois des extraits de pages du cahier de fouilles, des photographies provenant des archives de fouilles versées au CCE des Martres-de-Veyre, des extraits de vidéo disponibles sur internet et préalablement traités, des résultats de la transcription des cahiers de fouilles avec ArcheoText, des résultats de traitements avec les données de RIVALO, des résultats de l'animation créée avec l'extension *TimeManager* de QGis, etc. (fig. 67)

Figure 67 : Page d'accueil du site de la StoryMaps sur les archives des Rivaux

[59] https://doc.arcgis.com/fr/arcgis-storymaps/get-started/what-is-arcgis-storymaps.htm
[60] https://arcg.is/10XDPm1

Je propose tout d'abord une chronologie (verticale) synthétique présentant les principales dates de ce chantier dont les campagnes de fouilles se sont échelonnées entre 1970 et 1990[61] (fig. 68).

Figure 68 : Principales dates de l'histoire des fouilles sur le site des Rivaux

Puis une animation vidéo d'une durée d'environ 1 mn que j'ai réalisée apparaît. Celle-ci présente successivement différentes cartes et des photographies aériennes anciennes et récentes, issues du Géoportail et présentées à différentes échelles pour bien resituer le site des Rivaux dans ses multiples contextes géographiques (fig. 69).

[61] On aurait pu aussi insérer ici le fichier image au format .jpg issu de l'exportation des données du logiciel *Aeon Timeline*.

Figure 69 : Animation vidéo des contextes géographiques du site avec diverses cartes, photographies aériennes et archives photographiques

Pour la suite du récit, j'ai inséré une fenêtre dans la page sus la forme d'une *iframe*. Cette fenêtre permet une navigation cartographique faisant apparaître l'emplacement du site (pictogramme rouge à l'ouest avec une vignette photo) et celui du dépôt de fouilles (pictogramme bleu à l'est) (fig. 70).

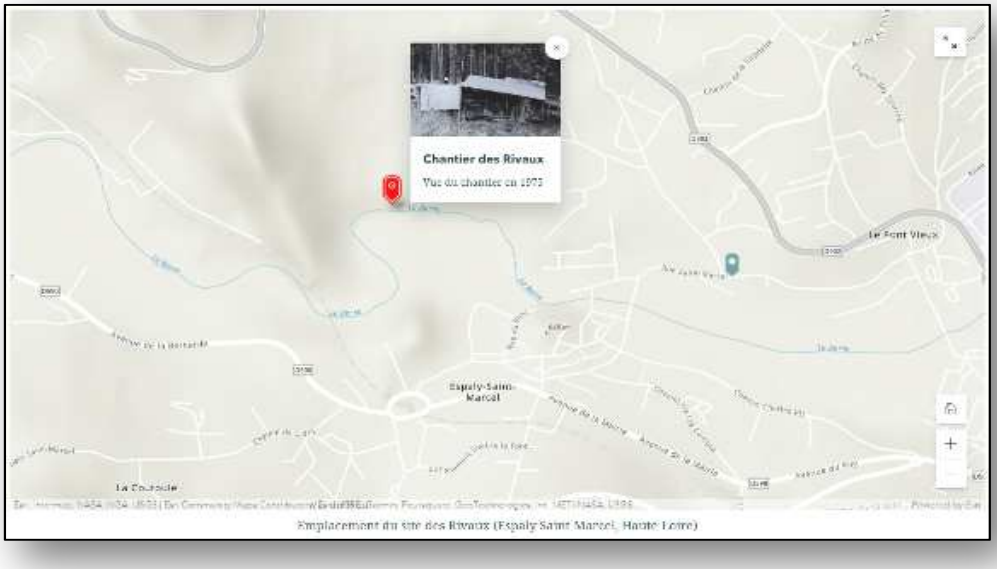
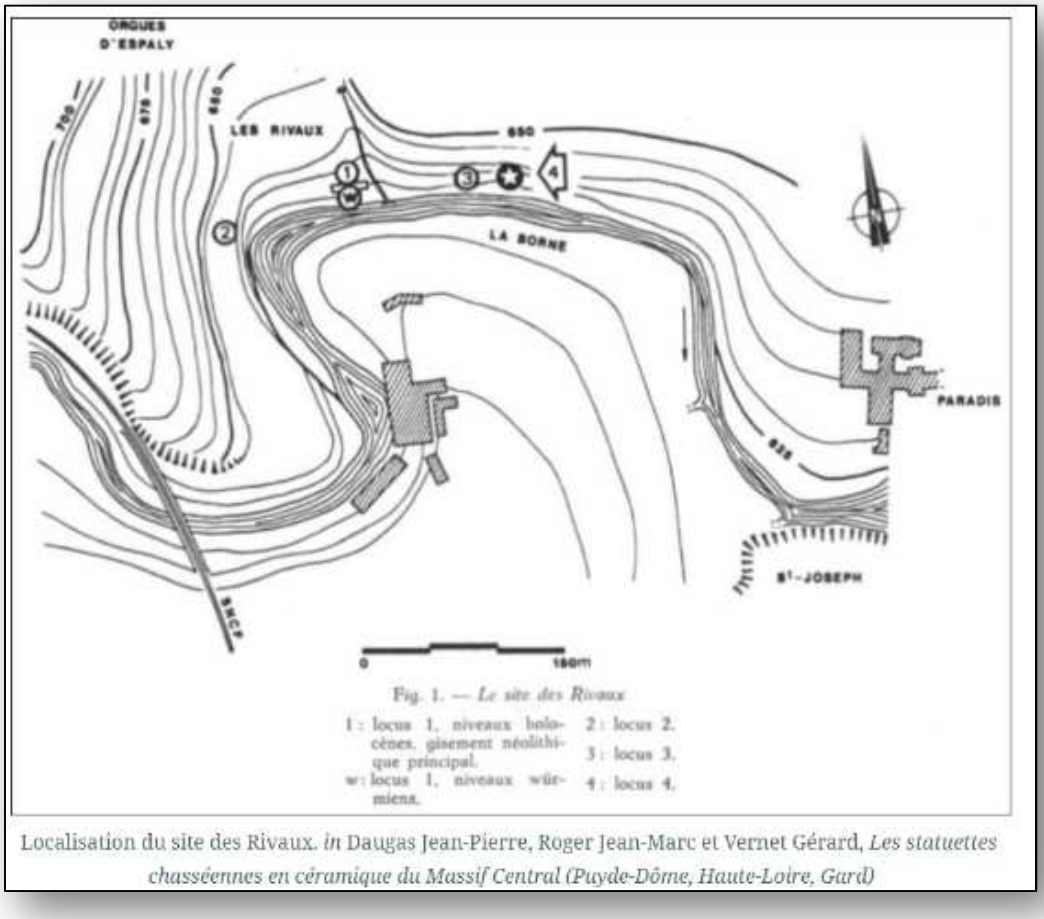


Figure 70 : Affichage d'une interface cartographique permettant de naviguer dans les environs géographiques du site et du dépôt de fouilles

En utilisant les outils de zoom avant, zoom arrière, zoom sur une étendue prédéfinie, on peut naviguer à différentes échelles dans l'environnement géographique du site.

A ce mode d'affichage interactif, j'ai ajouté une image d'un plan du secteur du chantier des Rivaux. Ce document fut réalisé par Joël Vital pour son mémoire de DESS rédigé en 1977[62]. Une copie en a été insérée dans les premières pages du cahier de fouilles. Ce plan a beaucoup servi tant pendant la fouille et pour les divers rapports d'opération. Il localise les différents locus du site et leurs environnements topographique et hydrographique proches (fig. 71).



Localisation du site des Rivaux. *in* Daugas Jean-Pierre, Roger Jean-Marc et Vernet Gérard, *Les statuettes chasséennes en céramique du Massif Central (Puyde-Dôme, Haute-Loire, Gard)*

Figure 71 : Affichage du plan synthétique de localisation des différents locus du site

J'ai aussi inséré différentes images présentant les cahiers de fouilles, l'application ArcheoText et quelques-uns des résultats issus de la transcription et de l'exploitation de ces résultats.

J'ai réalisé une autre animation vidéo qui présente les résultats de l'utilisation de l'extension *TimeManager* de *QGis*, évoquée précédemment (fig. 72).

[62] Joël Vital. Organisation et structures des habitats néolithiques des Rivaux. Commune d'Espaly Saint-Marcel (Haute-Loire). Mémoire soutenu à l'EHESS, 1977, non publié

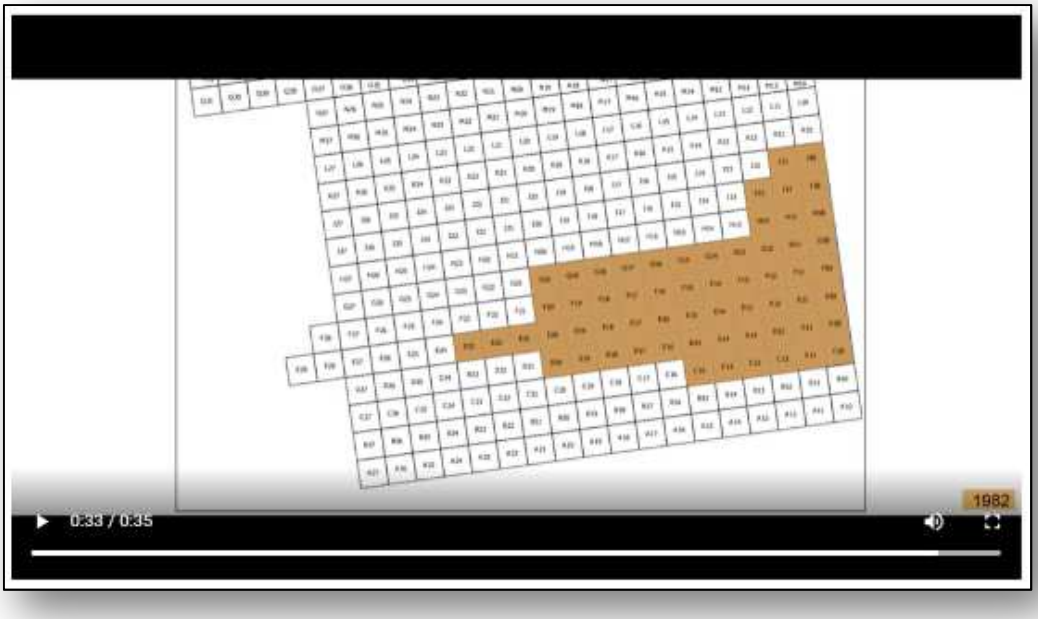


Figure 72 : Affichage d'une animation montrant l'avancement dans le temps et l'espace de l'ouverture à la fouille des carrés selon les campagnes de fouille

J'ai aussi inséré un plan issu de la reconstitution avec *QGis* du carroyage de la fouille et montrant le plan de la fouille en 1977, qui a été géoréférencé, ainsi que l'évolution de l'abrupt due à l'érosion par la Borne entre le début et la fin des années 1970.

Cette reconstitution permet de voir que le phénomène d'érosion de l'abrupt a été très rapide entre 1970 et 1974, raison pour laquelle le site a d'abord fait l'objet d'une fouille de sauvetage.

A partir de 1976, la fouille est devenue une fouille programmée jusqu'en 1990, la Direction des Antiquités Préhistoriques de l'époque considérant que le site n'était plus exposé au même type de risque qu'auparavant.

L'abrupt a évolué beaucoup moins vite pour deux raisons. D'une part, il a été protégé de l'érosion du cours de la Borne parce que la végétation a commencé à se développer au cours des années 1970, l'usage agricole des terrains laissant progressivement la place à des friches ou à une reforestation partielle. D'autre part, le site a été protégé par des toitures, faite d'armatures métalliques et de tôles en fibres de verres ou en aluminium. Celles-ci ont nettement contribué à diminuer l'érosion du site sur sa bordure sud. De plus, les fouilles ont été étendues au nord, sur la zone plate du site, au pied du massif boisé[63] (fig. 73).

[63] J'ai pu constater moi-même qu'au fur et à mesure des campagnes de fouille des années 1980, l'érosion du site a été très ralentie, le site faisant l'objet chaque année en fin de campagne d'un recouvrement par de grandes bâches noires tenues au sol par de lourds blocs de pierre.

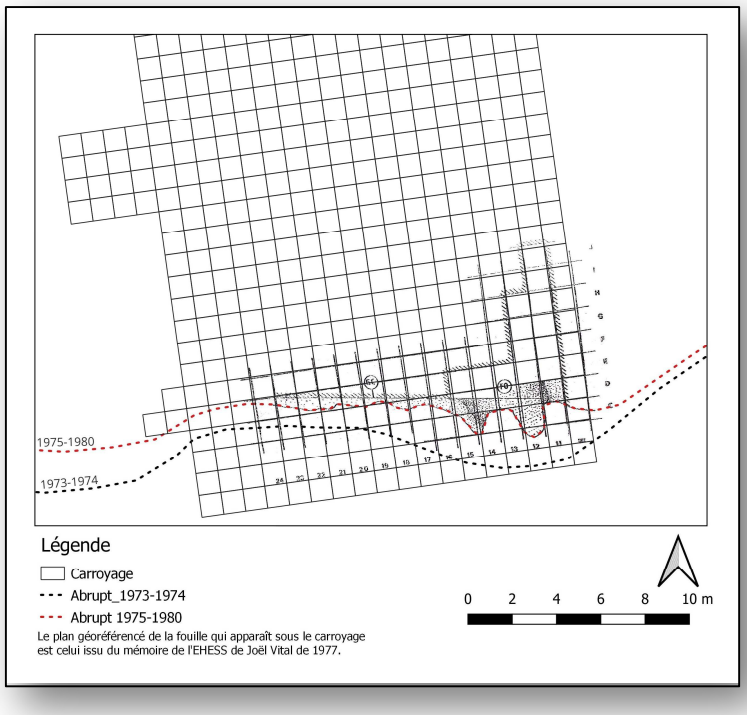


Figure 73 : Plan de la fouille reconstitué avec QGis

En 1986, le Service du Film de Recherche Scientifique a produit le film « *Peuplement préhistorique du Puy-en-Velay* » réalisé par Caroline LAURE (Canal-U). De cette archive, disponible sur internet, j'ai extrait un peu plus de 2 mn qui concernent le site des Rivaux (fig. 74).

Figure 74 : Image montrant le site des Rivaux en 1986 extraite du documentaire vidéo sur « Le Peuplement préhistorique du Puy-en-Velay »
(source : Service du Film de Recherche Scientifique, Canal-U)

Enfin, j'ai intégré une seconde fenêtre sur un navigateur cartographique qui permet de situer le site des Rivaux dans une partie de son contexte géologique. En l'occurrence, il s'agit de la couche des formations contenant des ressources en silicite susceptibles d'avoir été exploitées par les populations préhistoriques pour fabriquer une partie de leur outillage dans ces matériaux qui ont été retrouvés sur le site des Rivaux comme sur d'autres sites archéologiques du bassin du Puy-en-Velay.

La couche des formations géologiques à silicite provient des travaux du PCR Auvergne-Rhône-Alpes et du GDR SILEX auxquels je participe depuis près de quinze années, aux côtés de près d'une centaine de chercheurs (préhistoriens, archéologues, pétroarchéologues, géologues, minéralogistes, géochimistes, etc.). Ces travaux proposent des outils et des méthodes harmonisées pour un renouvellement des connaissances sur l'approvisionnement en ressources lithiques des populations préhistoriques entre le Paléolithique moyen et le Néolithique[64] (fig. 75).

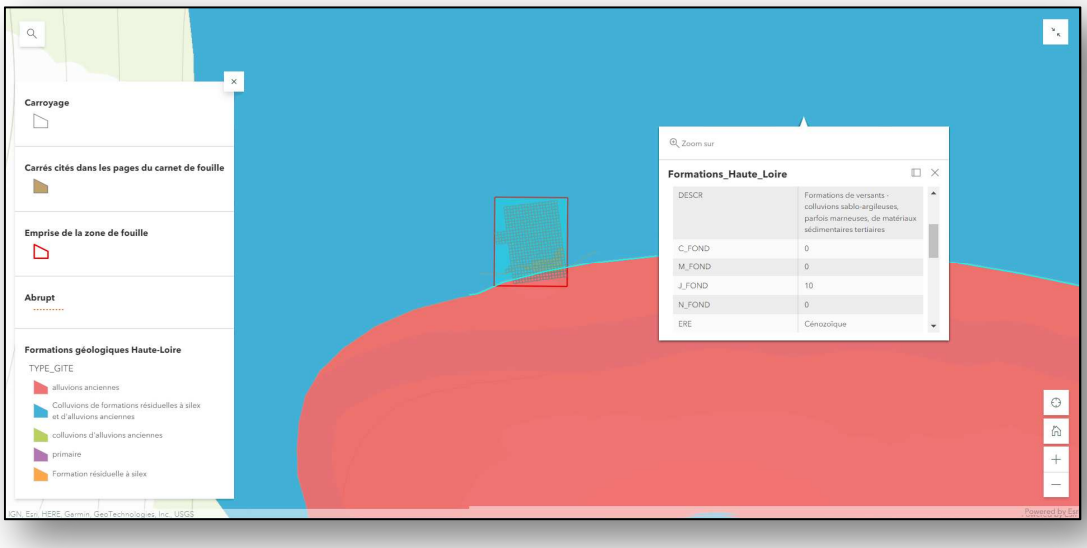


Figure 75 : Fenêtre sur un navigateur cartographique affichant les formations géologiques à silicites environnant le site des Rivaux (WFS des travaux du GDR SILEX)

Le site des Rivaux se trouve précisément à la limite entre les formations de versants comprenant des colluvions sablo-argileuses, parfois marneuses et des matériaux sédimentaires tertiaires, et des formations alluviales de la Borne constituées d'alluvions anciennes et modernes indifférenciées. Ces formations sont respectivement visibles en bleu et en rouge sur l'interface cartographique.

Les informations descriptives sur les formations géologiques sur cette carte peuvent être interrogées par un clic sur les polygones respectifs. Une fenêtre affichant les données descriptives apparaît et il est possible d'exporter les données correspondantes dans un format texte.

D'autres ressources documentaires pourraient être ajoutées dans ce mode de publication en ligne que permet l'application *StoryMaps* d'Esri. Mais mon travail dans ce domaine a surtout été exploratoire afin de pouvoir évaluer l'intérêt de ce type de dispositif et les conditions de sa mise en œuvre.

64 Voir sur HAL mes publications dans le cadre de ces divers projets de recherche : https://cv.archives-ouvertes.fr/christophe-tuffery

I.4.3. Commentaires sur les deux solutions de publication

Mon expérience croisée des logiciels *Aeon Timeline* et l'application *StoryMaps* d'Esri m'ont fait conclure, au moins provisoirement, qu'aucune de ces deux solutions n'a permis de répondre à elle seule à tous les besoins de mise en récit et de publication des données multi-sources produites ou mobilisées pour ma recherche.

Pour *Aeon Timeline*, il manque une spatialisation des données de fouille mises en récit, alors que pour *StoryMaps* il manque de pouvoir disposer d'une mise en récit plus fine, journalière comme le permet *Aeon Timeline*. L'utilisation conjointe de ces deux solutions pourrait être une solution à privilégier pour couvrir l'ensemble des besoins évoqués ici, ou explorer la possibilité d'accéder aux deux applications depuis une troisième comme par exemple *QGis* et/ou ArcheoText.

Afin que mon travail puisse être prolongé par d'autres chercheurs, j'ai décidé de publier les résultats de la transcription du premier des cahiers de fouille des Rivaux. Il s'agit d'une part des fichiers issus de la numérisation des pages entières et des contenus détaillés du cahier de fouille, dont j'ai produit une version allégée en niveaux de gris. D'autre part, les résultats de la transcription des pages du cahier de fouille sont disponibles par mètres carrés pour les années 1972 à 1982. Pour ces deux publications, j'ai opté pour la plateforme *Nakala* de la TGIR Huma-Num.

I.5. La publication des données et métadonnées sur *Nakala*

La plateforme *Nakala* propose la possibilité de publier ses données et de les partager, sous la forme de collections de données et/ou de données individuelles.

L'intérêt de cette plateforme est multiple :

- Facilité d'utilisation de l'application de publications de données et de collections de données,
- Choix de la licence de publication,
- Possibilité de publier des données de façon totalement ouverte ou limitée,
- Archivage des données sur des serveurs du secteur public situés en France,
- Administration des serveurs par une entité publique,
- Excellente performance et haut niveau de service.

Le site *Nakala* propose le choix de publier ses données avec l'une des deux licences suivantes :

- *Creative Commons* (plusieurs versions possibles)
- Etalab 2.0

Pour toutes mes données et collections de la présente recherche, j'ai choisi la licence *Creative Commons* CC BY-NC-SA 4.0[65]. Elle permet de choisir entre une réutilisation commerciale et non-commerciale, ce que ne permet pas la licence Etalab 2.0 qui est plus permissive.

Publiées sous la licence CC BY-NC-SA 4.0, toutes les données et les métadonnées associées sont consultables et téléchargeables et peuvent être réutilisées par d'autres chercheurs et pour d'autres usages dans les limites des possibilités prévues par la licence.

Pour publier des données sur *Nakala*, il faut d'abord disposer d'un compte utilisateur HumanID, qui est facile à créer. Mais il est aussi possible de se connecter à la plateforme avec un compte utilisateur d'autres plateformes (eduGAIN, ORCID, HAL, Linkedin, Twitter, Google).

---

[65] Cette version de la licence *Creative Commons* signifie Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.fr).

Une fois le compte utilisateur créé, la publication commence par le chargement d'un ou de plusieurs fichiers numériques sur la plateforme. Lorsque les fichiers sont téléchargés, ceux-ci peuvent être renseignés individuellement ou en lots. Une fois qu'ils sont renseignés, les fichiers peuvent être regroupés dans une collection.

Lors de la publication d'une donnée ou d'une collection de données, les métadonnées minimales suivantes doivent être saisies :

- Type de dépôt
- Titre
- Auteurs
- Date de création
- Licence

Après leur publication sur la plateforme, les données disposent d'un *Digital Object Identifier* (DOI) ou identifiant interopérable persistant qui consiste en une adresse de type *Uniform Resource Locator* (URL) qui peut être saisi dans les deux rubriques prévues à cet effet dans ArcheoText :

- Lien vers la collection sur *Nakala*
- Lien vers la donnée sur *Nakala*

Pour la collection des fichiers correspondant aux pages entières d'ArcheoText, l'URL est la suivante : https://nakala.fr/10.34847/nkl.32a1i6o5.

En saisissant ce DOI dans la barre de recherche d'un navigateur, on accède à la collection des données que sont les fichiers au format .jpg des pages entières du cahier de fouilles des Rivaux (fig. 76).

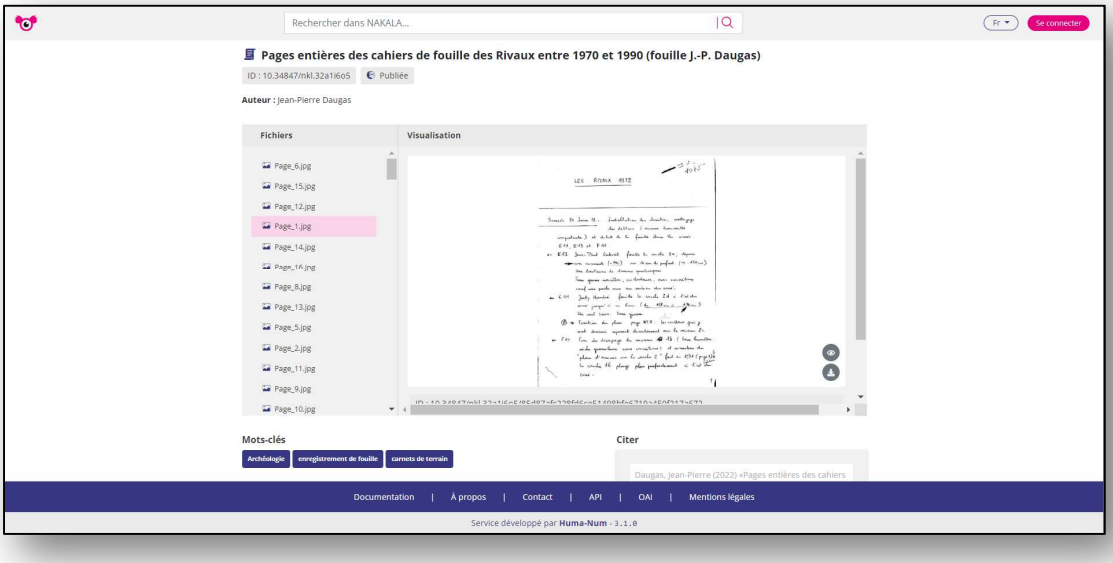


Figure 76 : Affichage de la collection des pages entières publiées sur Nakala

Pour la collection des fichiers correspondant aux contenus détaillés d'ArcheoText, l'URL est la suivante : https://nakala.fr/10.34847/nkl.9eb1rej0.

En saisissant ce DOI dans la barre de recherche d'un navigateur, on accède à la collection des fichiers au format .jpg des contenus détaillés du cahier de fouilles des Rivaux (fig. 77).

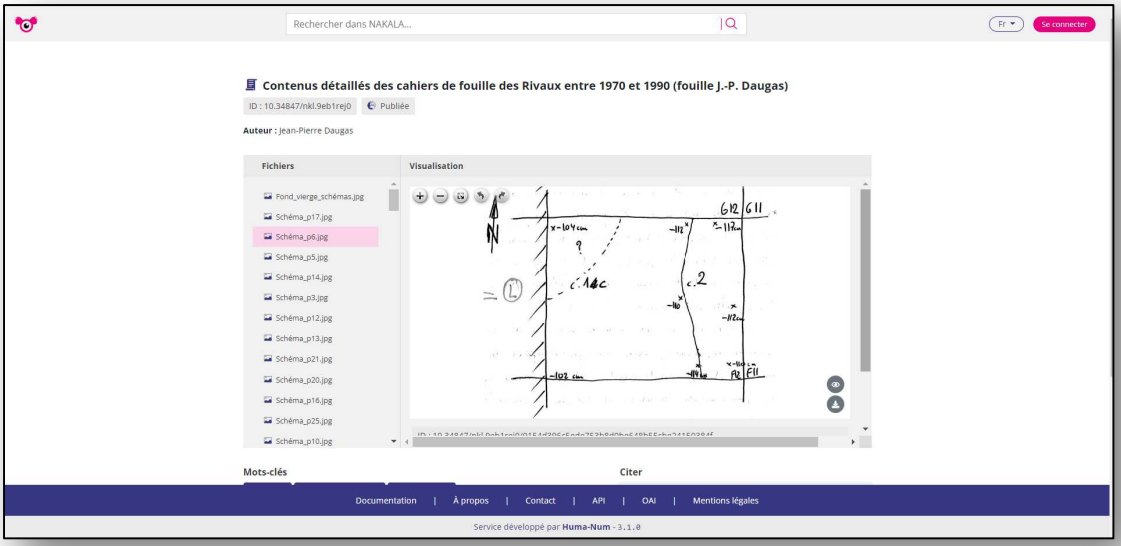


Figure 77 : Affichage de la collection des contenus détaillés publiés sur Nakala

Le fait d'avoir prévu de renseigner dans ArcheoText, les DOI des collections et des données de chaque des pages entières et des contenus détaillés, permet d'accéder depuis le DOI à la collection ou à la donnée correspondante sur *Nakala* (fig. 78).

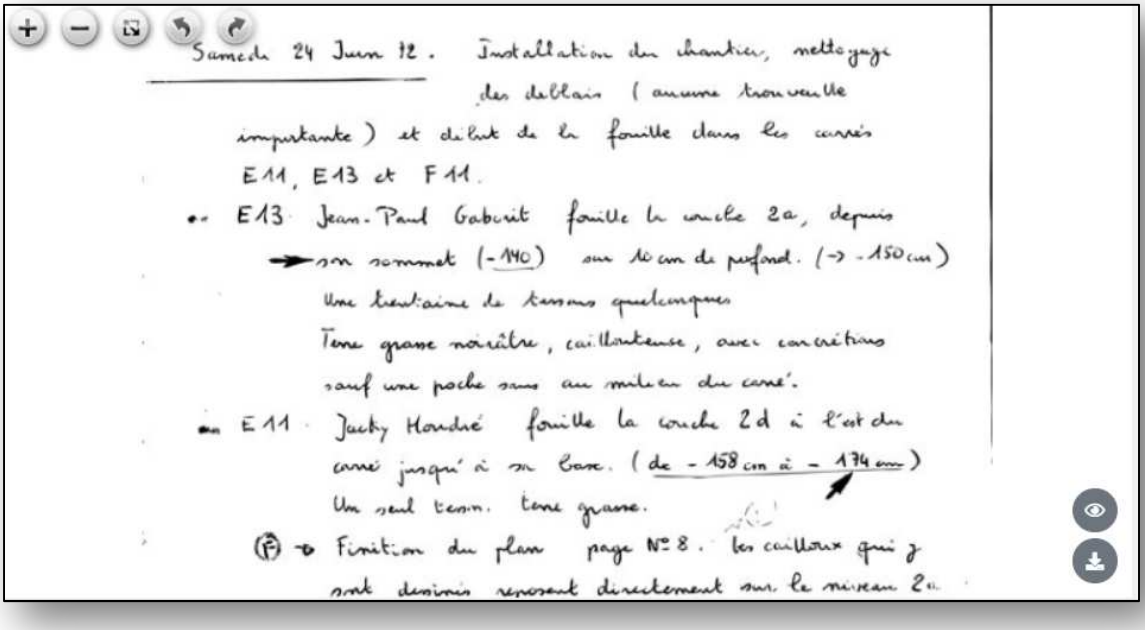


Figure 78 : Affichage dans Nakala d'une page entière et des divers outils d'affichage proposés

Plusieurs outils d'aide à l'affichage situés en haut à droite sont disponibles, parmi lesquels des outils de zoom et de rotation des fichiers.

Les outils de zoom avant permettent d'accéder à un niveau de précision élevé dans l'affichage du fichier image (fig. 79).

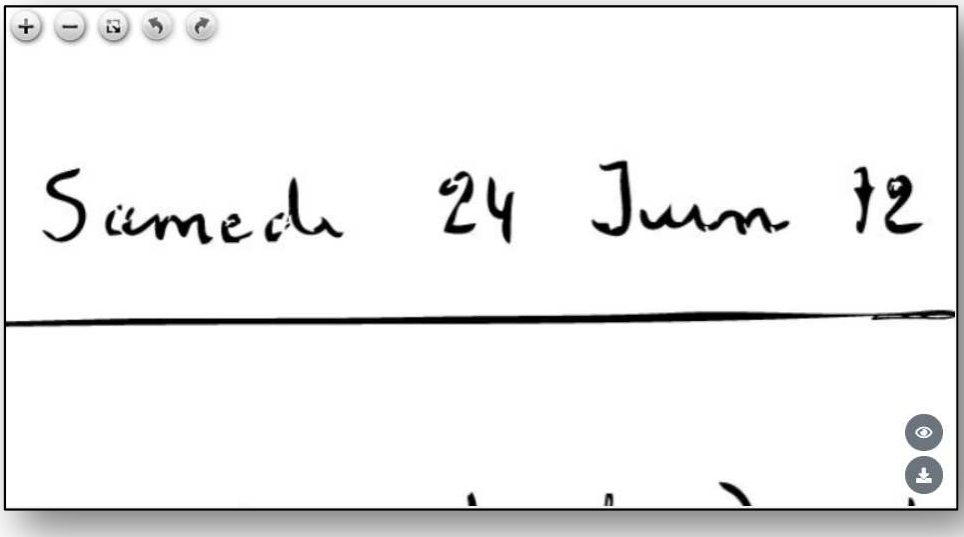


Figure 79 : Affichage dans Nakala du détail d'une page entière grâce à l'outil de zoom avant

Il est aussi possible d'ouvrir le fichier dans un nouvel onglet du navigateur ou de télécharger le fichier image sur son poste grâce aux deux outils situés en bas à droite.

Chaque image/donnée publiée indique, en-dessous de son cadre d'affichage, d'un autre cadre présentant l'URL de l'image avec son DOI, la syntaxe pour intégrer ce fichier image dans un site internet (sous la forme d'une *iframe* c'est-à-dire d'une fenêtre dans une page Web) et enfin l'URL de téléchargement de l'image.

Lors de la publication des fichiers images, des métadonnées obligatoires doivent être renseignées.

D'autres métadonnées sont optionnelles : description, mots-clés, langues

Il est possible d'ajouter en option des relations vers d'autres données publiées dans *Nakala* ou encore de partager les droits de cette donnée avec d'autres utilisateurs.

Les éléments de métadonnées apparaissent dans le bas de la page de chacune des données publiées (fig. 80).

Figure 80 : Affichage des métadonnées et des autres éléments d'une donnée publiée dans Nakala

Ces éléments (mots-clés), licence, collection, citation, possibilité de partager sur des réseaux sociaux, permettent de faciliter la publication et la réutilisation des données publiées selon les principes FAIR, qui sont les exigences actuelles de l'ouverture des données pour une science ouverte.

En cliquant sur la liste complète des métadonnées, celles-ci apparaissent dans une fenêtre à part (fig. 81).

Figure 81 : Affichage du détail des métadonnées d'une donnée publiée sur Nakala

Enfin, il me faut évoquer un point concernant les dispositions juridiques en vigueur en France concernant la publication sur internet de documents contenant des données à caractère personnel, puisque c'est le cas des cahiers de fouille des Rivaux.

I.6. Dispositions juridiques pour la diffusion de données à caractère personnel

Les éléments ci-dessous sont issus de ma lecture du portail national des archives, *France Archives*, en particulier la page consacrée aux règles de diffusion des données à caractère personnel[66]. Je renvoie à la lecture ces dispositions. Mais j'insiste sur le fait que je n'ai pu bénéficier d'une lecture commentée de ces dispositions par un juriste, et que ma lecture de ces dispositions n'a pas de valeur juridique.

La première question qui se pose est celle du statut des cahiers de fouilles des Rivaux.

S'ils n'ont pas encore été versés avec le reste des archives de fouille de ce site, présentes soit au CCE des Martes-de-Veyre pour une partie, soit au SRA d'Auvergne-Rhône-Alpes pour une autre partie, ces cahiers de fouilles devraient être considérés comme faisant partie des archives de fouilles. C'est ainsi que je les considère. Sous réserve que cette interprétation soit valide, ces archives doivent recevoir le statut de document administratif. A ce titre, les règles en vigueur de la diffusion sur internet de ces documents seraient celles s'appliquant aux document d'archives et aux instruments de recherche.

« La diffusion des documents administratifs comportant des données à caractère personnel doit respecter les conditions fixées par le décret n° 2018-1117 du 10 décembre 2018 relatif aux catégories de documents qui peuvent être diffusés sans avoir fait l'objet d'un processus d'anonymisation, codifié à l'article D. 312-1-3 du code des relations entre le public et l'administration (CRPA).

Les documents administratifs étant des archives publiques, ce décret fixe donc les règles de diffusion sur Internet d'une partie des archives publiques, celles qui sont également des documents administratifs.

« Le décret ne porte que sur les documents librement communicables qui comportent des données à caractère personnel, c'est-à-dire des informations se rapportant à des personnes physiques (donc vivantes) identifiées ou identifiables, directement ou indirectement. A son 9°, le décret détermine les conditions de diffusion des documents administratifs conservés par les services publics d'archives ».

Le décret n° 2018-1117 du 10 décembre 2018 établit une distinction entre les archives elles-mêmes (fichiers-images des documents numérisés et archives nativement numériques) et les instruments de recherche qui les décrivent.

Toujours sous réserve que les cahiers de fouilles puissent être considérés comme des documents administratifs, leur mise en ligne sur internet est possible dès lors qu'ils sont ou deviennent librement communicables au regard des articles L. 213-1 et L. 213-2 du code du patrimoine. De plus, les cahiers de fouilles ne comportent pas « données sensibles » au sens des articles 6 et 46 de la loi Informatique et Libertés du 6 janvier 1978 à savoir *« des données qui révèlent la prétendue origine raciale ou l'origine ethnique, les opinions politiques, les convictions religieuses ou philosophiques ou l'appartenance syndicale des personnes, données génétiques, données biométriques, données qui concernent la santé, la vie sexuelle ou l'orientation sexuelle, données relatives aux condamnations pénales, aux infractions, aux mesures de sûreté ».*

De plus, pour ce qui concerne mes travaux sur les cahiers de fouilles, le traitement particulier prévu par le décret du 10 décembre 2018 pour les instruments de recherche contenant des données à caractère personnel pourrait s'appliquer. Parce qu'un instrument de recherche doit être synthétique et destiné à

[66] https://francearchives.fr/fr/article/26287560

guider le chercheur, il bénéficie d'un régime de diffusion plus libéral que les documents qu'il décrit et que les documents eux-mêmes sont communicables.

De ma lecture de ces dispositions, j'ai conclu à la possibilité de publier sur internet les pages des cahiers de fouille des Rivaux parce qu'ils sont des documents administratifs et alors même qu'ils comportent des données à caractère personnel mais pas de données sensibles.

Je propose de considérer la publication sur la plateforme *Nakala* de ces cahiers de fouille comme un instrument de recherche. Dès lors, s'appliquent à ces documents les dispositions particulières du décret du 10 décembre 2018 et qu'ils sont communicables car ils ne relèvent pas des dispositions qui permettraient de les exclure de leur communicabilité.

De nouveau, cette interprétation des textes en vigueur en matière d'archives et de leur communication sous la forme d'une publication sur Internet, mérite d'être discutée et confirmée ou infirmée.

I.7. La valorisation de l'application ArcheoText

ArcheoText a déjà fait l'objet de plusieurs présentations publiques :

- au 45ème Congrès du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques (CTHS), entre le 4 au 7 mai 2021, lors d'une session intitulée « *Les archives de fouilles : quel avenir ?* ».

- au colloque international Humanistica de 2021[67] et une autre lors de la session 2022 de ce même colloque[68]

- au colloque du CAA 2002 le 11 août 2022 à Oxford (session 22. Traces of digital archaeological practises)[69].

Au-delà des présentations publiques de cette application, il conviendrait que celle-ci puisse être publiée sous licence ouverte. Comme elle est issue de l'adaptation du code de l'application EDArc qui est la propriété de l'Inrap, il revient à l'institut de décider d'ouvrir le code d'ArcheoText. Dans l'hypothèse d'une décision positive, le code source d'ArcheoText pourrait être publié sur une forge comme GitLab par exemple[70] dont Huma-Num dispose d'une instance pour l'hébergement sécurisé et le partage de fichiers, dont des fichiers de code selon le protocole de versionnage *git*.

Mais un travail préalable de revue du code serait nécessaire ainsi que la rédaction d'une documentation pour développeurs.

En résumé de la première partie

La première partie du second volume de ce mémoire a permis de présenter l'application ArcheoText que nous avons conçue et développée pour l'essentiel, à partir de l'application EDArc préexistante.

---

[67] C. Tufféry, C. Marinica, M. Rioult, Y. Xie. « Contribution à l'histoire des méthodes de l'enregistrement archéologique de terrain. Etat d'avancement de travaux en cours sur l'étude d'archives de fouille par leur transcription numérique ». Colloque international Humanistica, Rennes 10-12 mai 2021

[68] C. Tufféry. « L'utilisation de dispositifs de transcription numérique d'archives de fouilles archéologiques : retour d'expériences et perspectives ». Colloque international Humanistica, Montréal 18-21 mai 2022

[69] C. Tufféry. « The impacts of digital devices on archaeological practices on field recording activities and archaeological archives production from 1980s: An historical and epistemological point of view » CAA, Oxford, 8-12 August 2022

[70] https://gitlab.com

Ce travail a cherché à multiplier les domaines d'étude possibles de ce type d'application, que ce soit pour reconstituer l'histoire d'un site, pour démontrer la transformation des pratiques de l'enregistrement de terrain ou encore pour illustrer les utilisations pionnières de la micro-informatique personnelle pour des données de terrain.

A partir du cas d'un des cahiers de fouille des Rivaux, nous avons tenté de montrer la faisabilité d'étudier les contenus de ce type d'archives pour rendre-compte des pratiques de terrain autant que de la vie de chantiers de fouille[71].

Des diverses méthodes et techniques des humanités numériques que nous avons mobilisées autour d'ArcheoText, certaines largement mises en œuvre, d'autres à peine explorées, nous n'avons pas la prétention d'avoir épuisé toutes les possibilités.

Certes, ArcheoText n'est pas une solution adaptée à tout type d'archives de fouille. Elle a été mise au point pour nos besoins et pour la transcription d'un certain type d'archive, Il reste à évaluer les possibilités de l'adaptation d'ArcheoText pour étudier d'autres formes d'archives, que ce soit sur le site des Rivaux lui-même, ou pour d'autres chantiers dont les archives de fouille pourraient se prêter à ce genre d'étude documentaire.

[71] Sur l'évolution des conditions de vie sur les chantiers archéologiques entre 1980 et 2010, parallèlement à la professionnalisation des archéologues de terrain en France, on peut lire : Ingrid Sénépart et Luc Jallot, « « La vie de chantier » », *Les nouvelles de l'archéologie* [En ligne], 155 | 2019, mis en ligne le 06 septembre 2019, consulté le 18 septembre 2022. URL : http://journals.openedition.org/nda/5813 ; DOI : https://doi.org/10.4000/nda.5813

2EME PARTIE :
LES NOTES DES ENTRETIENS
AVEC LES PROFESSIONNELS DE L'ARCHEOLOGIE

A. Précisions sur la publication des notes des entretiens

Quelques éléments d'informations concernant la publication des notes des entretiens nous paraissent nécessaires.

Toutes les personnes interrogées ont été préalablement informées que les entretiens n'étaient pas enregistrés.

Elles ont toutes été aussi informées que des notes étaient prises au fur et à mesure du déroulement de l'entretien. Seul, un seul entretien a donné lieu à l'envoi par courriel par la personne concernée de ses réponses aux questions énoncées dans la trame de l'entretien.

Les notes ont toutes été adressées aux personnes interrogées en les invitant à les relire, les corriger, les compléter en tant que de besoin. Pour certaines notes, plusieurs versions ont été produites de façon à ce que leur version finale agrée les personnes concernées.

Mon souci permanent a été et reste le respect au plus près de la parole des personnes interrogées.

J'ai veillé à ce que dans les notes n'apparaissent pas de propos injurieux ou de dénonciations *ad nominem* ou des éléments portant préjudices à des personnes ou des institutions pour ne mettre en difficulté aucune des personnes interrogées.

Celles qui ont estimé que leurs propos tel que retranscrits dans les notes ne devaient pas être publiés, en ont eu la liberté.

Celles qui ont accepté que les notes les concernant soient publiées ont pu aussi choisir la possibilité que leur nom n'apparaisse pas.

Malgré l'annonce explicitement faite par mes soins en début d'entretien et le recueil, dans la très grande majorité des cas, de l'accord oral ou écrit des personnes interrogées pour que les notes des entretiens soient publiées, une ultime étape s'est imposée avant toute publication.

Le Service Juridique de CY Cergy Paris Université m'a indiqué fin septembre 2022 les exigences du règlement UE 2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données (dit règlement RGPD). Ce règlement encadre de façon stricte le traitement des données personnelles sur le territoire de l'Union européenne et exige l'information des personnes dont des données à caractère personnel ont été collectées. Il établit aussi l'obligation de recueillir leur consentement explicite et positif par écrit en leur demandant de préciser si elles ont été informées sur les points suivants lors du recueil des données les concernant :

- La finalité de la collecte de données
- Le fondement juridique qui autorise à traiter ces données
- L'accès aux données
- Les modalités d'exercice des droits des personnes sur ces données
- La durée de conservation
- Le cas échéant, les transferts hors UE

La centaine de personnes interrogées ont donc toutes été destinataires d'un courriel les invitant à me répondre explicitement à ces dispositions et à me faire part par retour de courriel de leur consentement pour l'ensemble de ces points.

Deux relances ont été effectuées entre mi-octobre et début novembre, en indiquant clairement que l'absence de réponse conduirait à la non-publication des notes des entretiens dans la version du mémoire de thèse publiée sur internet.

Au final, ce sont 41 agents de l'Inrap sur les 43 ayant participé aux entretiens qui ont donné leur consentement explicite et positif à la publication des notes, dont 1 personne qui a demandé à ce que les notes la concernant soient anonymisées, et 2 personnes qui n'ont pas souhaité la publication ou n'ont pas répondu.

Pour les personnes en-dehors de l'Inrap ce sont 59 des 64 personnes interrogées qui ont donné leur consentement, dont 3 personnes qui ont demandé à ce que les notes les concernant soient anonymisées, et 5 personnes qui ont refusé la publication ou n'ont pas répondu.

B. Les notes des entretiens avec des agents de l’Inrap

Les notes présentées ci-dessous sont celles issues des entretiens avec les agents en contrat (CDI ou CDD) avec l’Inrap à la date de l’entretien.

Les notes sont présentées dans l’ordre alphabétique du nom de la personne interrogée.

Entretien avec : Laurence Alberghi, Inrap Montauban
Date de l'entretien : 10/08/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h30
Heure de fin de l'entretien : 11h55

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 39 ans
- 2006 : Master pro Métiers de l'archéologie de Nantes
- 2020 : Master Pro Conservation préventive à Paris 1
- CDD à l'Inrap en 2007-2008, CDD à Archéodunum de 2010 à 2012, CDI à l'Inrap dans un emploi de gestionnaire de collections, au CRA de Montauban, s'occupe des CRA de Toulouse et Montauban mais peut se déplacer partout en DIR MIDI-MEDITERRANEE. Elle est administratrice de Comodo.

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Laurence a toujours eu le sentiment que l'Inrap était comme une start-up dans l'usage des outils numériques par rapport à d'autres institutions. [Pour l'anecdote, un poste répondant à mon profil s'est libéré sur la gestion des colletions dans une institution où les outils numériques sont à des années lumières de ce qu'on nous avons ici. Cet aspect a été l'un des facteurs déterminant pour ne pas aller plus loin dans une éventuelle candidature. Un retour en arrière de ce point de vue est rédhibitoire car la seule possibilité pour moi d'aller plus loin dans mes missions passe forcément par l'utilisation des outils numériques : gestion de la masse, des flux permanents : sans outils numérique on régresse et on perd du temps...]

En arrivant à l'Inrap, Laurence ne maîtrisait que les logiciels de bureautique et de DAO.

Sa fonction l'a conduite à concevoir et utiliser des bases de données.

Elle a suivi une formation interne à l'Inrap sur Access ce qui lui a permis de développer sa propre base de données pour la gestion des collections. Elle regrette de ne pas avoir trouvé des interlocuteurs à la DSI dans cette tâche (pour la programmation surtout, le langage informatique dont elle a fini par apprendre seule les balbutiements: le VBA notamment). Elle a mis du temps à comprendre pourquoi : pas de développement d'outil personnel. Aujourd'hui avec le recul ça lui parait être une évidence. Elle a rebasculées dans Comodo et les idées qu'elle avait eues dans sa BdD perso baptisée Capharnaüm.

Avec l'essor de Comodo et l'intervention d'un prestataire spécialisé, elle a trouvé un grand intérêt à cette base de données commune et nationale. Beaucoup de ses collègues considèrent cette application et la base de données de Comodo comme une « usine à gaz » (mot insupportable et systématique dès qu'on parle d'une BdD : c'est un réflexe de défense vis-à-vis de l'outil, vécu comme un intrus et ça reflète parfaitement cette idée de l'utilisateur qui subit plutôt que d'être acteur). Cette BdD Comodo offre pourtant presque tout ce dont peut rêver un GDC (certes avec quelques réajustements mais rien n'est impossible à partir du moment où les fonctionnalités sont correctement circonscrites au préalable). Toutes les méthodes de travail ont été prises en compte, ce qui a rendu sa conception parfois très kafkaïenne ! Aujourd'hui Comodo est le reflet de l'hétérogénéité des méthodes de travail des GDC et des exigences des SRA.

Mais avant de juger cet outil comme usine à gaz, encore faut-il prendre le temps de se l'approprier.

Le déploiement de Comodo a révélé des affinités avec le numérique très différentes selon les régions et les agents. Ce n'est pas une question d'âge car certains agents plus âgés sont très à l'aise avec les

outils numériques. Elle a ici plein d'exemple de « jeunes » qui ne veulent pas « s'embêter » avec les outils numériques (autre que Comodo).

Le premier frein pour des agents à adopter des pratiques numériques réside dans le temps à passer avec les outils numériques mais aussi dans le fait que, face à l'outil, ils peuvent avoir le sentiment d'être mis en difficulté en fonction de leur capacité à appréhender les outils numériques. Beaucoup d'agents considèrent que c'est une perte de temps. Or cela devrait être essentiel dans le gain de temps pour la suite du travail de gestion des collections. C'est la condition sine qua none : il faut accepter d'en perdre pour gagner en efficacité après. Beaucoup de possibilités existent dans Comodo et cette BdD nécessite du temps pour se l'approprier. Les utilisateurs de Comodo n'utilisent pas tous cet outil de la même façon. J'imagine parfaitement que l'outil mal utilisé devient difficile à utiliser et que son interface ne soit pas intuitive. De plus, on laisse à l'utilisateur la possibilité de s'en servir ou pas. Certains agents continuent à se servir d'autres applications parce qu'ils n'ont pas compris comment se servir de Comodo.

Actuellement les formations sont assurées par le concepteur ou programmateur de la base de données. C'est essentiel mais pas suffisant à mon avis car il me semble impératif que l'outil soit présenté à la fois par le concepteur qui en connait les moindres arcanes mais également par un utilisateur chevronné qui, en plus connait le métier et saura du coup comment optimiser l'utilisation de Comodo, ou du moins orienter les utilisateurs égarés vers des pistes adaptées. Car souvent le public n'a pas toujours les idées claires sur ce qui relève de l'outil et sur ce qui relève de la méthode de travail en gestion de collections…

Laurence a constaté chez certains responsables d'opération un attachement à des outils numériques comme SysLAT pour l'enregistrement de terrain.

Pour autant, les échanges de données entre SysLAT et Comodo se font sous forme numérique par des fichiers Excel. Et quand je parlais d'interopérabilité entre les outils : on a ici un exemple parfait : lui avait besoin d'intégrer son mobilier parfois objet par objet pour alimenter son SIG, moi pour faire ma gestion des collections : résultat : 2 outils parallèles pour une donnée commune.

Mais cet exemple reste un cas rare. Peu d'agents travaillent de façon aussi rigoureuse pour le mobilier archéologique (faute de temps). Beaucoup de responsables d'opérations ne récupèrent les données sur les mobiliers des spécialistes qu'en fin d'étude. Beaucoup produisent des fichiers Excel mais comme de simples tableaux voire de la saisie au kilomètre sur Word ! (« *l' US 2001 contient 10 vertèbres de porc* » : véridique !).

La normalisation des inventaires de section 3 des rapports d'opération n'est pas à l'ordre du jour, ce qui pourtant faciliterait le travail d'intégration des données. Les inventaires sont, du coup, rendus de façon très hétérogène.

Le numérique est largement mis en avant par l'archéologie mais dans le milieu des archéologues, Laurence n'a pas le sentiment que ce soit vécu comme positif dans le quotidien pour tous les archéologues. Pour autant dans le domaine de la topographie, les agents ont beaucoup évolué dans leurs pratiques numériques. Et le déploiement du SIG ou de la 3D en région est une vraie richesse ! Mais dans le domaine de la BdD, l'utilisation reste à mon avis très en deçà de ce qu'on devrait être capable de faire.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

La formation et la sensibilisation sont des points de départ pour l'évolution des pratiques et des compétences numériques.

Il faudrait aussi que les échanges entre outils soient améliorés. On pourrait imaginer une plate-forme sur laquelle les données seraient mises à disposition.

Le récent travail réalisé dans le cadre de la prestation de Cap Gemini semble arriver un peu tard. Il faudrait faciliter le regroupement entre bases de données.

Tant que les archéologues et les autres métiers de l'archéologie n'auront pas le réflexe ou l'envie d'intégrer leurs outils et leurs données, cela restera un point bloquant.

Laurence a l'impression que les compétences et les pratiques numériques ne sont pas assez reconnues. On met en avant le résultat de la fouille et c'est bien normal mais pas assez les outils numériques mis en œuvre. C'est le cas d'une fouille récente à Montauban où plusieurs outils numériques ont été utilisés. Il faut valoriser l'utilisation de ces outils : communiquer à ce sujet : montrer ce qu'on peut arriver à faire avec. La décentralisation en région d'un interlocuteur DSI spécialisé dans l'utilisation de ces outils numériques pourrait être un signal fort.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Le changement des habitudes pose encore problème dans l'évolution des pratiques numériques des archéologues. Cela demande du temps.

Pour les agents les plus proches de la retraite, ils ne sont pas disposés à changer leurs outils : et il y en a beaucoup ! Mais comment leur reprocher !

Dans les formations académiques à l'archéologie, il existe quelques formations comme le master de Toulouse [72] qui proposent de former à des outils numériques en archéologie.

Lors de son master en conservation préventive, aucun des autres étudiants n'avait connaissance de ce qu'est une base de données. De plus, la formatrice intervenue pour une formation aux bases de données n'a fait qu'une présentation de FileMaker. Il faudrait que les formations académiques ne se limitent pas à l'utilisation d'outils mais aussi à des tâches de conception, de modélisation : à ce que doit être l'architecture d'une base de données par exemple… l'INRAP avait donné cette formation aux GDC à leur arrivée en 2012. Beaucoup l'ont très mal vécu : « trop complexe, pourquoi faire ? rien à voir avec notre travail…. » Pour moi ça été essentiel : pour concevoir ma base de donnée personnelle et surtout après pour mieux comprendre Comodo. Je me souviens du formateur qui a commencé par nous dire : « quand on conçoit une base de données, on ne touche pas à son ordinateur : on prend un papier et un crayon et on dessine l'architecture de la base : le modèle conceptuel de données. » : cette formation a été un pilier et un point de départ évident pour mon intérêt pour les outils numériques en général et les BdD en particulier.

[72] Master Archéologie, Sciences pour l'Archéologie, parcours Acquisition, Traitement, Restitution par l'Image des Données en Archéologie (ATRIDA) : https://www.univ-tlse2.fr/accueil/formation-insertion/master-atrida

Entretien avec : Frédéric Audouit, Inrap Achicourt
Date de l'entretien : 20/07/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 17h30
Heure de fin de l'entretien : 19h

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 48 ans
- Il a obtenu un BTS géomètre topographe à Nantes
- A été recruté en 1994 à l'Afan en CDD jusqu'en 2000 où il a été recruté en CDI dans son poste actuel
- Depuis ses débuts à l'Afan et à l'Inrap, il a travaillé comme topographe. Il est intervenu sur des grosses opérations comme l'A89 puis l'A87, notamment sur MicroStation, entre 1997 et 2000. Les données provenant des levés topographiques été transférées dans une base de données reliée avec le logiciel de SIG ArcGIS, mais cette évolution n'a pas été généralisée. - Le passage vers l'utilisation d'Autocad date des années 2000-2001, CalTop a continué à être un peu utilisé avant d'être abandonné lors de la migration des postes de travail dans l'environnement Windows.
- Frédéric a suivi le déploiement de QGis dès le début en 2011-2012, à l'occasion de sa mutation sur le CSNE. Il a été formateur pendant plusieurs années avant d'arrêter récemment
- Il est devenu référent SIG et a récemment suivi un stage pour devenir télépilote de drone

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formation, pratiques, outils, valeurs associées**

Frédéric a suivi les formations aux SIG proposées par le CNRS (écoles thématiques) en 2003-2005. Il s'est ensuite saisi des logiciels de SIG sur des projets concrets comme des PCR (ex. celui de Nîmes).

Sur les appareils topographiques, Frédéric a suivi des formations sur l'utilisation des GNSS Trimble.

Assez vite, Frédéric a assuré la formation de nouveaux topographes. Il encadre aussi des stagiaires pendant plusieurs mois. Il intervient en milieu universitaire (université de Lille et Ecole d'architecture).

Frédéric est intervenu sur des chantiers en archéologie programmée sur la région de Nîmes où il a encadré des étudiants.

Frédéric est intervenu sur le chantier du métro d'Alger ainsi que sur deux diagnostics au Maroc, où il a aussi formé des topographes, des archéologues, des architectes.

Frédéric considère que « la population des topographes de l'Inrap est très fermée ». Environ la moitié d'entre eux semble évoluer dans leurs pratiques (SIG, photogrammétrie), alors que l'autre moitié a du mal à évoluer. C'est souvent le fait d'un manque de stimulation dans leur contexte de travail, de formations, de disponibilité en temps dans leur travail, etc. Frédéric a constaté que le déploiement des SIG a été l'occasion de faire évoluer certaines des pratiques de l'enregistrement de terrain.

Si on ouvre le point de vue au-delà de l'Inrap, le développement du numérique en archéologie est incontestable. Mais il y a beaucoup de pratiques « presse-bouton ». Les utilisateurs peuvent s'approprier très vite les outils, mais sans forcément toujours savoir s'en servir correctement (dernier en date la photogrammétrie).

L'évolution numérique est souhaitable. Les gains sont incontestables en termes de gain de temps, d'attractivité. L'image de l'archéologue évolue un peu auprès des jeunes et du grand public. Exemple :

les modèles 3D sont un des exemples des supports à la valorisation des nouvelles pratiques des archéologues.

En revanche, certains usages restent encore un peu limités, notamment pour les métadonnées.

Le plan de rangement des Nas a été mis en place sur le centre d'Achicourt. Ceux qui le découvrent en sont ravis. Les archéologues peuvent s'en saisir s'ils le souhaitent mais c'est souvent à l'initiative des individus eux-mêmes. Mais le plus souvent, les archéologues ne prennent pas le temps de réfléchir à leurs pratiques. Beaucoup d'archéologues sont très attachés à leurs outils de travail, notamment leurs bases de données, leurs logiciels.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques :

Frédéric considère qu'il faudrait que les archéologues « fassent une pause » dans les pratiques numériques pour réfléchir sur celles-ci et se confronter à d'autres champs disciplinaires en mettant en débat des retours d'expériences.

Les archéologues publient peu sur leurs méthodes de travail, sur la technicité de leurs outils. Il faudrait les inciter à participer à des rencontres avec des professionnels d'autres domaines.

Frédéric pense qu'il serait judicieux que certaines des formations puissent avoir lieu avec des professionnels d'autres domaines et acceptent de s'ouvrir à ces autres métiers.

Concernant les données, Frédéric pense que la plupart des archéologues sont ignares dans ce domaine. Frédéric se dit partisan de l'ouverture des données, même si on peut admettre une période avant la publication des données en licence ouverte. Il faudrait qu'il en soit de même pour la publication des codes logiciels en licence ouverte, et que des publications permettent d'expliquer et de valoriser ces développements.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Frédéric pense que c'est peut-être un « travers du numérique » qu'il envahisse toutes les activités, qu'ils saturent les pratiques dans de nombreux domaines.

« On passe son temps à cocher des cases » « L'ultranumérisation me fait peur » La relation de l'archéologue avec le terrain a aussi évolué du fait de l'usage des outils numériques. Frédéric parle de distanciation entre les chercheurs et leur objet de recherche avec lequel il faut veiller à conserver une relation sensible.

Certes, il ne s'agit pas de nier les bénéfices des outils numériques, mais dans certains cas, certains outils sont utilisés de façon déconnectée du terrain, ce sont les outils à la mode, qu'il faut utiliser (et aussi demander dans les prescriptions scientifiques car c'est « bien de le faire » : ex. orthophotos, MNT mais qui ne servent qu'à illustrer le plus souvent).

Il faut que les archéologues n'oublient pas de décrire leurs méthodes de travail et ne satisfassent pas de l'utilisation d'outils « presse-bouton ».

Il faut donc veiller à limiter ces dérives par des formations, mais pas forcément faites par des archéologues. De même, des rencontres avec d'autres disciplines pourraient être très utiles pour débattre des méthodes de travail et les confronter avec celles d'autres professionnels.

Il faudrait donc davantage de transversalité dans les échanges et les publications.

Il faudrait que « les maquettes des formations académiques soient plus honnêtes » et qu'elles correspondent à la réalité des enseignements et des niveaux de compétences annoncés et qu'elles accordent davantage de temps aux aspects méthodologiques. Il faudrait aussi qu'elles intègrent davantage des approches pluridisciplinaires et qu'elles invitent davantage aux retours d'expériences,

aux échanges entre étudiants sur les travaux. Par ailleurs, Frédéric souligne que dans la professionnalisation des archéologues, le poids du diplôme est encore prédominant dans la reconnaissance de leurs compétences. Il faudrait que les compétences numériques puissent être davantage reconnues dans les recrutements, dans les évaluations professionnelles par l'encadrement. Encore faudrait-il que l'encadrement soit davantage sensibilisé à ces compétences numériques, qu'ils reprennent pied sur le terrain ou qu'ils participent activement à des rencontres de type séminaires interprofessionnels, et en disposant de temps pour cela.

Il faudrait aussi que soient mieux pris en compte par l'encadrement le temps nécessaire non seulement pour acquérir des compétences numériques mais aussi pour mettre en œuvre ces techniques numériques qui peuvent être chronophages (ex. déploiement récent des drones). Les outils numériques évoluent très vite. Ils peuvent être une source de rupture dans le dialogue entre les professionnels, notamment entre l'encadrement et les personnels opérationnels.

Entretien avec : Stéphane Augry, Inrap Carquefou
Date de l'entretien : 09/07/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h15
Heure de fin de l'entretien : 15h32

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 48 ans,
- Bac+2 en comptabilité gestion, licence d'archéologie à Dijon en 2008 dans le cadre d'une convention entre l'Inrap et l'université de Dijon
- A été objecteur de conscience au SRA Poitou-Charentes, puis en CDD (technicien) à l'Afan entre 1997 et 2005 (en Lorraine), puis en CDI en 2005 à l'Inrap

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formation, pratiques, outils, valeurs associées**

Stéphane n'a pas suivi de formation initiale sur les outils informatiques. En revanche il a suivi plusieurs formations courtes, soit données en interne à l'Inrap, soit proposées par des organismes extérieurs (ex. Inp).

Il a souvent eu recours à l'auto-formation, parce qu'il en avait l'envie et la curiosité, et parce qu'il a souvent bénéficié de l'appui de collègues disposant eux-mêmes de fortes compétences numériques. Même si l'autoformation a des travers, il a su les corriger ultérieurement.

Le séminaire de l'Inrap à Nîmes en 2009 avait déjà posé des bases de réflexion.

Stéphane souligne deux éléments qui ont fortement structuré l'avancement de ses pratiques et de ses réflexions :

- le réseau des référents SIG qui a été constitué à partir de 2012 et que Stéphane a rejoint comme référent secondaire il y a 2 ou 3 ans (lettre de mission)

- le réseau des référents photogrammétrie animé à partir de 2018 (lettre de mission)

Stéphane dispose donc d'un nombre de jours par an pour participer aux fonctions des référents mais souvent en soutien des référents principaux.

Stéphane est intervenu dans la formation à la photogrammétrie et SIG niveau 1.

Sur les bases de données, Stéphane privilégie le pragmatisme. Il faut que les outils numériques utilisés dans ce domaine soient le plus simple possible et facilite la production des inventaires techniques.

Du fait de sa participation aux travaux de CTRA, Stéphane peut aujourd'hui constater que peu de rapports d'opération évalués intègrent un diagramme stratigraphique. Cela pose problème. Rares sont les rapports où le diagramme est bien présenté et exploité. Pour lui, cela serait dû à des manques ou des limites dans la formation des archéologues mais peut-être aussi au temps et aux moyens contraints sur des opérations préventives.

Cela devrait pouvoir être compensé par des actions de formation.

Pour l'archéologie programmée, ses observations sur certains rapports évalués en CTRA lui permettent d'être assez critique sur les pratiques de certains archéologues.

Un équilibre entre relevés numériques et relevés traditionnels doit être trouvé.

Il faut notamment veiller à l'explosion des quantités de données produites avec certains dispositifs numériques, en particulier la photogrammétrie.

En post-fouille, l'utilisation de Dolia, de Zotero, etc. sont très utiles sous réserve d'avoir suivi des formations. Pour l'instant, Stéphane n'est pas encore trop concerné par le traitement massif de données, mais il entrevoit les possibilités mais il les observe plus qu'il ne les pratique couramment.

Stéphane imagine qu'il doit être possible de remplacer les étiquettes faites sur le terrain pour le mobilier par des dispositifs numériques de type RFID ou autre. Mais il faudrait prendre le temps de tester et de voir ce qui serait adapté ou pas.

Stéphane constate des effets de mode dans les usages des dispositifs numériques (SIG, photogrammétrie, BIM, etc.).

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Le plus important à chaque fois c'est que les usagers soient correctement formés pour ne pas se laisser envahir ou dépasser par les dispositifs.

Il faut aussi pouvoir évaluer les résultats pour pouvoir rester critique et, le cas échéant, corriger les travers, les erreurs, les manques, les lacunes, surtout quand on passe du stage de l'expérimentation à celui de la mise en production en série.

Stéphane s'interroge beaucoup sur la nécessité de faire appel à des gens qui maîtrisent mieux certains dispositifs que les archéologues.

Certains stagiaires sont parfois capables de mettre en place des dispositifs numériques de façon très rapide et pertinente, dès lors qu'ils sont bien encadrés.

Stéphane considère que les réseaux de compétences sont aussi essentiels que la formation initiale aux outils numériques. D'autant qu'être formateur est aussi très riche pour soi-même.

Même si les rencontres ou des revues spécialisées sur les pratiques numériques en archéologie sont nécessaires, le plus important reste la formation des utilisateurs.

Par exemple, en photogrammétrie, il ne sert à rien à multiplier les photographies si les réglages de prise de vue ne sont pas maîtrisés. Il faudrait notamment aller plus loin dans la présentation et la maîtrise des métadonnées des photographies (ex. données IPTC).

Les compétences et réalisations numériques des archéologues ne semblent pas suffisamment reconnues et valorisées. Exemple, il n'y a pas de poste de géomaticien à l'Inrap. Même chose pour le métier de photographe à l'Inrap dont il n'existe pas de fiche de poste.

Stéphane rappelle que la maîtrise du numérique pour les dessinateurs a été à l'origine d'un changement possible de catégorie à l'Inrap pour les dessinateurs.

Stéphane est convaincu que l'ouverture des données est une opportunité pour valoriser les publications de qualité des archéologues, sous une autre forme que les publications classiques (ex. le numéro de Gallia sur les ports).

Les arrêtés de 2004 semblent en décalage par rapport au nouveau contexte réglementaire de l'ouverture des données et des politiques publiques de la science ouverte. Mais Stéphane est partagé sur des contrôles qui pourraient être excessifs sur les formalismes à respecter pour certaines des façons de publier les données, notamment celles des inventaires.

Stéphane considère qu'il faudrait que l'archéologie s'ouvre davantage à certains champs disciplinaires qui pourraient contribuer à la transdisciplinarité. Stéphane évoque les pratiques de

scientifiques d'autres champs disciplinaires (ex. astrophysique) qui pourraient inspirer les archéologues. Mais le contexte de l'archéologie préventive ne facilite pas ce genre de réflexion et de changements de pratiques.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Stéphane souligne la nécessité de mettre en place les moyens humains pour pouvoir accompagner les changements des pratiques et des métiers. Il faut notamment viser à simplifier le travail sur le terrain de gagner du temps, de faire que certaines des tâches soient moins rébarbatives (ex. inventaires).

Il faut aussi investir dans les dispositifs techniques.

En termes prospectifs, il faut aller voir ce qui se fait ailleurs.

Vis-à-vis de la concurrence, il faudrait que l'Inrap en profite pour se démarquer.

Entretien avec : Sylvain Badey, Inrap, Tours
Date de l'entretien : 10/06/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h00
Heure de fin de l'entretien : 12h00

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 43 ans
- Venu à Tours en 1994 pour suivre la MST d'archéologie préventive métropolitaine de Tours. A cette époque, il fallait d'abord faire un certificat préparatoire. Ce diplôme correspondait à une certaine vision de l'histoire. Il comportait une pratique minimale de l'archéologie après avoir fait un stage de 2 mois de terrain
- Une fois la licence obtenue, Sylvain est parti à l'université de Paris 1 pour suivre une maîtrise et un DEA d'archéologie de l'Afrique.
- En même temps, il a eu ses premiers contrats à l'Afan en 2000 puis à l'Inrap.
- Il a ensuite suivi un Mastère 2 pro d'archéomatique de Tours en 2013. Membre à l'UMR CITERES depuis 2013, participe à deux axes du L.A.T.
- En CDI depuis 2007, Inrap, technicien de fouille, technicien spécialisé depuis 2 ans.
- Depuis quelques années, Sylvain a repris le terrain, en partie parce que les formations aux SIG ont été suspendues du fait de la pandémie. Les formations devraient reprendre en septembre 2021.
- Outre formateur, Sylvain est aussi référent SIG depuis 2011, date du début du déploiement.

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formation, pratiques, outils, valeurs associées**

Sylvain a toujours été volontaire pour utiliser des outils d'enregistrement de terrain. Avant 2009 et les premières expérimentations de SIG, il avait déjà utilisé des solutions pour enregistrer des photos en post-fouille. Il s'est auto-formé à FileMakerPro et à Illustrator. Il a suivi une école thématique du réseau ISA sur les SIG en 2007. Mais il n'a pas utilisé de logiciel de SIG avant 2009. Il a suivi de nombreuse formations en interne. Il s'est formé lui-même en statistiques par un MOOC et les séminaires R à l'usage des SHS. En interne à l'Inrap, il a suivi la formation à la photogrammétrie niveau 1, Cloud Compare, Python niveau 1 et 2. En externe, il a suivi la formation en statistiques (B. Desachy) et Chronomodel. Il est devenu formateur et référent SIG depuis 2011. Il a assuré de nombreuses formations en interne mais il intervient aussi dans des séminaires. Il avait tenu un blog pendant plusieurs années mais n'a plus le temps de le maintenir. Il a déposé une partie des supports de formation sur Gitlab.

3. **Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques**

Il contribue directement à l'accroissement des usages du numérique. A l'occasion d'un retour sur le terrain, il a eu l'occasion de voir que l'usage des tablettes n'est pas aussi simple que cela devait être le cas. Il a constaté qu'en certains endroits, les tablettes utilisées sont encore des anciens modèles (Motion et Panasonic). Dans ce cas, ce sont les systèmes d'enregistrement CADOc et ArcheoDB qui sont utilisés. Ailleurs, des nouveaux modèles de tablettes 8 pouces sous Windows sont utilisés avec QGis. Le déploiement et le suivi des tablettes reste problématique, le dialogue entre DST, DSI et référents restant difficile.

Le déploiement du numérique doit continuer à être accompagné par des actions de formations, la présence d'un réseau de compétences, mais aussi des moments d'échanges, de retours utilisateurs, des publications, etc. Il est important de veiller à l'illectronisme de certains agents. L'encadrement a une responsabilité dans ce domaine. Mais certains de ces agents ne souhaitent pas s'investir dans ces pratiques numériques. Le rangement des Nas devraient faire l'objet d'efforts de formation. A Tours, ce rangement est respecté par presque tous les agents.

L’usage de la photographie numérique pose des problèmes. Souvent les utilisateurs ne savent pas prendre des photos et ne se soucient pas des problèmes de qualité ni de volume d’espace de stockage que les quantités considérables de photos prises, posent ensuite.

L’arrivée de la photogrammétrie a encore plus rendu nécessaire que des formations soient mises en œuvre pour la différence entre photographie et photogrammétrie, cette dernière pouvant être faite avec des photos qui ne sont pas d’une qualité adaptée aux exigences de la photogrammétrie.

Sylvain est favorable à l’ouverture des codes sources des développements réalisés et sans condition, sauf qu’il faudrait éviter de faire appel à des prestataires de services pour des réalisations qui ne relèvent pas d’une véritable ouverture.

Il est aussi favorable à l’ouverture des données. Il faudrait que l’Inrap s’engage davantage dans ce domaine. Des initiatives comme le séminaire de 2017 sur l’*open access* ou l’ouverture temporaire des rapports d’opération de Dolia pendant le confinement, ont été intéressantes. Mais il faut veiller à ce que les modalités de mise en œuvre de cette ouverture soit mieux encadrée, et exclue de faire appel à des sociétés de services privées.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

La difficulté majeure est de défendre l’idée que le numérique ne fait pas gagner du temps. C’est une illusion à laquelle il faut faire attention. L’encadrement des archéologues relaie parfois ce discours. L’archéologie doit rester au cœur des pratiques numériques des archéologues. La technique contraint parfois à changer sa méthode d’enregistrement. Ce fut le cas lors de l’usage de logiciels de SIG pour certaines unités d’enregistrement.

Sylvain pense que le numérique ne fait pas gagner du temps mais transfère le temps gagné sur le terrain à du temps supplémentaire nécessaire en post-fouille.

Il faudrait ne pas imposer des usages numériques dont les conditions ne sont pas réunies. Dans ce domaine, il faudrait poursuivre les actions de formation, faire évoluer les dispositifs matériels adaptés. Les agents doivent être associés mais il n’est pas toujours facile de leur faire exprimer leurs besoins d’évolution dans leurs pratiques numériques.

Il faut veiller à démystifier l’usage du numérique en archéologie. Parfois des agents ont une telle "expertise" non partagée d'un outil que leur absence ou manquement peut nuire à la chaîne de production et de traitement des données. A défaut d'être un "expert" en archéologie numérique, tout archéologue doit être formé et/ou bien renseigné sur les outils et techniques numériques pour l'acquisition des données, afin d'en maîtriser l'intérêt opérationnel et scientifique et surtout les limites.

Les actions de formation des archéologues sont une des formes de reconnaissance pour Sylvain. Mais il faudrait que l’institution reconnaisse davantage les compétences numériques des agents, leurs réalisations, et que ceux-ci n’aient pas uniquement à se satisfaire d’être reconnus uniquement par leurs pairs.

Entretien avec : Pascal Bertran, Inrap Bègles
Date de l'entretien : 03/06/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h30
Heure de fin de l'entretien : 16h30

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 61 ans
- A participé à des fouilles programmées depuis l'âge de 18 ans
- A fait des études en sciences de la nature et de l'univers
- S'est spécialisé en géologie jusqu'en maitrise à Clermont-Ferrand
- Est parti à l'université de Bordeaux pour un DEA de Géologie du Quaternaire et Préhistoire
- A soutenu sa thèse de géologie du Quaternaire en 1989
- A fait son HDR en 2006
- Il a travaillé parfois pendant ses études (jobs d'été)
- Il n'a pu avoir son premier contrat à l'Afan en 1990
- Il a multiplié les CDD mais se réservait une partie de l'année sur des programmes de recherche
- Il a été embauché en CDI en 1999 dans son poste de spécialiste de géomorphologie (il fut le premier dans cette spécialité)

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Quand il était en DEUG, Pascal a suivi des cours de langage FORTRAN.

Il a acheté un ordinateur au tout début des années 1980 (Amstrad)

Pascal s'est ensuite mis au langage Basic et TurboPascal pour des besoins personnels

Pour sa thèse, il a développé des petits programmes de statistiques pour de l'analyse minéralogique.

Pascal a ensuite appris à utiliser des logiciels comme PhotoShop et Illustrator.

Il n'a pas suivi de formations mais a appris tout seul et au contact de collègues, notamment en matière de DAO.

Pendant une période, Pascal a beaucoup travaillé sur des mesures et des analyses statistiques pour des études de taphonomie. Il a alors mis au point des outils sous Excel qu'il a largement distribués.

Dans son domaine de compétences, il a beaucoup fait d'enseignements en géoarchéologie dans diverses universités mais sans avoir à présenter des outils numériques.

Pascal considère que les logiciels de SIG ont constitué une nouvelle étape. Il parle même de « révolution ». Il a suivi la formation en interne d'initiation à QGis. Pour lui, ces outils ont ouvert des portes sur des domaines auxquels il n'était pas possible d'avoir accès auparavant. Le fait que l'Ign mette à disposition des données topographiques de plus en plus précises, qu'il devienne possible d'accéder à des données de télédétection de plus en plus fines et nombreuses.

Sur un de ses programmes de recherche concernant les *loess* en Europe, Pascal a eu l'occasion de travailler sur l'utilisation combinée être des données nombreuses et multi-sources. Il devient possible de

raisonner non plus seulement à l'échelle d'une microrégion mais aussi à l'échelle européenne sur les grands systèmes éoliens.

Pascal a aussi eu l'occasion de travailler avec des SIG dans le cadre d'une thèse sur le pergélisol d'un doctorant qu'il a encadré.

Dans son activité quotidienne à l'Inrap, les données géographiques et les SIG lui sont de plus en plus utiles.

Pour ces raisons, Pascal pense que les SIG constituent une sorte de mini-révolution parce qu'ils permettent des choses qui n'étaient pas possibles auparavant.

Pascal constate la grande diversité des pratiques numériques des agents. Sur ce point, il trouve dommageable qu'il ne soit pas obligatoire d'utiliser des SIG dans un institut national comme l'Inrap.

Il utilise fréquemment des données provenant de divers instituts nationaux et internationaux (BRGM, IGN, Communauté Européenne…) dans le cadre de son activité scientifique. Il souhaite que les données produites par l'Inrap soient également largement disponibles pour les autres utilisateurs potentiels du monde scientifique et technique. Dans tous les milieux qu'il a fréquentés, Pascal a observé la diversité des pratiques numériques. Par exemple, à l'université, il a constaté que beaucoup de chercheurs ne sont toujours pas passés à l'usage des SIG. Il essaie d'engager une collaboration avec certains chercheurs qui y sont davantage sensibles.

Il a pu constater que les utilisateurs d'outils numériques, notamment les SIG, les plus à l'aise sont surtout des chercheurs qui viennent des sciences naturelles.

S'il reconnaît que les outils numériques sont très utiles pour de nouvelles approches, notamment spatiales pour les SIG, il pense néanmoins que cela ne remet pas en cause l'ancrage disciplinaire de l'archéologie dans les SHS. Il s'agit d'un nouveau champ qui s'ouvre. A ce titre, Pascal se dit très favorable au dialogue entre champs disciplinaires. Il a eu l'occasion lui-même de le vérifier par des collaborations avec des chercheurs, notamment de l'Institut Max Planck. Pour l'archéologie, l'ouverture de nouveaux champs est une opportunité à saisir.

Dans les publications scientifiques qu'il lit, notamment dans les pays anglo-saxons, Pascal constate une augmentation certaine des publications qui mobilisent des méthodes et techniques numériques. Il constate qu'en France, c'est moins le cas.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Pour l'Inrap, Pascal constate que, sur les plans administratif et financier, l'archéologie a profondément fait évoluer ses modes d'organisation.

En revanche, il considère que pour l'organisation de la production scientifique, l'archéologie semble en retard. Il reste beaucoup à faire pour faire évoluer les pratiques scientifiques des archéologues, qui auraient intérêt à s'approprier davantage des méthodes et d'outils numériques.

Il faudrait que soit embauchés des profils beaucoup plus compétents dans certaines méthodes et techniques numériques.

Il faudrait que l'offre de formation soit davantage étoffée, sous réserve que les besoins soient clairement identifiés. En même temps il n'a pas vraiment eu l'occasion de découvrir par lui-même des offres de formation externes à l'Inrap qui pourraient être intéressantes pour lui.

Il serait utile qu'une veille soit organisée pour mieux accompagner la diffusion de l'information sur les offres de formation aux pratiques numériques susceptibles d'être utiles pour les archéologues.

Concernant la reconnaissance des compétences et des pratiques numériques, Pascal considère qu'elles devraient davantage être requises pour certains des profils de poste ou lors des entretiens d'évaluation. Pascal souligne d'ailleurs que la prise en compte des compétences en général est un problème, la constitution de jurys adaptés, intégrant des opérationnels de l'Inrap ayant une connaissance approfondie des possibilités et des contraintes inhérentes aux activités scientifiques pratiquées dans le cadre de l'archéologie préventive, n'étant pas systématiquement mise en œuvre lors des recrutements.

Pascal considère qu'il faut multiplier des réseaux de compétences comme c'est le cas pour les bioarchéologues pour faciliter les échanges entre chercheurs. Cela permettrait aussi de mieux faire circuler l'information et les compétences parmi lesquelles les compétences numériques.

Concernant la science ouverte, Pascal se dit très favorable à ce mouvement. Pour lui, l'Inrap devrait contribuer à l'ouverture des données pour l'archéologie. Cela permettrait d'asseoir l'institut dans son domaine d'activité, de renforcer sa visibilité auprès des publics.

Il a pu expérimenter les dommages liés à la rétention des données. Il a pu mesurer à quel point cela peut être délétère. Il ne voit donc que des avantages à l'ouverture des données.

Sur les collaborations possibles avec d'autres disciplines, Pascal a déjà eu l'occasion de travailler avec des statisticiens. En revanche, Pascal a le sentiment que de telles collaborations sont plus fréquentes dans les pays anglo-saxons.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Pascal considère que pour qu'une communauté active progresse, elle doit atteindre une masse critique. Pour la géoarchéologie à l'Inrap (environ 20-30 agents), ce nombre n'est pas encore atteint. Les géoarchéologues se sentent donc souvent assez isolés. Ils manquent d'occasion pour se rencontrer, échanger sur leurs pratiques, sauf en de rares cas.

des séminaires pourraient être organisés qui permettraient d'animer les communautés de spécialistes, de s'échanger des informations, des contacts, des adresses, mais aussi de connaître les découvertes principales dans les interrégions, pour sortir les chercheurs de leurs sentiment d'isolement et de leur difficulté à se saisir de certains sujets.

Il revient sur les problèmes de l'offre des formations susceptibles qui devrait être davantage étoffée par les services en charge de la formation qui devrait mieux diffuser l'information et proposer des parcours de formation et de nouvelles compétences à acquérir.

Il évoque de nouveau des compétences numériques dont certains de ses collègues spécialistes ne disposent toujours pas alors qu'il considère qu'elles devraient être maîtrisées., notamment pour faciliter la production de données ouvertes dans le cadre de la science ouverte. Ces compétences numériques devraient faire partie des prérequis des compétences requises dans certains métiers, notamment les spécialistes, mais peut-être demain dans la plupart des autres métiers de l'archéologie.

Entretien avec : Julie Boudry, Inrap Bron
Date de l'entretien : 15/02/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 15h
Heure de fin de l'entretien : 17h

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 37 ans
- Depuis l'âge de 8 ans elle a eu envie d'être archéologue
- A suivi des études d'archéologie pendant deux ans à Lille 3 en 2008, puis a suivi une L3 à Paris 1, puis un M1 et un M2 à Paris 1
- Thèse en cotutelle à Paris et Milan sur l'âge de Bronze sur l'Italie soutenue en 2012
- A commencé à travailler en étant financée pendant sa thèse (avec une bourse entre 2007 et 2010) puis en CDD à partir de 2013 à l'Inrap, sauf quelques mois au Val-de-Marne en 2017
- CDI en 2021

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Julie a commencé à utiliser un ordinateur pour jouer au collège puis a commencé à utiliser des outils de bureautique à l'université.

A l'université de Lille, elle n'a pas utilisé du tout d'outils numériques

Anne Lehoerff lui a conseillé de venir à Paris suivre les enseignements de Patrice Brun à Paris 1.

C'est à Paris 1 en L3 et surtout en M1 et M2 qu'elle a découvert plusieurs des logiciels mais les cours étaient assez succincts. Elle a ensuite complété ces enseignements en passant des heures sur les forums spécialisés en particulier sur les SIG

Pendant sa thèse, elle a renforcé ces compétences numériques. Elle a commencé à transmettre certaines de ses compétences à d'autres étudiants.

En 2012, elle a donné des TD pendant un semestre à Paris 1.

Elle a constaté qu'elle n'aimait pas particulièrement faire de la formation.

A l'Inrap, lors de ses CDD successifs, elle n'a suivi aucune formation aux SIG ni à la photogrammétrie pour différentes raisons.

Elle n'a pas l'impression que cela lui ait beaucoup manqué, et cela ne l'a pas handicapée lors de son recrutement. Il lui a été reproché d'avoir été nommée référente photogrammétrie, sans pour autant avoir suivi la formation. Mais cela n'était pas de son fait.

Aujourd'hui elle est régulièrement sollicitée par des collègues pour les accompagner dans le transfert de ses compétences numériques.

Dans ses collègues, Julie constate une grande diversité de niveau de maîtrise des outils numériques.

Julie pense que ce n'est pas une question de générations, mais une histoire d'envie, d'habitudes de travail.

Julie observe qu'elle est souvent sollicitée pour de la photogrammétrie mais que toutes les personnes qui en sont demandeur ne veulent pas se mettre aux SIG. C'est parfois le cas d'agents qui ont pourtant

suivi les formations internes aux SIG. Julie doit ainsi souvent rendre les orthophotos calées sur un plan dans Illustrator car ses collègues ne savent pas toujours ou ne veulent pas utiliser les outils de SIG).

Julie se demande si la disposition des agents par rapport à des apprentissages numériques n'est pas aussi liée aux qualités pédagogiques des formateurs et aux possibilités de continuer à disposer d'un suivi par les formateurs après la formation.

La majorité des collègues de Julie semblent penser que les outils numériques ne leur servent à rien de vraiment indispensable. Explicitement, ils ont conscience de l'utilité, ont le temps de se former mais pas le temps d'être performants rapidement). De plus ils n'ont pas d'obligations de changer leurs façons de faire habituelles. Eventuellement, cela pourrait être sur des chantiers un peu importants avec des moyens conséquents que les agents pourraient peut-être accepter de se former et de changer de pratiques.

Julie s'était occupée de faire évoluer une base de données d'enregistrement de terrain, BdA, sous Access mais dont elle ne s'occupe plus, suite à l'arrêt de l'installation systématique de ce logiciel sur les postes INRAP.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Julie pense que l'usage d'un logiciel comme Illustrator ne devrait plus être utilisé, ne serait-ce que parce que les dessins sont trop souvent pas à la bonne échelle. Les SIG et la photogrammétrie vont continuer à s'imposer. Pour autant, Julie constate que trop peu d'agents se servent de SIG, alors qu'ils ont suivi les formations internes. Mais Julie répète que ce n'est pas une histoire de générations parce qu'elle constate que certains agents parmi les plus jeunes ne veulent pas se servir de ces outils.

Concernant l'usage de tablettes numériques sur le terrain, Julie comprend l'utilisation du papier mais dans sa pratique elle n'a quasiment utilisé que des tablettes. Pour autant elle reconnaît que de ressaisir des données en post-fouille est fastidieux et facilite le travail. Mais Julie comprend que la saisie des données sur les tablettes n'est pas une solution incontournable et que c'est même souvent plus problématique que de maintenir un enregistrement sur papier.

La liberté devrait être laissée aux agents dans l'adoption des outils numériques.

A titre personnel, Julie a des convictions de respect de l'environnement qui la conduise à limiter l'usage de dispositifs numériques. Pourtant elle est convaincue que dans le cadre professionnel de tels outils sont souvent indispensables. Dès lors que de tels outils doivent être utilisés, elle s'adapte sans trop discuter, sauf lorsqu'elle considère que les outils sont aberrants.

Lorsque les agents ne veulent pas suivre de formations, il paraîtrait logique de leur imposer mais pour autant Julie considère que cela n'est pas applicable. La seule réponse qu'a trouvé Julie c'est la patience, de l'accompagnement individuel, avec des personnes disposées. Pour autant, certains changements dans les pratiques d'agents peuvent être remises en cause. Julie cite le cas d'une collègue formée au SIG et qu'elle a accompagnée qui a abandonné cet outil pour revenir à l'usage d'Illustrator.

Sur le projet de l'ouverture des données, Julie estime que le problème majeur est le travail considérable que cela pourrait demander. Elle pense que les agents s'opposeront à ce mouvement s'ils n'en ont pas les moyens, le temps et la conviction de son utilité.

Julie entend beaucoup de ses collègues qui ne sont pas disposés à ouvrir leurs données en raison d'une sorte de relation de maternité ou de paternité à leurs données.

Plusieurs de ses collègues ne sont pas disposés à jouer le partage de leurs données, surtout à l'externe pour des raisons de concurrence et de préservation des lieux de découverte.

Julie note qu'elle ne se rend pas sur des opérations mais qu'elle va « chez » tel ou tel responsable d'opération, comme si celles-ci étaient un domicile, une propriété.

Sur de nombreux plans topographiques auxquels elle contribue, Julie a remarqué que son nom n'apparaît pas sans avoir d'explication sur cette absence.

Sur l'ouverture de Dolia pendant quelques semaines pendant le premier confinement, Julie a le souvenir de levées de boucliers de certains agents à ce moment-là qui y étaient fortement opposés et qui ont envoyé des courriels de contestation.

Sur les collaborations possibles entre archéologues et spécialistes du traitement de l'information, Julie se souvient d'un travail exploratoire d'un informaticien sur un projet de son UMR de rattachement (TRAJECTOIRES). Elle pense que ce serait utile de se rapprocher de ces spécialistes, et elle aimerait pouvoir être associé à des projets dans ce domaine, notamment dans la modélisation des volumes considérables d'images issues de la photogrammétrie.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Les principales difficultés citées par Julie concernent le manque de temps pour les agents pour se former et être correctement accompagnés dans les changements de leurs pratiques lorsqu'ils y sont disposés.

Julie souligne qu'elle constate que l'usage encore important d'un logiciel comme Illustrator dans lequel plusieurs responsables d'opération demandent que les données leur soient restituées, conduit à une série de tâches de travail devenues trop lourdes. Des problèmes de logiciels qui ne fonctionnent plus, des tailles de fichiers trop lourdes peuvent devenir un problème majeur. Julie souhaiterait une harmonisation des pratiques, une homogénéisation des logiciels actuellement utilisés. Mais elle sait que telles décisions ne seront pas faciles à faire accepter par beaucoup d'agents.

Entretien avec : Christine Boumier, Inrap Cesson-Sévigné
Date de l'entretien : 13/08/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h30
Heure de fin de l'entretien : 12h00

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 52 ans
- Deux premières années à la fac d'histoire
- En 1991 a commencé un stage d'archéologie comme ouvrier de fouille à l'Afan, elle a arrêté ses études à ce moment-là
- Elle a obtenu plusieurs contrats sur de grosses opérations (notamment A83) où elle a appris le travail de terrain. Après ces opérations elle a continué à gérer les archives de fouille, en collaboration avec le SRA
- Elle a fait une VAE complète en IUT des métiers du livre et de la documentation à 45 ans pour valider ses formations en documentaliste. Elle a été embauchée en CDI en 1995.
- Inrap, documentaliste depuis 2008 au CRA de Cesson-Sévigné travaille pour les régions Bretagne et Normandie

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Christine a commencé à utiliser un ordinateur et FileMaker Pro grâce à une collègue de l'Afan

Christine a suivi des formations pour la suite Office et à FileMaker Pro. Elle considère que l'Afan et surtout l'Inrap l'ont bien accompagnée dans ses compétences numériques

Comme documentaliste, elle continue à bénéficier de formations internes et externes.

Christine donne des formations à Hal, à Zotero et à la recherche documentaire en interne à l'Inrap. Elle propose à des collègues de suivre ces formations.

Pendant les confinements, elle a participé à des formations à distance.

Christine considère qu'elle travaille dans un domaine où il faut toujours être à la page. Grâce à certains collègues, elle se tient au fait des nouveaux outils numériques.

Elle constate que beaucoup d'agents de l'institut découvrent les outils comme Hal et Zotero, alors que ces outils existent depuis longtemps. Elle trouve que les archéologues sont le plus souvent en retard dans ces pratiques numériques.

10 à 15% des collègues semblent à l'aise avec les outils numériques, les autres semblent manquer de temps pour s'approprier ces outils. En premier lieu on pourrait croire que ce sont les plus jeunes qui sont les plus à l'aise. Mais il faut nuancer cette impression, car plusieurs collègues qui ont à peu près le même âge que Christine, sont aussi très à l'aise avec les outils numériques.

Le manque de temps accordé aux archéologues semble être le facteur explicatif des différences dans la maîtrise des outils numériques.

Dans le réseau des documentalistes, beaucoup d'agents de l'Inrap semblent ne pas travailler avec les SRA. Or Christine a l'habitude de travailler avec des agents du SRA ainsi que des agents du CNRS.

Christine pense qu'il n'y a pas de rejet du numérique pour la majorité des archéologues, mais ils manquent de temps pour s'y consacrer.

Il semble que pour l'Inrap, le numérique soit largement admis.

Pour autant, les changements de pratiques par les dispositifs numériques, nécessitent du temps.

Christine considère qu'aujourd'hui les outils numériques ont envahi ses pratiques. Sans l'informatique, elle ne pourrait plus travailler. Mais en fin de journée, elle a besoin de ne plus regarder d'écran, et souhaiterait plus souvent revenir au maniement, à la découverte des ouvrages.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Christine a souvent le sentiment que les archéologues, lorsqu'ils sont formés, semblent souvent bien disposés dans l'évolution de leurs pratiques.

Christine a suivi la formation aux SIG comme tous ses collègues du réseau des documentalistes.

Il faudrait accorder aux agents du temps de formation et au-delà de disposer de temps pour les accompagner dans l'évolution de leurs pratiques numériques, notamment avec des sessions de rattrapage. Mais le plus souvent, les agents n'ont pas d'autres choix que de se former eux-mêmes aux outils numériques.

Il faudrait étoffer l'accompagnement des archéologues dans leurs pratiques numériques car beaucoup se sentent isolés, sans appui au quotidien pour changer leurs pratiques après les formations lorsqu'ils en suivent.

Christine constate que la plupart des publications se font dans le domaine de l'archéologie, sauf dans le cas des chercheurs qui travaillent sur des sujets ou des sites hors normes et qui font le choix d'élargir leur visibilité et leur reconnaissance par d'autres communautés.

En matière d'ouverture des publications, Christine a vu l'évolution des pratiques à partir du moment où les archéologues ont dû publier en ligne leurs rapports en pdf.

Les documentalistes ont suivi une formation sur les nouvelles dispositions législatives et réglementaires avant le confinement. Mais la plupart des collègues ont une méconnaissance des dispositions en matière de droit d'auteur. C'est ce qui est ressorti d'une mini-enquête. Il faudrait mettre en œuvre des formations sur ce sujet.

Lors des entretiens annuels d'évaluation de l'institut, ce serait utile d'en profiter pour faire le bilan de la formation. Or Christine n'a eu qu'un seul entretien jusqu'à maintenant. Il faudrait que ces entretiens soient plus fréquents.

Il faudrait aussi que le rythme d'activité soutenu dans le Grand Ouest soit doublé d'un temps laissé aux responsables d'opération dans la relecture de leurs rapports.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Il semble qu'il n'y a pas de fracture numérique. Les archéologues qui ne maîtrisent pas d'outils numériques sur le terrain semblent seulement ne pas en avoir l'envie.

Concernant Hal, il faut aller être proactif auprès des archéologues qui spontanément ne demandent pas de formation, en leur parlant des formations proposées. Les visioconférences pendant les confinements ont permis une certaine souplesse dans le fait d'assister à des formations, ce que la situation habituelle n'aurait pas permis.

La fracture numérique pourrait survenir si les plus âgés (mais pas que) des archéologues ne sont pas à l'aise avec le numérique, ne se sont pas accompagnés dans leurs pratiques numériques.

5. Autres points et commentaires

Christine ajoute qu’au moment de toutes les levées des restrictions sanitaires, l’Inrap pourrait proposer aux agents de se former à distance (en plus des formations en présentiel). Les formations en demi-journée proposées par les documentalistes ont été pratiques à mettre en place. Il y avait une grande souplesse possible, et les collègues pouvaient plus facilement caler une demi-journée de formation dans leur emploi du temps souvent déjà bien rempli. Bien souvent avant le confinement Christine avait entendu les collègues affirmer qu’ils ne faisaient pas cette formation car ils n'avaient pas le temps ni la possibilité de la caler dans leur agenda.

Pour les formations de suivi ou de « rattrapage » qui seraient possiblement moins longues, Christine pense que conserver le système de visioconférence sur un temps court (une demi-journée ou une journée au maximum) serait intéressant.

Enfin, Christine ajoute que les formations faites en visioconférence lui ont permis d'être en contact avec des collègues bien au-delà de son interrégion. L'Inrap est un institut de plus de 2000 personnes qui pour la plupart se connaissent assez peu, voire pas du tout. Le lien en visioconférence permet de mettre un visage sur un nom, de rencontrer d'autres collègues avec des profils, des parcours et des conditions de travail différentes (collègues des Antilles par exemple) ce qui est toujours enrichissant.

Depuis le confinement Christine a « formé » une quarantaine de personnes que ce soit pour Hal, pour une présentation rapide de Dolia ou pour Zotero. Deux collègues documentalistes (Emmanuelle Bryas et Justine Vincent) ont proposé également des formations à de nombreux collègues. Ainsi, pendant presque un an et demi, les documentalistes ont formé beaucoup plus de collègues qu'en présentiel. Pour sa part, Christine, tout comme ses collègues du réseau, propose sur trois jours la formation de la recherche en ligne avec sa collègue des Pays-de-Loire. Cette formation regroupe 10 à 12 personnes.

Certes, la formation à distance est nettement moins dense, moins approfondie que la formation en présentiel. Mais elle permet de présenter un nouvel outil, de proposer une initiation pour son utilisation et de provoquer peut-être aussi un premier intérêt pour les agents. Ces derniers sont sans doute plus prompts à s'inscrire ensuite à des formations en présentiel pour perfectionner leurs connaissances déjà acquises au cours de la formation à distance.

Entretien avec : Emmanuelle Bryas, Inrap Direction Scientifique et Technique (Siège)
Date de l'entretien : 02/02/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 9h30
Heure de fin de l'entretien : 11h20

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 48 ans
- A commencé par un DEUG de mathématiques appliquées aux SHS
- Elle a ensuite basculé vers l'histoire à la fin du DEUG
- Est allée jusqu'en DEA à Paris 7 et Cambridge
- Puis elle a commencé une thèse à l'EPHE sur la notion d'espace sacré
- Elle a ensuite fait la formation de documentaliste de l'Institut national des techniques de la documentation (CNAM), une formation de niveau master 2
- Elle ne voulait pas travailler dans une bibliothèque
- Elle a trouvé du travail au siège d'une société qui faisait de la location de matériel de chantier pendant 4 ans
- Au moment de la création de l'activité documentaire à l'Inrap en 2006, Nicole Pot (ancien directrice générale) voulait recruter en externe des spécialistes
- Elle a ainsi été recrutée sur le poste ouvert de chargé de la documentation au sein de la sous-direction méthodes et qualité de la DST en binôme avec un archéologue.
- Actuellement, elle est chargée des ressources et d'ingénierie documentaire
- Les premières années furent très stimulantes, les suivantes un peu moins
- Aujourd'hui, elle consacre une part importante de son temps à l'animation du réseau de documentalistes de l'Inrap

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Pendant sa formation, Emmanuelle a fait de la programmation en Turbo Pascal à la fin des années 1990 mais elle précise qu'elle sentait le monde de l'informatique comme assez étranger.

Elle n'a commencé à utiliser l'informatique qu'en maîtrise pour son mémoire pour lequel elle a constitué un catalogue d'images photocopiées, découpées, collées et rephotocopiées.

Pendant ses études, elle a commencé à travailler sur des bases de données FileMaker. Elle devait corriger des données et non pas intervenir sur la base.

Elle s'est vraiment mise à l'informatique lors de sa formation à l'INTD, où elle a suivi des formations à l'informatique documentaire. Elle a appris à construire une base de données sous FileMaker et elle a appris à faire de la publication HTML. Mais ces formations n'ont consisté qu'en un nombre limité d'heures.

Dans le premier emploi d'Emmanuelle, son employeur, une PME, était un monde totalement hermétique à l'informatique avec des personnels assez âgés avec très peu de formation initiale. Elle a alors aidé ses collègues à s'approprier peu à peu certains outils numériques. Elle a construit des bases

de données, elle a fait des formations, elle a rédigé un manuel. Elle a aussi fait de la veille commerciale, de façon très empirique.

A l'Inrap Emmanuelle a suivi une formation à XML dispensée par le Ministère de la Culture.

Depuis 7 ou 8 ans, elle donne des formations qu'elle a conçues avec d'autres sur l'utilisation de Dolia, des outils permettant la recherche documentaire en ligne (moteur de recherche, équation de recherche), Zotero. En temps normal, 6 séances de ces formations à la recherche documentaire ont lieu. Celles sur le logiciel Zotero sont plus simples

Emmanuelle souligne qu'elle a une vision partielle des archéologues et des outils numériques qu'ils utilisent. Concernant les relations des archéologues avec le Web, Emmanuelle souligne la grande hétérogénéité des pratiques.

Concernant la recherche documentaire, celle-ci doit distinguer manipulation de l'équipement et modalités de la recherche. Emmanuelle se dit étonnée par le peu d'habitudes des agents qui semblent ne jamais avoir été formés à la recherche documentaire.

L'outil numérique peut donner l'illusion d'une toute puissance qui n'existe pas.

Certains agents qui se disent « experts » en numérique, ont du mal à rédiger une équation de recherche. Il s'agit d'une méthode de recherche qu'il faut maîtriser avant d'utiliser un outil qui peut permettre de l'effectuer e façon numérique. De façon liée, certains agents pourraient se poser des questions en bibliothèque qu'ils ne se posent pas devant l'outil numérique, parce qu'ils préfèrent s'en servir rapidement plutôt que de prendre le temps de réfléchir à l'usage qu'ils peuvent en faire. Avant d'interroger une source documentaire, il faut savoir où la chercher et comment effectuer des recherches sur celle-ci.

Est-ce que l'outil numérique est un frein ou est-ce que ce sont les agents qui ne sont pas formés à la recherche documentaire en amont ? Emmanuelle n'a pas la réponse à cette question qu'elle partage avec ses collègues du réseau des documentalistes qui co-animent les formations. Elle ne sait pas si c'est lié à la formation initiale des archéologues ou si d'autres raisons pourraient expliquer ce constat.

Peut-être que pour un étudiant en histoire, la relation aux sources documentaires est plus évidente que pour les archéologues.

Ce qui est étonnant dans ce manque constaté par Emmanuelle, c'est cette relation aux archives en général qui mériterait d'être davantage interrogée. Emmanuelle se dit aussi assez impressionnée par un certain repli disciplinaire d'une partie des archéologues, contrairement à des chercheurs provenant d'autres disciplines (notamment en histoire) avec lesquels elle a eu l'occasion de travailler.

Emmanuelle a l'impression que la formation initiale des archéologues et que la pression temporelle de l'archéologie préventive, ne permet pas beaucoup de pratiques transdisciplinaires qui pourraient être utiles autour de la notion d'archives du sol.

Dans les rapports d'opération, les archéologues prennent beaucoup de précautions oratoires pour émettre des hypothèses, comme s'ils voulaient pouvoir émettre des certitudes. Cela peut paraître étonnant alors que la recherche, par principe, ne peut qu'émettre des hypothèses dotée d'une part d'incertitudes. Il faudrait évaluer dans les rapports d'opération comment les avis autorisent ou pas à émettre des incertitudes.

Certains outils comme les SIG seraient utilisés comme des vecteurs de discours de vérité scientifique.

De façon générale, le numérique apparaît comme un marqueur de la modernisation et de la professionnalisation de l'archéologie et des pratiques des archéologues.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Emmanuelle considère qu'il serait utile pour les archéologues, même si elle met beaucoup de guillemets à son propos, de comprendre comment les outils numériques sont conçus, comment ils fonctionnent, quels sont leurs biais. Avant de savoir se servir d'outils numériques, il faut d'abord savoir à quoi ils peuvent servir, quels sont leurs possibilités, les bénéfices mais aussi leurs risques et leurs limites.

Par comparaison les formations comme celle qu'elle a suivi à l'INTD ou les nouveaux masters autours des humanités numériques, permettent d'appréhender les possibilités offertes par les techniques et méthodes numériques présentées avant de savoir s'en servir.

On peut être un très bon archéologue sans forcément être un expert dans le maniement de certains outils numériques. L'important est de savoir en quoi ils consistent et comment s'en servir mais sans forcément devoir s'en servir seul et en devenir un expert. Il ne s'agit pas pour les archéologues de devenir des spécialistes d'outils comme les SIG ou les bases de données alors qu'il faudrait surtout qu'ils y soient formés pour en connaître les possibilités et les limites. Ainsi, la formation de l'ensemble des archéologues de l'Inrap aux SIG, ne devrait-elle pas dans un premier temps, être une présentation critique de l'outil, principes, possibilités et limites ? Les archéologues pourraient ensuite choisir de suivre une formation technique plus poussée ou s'appuyer sur des experts formés à l'utilisation avancée de ces outils ? Le numérique ne devrait-il pas créer des métiers de service qualifiés ?

Dans le domaine de la gestion documentaire, les compétences numériques des documentalistes ne sont pas toujours reconnues. Mais ils les mettent à disposition des archéologues, leur permettant ainsi de ne pas avoir à devenir des experts de la recherche documentaire.

Ce modèle reste pour autant assez théorique.

Emmanuelle pense que le numérique est souvent perçu comme pouvant être une compétence de tout chercheur. Pour autant le niveau de compétences n'est pas le même pour tous. Les compétences numériques sont valorisées dans le discours mais pas forcément dans les processus d'évaluation. Pour Emmanuelle, l'archéologie aspire à la scientificité et le numérique pourrait être perçue comme un moyen d'atteindre cette scientificité.

Concernant la politique d'ouverture des données, Emmanuelle pense que la plupart des archéologues ont un mouvement de recul par rapport à celui-ci, probablement par manque de formation, et parce que les notions de réutilisation sont encore très abstraites.

En citant l'exemple d'une collaboration avec une collègue, Emmanuelle évoque l'utilisation d'un PGD que cette collègue doit mettre en œuvre. Le principe même d'ouverture des données pour cette collègue ne semble pas bien connu. Celle-ci pense que cela n'a pas d'intérêt de publier les données brutes. Or la loi ne lui permet pas forcément d'avoir encore le choix. Emmanuelle s'interroge sur l'utilité à tout publier des masses considérables des données produites par l'archéologie. C'est une illusion scientifique que l'ouverture généralisée. Ce serait prétendre faire œuvre de scientificité que de prétendre tout ouvrir sans faire de tri. Or, pour Emmanuelle, c'est au chercheur que revient l'autorité à choisir les informations à publier en licence ouverte.

Concernant les autres champs disciplinaires des sciences de l'information avec lesquels l'archéologie pourrait collaborer, Emmanuelle pense que l'archéologie pourrait avoir à un intérêt à s'en rapprocher. L'université pourrait avoir un intérêt à ouvrir ses maquettes pédagogiques en y incluant une sensibilisation à l'approche par les concepts. Cela contribuerait à former les étudiants à penser les outils numériques plutôt que de ne les former seulement qu'à utiliser ces outils.

Le numérique est aussi porteur d'une certaine obsolescence, que ce soit pour les outils ou pour les données elles-mêmes.

Emmanuelle trouve très intéressant pour la pratique scientifique qu'il soit possible de faire évoluer les choses, que la possibilité de revenir sur les données entérine le droit de se tromper. De ce point de vue, une publication numérique devrait un début et non un aboutissement. Elle devrait inviter à être reprise, complétée, enrichie, sur ses aspects les moins certains et assumés comme tels.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Il y a un risque de créer des archéologues à deux vitesses, ceux qui disposeraient de fortes compétences numériques et d'autres qui seraient moins à l'aise ou qui auraient moins d'aptitudes ou d'appétences.

La formation aux outils numériques peut être une solution mais ce n'est pas la seule surtout quand la formation n'est pas relayée localement par des personnes ressources disposant des compétences numériques. Sur ce point, l'Inrap aurait intérêt à développer des correspondants locaux affichés comme tels et disposant de temps à consacrer pour servir d'appui aux autres.

Concernant la formation à la gestion documentaire, les formations universitaires ont évolué au cours des années 2010. Elles se sont multipliées. Depuis quelques années, certaines d'entre elles ont été rebaptisées formations en humanités numériques.

Ce qui a changé depuis les années de formation universitaire d'Emmanuelle, c'est que les étudiants avaient souvent suivi une formation initiale dans une autre discipline. Aujourd'hui, les étudiants font souvent des formations entières et uniquement centrées sur la documentation parce qu'il y a davantage d'emploi, il y aussi probablement un effet de mode. Les profils des jeunes documentalistes ont donc changé.

Enfin, le recrutement actuel par l'Inrap des nouveaux agents dans le réseau des documentalistes, beaucoup n'ont pas toutes les compétences numériques demandées par les fiches de poste. Cela risque de produire une certaine dévalorisation de la fonction de documentaliste.

Entretien avec : Alice Cétout, Inrap Pantin
Date de l'entretien : 15/07/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h
Heure de fin de l'entretien : 16h

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 50 ans
- Alice est arrivée en 1992 à l'archéologie
- En 1996, elle a fait une maîtrise d'histoire médiévale
- En 1997, elle a travaillé pour le CNRS dans le domaine de la médiation à Allones (publics scolaires) puis sur divers sites archéologiques en France entière
- Au fur et à mesure qu'elle a développé ses compétences en événementiel, il lui a manqué des compétences en architecture
- Elle est partie travailler en cabinet d'architecte entre 2006 et 2010
- Elle a complété ses formations en master 2 en valorisation du patrimoine et développement local par un BTS Design d'espace obtenu par VAE
- Elle a travaillé dans le cabinet d'architectes au Mans, où elle a travaillé beaucoup sur l'architecture d'intérieur
- Elle s'est mis à son compte pendant 4 ans en architecture d'intérieur et en événementiel entre 2020 et 2015
- Elle est rentrée comme technicienne à l'Inrap en 2012
- Elle est devenue dessinatrice à Caen puis au Mans puis à Pantin à partir de 2015, date à laquelle elle a laissé son activité dans son cabinet d'architecture

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formation, pratiques, outils, valeurs associées**

Alice insiste d'emblée sur le fait qu'elle voit tout en termes d'image, de graphiques

Lorsqu'elle a commencé dans le domaine de l'archéologie, elle a eu le sentiment que les outils mis en œuvre étaient très simples (ex. suite Adobe). Elle avait déjà des compétences en dessin d'architecture qu'elle a mobilisé dans sa pratique de dessin archéologique.

C'était une nouveauté pour la communauté des archéologues avec laquelle elle travaillait à l'époque.

Alice sait dessiner à la main, au trait, etc. et a eu l'occasion de produire des dessins sur de nombreux sites archéologiques en France et à l'étranger.

Le fait de passer à la tablette semblait compliqué en 2015 lorsqu'elle est arrivée au centre de l'Inrap à Pantin. Alice a participé à l'évolution des pratiques de ses collègues archéologues en leur faisant découvrir la possibilité d'ajouter une dimension esthétique aux dessins archéologiques. Mais elle a aussi rencontré quelques réticences voire des résistances.

Elle a contribué au déploiement de l'utilisation de la tablette graphique mais aussi d'un écran graphique (Cintiq 22HD). Alice insiste sur le fait qu'elle ne peut pas envisager de s'en passer.

L'archéologie est une vue comme une science du passé avec des techniques du passé. Pour les personnes qui viennent sur des fouilles et auxquelles ensuite on présente les résultats de recherches archéologiques, il y a un écart important.

Pour les archéologues, le passage par le numérique est nécessaire mais il doit être au service d'une réflexion scientifique.

En prenant l'exemple de la 3D, celle-ci doit être utilisée pour être travaillée et non pas à prendre comme une finalité. L'usage de la 3D doit être considéré comme un outil pour produire des hypothèses de travail. Or pour nombre d'archéologues, la 3D est vue comme un outil de restitution, de médiation.

Dans nombre de cas, il est demandé de faire des vues 3D réalistes. Or Alice préfère produire des vues 3D de travail, non réalistes. Or les choix faits pour les vues réalistes sont souvent sujets à questions, à discussion.

Du fait de son expérience comme médiatrice, Alice peut témoigner que l'usage de vues 3D est particulièrement attractive et qu'elle attire les publics autant que les financeurs et les donneurs d'ordre. Mais il s'agit d'un autre domaine que le discours scientifique.

Alice ne participe pas à des actions de formation dans le domaine du numérique à l'Inrap parce qu'elle n'en sent pas la capacité. Elle a eu une seule occasion de former une archéologue à l'usage de la tablette graphique. En revanche elle pourrait proposer de participer à des actions de formation sur la dimension esthétique du dessin archéologique.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Sur la 3D, Alice a déjà insisté sur le fait qu'elle soit utilisée d'abord pour des usages scientifiques et non pas de médiation.

Sur le terrain, Alice évoque le dessin des trous de poteau dont beaucoup pourraient être faits sur tablettes avec des logiciels de dessin, ce qui permettrait de gagner du temps à consacrer à la recherche.

Beaucoup d'archéologues font de la DAO, mais pour des raisons très diverses. Or les règles graphiques ne sont pas toujours connues de tous.

Alice considère que les échanges entre collègues sont importants mais que tout dépend du lieu où ceux-ci ont lieu.

Les rencontres entre collègues lors de colloques sont des moments privilégiés pour se tenir au courant de ce que font les autres, d'apprendre d'eux et de faire évoluer ses propres pratiques.

Pour les formations, lorsque celles-ci sont faites par des formateurs externes, les échanges peuvent être limités.

Pour les revues, il semble qu'il y existe peu de choses dans le domaine du dessin archéologique. En revanche, dans de nombreuses publications, la photogrammétrie semble l'emporter en ce moment, de même que la 3D.

Le numérique doit rester un outil et il faut veiller à accompagner les usages du numérique en matière de dessin par un discours critique. Or en matière de BD qui s'appuie sur des savoirs scientifiques, Alice considère qu'il y a une sorte de confusion entre réalisme et vérité scientifique. Il faut prendre des gants dans l'utilisation de ces restitutions.

Sur l'ouverture des données, Alice trouve que beaucoup d'archéologues ne sont pas prêts à l'ouverture des données. Ils semblent avoir peur de perdre la paternité de leurs travaux. Alice se dit favorable à l'ouverture des données. Elle peut moins se prononcer sur l'ouverture des codes informatiques, mais en prenant l'exemple du logiciel Blender elle trouve que le modèle des logiciels libres et des communautés d'utilisateurs est une souhaitable. En tout cas, il est important que les archéologues qui participent dans ce domaine puissent être reconnus.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Les difficultés à contourner concernent d'abord l'appréhension, de crainte des utilisateurs vis-à-vis de certains matériels numériques (tablette graphique, crayon numérique).

Les autres difficultés concernent l'information préalable sur les opérations, les tâches à réaliser. Si les échanges d'informations étaient différents, tout le monde y gagnerait.

Les dessinateurs-infographes doivent aller sur le terrain parce que pour dessiner il est essentiel d'avoir pu observer soi-même sur le terrain ce qu'on doit dessiner. Le choix du tout numérique comporte le risque de perdre le contact avec la dimension concrète de l'objet archéologique à représenter.

Entretien avec : Pablo Ciezar, Inrap La Courneuve
Date de l'entretien : 21/02/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h
Heure de fin de l'entretien : 12h30

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 60 ans
- Est venu à l'archéologie à 10-11 ans par un manuel d'histoire en Argentine et des représentations de châteaux qui a fait son envie de devenir archéologue
- Arrivé en France à 12 ans, ses parents lui ont fait visiter beaucoup de sites archéologiques et monumentaux
- A l'école, ses enseignants lui ont dit qu'il n'arriverait pas à devenir archéologue
- Après le bac, il s'est inscrit à l'université de Paris 4-Sorbonne, mais il a changé pour l'université de Paris 1 pour suivre un cursus plus archéologique que d'histoire de l'art
- Un de ses amis l'a convaincu de commencer à fouiller
- A Paris il a participé à un chantier dans le centre de Paris
- A Paris 1, il a été plus intéressé par l'Antiquité
- Il a fouillé sur des chantiers d'archéologie programmée comme bénévole à partir de 1982 (premier contrat en 1984)
- En 1984, il a intégré une équipe comme contractuel d'une association sur un sauvetage urgent sur un projet de barrage de la Compagnie Nationale du Rhône
- Il a interrompu ses études pendant qu'il a participé à plusieurs fouilles de sauvetage (sous contrat)
- Il a obtenu son DEA dans les années 1990 où il s'est spécialisé sur les statistiques appliquées à l'archéologie sous l'enseignement de François Djindjian
- Il a commencé à avoir des contrats à durée déterminée à l'Afan à partir de 1989 pour les fouilles du Carrousel du Louvre puis a intégré en 1992 au sein de la Direction de l'Afan un poste pour la saisie de contrats, puis à la DRH de l'association jusqu'en 1995. Ce contrat « alimentaire » lui a permis de commencer une thèse qu'il n'a pas achevée.
- Il a travaillé sur les programmes informatiques (bases de données sur 4D) qui géraient les contrats de travail et accompagné les développements informatiques de gestion du personnel.
- Il a ensuite travaillé comme chargé d'études documentaires déployant divers systèmes d'information (SysLAT et MacMap) pour essayer d'harmoniser la saisie et le traitement des données d'une coordination archéologique.
- Il a ensuite multiplié des interventions sur plusieurs diagnostics et fouilles dont certains grands travaux.
- Entre 2006 et 2009, il a intégré la DST où il devait travailler sur le projet d'un système d'enregistrement unique. Après avoir fait un tour de France, il s'est aperçu que cela deviendrait impossible car il n'était pas réaliste d'imposer une seule façon méthode d'enregistrement

- Il retire de cette expérience le fait qu'il est essentiel dans ce domaine de travailler au plus près du terrain
- Il a choisi de rester sur la région parisienne et ne souhaitait pas devoir « subir » le projet de déménagement du Siège de l'Inrap à Reims
- Il a eu du mal à accepter le fait que les délais soient souvent trop importants entre le début d'une initiative partant du Siège et les besoins du terrain
- Il est devenu DDAST à La Courneuve jusqu'en 2012. Il a fait office de DAST pendant un an. Il a décidé de changer de poste et a eu envie de revenir sur le terrain pour ses dernières années d'activité professionnelle comme responsable d'opération.
- En parallèle, il continue à travailler sur un sujet de recherche sur du mobilier archéologique (céramiques sigillées dites d'Argonne décorées à la molette) sur lequel il a commencé à travailler en 1991-1992

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Pablo a commencé à être confronté aux outils informatiques en 1989 sur le chantier du Carrousel du Louvre où il a découvert ArcheoData avec D. Arroyo-Bishop. Les données descriptives des couches archéologiques et le diagramme stratigraphique devaient être faits de façon informatisée.

A l'époque, les plans étaient encore faits au Rötring et aucun projet d'informatisation ne permettait de remplacer cette technique

Il a néanmoins découvert Arkeoplan lors d'un colloque à Saint-Germain-en-Laye mais s'est dit que c'était trop lent pour être utilisé sur des chantiers d'archéologie d'urgence

Sur la coordination de Roissy (ADP), des relevés au laser ont été faits par une société à titre expérimental

Avec les cours de Djindjian, il a été conduit à utiliser des outils informatiques

Sur la coordination de Roissy, un nombre conséquent d'ordinateurs ont été mis en réseau. A cette occasion, il a commencé à utiliser MacMap. C'est surtout SysLAT qui a été utilisé car il permettait déjà de fonctionner en réseau. A cette occasion, il a suivi une formation à SysLAT en 1997-1998 à Lattes avec M. Py

Pour les photos et les diapositives, celles-ci étaient développées et numérisées et enregistrées sur des CD-Rom (format Kodak Photo) devenus illisibles aujourd'hui

Sur le terrain, il a eu l'occasion de participer aux premières expérimentations de l'usage de tablettes en 2008 et 2009

Il a suivi une formation sur FileMaker au début de l'opération du Carrousel du Louvre avec D. Arroyo-Bishop. Illustrator par P. Pihuit au début de la coordination de Roissy ADP, mais pour la plupart des logiciels d'usage courant, il s'est autoformé.

En 1992-1993, il a suivi une formation à 4D où il a commencé à se familiariser avec les BDD relationnelles. Sur les SIG, il a suivi une formation du réseau ISA (Information Spatiale pour l'Archéologie) où il a rencontré X. Rodier.

Comme DDAST, il a suivi une formation en mathématiques (B. Wirtz) et sur les statistiques multivaluées (B. Desachy).

Il a suivi récemment des formations du soir à la Ville de Paris sur les langages HTML, CSS, JavaScript et les framework Angular et React.

Pablo a donné peu de formations, sur SysLAT (coordination ADP), mais il considère qu'il n'est pas bon pédagogue.

Il préfère échanger avec une personne seule.

Pablo sait qu'il passe pour un geek auprès de nombre de ses collègues. Mais il observe que plusieurs d'entre eux ne sont pas très à l'aise avec les outils numériques. Pourtant, certains d'entre eux peuvent être très compétents sur certains outils complexes et l'être beaucoup moins sur d'autres outils plus simples d'usages. Pablo pense que ces différences sont peut-être liées à des affinités des utilisateurs, plus forte pour certains outils et moins forte pour d'autres.

Sur les SIG, certains agents utilisent les outils à partir de ce qu'ils ont appris en formation. Alors que d'autres semblent beaucoup moins à l'aise alors qu'ils ont suivi les mêmes formations.

Pablo craint une absence assez forte de réflexions sur les biais qu'impliquent des ressources numériques. Pour lui, ce sont davantage des pratiques numériques de consommation.

L'usage de téléphones portables a introduit récemment de nouvelles modalités d'accéder, de communiquer, d'interagir avec les ressources numériques. Pablo lui-même utilise ce type de dispositif dont il souligne l'intérêt lorsqu'il faut aller vite sur le terrain.

La perte d'informations liée à tel ou tel outil numérique (ex. photogrammétrie) n'est pas toujours évaluée par les utilisateurs chez ceux qui en sont adeptes. Les constats de Pablo portent davantage sur des agents de plus de quarante ans. Il reconnaît avoir eu peu d'échanges avec des agents plus jeunes.

Pablo avoue avoir du mal à accepter que certains agents ne cherchent pas à contourner certaines difficultés ou limites qu'ils rencontrent dans l'usage d'un outil numérique.

Certains agents, plus jeunes, peuvent utiliser des outils simples (ex. tableurs) mais ils font faire les traitements statistiques par d'autres.

Pablo pense qu'il y a un impact de l'appréciation portée sur une discipline par les utilisateurs d'outils numériques et que les différences constatées dans ce domaine ne sont pas liées à l'âge.

Sur l'analyse critique des outils numériques, Pablo pense que cela dépend de la disponibilité mentale des utilisateurs de ces outils. La production du rapport est un objectif qui peut expliquer les pratiques numériques qui, dans les délais impartis très contraints, laissent peu voire pas du tout de temps pour une réflexion méthodologique. Pablo pense que l'exigence de rendu limite la couche de réflexion dans la pratique de l'exercice de production scientifique qu'est le rapport. Peu d'agents sont capables et peu sont formés à ce type de démarche. Les exigences de réalisation des opérations sur le terrain et celles de la production du rapport empêchent presque de développer un tel type de réflexion. La temporalité terrain et la temporalité post-fouille ne sont pas les mêmes. Parfois sur certaines opérations, il peut y avoir du temps pour réfléchir avec d'autres agents sur des aspects de méthodes et d'outils. En post-fouille, cela devient presque impossible car le temps laissé à la production du rapport est souvent très court et ne permet pas de s'engager dans une réflexion qui prend forcément du temps. L'archéologie ne peut pas prétendre exiger de tous les archéologues une réflexion de haut niveau, de nature théorique, conceptuelle. Tous n'y sont pas formés, disposés et n'en ont pas l'envie. Le principal est de pouvoir garantir un certain degré de scientificité dans la production et le traitement des informations sans forcément livrer un discours théorique.

Depuis l'usage de certains outils numériques, Pablo a le sentiment que la photogrammétrie apporte une sorte d'objectivité supérieure à la photographie car elle est moins aisément "modifiable". Il en est de même pour le post-traitement des minutes de terrain qui sont systématiquement remises au net avec un logiciel de DAO comme Adobe Illustrator.

Pablo considère que l'utilisation d'outils numériques sur le terrain reste encore assez coûteuse mais reste indispensable pour montrer aux publics de l'archéologie que cette discipline se modernise. Pour autant, il souligne que la pertinence du geste technique de fouille, l'expertise d'observation, la capacité à faire une description de qualité, le toucher avec les structures et les mobiliers archéologiques autant que les engins mécaniques continuent à avoir plus de valeurs que tous les outils numériques. Les compétences numériques sont un plus mais ne doivent pas devenir le cœur des compétences des archéologues. Néanmoins, Pablo mentionne que certains aménageurs ne comprennent pas que les archéologues aient encore des pratiques qui ne soient pas toutes entièrement numériques comme par exemple le renseignement de carnets de terrain.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Pablo ne sait pas quel est le parcours de formation initiale des étudiants en archéologie. Il sait qu'ils sont formés à certains outils numériques, mais ceux-ci ne doivent pas se substituer aux autres outils de la boîte à outils des archéologues. Ce dont Pablo a le sentiment c'est une certaine perte de vision Pablo des divers outils utilisés car l'éventail est de plus en plus étendu.

Pablo pense qu'il faut continuer à former les archéologues aux outils numériques mais qu'il faudrait surtout dédiaboliser ceux-ci. Il faut sensibiliser les archéologues et les inviter à devenir de plus en plus autonomes dans leurs pratiques numériques et qu'ils sachent faire évoluer ces pratiques.

Pablo considère que les archéologues sont formés à des outils mais qu'ils n'ont que rarement l'envie d'être autonomes par rapport aux outils. Ainsi, certains continuent à utiliser la version des logiciels sur laquelle ils ont été formés alors qu'ils pourraient changer de version ou demander à être formés à de nouvelles versions en cas de besoin. Ils considèrent que c'est à l'employeur de les faire évoluer dans leurs pratiques numériques alors que pour Pablo c'est aux agents que revient cette évolution. Cela témoignerait de leur capacité à devenir de plus en plus autonomes dans le maniement et l'appropriation d'outils numériques.

Pablo a du mal à évaluer si les compétences et les productions numériques sont correctement prises en compte et valorisées, lors des entretiens d'évaluation, ou lors de l'évaluation des rapports d'opération.

Concernant le mouvement de la science ouverte, Pablo a du mal à comprendre que la donnée archéologique traitée soit encore aussi peu ouverte.

Pablo cite le cas des rapports d'opération dont la diffusion est encore restreinte.

Des outils de recherche de plagiats doivent aider à identifier les cas où des données ou des extraits de rapports d'opération seraient réutilisés de façon illégale. Les licences de publication de données ou de codes logiciels garantissent la paternité des créations. Pour autant, sur des travaux en cours, Pablo comprend que certains archéologues soient rétifs au fait que des publications soient trop rapidement réalisées et remises en cause à peine publiées.

Pablo pense qu'il serait très utile de se rapprocher des disciplines des sciences de l'information. Même si certaines méthodes ne sont pas facilement accessibles aux archéologues (logique floue, analyse d'images, etc.), il serait certainement intéressant de croiser les points de vue, au moins à titre expérimental. Mais sur plusieurs projets ayant donné lieu à des interactions entre informaticiens et archéologues, Pablo a pu constater que les archéologues sont parfois restés sur leur faim, par exemple autour de l'utilisation de SIG.

Sur les statistiques, Pablo a pu observer que la qualité des données archéologiques laisse souvent dépités des statisticiens qui préfèrent travailler avec des données complètes et sans incertitude.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Les limites des pratiques numériques se concentrent autour de la pérennité des données archéologiques qui sont de plus en plus volumineuses mais sans avoir de garantie sur leur accessibilité dans les prochaines années. Une confiance presque aveugle a été faite à des outils numériques dont la durabilité n'est pas assurée.

Les autres difficultés concernent les apprentissages des outils numériques et le développement de compétences numériques. Pablo pense qu'il reste des problèmes à régler sur les interfaces, sur les relations homme-machine, qui souvent ne sont pas suffisamment fluides.

Les contraintes du travail sur le terrain restent encore très fortes, que ce soit pour des raisons météorologiques ou de disponibilité de matériels adaptés au nombre d'utilisateurs potentiels.

Il reste aussi des verrous cognitifs, le côté traditionnaliste de la discipline qui a du mal à se remettre en cause, à remplacer certains de ses points de vue. Pablo cite le cas de la photogrammétrie qui peut être vu comme une sorte de moulage numérique. Il semble que c'est encore insuffisamment considéré comme tel et donc que les chercheurs ne les exploitent pas encore suffisamment comme ils le pourraient. Peut-être est-ce dû à des manques dans les processus de formation et d'accompagnement et/ou de certains des équipements utilisés. C'est peut-être ce qui permettrait de passer d'une photogrammétrie d'imagerie à une photogrammétrie davantage descriptive.

Sur la gestion des données massives, Pablo pense qu'il faut améliorer la situation actuelle. Aujourd'hui, les archéologues produisent des volumes considérables de données, presque sans limite apparente, parce que techniquement cela est possible alors qu'il serait préférable de choisir les données à conserver. Mais pour cela, il faudrait prendre le temps de faire ce choix mais les contraintes temporelles de l'archéologie sont telles qu'il est très difficile de conduire la réflexion nécessaire pour faire le choix entre les données à conserver et celles qui pourraient être supprimées. Peut-être que l'intelligence artificielle pourrait aider à pallier le manque de temps et la réflexion nécessaire pour une gestion optimisée des gros volumes de données comme celles issues de la photogrammétrie. Dans ce domaine, des guides de bonnes pratiques pourraient être utiles, non pas pour les respecter de façon trop rigide mais comme des cadres de référence pertinents capables de laisser une certaine marge de manœuvre aux archéologues.

5. Autres points et commentaires

Les dispositifs numériques font désormais partie de notre vie quotidienne, il est naturel que les archéologues se les approprient comme des outils courants. Feront-ils évoluer la discipline ? Certainement grâce à des interconnexions bien plus faciles et nombreuses entre outils, entre sources de données et parfois grâce à des fulgurances inventives. Je suis curieux de voir ce que donnent les conférences du CAA et quels sont les domaines d'exploration les plus récents. Quand on relit d'anciens actes on voit que certaines pistes qui paraissent super en pointe à moment donné, sont devenues vite obsolètes tellement les techniques et les outils ont évolué !

Entretien avec : Sylvie Culot, Inrap
Date de l'entretien : 22/07/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 11h
Heure de fin de l'entretien : 12h30

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 52 ans
- A suivi une seconde lettres et arts plastique, après une école d'arts et une école supérieure d'art moderne, formation de tailleur de pierre. Le fil conducteur de ce parcours fut le dessin et l'histoire
- Elle a commencé en archéologie en 1987 comme TUC à l'Afan
- Elle a ensuite enchaîné des CDD de 1987 à 2000 tout en suivant la formation et en travaillant comme tailleur de pierre
- Elle travaille actuellement à l'Inrap depuis le début des années 2000 (POA) comme technicienne de fouille, elle est actuellement assistante d'études et d'opérations comme infographiste à Grand Quevilly

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Sylvie a commencé à utiliser des logiciels de dessin en 2003 comme Adobe Illustrator pour des dessins de structures et un peu d'architecture. Elle a appris sur le tas pour l'essentiel et a ensuite suivi une formation courte (3 jours) délivrée par un prestataire en 2003

Elle s'est ensuite mise à Photoshop, plus ponctuellement, en s'y mettant elle-même. Elle a suivi une formation récente à cet outil mais celle-ci n'était pas adaptée.

Sur InDesign, Sylvie a commencé par faire une demande de formation en 2010 dans le cadre d'un CIF. Pendant 6 mois, elle a suivi une formation au sein d'un centre de formation.

Elle a suivi la formation interne à QGis en 2018 et celle à la photogrammétrie en 2019.

Elle avait commencé à suivre une formation d'initiation sur Blender. Elle devrait suivre une nouvelle formation début 2022.

Sylvie participe aujourd'hui à la formation interne sur la maquette de mise en page avec InDesign. Cette formation a été mise en place en 2018 et la première formation a eu lieu en mars 2019. Elle a pu ainsi développer des outils d'automatisation.

Sylvie considère que le logiciel InDesign a beaucoup apporté en permettant la mise en place de procédures automatiques, comme la fonctionnalité de mise en forme des fichiers dans Word. Des liens dynamiques entre Word et InDesign ont pu ainsi être appliquées pour éviter d'appliquer des styles (correspondance de styles) ce qui a permis de gagner du temps dans la mise en page. D'autres outils ont été développés avec d'autres agents, notamment sur les liens dynamiques entre InDesign et Excel. Les données peuvent ainsi être récupérées automatiquement grâce à des balises qui permettent de renseigner automatiquement les cellules dans Excel.

Plusieurs automatisations ont été mises en œuvre avec des boutons dédiés qui facilitent le travail et permettent de gagner du temps. Cela a permis notamment à des agents qui n'avaient pas suivi de formation à InDesign de s'approprier l'outil. Néanmoins certains agents nécessitent encore de l'accompagnement. Mais ce ne sont pas toujours les plus âgés. Pour Sylvie, tant que les usages ne sont pas installés dans un fonctionnement, ils ont peut-être plus de mal pour aller vers de nouvelles pratiques.

Par ailleurs, Sylvie note que la plupart des 5-6 formateurs-formatrices sont plus âgés et pourtant ils sont très à l'aise avec cet outil numérique.

Concernant QGis, Sylvie apprécie beaucoup. Elle a eu l'occasion de travailler sur l'organisation de sites funéraires avec Illustrator. QGis facilite les analyses spatiales.

Malheureusement, elle n'a pas eu l'occasion de mettre en œuvre ce qu'elle a appris dans la formation à QGis dont elle ne connaît pas assez le fonctionnement et les possibilités.

Le problème de ces formations comme celle sur QGis est qu'elles ne s'inscrivent pas toujours dans le cadre d'un projet ou d'une demande qui permettrait de mettre en œuvre aussitôt les compétences acquises par les formations.

Sylvie a prévu aussi d'utiliser Blender pour faire des reconstitutions d'objets ou d'éléments architecturaux qui permettaient d'avoir un nouveau regard dans un contexte plus large. Cet outil permet de réfléchir sur la possibilité de fonctionnement de certaines interprétations de structures ou de mobiliers. C'est un outil d'aide à la réflexion et de partage. Elle a eu l'occasion de partager son expérience et ses réflexions avec d'autres collègues.

Concernant le stylet InkLinkg de Wacom, ce serait intéressant de le tester pour le dessin sur le terrain mais Sylvie n'en a pas encore eu l'occasion.

Il y aurait un gros travail à faire sur l'archivage notamment des photos, en particulier sur le mobilier. Beaucoup de photos finissent dans un dossier mais elles ne sont plus vivantes. L'accès à ces sources n'est pas simple. Il faudrait que des métadonnées soient saisies pour qu'il soit possible de faire des recherches plus rapides, par exemple par rapport à un type d'objet ou de structure.

Le numérique est forcément un marqueur de la modernisation et de la professionnalisation de l'archéologie car les outils numériques permettent un autre regard, de gagner du temps sur certaines choses, d'ouvrir les réflexions à d'autres problématiques.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Sylvie est favorable à l'accroissement des pratiques numériques, mais tout en conservant l'analyse de terrain (présence et observations sur le terrain) qui est primordiale, irremplaçable. On ne peut pas avoir à faire uniquement au numérique. L'archéologie est avant tout un métier de terrain.

Sylvie pense que l'utilisation du numérique doit être ciblée en fonction des projets, de problématiques qui justifient le recours au numérique.

Sur l'accompagnement des archéologues, il faudrait faciliter l'accès aux formations et que celles-ci puissent s'inscrire dans des projets.

La formation de proximité est indispensable pour s'assurer que les formations sont adaptées aux agents, en prenant en compte leurs particularités.

Concernant les possibilités de publication des jeux de données et des métadonnées, il serait utile que des informations soient diffusées sur ces possibilités.

Sylvie considère que les données de l'archéologie devraient être ouvertes.

Il serait important d'avoir des échanges avec des gens dont le métier est de développer des outils numériques. S'il n'y a pas ce type d'échanges, il ne sera pas possible de disposer d'outils adaptés au domaine de l'archéologie. Il faudrait donc davantage aider les archéologues avec des compétences en informatique dont ils ne disposent pas.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Sylvie pense que les difficultés majeures sont l'accès aux formations ciblées et dans le choix des formateurs. Les formations en interne sont idéales car les formateurs connaissent les problématiques et les métiers, ce qui n'est pas toujours le cas de formateurs externes.

La gestion des données est un problème quotidien, les serveurs de stockage étant souvent saturés.

5. Remarques et commentaires

Pour terminer l'entretien, Sylvie tient à citer cette phrase du botaniste Francis Hallé « Le dessin c'est le seul moyen de garder un souvenir des structures… La photo c'est un clic. C'est rapide alors qu'on a à faire à des choses compliquées ».

Entretien avec : Mathias Cunault, Inrap Tours
Date de l'entretien : 19/07/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 11h
Heure de fin de l'entretien : 12h15

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 48 ans
- DEUG de maths-physique-chimie en fac de sciences, maîtrise d'histoire médiévale en 1998, DESS Sciences et techniques appliquées à l'archéologie à Dijon 1999-2000
- En 2003, sur ses périodes de chômage Mathias a commencé une formation à la gestion de projets en informatique dont les bases de données
- Il a suivi une formation à master 2 d'archéomatique en formation continue à Tours en 2010-2011 après VAE dans les domaines de l'archéologie et de l'histoire, n'a suivi que les enseignements en informatique
- Il a suivi les formations internes sur Python
- A travaillé en CDD à partir de 2000 à l'Afan, en CDI à partir de 2004 à Tours

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formation, pratiques, outils, valeurs associées**

Dès l'âge de 12 ans, Mathias a eu l'occasion de manipuler des micro-ordinateurs.

A partir de sa formation à la gestion de projet, Mathias a eu l'idée d'utiliser des outils informatiques pour ses propres opérations et projets (Access). Il a développé ses compétences.

A partir de 2010, il a participé à l'expérimentation des tablettes à l'Inrap puis à partir de 2011 au déploiement des SIG.

Mathias a participé aux premières formations aux SIG dès 2011-2012.

A ce jour, il continue à participer aux formations, en présentiel et à distance.

Il est devenu référent SIG et formateur tout en cumulant une activité opérationnelle en 2011.

L'activité opérationnelle de Mathias est devenue très réduite, limitée à un appui dans les relevés topographiques.

A partir de 2014, Mathias a commencé à réfléchir au projet de serveur cartographique qui est devenu le projet Caviar. Il en a proposé l'idée à Anne Moreau qui lui a attribué des jours/hommes pour lancer ce projet.

Aujourd'hui, l'activité de Mathias regroupe des activités de conception, de formation, de référent SIG, d'administration de Caviar, de rédaction des guides.

Le travail de valorisation de Caviar qu'est l'interface Illiad (Eric Plassot) est l'une des applications possibles.

Du côté de la DSI, l'appui reste limité (développement d'interfaces avec le SGA et Dolia, appui à l'administration du serveur).

Selon Mathias, de manière générale, le développement des SIG a permis de faire que ces outils sont largement connus, de même que la photogrammétrie.

Mais l'usage et l'appropriation sont très inégaux, selon les parcours, les formations, les désirs de chacun.

L'Inrap traîne à reconnaître les compétences numériques de certains agents. Il faudrait que cela soit davantage le cas à travers la création de postes reconnaissant des compétences numériques dans les nouveaux recrutements, à l'image des recrutements récents des topographes qui doivent savoir manipuler les SIG.

Mathias travaille avec des collectivités locales où existent des postes de géomaticiens, ce qui n'est toujours pas le cas à l'Inrap.

Le numérique participe de l'évolution des technologies qui doivent être déployées, dès lors qu'il est démontré qu'ils sont utiles. Ces outils permettent de travailler plus rapidement en minimisant les sources d'erreurs (ex. comptage des trous de poteaux). Mais on peut aussi rendre un mauvais rapport avec des outils numériques comme des SIG. Les outils se complexifient. Ils imposent un travail plus exigeant que des outils plus primaires. « Adobe Illustrator c'est pour la comm et la pub ». Ces outils plus complexes demandent donc plus de temps d'appropriation, de formation, d'accompagnement, surtout lorsqu'ils demandent des concepts plus larges que les outils de dessin comme c'est le cas des SIG.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Mathias considère qu'il faut poursuivre le déploiement des outils et des compétences numériques. Il faudrait viser à une certaine harmonisation à l'échelle de l'institut. Mais c'est peut-être un vœu pieu.

Il faut que les personnes formées, accompagnées, deviennent autonomes dans l'utilisation basique d'un SIG : créer un projet, charger des couches, créer des styles, chercher des informations dans une table attributaire et éditer un plan. Compétences variables en fonction du poste occupé par un agent (RO vs infographe par exemple).

Il est malheureusement inévitable que certains agents n'y arrivent pas.

Mais avec les générations à venir, avec les formations des archéologues et l'évolution des profils de postes demandés par l'Inrap, on peut espérer que les outils numériques ne seront plus inconnus.

Dans les sciences dures, personne ne se passe d'ordinateurs ni de bases de données.

Si l'archéologie est une science, pourquoi se passerait-elle des outils informatiques utilisés dans les autres domaines scientifiques pour enregistrer, classer et interroger efficacement de nombreuses données pour de faibles coûts temporels ?

Mathias considère que l'ouverture des données de l'archéologie est ce à quoi participe Caviar, mais il faudrait que ce soit fait en ouvrant les données à l'extérieur de l'Inrap dans le cadre de missions de service public.

C'est l'objet des conventions avec des collectivités territoriales qui ont été signées (département 28, département 45, deux universités Clermont et Bourges, Archéologie Alsace, Ville de Lyon).

Mathias ne connaît pas les dispositions législatives et réglementaires en matière d'ouverture de données et de code mais il se dit favorable à la philosophie de ces mouvements (aspects collaboratif et universel).

Mathias considère qu'il pourrait lui être utile d'accéder à des compétences numériques dans ses domaines d'activité pour des appuis ponctuels très ciblés (ex. Postgresql, javascript).

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Mathias considère que des efforts importants ont été faits par l'Inrap en termes de formation.

Il faut continuer « à prêcher la bonne parole » par la formation mais aussi à travers le recrutement de profils adaptés où les compétences numériques devraient être explicitement demandées.

Peut-être que l'Inrap devrait être plus partie prenante dans la conception des formations initiales, à travers des collaborations avec les universités dans l'élaboration des formations universitaires pour mieux répondre aux besoins de renouvellement des personnels dans les prochaines années (du fait de départs massifs à la retraite dans les prochaines années).

Mathias considère que les équipements informatiques de l'Inrap sont assez adaptés dans l'ensemble. Mais il entend toujours des tensions sur les tablettes.

Entretien avec : Jemima Dunkley, Inrap Clermont-Ferrand
Date de l'entretien : 12/07/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 11h
Heure de fin de l'entretien : 12h05

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 46 ans
- Pas de formation universitaire en archéologie
- Gestionnaire de collections à l'Inrap depuis 2012, gestion de l'ensemble des documentations, mobiliers, état sanitaire des mobiliers
- Rattachée administrativement au centre de l'Inrap de Clermont-Ferrand depuis 1993

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formation, pratiques, outils, valeurs associées**

La première fois que Jemima a vu un ordinateur c'est fin 1991, début 1992 pour le lettrage des plans. Les premières bases de données que Jemima a vu c'est en tant que membre de l'ARAFA en 1991

En 1994, Autocad a commencé à être utilisé. En 1997 elle s'en est servi un peu. Au début des années 2000, Corel Draw et Adobe Illustrator ont commencé à être utilisés.

Les premiers appareils photos numériques ont été utilisés à partir de 2002 à l'Inrap.

Internet a été utilisé à titre personnel et associatif à partir de 2000.

Jemima a appris toute seule la plupart des logiciels qu'elle a utilisés. Elle a suivi une formation d'initiation à QGis puis sur l'application Comodo.

Jemima participe de façon informelle à distance à l'accompagnement des collègues du réseau des gestionnaires sur l'utilisation de Comodo

Jemima est administratrice de Comodo. Elle trouve que cette application fonctionne très bien.

L'obligation de restitution des données d'inventaire ne porte que sur une forme très simplifiée (fichiers sous forme de tableurs).

Certains agents au sein du réseau ont encore du mal à adopter ce nouveau dispositif, et pour l'instant il leur est laissé la possibilité d'utiliser leur outil précédent. Mais l'utilisation de Comodo deviendra obligatoire pour les agents lors de leur titularisation.

Comodo peut couvrir l'ensemble des pratiques et exigences des SRA.

Le nouvel arrêté qui vient de sortir sur la gestion des collections va devoir faire l'objet d'adaptation dans les pratiques et dans Comodo.

Les opérateurs vont devoir mettre en conformité leurs pratiques avec le futur arrêté concernant les inventaires de section 3 des rapports.

Le numérique permet vraiment un nouveau regard sur l'archéologie dans sa globalité. Le numérique permet de tirer des informations d'une autre façon sur certains sites, en particulier en archéologie subaquatique. Le partage des images de l'archéologie, via les réseaux sociaux, rend l'archéologie très moderne.

Mais Jemima souligne que beaucoup d'investissements en faveur du numérique ont été faits mais un certain regard des archéologues sur le terrain et sur les vestiges archéologies a changé.

Or Jemima constate qu'en Angleterre, ces deux approches, numérique et traditionnelle, coexistent, ce qui n'est pas le cas en France.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Jemima considère qu'il faut maintenir les pratiques numériques en archéologie mais en les encadrant. Les archéologues tendent à vouloir aller de plus en plus vite, mais ils doivent ne pas perdre de vue qu'ils doivent toujours dessiner une stratigraphie, des mobiliers.

Le numérique reste fragile dans les pratiques des archéologues.

Les archéologues doivent continuer à savoir pourquoi ils utilisent des outils numériques. Ils y perdent souvent du temps et utilisent des espaces de stockage considérables pour sauvegarder des volumes de données trop conséquents.

Cette tendance n'est pas propre à l'archéologie préventive.

Il faut donc accompagner les archéologues dans leurs pratiques à travers des formations.

Les données numériques sont aussi porteuses d'une fragilité parce que les données sont produites sans avoir toujours conscience de leur niveau de qualité (ex. photogrammétrie).

Dans l'usage des SIG il y a beaucoup de « bricolage », de bidouillage. Mais le niveau de qualité du rendu n'est pas le même qu'avec un logiciel de DAO.

La tendance à tout vouloir faire avec un seul logiciel n'est pas forcément souhaitable.

La coexistence des réseaux métiers et réseaux de compétences, il manque d'échanges entre réseaux.

La valorisation des compétences et des données numériques de qualité mériterait d'être plus importante.

Jemima pense que l'archéologie devrait tout mettre à disposition en licence ouverte. Il faudrait peut-être abaisser les exigences sur les données, ne serait-ce que parce qu'elles ne sont pas produites par tous de la même façon. Il faudrait prendre exemple sur les travaux d'ADS de York par exemple.

Même chose pour la publication des codes sources en licence ouverte même si elle reconnaît qu'elle n'est pas très au fait des termes des licences ouvertes.

Jemima est favorable à des collaborations entre archéologues et les disciplines des sciences de l'information. Les archéologues utilisent souvent leurs outils numériques de façon minimale sans en exploiter toutes les possibilités. Les formations aux outils numériques pourraient être utiles.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Les risques numériques en interne à l'Inrap sont essentiellement ceux de stockage, de perte. Localement, il n'y a pas d'obligations

Ces risques sont beaucoup liés au manque de formations. Certains agents font des choses incroyables, ils sont porteurs de compétences et ils produisent des travaux de grande qualité mais ils risquent de ne pas les transférer. Le transfert de compétences qui commence tout juste en ARA, ne concerne que la céramologie

Il faudrait faire ce même genre de démarches sur les compétences archéologiques en général et sur les compétences numériques.

Jemima souligne le fait que dans les formations académiques il n'y a presque jamais de formation à la gestion de collections. Le développement récent du réseau de gestionnaires doit permettre de renforcer

les archéologues aux métiers de la conservation des collections. De même les conservateurs doivent être mieux formés aux métiers de l'archéologie (cf. interventions de L. Pelletier à l'Inp)

Concernant les effets de génération, Jemima observe que des agents parmi les plus âgés savent s'adapter aux pratiques numériques. Les plus jeunes archéologues ont eu tendance à vouloir imposer aux plus âgés des pratiques numériques. Mais ils n'ont pas réussi et les plus âgés ont su être parfois plus ouverts pour changer leurs pratiques que certains des plus jeunes.

Du fait de l'accroissement de l'activité opérationnelle, une nouvelle génération d'archéologues plus jeunes semble est en train d'arriver. Ils semblent plus ouverts que la génération précédente, y compris en reconnaissant que les plus anciens sont porteurs de fortes compétences qu'il faut leur permettre de transférer.

L'encadrement doit veiller à bien observer les pratiques des archéologues dans leur ensemble et pas seulement leurs pratiques numériques qui, parfois, sont développées en surconsommant des moyens en jours sans que les bénéfices pour le collectif soient au rendez-vous.

Entretien avec : Benoît Dupéré, Inrap
Date de l'entretien : 03/06/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h00
Heure de fin de l'entretien : 12h00

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 44 ans
- A toujours été intéressé par la période laténienne
- A commencé un DEUG d'histoire à l'université de Reims avec quelques modules d'archéologie dès la deuxième année, puis a obtenu une licence d'histoire, option Patrimoine en 1999
- S'est inscrit à Paris 4 en licence d'archéologie puis a obtenu un DEA en archéologie en 2003 avec un mémoire sur les lieux de culte gallo-romains et laténiens en Champagne-Ardenne
- A commencé une thèse toujours sur l'implantation des lieux de culte mais ne l'a pas soutenue, en raison de relations distendues avec son directeur de recherche et de la multiplication des contrats de mission en archéologie préventive
- A commencé son premier contrat à l'Inrap en 2005 sur l'opération de fouille pluri-annuelle d'une enceinte néolithique à Pont-sur-Seine jusqu'en 2007
- A obtenu en 2008 un contrat comme technicien de fouille au Conseil Départemental de Seine-Saint-Denis
- Puis en 2009 il a eu un contrat avec un opérateur privé (Archéosphère) sur des nécropoles en Champagne sur lequel il est devenu RO
- Il a intégré l'Inrap en 2010 sur un poste de RO protohistorien sur le CRA de Pantin
- Il travaille comme RO ou come technicien de fouille sur l'Ile-de-France depuis 2012 et il apprécie de pouvoir alterner les fonctions
- Depuis plusieurs années, il a la possibilité de travailler sur le plateau de Saclay avec Cyril Giorgi, et sur la période laténienne

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Benoît a découvert par lui-même les outils numériques liés à l'archéologie à l'université en 2002, outils qui lui ont été nécessaires pour rédiger son mémoire de maîtrise.

Il s'est mis à développer une base de données sous FileMakerPro 5, là aussi de lui-même sans formation préalable, pour organiser le corpus de données de sa maîtrise.

Benoît a découvert le logiciel Adobe Illustrator plus tard. Il a bénéficié d'une formation à l'université et dans le cadre de chantiers d'archéologie programmée au contact d'une collègue. Il s'en est servi pour réaliser d'abord des mises au net de dessin de céramiques puis des cartes.

A l'Inrap il a pu suivre des formations dans le cadre du projet d'activité scientifique d'inventaire des lieux de culture en Ile-de-France.

En 2014, il a suivi le premier module de formation interne sur le SIG. En 2015, il a suivi une formation à Access, dispensée par un prestataire externe qui n'était pas adaptée aux besoins des archéologues.

Benoît considère qu'il faudrait organiser des parcours de compétences à acquérir. Ce serait aussi une possibilité pour les agents en fin de carrière et qui ne peuvent plus travailler sur les opérations.

En 2017, il a suivi le second module de formation sur le SIG qui porte sur les figures du rapport d'opération sous QGis, puis en 2018, la formation sur les principes de l'enregistrement de terrain.

Benoît a aussi suivi des tutoriels qui portent sur la récupération des données des opérations anciennes sous QGis, disponibles sur l'intranet dont il vante l'intérêt en complément des formations classiques.

Il a aussi bénéficié d'une formation informelle sur la photogrammétrie par un collègue de Pantin. Benoît était très intéressé par cette technique. Il a pu observer des formes de dérive dans l'utilisation excessive de la photogrammétrie qui ne doit pas se substituer aux pratiques existantes, mais les compléter. L'offre de formation actuelle de l'Inrap vise à mieux cadrer les usages dans ce domaine. Benoît insiste sur cette nécessité. Il cite l'enregistrement des coupes pour lequel il faut disposer d'une expérience sensible avec l'œil et la truelle. En post-fouille, le temps passé pour le traitement, la sauvegarde, etc. des données est considérable et pas toujours pris en compte dans la durée des opérations. Ils demandent aussi des moyens techniques importants en matériel informatique, qui ne sont pas toujours adaptés ou disponibles.

Benoît pense que plusieurs collègues ont conscience de ces limites mais qu'ils pensent pouvoir adapter ces dispositifs techniques à leurs pratiques.

Benoît mentionne l'opération de Rungis sur laquelle des clichés destinés à un traitement par photogrammétrie ne sont toujours pas traitées parce qu'il manque des moyens budgétaires.

Benoît considère que les outils numériques comme les SIG ont une forte valeur scientifique, par leurs capacités à catégoriser, quantifier, représenter graphiquement des données sensées être fiables. Mais dans la mise en place des outils numériques il y a un volet de modélisation qui relève de l'interprétation et non pas des faits archéologiques bruts. Cette modélisation peut entraîner des dérives si elle est présentée comme la « réalité archéologique ». Si le résultat de ce type d'usage est essentiellement pour de la vulgarisation, ça réduit beaucoup l'intérêt de ce types d'outils. Il faut donc distinguer entre données factuelles, leur interprétation et leur valorisation.

Concernant la réalité virtuelle et réalité augmentée, Benoît pense que cela présente un intérêt touristique mais il s'interroge sur la dimension scientifique des résultats qui sont le fait d'une valorisation qui s'éloigne de l'interprétation des archéologues.

Si le but du déploiement des dispositifs numériques est de réduire du temps sur le terrain, il ne faut pas oublier que le traitement des données nécessite du temps en dehors du terrain.

Concernant la période chronologique sur laquelle il travaille, Benoît a entendu des affirmations un peu étonnantes sur les possibilités des SIG pour la compréhension des structures archéologiques sur le terrain, notamment des bâtiments.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Concernant les pratiques numériques, Benoît évoque l'idée qui avait été proposée, avant la crise sanitaire, de mettre en place des réunions au sein de son interrégion sous la forme de groupes de travail. Il faudrait que cette idée soit reprise et mise en place aujourd'hui. Il ne faut pas que le déploiement des pratiques numériques ne soit le résultat que des formations. Ces pratiques doivent aussi faire l'objet d'échanges sur les usages en cours, de confrontations de points de vue entre les acteurs du terrain.

Benoît reprend son idée des parcours de formation, en liaison avec des outils numériques. Cela donnerait davantage de cohérences dans les parcours professionnels des agents.

Benoît mentionne le fait que beaucoup de ses collègues ont suivi des formations, notamment aux SIG, mais n'ont pas eu l'occasion de mettre en œuvre ces nouvelles compétences acquises et les ont en partie perdues.

Concernant la nécessité de faire évoluer, au sein de l'Inrap, le fonctionnement des collectifs de travail et les réseaux (métiers et compétences) autour des outils numériques, Benoît pense à la plateforme Caviar. Pour l'instant, celle-ci n'accepte que quelques contributeurs parmi les référents SIG. Elle pourrait constituer une sorte de réceptacle des données de certains projets comme les PAS. Or ce n'est pas le cas pour l'instant en raison d'un manque des jours de travail pouvant être attribués à cet outil.

Pour Benoît, il y a un vrai besoin d'automatisation ou de simplification de la production des inventaires de la section 3 des rapports d'opération. Dans ce domaine, il faudrait partager les outils permettant de faciliter la production de ces inventaires qui sont très chronophages, au détriment de la réflexion scientifique. En Ile-de-France, à la demande du SRA, l'Inrap doit mettre en place des champs de données nouveaux nécessaires à la réalisation des inventaires de terrain. Cela va impliquer un surcroit de travail qui sera imputé sur les opérations.

La DIR Ile-de-France est une région pilote pour la nouvelle démarche de gestion des compétences des agents de l'institut. Cette démarche s'appuie sur un tableau qui recense notamment les compétences et outils numériques maitrisés.

En revanche, les compétences numériques de certains agents ne sont pas toujours connues de tous. De même, ces compétences ne sont pas assez reconnues, ne serait-ce que par l'absence de création de métiers, de spécialités dédiés à ces pratiques numériques (ex. géomaticiens, photogrammètres).

Concernant l'ouverture des rapports d'opération, Benoît est partisan d'une totale ouverture comme ce fut le cas lors du premier confinement. Pour les logiciels libres, Benoît y serait aussi favorable, ne serait-ce que parce que permettrait de dépasser les limites des licences payantes utilisées actuellement à l'Inrap.

Benoît cite les travaux du PAS sur les lieux de culte de l'Antiquité en Ile-de-France sur lequel une plateforme cartographique est en cours. Benoît n'est pas favorable à l'ouverture des données pendant la phase de recherche, mais il y est favorable à l'issue, lors de la publication.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Benoît souligne les difficultés liées au fonctionnement même de l'Inrap, qui reste très centralisé dans son fonctionnement et son organisation. Il manque la prise en compte des initiatives locales, des savoir-faire locaux qui souffrent d'une reconnaissance à l'échelle de l'ensemble de l'institut. Les groupes de travail cités précédemment par Benoît permettraient de mieux faire connaître et reconnaître les réalisations et les compétences numériques.

Il faudrait que ces compétences soient reconnues sous la forme de nouveaux métiers. Mais il faut aussi veiller à ce que ces compétences numériques ne soient pas réservées à ces futurs nouveaux postes mais diffusés plus largement au sein des personnels : il conviendrait aussi que des demi-journées de formation sur des points précis soient organisés à l'échelle locale.

An niveau des utilisateurs, Benoît introduit une distinction entre ceux qui souhaitent pouvoir se servir des outils pour leurs besoins de production de données, de documents, etc. et ceux qui souhaitent disposer de temps pour développer une expertise et s'approprier autrement les outils numériques.

Concernant les risques liés à une division du travail par les outils numériques, Benoît n'en a pas constaté. En revanche, il confirme que certains agents sont très à l'aise avec des outils numériques alors que d'autres ne le sont pas du tout et que cela pourrait introduire des fonctionnements différents des collectifs de travail, voire des dysfonctionnements. Benoît cite l'exemple de l'usage de certains outils numériques installés sur des téléphones portables pour effectuer les photos verticales à l'aide d'une

perche, dont tous les agents ne disposent pas. Benoît hésite à parler de fracture numérique mais il utilise la notion de fracture générationnelle. Il souligne le fait que les agents les plus âgés sont parfois moins à l'aise voire résistants aux outils numériques. Pour autant, il reconnaît que cette notion de fracture générationnelle ne se vérifie pas systématiquement.

Entretien avec : Rachid El Hajaoui, Inrap Croissy-Beaubourg
Date de l'entretien : 09/12/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h00
Heure de fin de l'entretien : 12h00

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 45 ans
- Maîtrise d'archéologie à l'Univ. de Paris 1 en 2002
- A commencé à travailler sur des contrats de fouille à l'étranger où il a rencontré un agent de l'Inrap en 2002. A eu plusieurs contrats de CDD mais a dû travailler aussi en animation scientifique en archéologie dans le milieu associatif
- A été recruté en 2007 à l'Inrap en CDI sur son poste actuel
- Occupe actuellement un poste de technicien de fouille en catégorie 2
- Il n'a pas souhaité prendre de responsabilités comme RO
- Il participe à des chantiers de fouille à l'étranger sur ses congés.

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Rachid a découvert les outils numériques dans le domaine de la photographie avant même de s'intéresser à l'archéologie. Il a développé une compétence forte dans la prise de photographies sur les chantiers archéologiques sur lesquels il a fait du redressement de la photographie avant l'usage actuel de la photogrammétrie.

Il s'est formé de son côté et n'a pas bénéficié de formations à l'université.

A l'Inrap il n'a pas suivi la formation à la photographie.

Il a suivi la formation interne à la photogrammétrie en 2016 après avoir commencé pendant les deux années précédentes à se former lui-même.

Il est devenu formateur à la photogrammétrie à l'Inrap en 2018.

Il a suivi les formations à l'enregistrement de terrain et la formation aux SIG mais n'a pas voulu devenir référent SIG. Il a préféré se concentrer sur la photographie et la photogrammétrie.

Rachid se dit faire partie des geeks, capable de passer beaucoup de temps à travailler sur certains des outils numériques. Pour autant, il va surtout passer du temps à accompagner des collègues à régler des problèmes. Il n'a pas l'occasion de concevoir des applications d'enregistrement de terrain. Ses collègues de la DIR CIF le sollicitent pour lui demander quelle part de numérique il est possible d'intégrer dans leurs opérations. Il est parfois force de propositions en matière d'enregistrement numérique de terrain.

D'une opération à l'autre, les outils numériques utilisés sont très divers. Cela dépend des profils et des compétences des agents, des moyens disponibles, etc. Il n'y a donc pas un seul outil adapté à toutes les opérations, mais une diversité d'outils mis en œuvre de façon très pragmatique selon les opérations.

Rachid est associé au projet de Nécropole numérique sur la fouille programmée de Cyril Forestier, anthropologue à l'Inrap, à Noisy-le-Grand, financée sur un PAS.

Pour Rachid, les générations les plus âgées d'archéologues sont plus soucieux de savoir comment fonctionnent les outils numériques, alors que les plus jeunes seraient plus utilisateurs des outils

numériques sans avoir besoin de comprendre en quoi ils consistent, ni comment ils fonctionnent (les algorithmes, les principes, les modèles de conception, etc.).

Cette différence peut être à l'origine des décalages que Rachid constate entre les plus jeunes et les plus âgés des stagiaires dans les formations. Les plus jeunes sont soucieux d'utiliser des outils efficaces. Au contact des agents sur le terrain ou en post-fouille, Rachid essaie de les sensibiliser aux principes et limites des outils numériques par l'exemple pour les conduire à mieux apprécier la qualité de leurs travaux produits avec des outils numériques. C'est bien parce qu'il a dû souvent se confronter à des problèmes de certains outils numériques qu'il ne comprenait pas parce qu'il était seul à y être confronté que Rachid a envie de pouvoir partager et de transmettre avec d'autres ses savoir-faire dans la maîtrise de certains outils.

Pour pouvoir avancer dans ses pratiques numériques, Rachid a besoin d'échanger avec ses collègues pour connaître leurs problématiques pour les aider dans l'identification des outils numériques les mieux adaptés à leurs besoins.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Rachid commence à s'interroger sur l'opportunité d'intervenir à l'université pour présenter son expérience en matière de photogrammétrie ou pour encadrer des stagiaires.

Rachid pense que l'on est dans une période de transition entre les trois générations d'archéologues qui sont versées chacune dans les outils numériques mais de façon différente.

Il faudrait probablement que les archéologues disposent d'outils mieux adaptés à leurs besoins que ça n'est le cas jusqu'à maintenant.

De ce qu'il voit et entend, Rachid a l'impression que les étudiants sont plus sensibilisés que vraiment formés aux outils numériques.

Rachid constate que le déploiement des outils numériques fait exploser l'enregistrement numérique de données en masse, mais qu'on ne s'interroge que peu sur l'intérêt et la qualité de la plupart de ces données. En citant l'exemple de la photogrammétrie, Rachid a pu observer que dans de nombreux cas les usages des archéologues ne sont pas assez rigoureux pour obtenir des pratiques de qualité. Dans les rapports, les résultats s'en ressentent parfois et se révèlent de mauvaise qualité. Certains archéologues constatent par eux-mêmes que la production en masse de données parfois de mauvaise qualité les obligent à revoir leurs pratiques numériques. Il y a alors une sorte d'urgence à les former et à les aider à récupérer leurs données pour les corriger quand cela est possible.

Au sein de l'Inrap, Rachid a globalement le sentiment que les compétences numériques ne sont pas suffisamment reconnues, alors que ce n'est pas le cas par une partie des collègues.

Rachid pense que le manque de reconnaissance des compétences numériques les plus fortes est peut-être dû au fait qu'il faudrait que l'organisation accepte de créer des postes correspondant à ces niveaux de compétences avec le niveau de catégorie d'emploi correspondant. Il y a une sorte de paradoxe entre le fort développement des pratiques numériques et le manque de reconnaissance des expertises nécessaires pour accompagner la transformation numérique de l'archéologie.

Concernant l'ouverture des données et des applications dans le cadre de la science ouverte, Rachid a l'impression que ses collègues ont des avis très divers sur ce sujet. Il lui semble qu'il y a encore des pratiques assez protectrices des données, peut-être en relation avec le contexte concurrentiel dans lequel l'archéologie préventive est maintenant inscrite.

Mais probablement n'y a-t-il pas assez d'informations sur les obligations et les opportunités associées au mouvement de la science ouverte.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Au niveau des outils numériques, il conviendrait que les outils et les services de stockage des données numériques soient davantage développés.

En matière de formation, il conviendrait d'offrir davantage de quoi limiter le manque de cohérence de certaines pratiques numériques et de production en masse de données de mauvaise qualité.

De même, beaucoup d'archéologues ne savent pas trop quoi conserver comme données.

Les SRA devraient aussi être plus précis sur ces points. Dans les cahiers des charges, les demandes exprimées sont insuffisamment précises. Elles devraient être plus rigoureuses. Ce constat permet de faire ressortir le besoin de formation des agents prescripteurs dans les SRA et des responsables hiérarchiques (DAST et DDAST à l'Inrap) qui préparent les PSI en réponse aux cahiers des charges. Ces besoins de formation ne concernent donc pas uniquement les archéologues eux-mêmes.

Il faudrait aussi réfléchir à la rédaction de chartes de bonnes pratiques, de gabarits, de modalités communes de présentation de données et de résultats provenant de leur traitement. En l'absence de ces documents, le risque est grand de voir les documents et les fichiers de données de plus en plus volumineux et difficiles à exploiter de façon cohérente.

Entretien avec : Vanessa Elizagoyen, Inrap Bègles
Date de l'entretien : 14/09/2021
Modalité de l'entretien : en présentiel
Heure du début de l'entretien : 15h45
Heure de fin de l'entretien : 17h10

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 41 ans
- M2 Sciences de l'Antiquité et Archéologie à l'université Bordeaux en 2004
- Premiers CDD comme technicienne en 2002 à l'Inrap, CDI en 2007
- Responsable d'opérations en antiquité et urbain
- Intervient sur des diagnostics et des fouilles
- Participe à un PCR sur l'occupation du sol sur Montignac en Dordogne et un programme d'EAC adossé à ce programme
- Rattachée à l'UMR Ausonius

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Vanessa a été technicienne de fouille. Elle a dû attendre 2007 avant de pouvoir se mettre à l'usage d'un logiciel de DAO. Elle y a été formée par des collègues de l'Inrap.

Elle savait déjà faire du dessin de mobilier qu'elle a ensuite fait avec le logiciel comme Adobe Illustrator.

Vanessa insiste sur la transmission des compétences numériques par des collègues qui ont assuré son accompagnement.

Mais Vanessa insiste sur le manque de reconnaissance des opportunités de transmission des compétences entre collègues.

Vanessa a suivi les formations aux SIG mais pense qu'elle n'a pas un niveau suffisant pour devenir un jour formatrice à ces outils.

Vanessa a eu l'occasion de se mettre aux SIG à l'occasion de l'acquisition de données géophysiques.

Vanessa a suivi de nombreuses formations : SIG, statistiques uni et multivariées, formation sur les réseaux à Bibracte, outils de bureautique, FileMaker, Access, Adobe Illustrator, etc.

Vanessa s'investit beaucoup dans la constitution de bases de données spatiales, notamment sur Bordeaux et la Dordogne.

Vanessa évoque Caviar (serveur de données spatiales) mais considère que ce dispositif ne comporte pas les informations minimales dont elle a besoin.

En matière de photogrammétrie, Vanessa a utilisé plusieurs fois de l'orthophotographie, mais pas les relevés par drone.

Dans le cadre du PCR sur Montignac, Vanessa a utilisé des données Lidar et a suivi une formation au traitement des données Lidar.

Vanessa considère les dispositifs numériques comme des outils qui permettent de traiter des masses documentaires considérables.

Auparavant, les chercheurs n’avaient pas les moyens de traiter des données en grand nombre.

Aujourd’hui, cela est devenu possible.

Les formations par soi-même et entre archéologues n’est pas propre au domaine de l’archéologie.

Il est regrettable que les compétences numériques ne soient pas davantage reconnues, notamment par les services de ressources humaines.

Certains des chercheurs hésitent ou sont rétifs à reconnaître leurs difficultés.

Par ailleurs, Vanessa souligne le cas de plusieurs de ses collègues partant prochainement à la retraite qui n’ont pas eu l’occasion de transmettre leurs compétences et qui le regrettent.

Vanessa considère que le numérique participe de la modernisation de l'archéologie et des pratiques des archéologues mais pas de leur professionnalisation.

L’archivage et la conservation des données numériques sont des enjeux majeurs. Or, il semble que des solutions ne soient pas encore disponibles pour les données archéologiques à l’Inrap.

Vanessa n’est pas encore prête à délaisser les méthodes et outils traditionnels. Elle continue à les utiliser.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Vanessa est favorable à une transmission des savoir-faire par les organisations de l’archéologie, notamment à l’Inrap.

Il faudrait que, en région Aquitaine, les formations aux outils numériques soient plus nombreuses et mieux organisées, discutées à l’échelle locale, en prenant mieux en compte les besoins exprimés par les utilisateurs.

Il faudrait mieux intégrer l’échelle régionale dans le fonctionnement de l’institut à l’échelle nationale dans le déploiement de certains outils numériques. Il faudrait donc renouer les échanges entre la région et le niveau national.

En matière d’ouverture des données, Vanessa y est favorable à titre personnel et professionnel. Elle ne craint pas la réutilisation des données par d’autres. Elle se dit heureuse quand elle peut partager savoirs et savoir-faire (cf. ateliers Sitrada animés par B. Desachy).

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Vanessa considère que les risques de division des équipes de travail sur le terrain sont déjà une réalité. Il faudrait limiter ces risques en accompagnant les archéologues à s’approprier les outils numériques, que ce soit sur le terrain ou en post-fouille.

Vanessa a déjà constaté des dissensions entre membres des équipes de fouille autour ou à cause des outils numériques. Elle essaie de limiter ces risques en poussant les personnes les moins adeptes à se mettre à ces outils.

Entretien avec : Thomas Ernst, Inrap Metz
Date de l'entretien : 25/01/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 18h00
Heure de fin de l'entretien : 20h00

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 60 ans
- A vécu un an aux Etats-Unis puis de retour en Allemagne a repris sa scolarité et a passé son bac en Allemagne en 1982
- A commencé des études de sinologie (histoire, de la langue et de la civilisation chinoises)
- Il a commencé à travailler parce qu'il était attiré par des travaux pratiques.
- Il a travaillé à l'opéra de Francfort pour aider au montage des décors pendant 1,5 an avec des interruptions
- Il est allé aussi travailler dans une ferme pendant 6 mois
- Il a recommencé à travailler dans un autre théâtre.
- Il a rencontré une personne qui cherchait des personnes pour « pousser des brouettes » sur un chantier archéologique en Allemagne (fouilles en milieu lacustre dans le Jura en Allemagne) sans avoir besoin d'être archéologue de formation dans la seconde partie des années 1980. Sur cette fouille, il a rencontré des français qui y étaient en coopération internationale civile qui lui ont parlé des fouilles du lac de Châlain
- Il a participé comme fouilleur bénévole sur les fouilles du lac de Châlain pendant plusieurs semaines à chaque fois et pendant années
- Il a continué à voyager et a fait divers métiers pour financer ses voyages
- Au début des années 1990, il a réussi à intégrer le chantier des fouilles néolithiques de l'Afan à Paris (pirogues de Bercy sous la direction d'Yves Longchamp comme responsable d'opération)
- Il a développé notamment une compétence dans la reconnaissance de l'usage de haches sur le bois d'ouvré et de pirogues. Il a ainsi pu approfondir ses connaissances acquises auparavant à Châlain
- Il a travaillé en Lorraine où il y avait une forte demande de main d'œuvre et a accumulé des CDD à l'Afan
- En 1999, à l'occasion d'un plan de résorption de précarité et d'ouverture de postes en Lorraine, il a été pris sur un poste de fouilleur qualifié en CDI
- Il a assuré deux responsabilités de chantiers sur un diagnostic de plusieurs kilomètres et une fouille limitée
- Il a préféré se réorienter sur la topographie
- Mais il n'a jamais suivi de formations en archéologie à l'université
- A 50 ans il a fait une VAE pour obtenir un BTS de géomètre-topographe
- Actuellement il est topographe à l'Inrap au CRA de Metz

- Depuis 2019, il est aussi télépilote de drone après avoir suivi la formation organisée par l'Inrap

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

A l'occasion de chantiers auxquels il a participé au milieu des années 1990, il a commencé à travailler sur les levés topographies au contact de certains de ses collègues. Il a commencé à travailler avec des appareils avec très peu de mémoire interne, avec des carnets de terrain en mémoire externe qui pouvaient enregistrer toutes les données de levé. Il s'est beaucoup auto-formé. Si l'opération de prise de points n'est pas très complexe, il faut surtout être capable de se représenter l'espace et avoir des compétences en géométrie.

A l'époque la personne qui faisait les levés ne faisaient pas forcément les calculs.

Assez rapidement, il a utilisé des logiciels comme CalTop, logiciel français fonctionnant sur Macintosh, et d'autres. Le passage à l'univers Windows a contraint les personnels à passer à Autocad avec une formation de 6 jours uniquement. Ils ont dû s'autoformer pour l'essentiel car les 6 jours de formation étaient très insuffisants. Il a dû demander de l'aide à des géomètres des aménageurs avec lesquels il travaillait.

Par son parcours, Thomas était disposé à s'autoformer même s'il aurait préféré suivre davantage de formations.

Jusqu'à aujourd'hui, Thomas considère qu'il a suivi l'évolution des appareils et des logiciels de topographie, auxquels s'ajoutent les logiciels de SIG, de photogrammétrie, etc.

En 2019, il a suivi la formation au télépilotage de drones.

Thomas souligne qu'il a toujours été obligé de se former, de s'adapter à des contextes différents, à devoir apprendre le français sur le tas comme il a aussi appris les outils numériques.

Ces changements fréquents auxquels il a été contraint de s'adapter l'ont conduit à être capable de changer fréquemment et relativement aisément de métiers et d'outils.

Thomas considère aussi que son origine a aussi fait qu'il a senti une sorte d'obligation à devoir être très bon dans ses domaines d'activité et dans les compétences qu'il a dû développer.

Le métier de topographe est à l'origine un métier dont certaines tâches sont très répétitives dans la production de données.

De plus, lors de périodes de travail maximales de l'Afan puis de l'Inrap, Thomas a senti qu'il fallait chercher tout ce qui permettait d'améliorer la rentabilité. Mais cette évolution a aussi conduit Thomas à avoir le sentiment de pouvoir travailler plus rapidement, sans forcément que cela ait été une demande explicite des responsables d'opérations. Aujourd'hui, dès la phase de terrain les responsables d'opérations demandent des restitutions des données que permettent les outils actuels alors que ce n'était pas le cas avant. Thomas souligne qu'il a besoin de pouvoir régulièrement changer ses pratiques, améliorer ses processus de travail, au risque de commencer à s'ennuyer.

En citant l'exemple de la codification, Thomas souligne que le découpage de son travail en tâches unitaires n'aurait pas de sens pour lui. Il a besoin de conserver une vision d'ensemble de son activité et pouvoir resituer et apprécier telle ou telle tâche de travail par rapport à l'ensemble des tâches. Cette organisation du travail est indispensable à Thomas. L'aller retour entre améliorer des pratiques et les appliquer sur le terrain, permet de voir les lacunes, évaluer leur pertinence et d'aller à l'essentiel.

La division du travail risque d'introduire des erreurs, une perte de sens. Heureusement Thomas a la confiance de son encadrement et de ses interlocuteurs, c'est à dire les responsables d'opérations et les autres archéologues. Finalement, les changements de pratique se font dans

un dialogue « multipartite », là ou ce n'est pas strictement un « problème » topographique dans cette organisation du travail à laquelle il est très sensible.

Concernant l'usage des tachéomètres robotisés, Thomas explique que comme cet type d'appareil suit le prisme automatiquement, la position du topographe sur le chantier archéologique change. Avec un appareil classique, le topographe se trouve derrière l'appareil en train de viser un prisme les deux bras en hauteur. Le topographe voit donc une bonne artie de la journée que le prisme. Thomas a senti que son travail perdait de sens, générait des erreurs et qu'en plus il générait des risques de troubles musculo-squelettiques.

Avec un appareil robotisé le topographe se trouve sur le chantier archéologique, c'est lui qui pose la cane et prend les points. Thomas voit donc de ses propres yeux les vestiges archéologiques dont il fait le plan. Il continue ainsi d'être aux côtés du responsable d'opérations ou des techniciens de fouille, tout en travaillant d'une manière autonome quand cela est possible. Le temps global du levé (topographe et chargé de porter le prisme) est ainsi réduit.

Thomas souligne qu'il apprécie beaucoup de transférer ses compétences numériques à d'autres collègues. Il a ainsi formé une quinzaine de personnes, collègues, stagiaires, etc. Mais cela est souvent très chronophage et pose des problèmes d'organisation du travail et d'imputation du temps de formation.

Les compétences numériques participent de l'évolution des compétences mais certains appareils suscitent un intérêt particulier auquel est attaché un niveau d'expertise qui n'a rien à voir avec le bénéfice scientifique. Thomas donne le cas des drones. De même, il y a une sorte de vérité scientifique attachée a priori dans les données produites par les topographes qui seraient forcément justes et d'une précision absolue et d'une précision absolue alors que souvent elle est relative. En citant le cas d'un collègue, Thomas se demande si certains appareils de topographie ne suscitent pas une sorte de considération supérieure pour leurs utilisateurs. L'usage d'outils numériques permet de valoriser leurs utilisateurs. C'est le cas avec l'usage de tachéomètres robotisés, de smartphones ou de tablettes dont sont dotés les topographes. De même, la production de certaines données comme les données 3D semble s'autojustifier et de valoriser celui qui les produit et celui qui les présente ...alors que dans certains cas cela ne se justifie pas.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Thomas souligne qu'il a beaucoup de respect pour les gens qui comprennent ce sur quoi ils travaillent, qui arrivent « en temps réel » à analyser et interpréter les sites sur lesquels ils interviennent. Pour certains le problème est d'arriver à transcrire ces savoirs et savoir-faire dans des dispositifs numériques comme des bases de données.

Il faudrait que ces archéologues soient accompagnées d'un technicien, ou qu'ils soient mieux formés dans la maîtrise des outils numériques.

Thomas pense que les plus jeunes générations ont plus de facilité avec les outils numériques que les plus anciennes. Mais là où les jeunes générations semblent plus à l'aise avec les outils numériques, elles semblent ne pas forcément s'interroger sur ces outils et ce qu'ils permettent de produire, même si c'est le cas aussi parfois pour les plus anciens.

En citant l'exemple d'un collègue qui a 35 ans, Thomas pense qu'un jeune a plus de facilité qu'un collègue plus âgé à s'approprier un nouvel outil numérique, et il ne va pas forcément passer autant de temps que lui.

Thomas pense que les relevés traditionnels sur papier millimétré devraient être remplacés progressivement par des relevés nativement numériques pour diminuer le temps de travail nécessaire et donc les coûts. Pour Thomas, il est absurde que ce problème ne soit toujours résolu au vu des coûts que

génèrent les pratiques traditionnelles. Il faudrait investir davantage pour accompagner ces changements, avec une meilleure compréhension des enjeux et une meilleure connaissance des possibilités.

Sur l'ouverture des données, Thomas se dit partagé. Il craint que cela soit lié à un autre protocole qui va probablement générer du temps de travail supplémentaire. Mais Thomas se sent un peu loin du sujet parce qu'il pense que cela ne concerne pas ses carnets de terrain, les données qu'il produit, mais plus les plans finaux.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner :

La première difficulté citée par Thomas est le manque de rapidité de l'Inrap dans le changement des outils numériques. En prenant l'exemple des tachéomètres robotisés et des drones, Thomas souligne que l'institut est souvent en retard dans certains investissements alors que ces investissements pourraient être rapidement rentabilisés. Cette lenteur est difficile à vivre pour des personnels qui courent après le temps pour répondre aux exigences du niveau d'activité. L'institut est trop lourd dans son fonctionnement budgétaire et le peu d'autonomie qu'il laisse aux interrégions.

La mise en œuvre des outils numériques a été trop longue, sur une dizaine d'années pour mettre en place un outil comme Caviar.

Les blocages principaux évoqués par Thomas sont des blocages dogmatiques, des oppositions de principe aux outils numériques.

Avec plusieurs de ses collègues responsables d'opérations, Thomas a pris le temps de leur présenter l'usage d'un outil comme QGis. Dans ces cas, cela a permis de les convaincre de s'en servir et de dépasser leur résistance initiale. C'est par l'exemple, par la démonstration pratique que ces blocages peuvent être surmontés. C'est aussi dans la vision qu'a Thomas de son rôle de topographe de faire cet accompagnement alors qu'il n'est pas référent SIG. Pour l'usage de drones, Thomas cite le fait qu'il a dû solliciter certains de ses collègues pour dépasser certaines interrogations. C'est parce qu'il a pu recevoir rapidement les réponses qu'il a pu avancer. Ce travail d'accompagnement est indispensable. S'il n'est pas mis en place avec des personnels capables de savoir rapidement à qui s'adresser et avec d'autres capables de répondre rapidement, les pratiques numériques peuvent ne pas évoluer assez vite.

Concernant la nécessité d'assurer un archivage pérenne des données, Thomas aujourd'hui considère qu'il ne sera pas possible de répondre à ce besoin avec les moyens techniques et humains alloués actuellement ni avec les procédures de travail actuelles.

Pour finir, Thomas souligne la nécessité de mieux accompagner les pratiques numériques tout en évitant de fragiliser les collectifs de travail par une division du travail qui serait calée sur l'usage de certains outils numériques au profit de quelques-uns et au détriment des autres. Il y a donc à réfléchir sur le niveau à atteindre entre spécialisation et polyvalence dans les pratiques numériques de l'archéologie.

Entretien avec : Sylvie Eusèbe, Inrap, Direction Scientifique et Technique (Siège)
Date de l'entretien : 25/01/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 13h30
Heure de fin de l'entretien : 17h50

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 59 ans
- A commencé à apprendre à taper la machine mécanique sous l'impulsion de son père, ingénieur dans le BTP qui, au début des années 1980, voyait ses secrétaires commencer à utiliser autre chose que leur machine à écrire.
- Dès 7 ans, elle a ressenti une sorte de fascination pour les ruines du site de Glanum
- Dès l'âge de 16 ans, en classe de première, elle a participé à des chantiers d'été en tant que bénévole pendant plus de 10 ans
- Elle a passé un bac scientifique puis elle a suivi des études d'architecture
- Dans ce cadre, elle a eu l'occasion, avec deux autres étudiants, de travailler sur les thermes de Cluny dont elle a fait les relevés de façon fine
- Elle a obtenu le diplôme d'architecte DPLG en 1988
- Elle s'est ensuite orientée vers la licence d'archéologie à l'Université de Paris 1. Elle a le souvenir d'avoir appris tous ses cours avec une grande facilité. Elle a suivi notamment les enseignements de P-J. Trombetta qui supervisait alors les fouilles du Louvre avec P. Van Ossel
- Elle a pu travailler en CDD à l'Afan à partir de 1989, sur des fouilles qui duraient des mois
- Elle a notamment assisté un collègue topographe de l'Afan, architecte de formation qui lui a appris les bases de la topographie
- Elle a fait de nombreux relevés manuels, mais a peu fouillé. Cette activité convenait parfaitement à son goût pour les mesures justes et pour le dessin
- Elle a obtenu un DEA en archéologie à l'EHSS en 1992
- Elle a obtenu un CDI en 1997

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Sa première rencontre avec l'informatique date de ses études d'architecture au début des années 1980. Un des enseignants donnait des cours de langage Basic. Il essayait d'enseigner de produire un dallage avec la perspective dans ce langage informatique, alors que cela était bien plus facile à faire manuellement

Lorsqu'elle s'occupait de la topographie à l'Afan, elle a commencé à utiliser un ordinateur sur la base du site de fouille à Pontchartrain sur lequel elle a travaillé

Ce premier matériel servait à des calculs avec Excel

Elle a ensuite découvert le logiciel Adobe Illustrator par elle-même

En 1997, elle a alors demandé à suivre des formations à Word, Excel et Illustrator. Il lui a été répondu qu'elle devait choisir un des logiciels et qu'elle ne pouvait obtenir une formation sur les trois. Finalement, aucune formation n'a été suivie pour Word et Excel, et il a fallu attendre 1999 ou 2000 pour

avoir une formation sur Illustrator en interne, et informelle ? avec un collègue de l'Afan comme formateur.

En 1998, arrive l'usage du logiciel CalTop par l'intermédiaire de Patrick Deleuze

Elle a suivi une formation d'une semaine à la topographie à l'AFPA à Arcueil pour conforter et « professionnaliser » ses connaissances en la matière.

Elle a découvert ce logiciel auprès de deux collègues, F. Boumier et P.-Y. Devillers (formation informelle) alors qu'en même temps elle avait à effectuer les levers topographiques d'un chantier. l

Les appareils de levés comme les tachéomètres avec carnets électroniques ont commencé à être utilisés à partir du début des années 2000

Lors des opérations sur le chantier d'ADP à Roissy, elle apprend avec un autre collègue à mieux se servir de logiciels de dessin comme Adobe. A Compiègne, dans un laboratoire de restauration, elle utilise conjointement un appareil photo numérique, du papier, du calque, un ordinateur et se met au dessin d'objets

Elle utilise une chambre claire et d'autres procédés (manuel, numérique) pour produire les dessins par ordinateur des mobiliers qu'elle avait à relever

Sylvie a suivi un stage sur Covadis mais pas sur Autocad, logiciel auquel elle a été formé par un autre collègue F. Barenghi

A l'occasion du passage de l'Afan à l'Inrap en 2002, Sylvie souligne que les usages numériques ont continué à se développer.

L'ensemble des tâches a progressivement été concerné par l'usage de logiciels

En 2008, Sylvie arrive à la DST où elle est chargée du réseau des infographes et, plus récemment, du déploiement de la 3D, à son initiative.

A partir du début des années 2000, Sylvie a commencé à transférer certaines de ses compétences auprès de ses collègues, notamment autour de l'usage d'appareils de topographie, des méthodes de relevé et des règles de représentation.

Sur Illustrator, elle a aussi formé certains de ses collègues.

Sylvie insiste sur le fait que le changement d'outil n'impose pas obligatoirement le changement de pratiques, notamment au sujet des règles de représentation des vestiges et données archéologiques.

Lors d'un séminaire scientifique et technique de la DST, elle a eu l'occasion de présenter son travail sur l'usage d'Illustrator.

Au début des années 2000, elle a assuré des enseignements à l'université de Dijon au cours desquels elle a évoqué ses usages des logiciels qu'elle a appris à maîtriser.

A la fin des années 2000, Patrick Deleuze, responsable du réseau des topographes, assurait des formations au tachéomètre et au logiciel CalTop.

Gilles Bellan assurait des formations au dessin et aux règles de représentation graphique. Ils lui ont permis de participer à leurs formations en tant que formatrice.

Une fois arrivée à la DST en 2008, Sylvie a recensé les pratiques en matière de chaine graphique, du terrain à la réalisation du rapport d'opération.

En 2014, Sylvie a proposé les premières formations à l'infographie (Adobe Illustrator) et aux règles de représentation. Puis elle a proposé des formations à la PAO sur le logiciel InDesign puis au dessin de

mobilier à la main puis à la 3D et à la photogrammétrie depuis 2017. Elle a suivi une Ecole de l'Eté de l'Ign/ENSG d'une semaine à Forcalquier avec Yves Egels (photogrammétrie, lasergrammétrie).

En parallèle, Sylvie a donné des cours à l'Ecole du Louvre sur le dessin de mobilier, dessin fait à la main et depuis quelques années le dessin assisté par ordinateur a été également abordé (logiciels Inkscape, The Gimp).

Depuis plusieurs années, Sylvie fait un gros travail d'animation auprès des formateurs pour les formations qu'elle encadre. De même elle est conduite à assurer l'administration du matériel informatique spécialisé.

Sylvie souligne qu'elle passe beaucoup de temps à l'organisation matérielle des formations, le Service Formation de l'Inrap n'ayant pas le temps de s'en occuper.

Pour Sylvie, les premières productions de dessin automatique pour l'archéologie ont cherché à démontrer que l'outil numérique permet de faire la même chose que sans l'outil numérique, mais plus vite et avec moins d'erreur de mesure et d'oublis. Sylvie cite le cas de l'ortho-image dont lors de ses premières utilisations, on pouvait craindre qu'elle se substituerait telle quelle aux relevés manuels. Cependant, les archéologues ont rapidement utilisé celle-ci comme support d'annotation, transposant ainsi l'outil d'analyse qu'était le relevé manuel sur ce nouveau support.

Pour la production de nuages de points via la photogrammétrie, les agents de l'Inrap doivent suivre une formation. Mais les besoins sont bien plus importants que ce que permettent de couvrir les formations en interne.

Concernant les valeurs associées à l'usage de dispositifs numérique, Sylvie souligne que le simple fait de savoir utiliser un logiciel risque de prendre le pas sur son adéquation au besoin à satisfaire et la réflexion sur le fond qui doit rester nécessaire. Ce savoir-faire technique dans la maîtrise d'un outil numérique risquerait donc de se suffire à lui-même, alors que le maintien d'un savoir et d'un savoir-faire sans ce dispositif technique devrait rester un préalable. Sylvie a ressenti au milieu des années 2010, le numérique comme une marque de technicité notamment autour de la 3D. Mais cela semble évoluer depuis quelques années car les efforts à faire en matière de production et de conservation des données pour assurer leur pérennité apparaissent trop importants et doivent avant tout répondre à une stratégie ou à des objectifs précis.

Sylvie souligne un autre exemple ne concernant pas l'archéologie, la vente des biens de la collection Yves Saint-Laurent et Pierre Bergé. Le plan du Grand Palais qui indiquait où étaient exposées les biens mis en vente était une axonométrie faite au crayon comme si le dessin produit à la main conservait une valeur qui l'en différencie du dessin numérique. Sylvie se demande si cela ne serait révélateur d'une valeur qui serait rattachée au fait qu'un produit de la main humaine (artisanat, savoir ancien, qualité, rareté, durée, valeur) qui ne relève pas de la même valeur qu'un produit issu d'un dispositif technique (production « industrielle », savoir récent, rapidité, grande production, obsolescence, moins de valeur).

Sylvie s'interroge sur la valeur du travail que l'on fait lorsque celui-ci n'est pas conservé ou mal conservé et risque d'être perdu dans un avenir plus ou moins proche.

Sylvie pense que la valeur qu'elle associe au travail bien fait est partagée par la majorité de ses collègues archéologues.

Pour revenir au sujet de l'enregistrement des données, Sylvie pense que l'idée du « relevé absolu », souvent mis en avant par l'enregistrement numérique au début en prétendant qu'il peut tout enregistrer, n'est plus forcément d'actualité. La nécessité de faire un choix dès le terrain de ce qui doit être enregistré devient de plus en plus présent chez les archéologues qu'elle connaît.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Sur le plan épistémologique, Sylvie attend des découvertes, mais elle constate que les usages des nuages de points 3D restent assez classiques. Il faut trouver une façon nouvelle de travailler avec ce modèle 3D comme ce qui est proposé par le CNP sur l'étude de l'art pariétal.

Sylvie évoque le projet d'une expérimentation avec la société Iconem pour l'exploitation de nuage de points du chantier de La Robine. Mais les résultats ne sont pas à la hauteur des espérances parce qu'il a manqué de réflexion et de définition des besoins en amont.

Concernant le dessin assisté par ordinateur, Sylvie souligne qu'elle ne souscrit pas aux critiques dont il fait l'objet de la part des adeptes de l'usage du SIG qui ne voit en lui qu'un document inerte, c'est-à-dire sans données directement exploitables associées. Pour Sylvie, cela n'a pas de sens. Souvent, les discours qui accompagnent l'arrivée de nouveaux logiciels associées à de nouvelles pratiques peuvent faire penser que l'on souhaite faire disparaître les pratiques précédentes. Or avec le déploiement de nouveaux outils comme le SIG, il est souvent dit qu'ils doivent se substituer aux précédents. Cependant, dans la plupart des cas, on constate que les nouveaux outils numériques s'ajoutent et sont complémentaires aux précédents (les orthoimages comme support de relevé de terrain n'ont pas fait disparaitre le relevé manuel qui reste « compétitif » pour les structures simples et de taille modeste).

Concernant la PAO des rapports d'opération actuellement réalisé avec InDesign, Sylvie comprend l'intérêt d'un nouveau format (XML-TEI) qui va être testé pour automatiser la mise en ligne des rapports et faciliter la réutilisation de leurs contenus. . Mais cela risque de reproduire cette tendance à se substituer aux précédentes formes de montage du rapport. Annoncer cette évolution auprès de la communauté d'une centaine d'agents formés à la PAO, risque de poser problème. Des changements trop fréquents d'outils et de méthodes de travail (chaîne opératoire) risquent de perturber les dessinateurs-infographes, surtout ceux qui ont fait beaucoup d'efforts pour développer leurs compétences actuelles. Le changement envisagé de procédure de travail devrait donc être davantage réfléchi et accompagné avant d'être imposé.

Dans le domaine de la 3D, Sylvie pense que la majeure partie des archéologues est encore assez peu concernée par ce qui est proposé dans des actions de médiation et que seules des expérimentations isolées ont été engagées.

En revanche, elle se dit avoir été troublée par une exposition en réalité immersive de la pyramide à Khéops à la Cité de l'architecture et du patrimoine mais elle pense qu'il y a encore des marges de manœuvre avant de pouvoir restituer l'entièreté des sensations d'un site ou d'une découverte, surtout si on a des objectifs scientifiques.

Concernant la contrainte de plus en plus forte de disposer de smartphones pour scanner des QR-Code pour accéder à des ressources numériques, Sylvie pense qu'il ne faudrait pas que cette évolution s'impose partout. Les contenus devraient continuer à rester accessibles sous forme analogique.

Concernant la reconnaissance des compétences numériques de l'archéologie, Sylvie mentionne que ce sont souvent les outils qui sont mentionnés plutôt qu'une compétence méthodologique indépendamment de l'outil (ex. la cartographie indépendamment de l'usage de tel ou tel logiciel de SIG). Pour prendre l'exemple de l'Inrap, Sylvie a le sentiment que les services en charge des ressources humaines n'ont pas une connaissance suffisamment précise des compétences des personnes concernées. Métiers et compétences ont profondément évolués avec le numérique, mais leurs conception et gestion par la DRH et la DSI n'ont pas progressé à l'identique.

Concernant l'ouverture des données, Sylvie a le sentiment que la communauté archéologique n'est que peu intéressée par le partage des données. Il semble que peu d'archéologues se sentent concernés, surtout à l'Inrap où les contraintes opérationnelles sont trop prégnantes pour les faire s'intéresser à ce

sujet. Et nombre d'entre eux ont la crainte de voir leurs données récupérées par d'autres. Cette crainte est exprimée aussi bien vis-à-vis de l'extérieur de l'Inrap qu'en interne parce que des archéologues de l'institut risqueraient de réutiliser des données sans nommer leurs auteurs. Peut-être que cette crainte est liée à une dimension affective qui lie les auteurs à leurs données et aux résultats de leurs recherches. Le travail collectif reste difficile à mettre en œuvre alors que les outils numériques le permettent techniquement.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Il faudrait davantage de temps et d'argent pour accompagner les évolutions souhaitables.

Le numérique est un outil que le système capitaliste s'est très bien approprié pour contraindre les utilisateurs et les organisations à faire évoluer fréquemment des logiciels, des outils, des façons de faire, en risquant de faire perdre les savoir-faire traditionnels. On peut avoir le sentiment qu'on ne maitrise jamais bien un outil tant les changements sont de plus en plus rapides, ce qui maintient dans une situation inconfortable Et il est probable que la capacité individuelle à s'adapter à de nouveaux outils soit limitée.

Il faut aussi mieux accompagner les utilisateurs pour leur faire comprendre les enjeux des dispositifs numériques et leur permettre de glisser leurs savoir-faire dans ces nouveaux outils. Il faut donc que les utilisateurs des outils numériques comme les organisations soient davantage conscients des impacts de ces outils.

Le numérique, les logiciels associés, sont marqués par le mode binaire (oui/non) et un fonctionnement pensé théoriquement, alors que tout travail, toute tâche effectuée par un humain est nuancée par la pratique et la logique du raisonnement individuel. De là beaucoup de conflits et de situations kafkaïennes qui peuvent détourner du numérique, ou du moins engendrer une forte résistance.

5. Autres points et commentaires

Pour résumer par rapport à l'Inrap et le numérique :

- introduction de ces outils courant années 90, sans aucune réflexion sur l'équipement, la formation, l'adaptation des pratiques et des méthodes
- courant années 2000, formations externes sur des logiciels, aucune adaptation à ce qui attendu à l'Inrap comme résultats à produire avec ces outils
- courant années 2010, développement de formations internes apprenant un logiciel en le reliant aux documents à produire dans le cadre des missions de l'Inrap
- fin 2010-début années 2020, de nouveaux logiciels (libres et gratuits), avec parfois un enrichissement scientifique et le coût exponentiel des abonnements aux logiciels propriétaires amènent à s'interroger sur l'opportunité de changer les pratiques mises en place tant bien que mal depuis plus de 10 ans, il est donc important ici de tirer les conséquences de l'arrivée non anticipée du numérique dans les années 90, et de ne pas recommencer les mêmes erreurs (en 1995 on avait des excuses, plus aujourd'hui !) ; et enfin, on commence à s'interroger sérieusement sur comment conserver/partager nos données numériques… c'est-à-dire qu'en dehors des rapports d'opération, toutes (ou presque) les données numériques produites depuis les années 90 à l'Afan puis à l'Inrap sont déjà perdues.

Entretien avec : Caroline Font, Inrap, Saint-Cyr en Val
Date de l'entretien : 13/07/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h
Heure de fin de l'entretien : 15h35

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 36 ans

- DEUG d'histoire généraliste à l'université de Tours, licence d'archéologie, master en archéologie à Tours, master 2 d'archéomatique à Tours (3 mois de stage à l'Inrap sur un sujet de master portant sur la topographie appliquée à l'archéologie avec la mise en place de SIG et de BDD comme finalité).

- En parallèle, entre 2002 à 2010, Caroline a participé à des fouilles programmées en contexte urbain à Tours (période médiéval), à Javols (Lozère) (antiquité), à Amboise (oppidum), à Corent (oppidum).
  - A commencé en CDD en 2008 à l'Inrap comme infographiste au CSNE. A été en CDI en 2014. Actuellement CDI à l'Inrap dans un poste de dessinatrice-infographe. Ses activités portent essentiellement sur la mise en place de bases de données spatiales, de production cartographique pour les rapports d'opération, PAO, de DAO dans QGis pour les coupes. Caroline participe aussi à des programmes de recherche (PCR et PAS) : mise en place de données spatiales et relationnelles, requêtes, production cartographique. Dans une moindre mesure, Caroline a réalisé des vues d'artiste (manuelles ou numériques) pour la restitution de vestiges archéologiques.

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formation, pratiques, outils, valeurs associées**

Caroline a suivi des formations aux outils numériques dans ses formations mais elle a aussi été confrontée très jeune à un ordinateur quand elle avait 6-7 ans (un Atari). Elle n'a pas constaté l'arrivée du numérique dans les pratiques des archéologues car elle a toujours connu l'utilisation de l'informatique dans son activité professionnelle. En revanche, elle note que sur le terrain en archéologie programmée, les outils numériques étaient peu utilisés. La numérisation a été limitée dans ses expériences de fouilleuse bénévole.

Ses premières expériences de pratique numérique ont porté sur l'utilisation de logiciels de DAO et de saisie de données d'inventaire en tableurs.

Du fait de ses formations universitaires, Caroline a découvert les SIG (Map, ArcGis, puis QGis).

Avec l'arrivée des logiciels libres en particulier dans les SIG, Caroline considère qu'il y a eu une « barrière technologique ». ArcGis ne propose pas les outils dont les archéologues ont le plus besoin, ce qui limite l'accroissement des compétences numériques. Ce n'est pas le cas avec les logiciels libres, notamment QGis qui offre de nombreuses extensions gratuites et libres. De plus il est possible d'envisager de développer de nouvelles fonctionnalités si celles dont les archéologues ont besoin n'existent pas.

Avec QGis, Caroline a l'impression d'avoir appris davantage et plus vite qu'avec ArcGIS.

Sur le CSNE, elle a utilisé ArcGIS de façon assez routinière.

Dès qu'elle a intégré en 2014 le réseau des référents SIG, Caroline a pu monter fortement en compétences et étendre ses usages des SIG.

De plus elle a participé à la conception de la seconde formation à QGis, notamment dans la réalisation des figures dans ce logiciel. Ces évolutions dans son parcours lui ont permis d'abandonner ArcGIS au profit d'un usage presque exclusif de QGis.

Elle a participé à de nombreuses formations à QGis comme formatrice (4 ou 5 par an partout en France hors pandémie) et à la réalisation des supports de formation.

Comme référente SIG, Caroline est sollicitée en base et sur le terrain que ce soit pour certaines fonctionnalités ou parfois plus en termes méthodologiques sur la mise en œuvre des outils. Sur des pratiques particulières, elle peut participer à des échanges en amont, parfois avec des topographes, pour aider à la mise en œuvre d'outils numériques pour l'acquisition des données. Elle peut aussi intervenir ailleurs qu'à Saint-Cyr-en-Val.

Caroline assure la gestion des tablettes pour le centre de Saint-Cyr-en-Val. Elle a développé une application avec QGis pour la gestion des tablettes. Depuis novembre 2020, la tenue à jour des informations sur les tablettes,

Concernant les outils (ordinateurs, tablettes, smartphones, tachéomètres, drones, etc.), les choix faits par l'Inrap n'ont pas toujours être pertinents. Les outils sont parfois inadaptés, parfois bien adaptés et enfin inadaptés sans qu'on s'en aperçoive. Ces différences d'adéquation entre matériels et besoins peuvent expliquer certaines critiques.

Mais il faut aussi souligner la nécessité que ces outils doivent être mis en œuvre avec des compétences adaptées.

En prenant l'exemple des appareils de géopositionnement avec correction en temps réel, alors qu'à l'Inrap les choix ont été faits de ne pas opter pour ce type de correction. De tels choix ne se révèlent pas toujours les plus pertinents, voire même apparaissent problématiques. Ce n'est pas toujours pour des raisons techniques mais parfois pour des raisons de compétences.

Concernant l'appropriation des outils numériques, la décision de choisir telle ou telle technologie (photogrammétrie ou drone) s'appuie sur des demandes émanant des tutelles de l'Inrap qui ne sont pas toujours pertinentes. Il y a donc un hiatus entre les demandes des cahiers des charges et la mise en œuvre effective des outils disponibles. Le numérique semble se prêter encore plus à ce genre de méprise, d'écart entre les demandes et les capacités à faire pour obtenir des résultats de qualité.

L'archéologie est une science moderne, qui est née dans les années 1970. Comme elle est multiscalaire et multidisciplinaire, elle se nourrit assez naturellement de son environnement, notamment technologique. Elle évolue constamment. La modernité de l'archéologie est donc structurelle. La compréhension du passé par le présent, porte aussi sur le fait d'utiliser des techniques modernes.

Caroline ne se pose pas le problème de l'utilité de l'informatique. En revanche, il faut se poser la question du rapport entre le temps passé et les résultats obtenus. Mais ce n'est pas forcément la faute de l'outil si on y passe du temps. Les deux autres facteurs (humains et administratifs) sont tout aussi importants.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Sur les usages du numérique, il n'y a pas de raison de les limiter. Pour autant, les écueils à dépasser concernent la production massive de données numériques. La question à se poser concerne la gestion des données numériques. Pour l'Inrap, il s'agit de questions vertigineuses sur lesquelles l'utilisation d'outils numériques mériterait peut-être de veiller à une production plus raisonnée.

Les actions de formation sont essentielles pour animer les échanges entre les archéologues. Même si leurs pratiques sont différentes, les archéologues profitent de ces formations pour échanger sur leurs

pratiques. Il faut aussi favoriser l'organisation de colloques, de tables-rondes, voire proposer des revues spécialisées sur ce domaine. Mais ce sont surtout les échanges

Sur la valorisation des données, ce sont les compétences des archéologues en général qui sont insuffisamment reconnues et valorisées. L'usage du support numérique pour la diffusion des données numériques de l'archéologie pourrait être une bonne idée. Mais il n'est pas sûr que cela pourrait participer à la valorisation des compétences des archéologues en général.

Pour la diffusion auprès du public, il n'est pas évident qu'il soit intéressé par l'accès aux données.

Il est évident que les données de l'archéologie doivent être ouvertes. Mais Caroline est dubitative sur la mise en œuvre de l'ouverture des données. Des échanges récents au sein du réseau des référents SIG ont montré le travail considérable du travail qu'il faudrait réaliser avant de pouvoir véritablement produire des données ouvertes.

Caroline pense que le code des applications devrait être aussi publié en licence ouverte dans le respect des obligations réglementaires sur la propriété intellectuelle.

Caroline considère qu'il pourrait être utile que l'archéologie se rapproche des sciences de l'information, notamment pour le traitement en masse de grands volumes de données, mais elle a pu constater des difficultés à se comprendre de part et d'autre. Mais cela devrait n'intervenir que dans un troisième temps. Il y a d'abord une nécessité à rendre accessibles les données archéologiques produites en masse et à les gérer de façon adaptée.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Les principales difficultés concernent les différences dans le niveau d'information des archéologues sur ce qu'il est possible d'obtenir avec les outils numériques. Il faudrait savoir ce que chacune des techniques dont les archéologues disposent leur permet d'obtenir.

Si on ne connaît pas une technique, on ne peut pas exprimer clairement ce qu'on en attend.

Les formations, les échanges, le travail d'équipe, le renouvellement des personnels permettent de contourner ces difficultés.

La gestion des données est un second écueil. Tous les archéologues ne gèrent pas leurs données de la même façon. Le nombre d'années nécessaire pour mettre en place le plan de rangement des Nas est révélateur des difficultés dans ce domaine.

L'usage de métadonnées devrait aussi se développer. Mais il reste encore à convaincre les personnes concernées de l'intérêt à saisir ces métadonnées. L'évolution récente de Caviar va dans ce sens, à travers les liens établis avec le SGA et avec Dolia.

Il faut aussi évoquer les choix faits sur les matériels, en veillant à ce qu'ils soient adaptés aux besoins des utilisateurs, et en sachant que les pratiques sont très variées. La gestion du matériel informatique semble problématique. Il faudrait améliorer ce point.

L'accompagnement par la hiérarchie est aussi un point important qui favorise ou au contraire limite le déploiement de moyens et de compétences numériques.

5. Remarques et commentaires

Caroline souhaite souligner que la volonté de travailler en équipe est essentielle avant tout déploiement d'outils et de compétences numériques. S'il n'y a pas de volonté de travailler ensemble, ce déploiement se fera difficilement. Il faut aussi que les individus soient disposés à comprendre les autres et à se faire comprendre d'eux. Le numérique est un des outils les plus entraînants dans le travail d'équipe car il permet de fédérer toutes les disciplines de l'archéologie.

Entretien avec : Souen Fontaine, Inrap Direction Scientifique et Technique (Siège)
Date de l'entretien : 06/01/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h00
Heure de fin de l'entretien : 11h55

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 44 ans
- Dit avoir été plutôt une « mauvaise élève »
- Elle a passé son bac en 1996
- Elle a découvert la plongée entre 16 et 19 ans jusqu'au monitorat et instructorat
- Elle a pratiqué la plongée dans différentes écoles en France et à l'étranger
- Mais elle a trouvé que la plongée seule ne lui suffisait pas
- Elle a souhaité reprendre des études lui permettant de combiner la plongée avec un domaine d'intérêt
- Elle s'est inscrite à l'université de Montpellier 3 en 1998 en histoire de l'art et archéologie puis une double licence en histoire de l'art contemporain et archéologie antique
- Elle s'est adressée au laboratoire du Centre Camille Julian à Aix-Marseille
- Elle a pu travailler sur des chantiers en plongée profonde
- Le DRASSM travaillait alors sur des chantiers en plongée profonde, notamment aux Embiez et à Giens (Grand Ribaud F)
- En 2001, elle s'est inscrite à l'université d'Aix tout en travaillant sur les opérations du DRASSM. Elle a pu travailler sur un sujet du commerce du verre dans l'antiquité en maîtrise et en DEA à partir du site d'Olbia en Provence sous la direction de Daniel Foiy et de Michel Bats
- Elle a pu préparer sa thèse sur le même sujet et a pu obtenir une allocation de thèse en 2004
- Mais pendant les premières années de sa thèse, elle s'est beaucoup investie dans la création de l'association Arkaeos pour fédérer la nouvelle génération d'archéologues maritimes en Méditerranée, - Plusieurs projets avec des financements du Ministère de la Culture
- Création de la société Ipso Facto en 2007 (agrément opérateur archéologie préventive en milieu immergé)pour la réalisation de plongées en milieu subaquatique alors que l'Inrap n'avait pas encore créé de service subaquatique
- Le DRASSM l'a sollicitée pour la création d'un atlas (Atlas PALM[73]) de l'archéologie sous-marine sur la façade maritime méditerranéenne comme une sorte de parallèle de la carte archéologique nationale et de la base Patriarche, sous la forme d'une base de données dans un objectif de valorisation de l'information à destination du public. Si l'atlas a été réalisé, la base de données s'est finalement appuyée sur Patriarche.
- Elle a continué à travailler avec la société IKSIS qui a développé l'interface de l'atlas PALM et Julien Mahoudeau d'ALTEARCH-Médiation

[73] http://www.atlaspalm.fr/

- En revanche, c'est Franca Cibecchini qui a pris la suite du développement des notices de l'atlas dont une nouvelle version de l'atlas doit être prochainement publiée
- En 2011, elle a quitté la direction d'ipso Facto et l'association Arkaeos pour terminer sa thèse
- En juin 2012, elle a soutenu sa thèse
- Elle avait été sollicitée par l'IDEX d'Aix-Marseille pour coordonner le Master Momarch, diplôme de master international en archéologie maritime nouvellement créé mais finalement elle a choisi d'intégrer le DRASSM en 2013 comme responsable de la façade méditerranéenne et comme coordinateur du master international MOMArch[74]
- Elle a eu aussi une mission de pilotage de la refonte de l'archéologie préventive en mer pour faire évoluer les textes et développer la méthodologie d'intervention sur les évaluations archéologiques offshore (survey géophysique + expertise ROV), avec Michel L'Hour et Frédéric Leroy
- Elle a piloté la refonte des protocoles de la plongée hyperbare archéologique
- En 2018, les textes législatifs concernant la liquidation de la redevance d'archéologie préventive sont passés dans le Code du patrimoine
- A partir de cette date, la SDA, le DRASSM et l'Inrap ont souhaité développer l'activité subaquatique
- Elle est restée au DRASSM jusqu'en 2019
- Elle est devenue responsable du pôle subaquatique de l'Inrap en octobre 2019, chargée de mettre en œuvre toutes les opérations d'archéologie subaquatique, soit dans le domaine maritime sur prescription du DRASSM, soit dans le domaine fluvial sur prescriptions des SRA[75]
- Elle a organisé l'activité du Pole subaquatique et son activité. Jusqu'en 2019, il n'y avait que deux opérations réalisées par an. En 2020, il y en a eu une trentaine d'opérations et une vingtaine en 2021. En moyenne, il devrait y avoir environ 15 à 25 opérations par an. Dans l'ensemble, les SRA semblent un peu moins disposés à la prescription d'opérations subaquatiques en milieu fluvial. Un travail de sensibilisation devrait être produit prochainement pour conduire les SRA à prescrire davantage.

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Souen est arrivée dans le milieu estudiantin en même temps que s'est développée l'informatique pour tous. Elle a rédigé ses mémoires sous format directement informatique. De même elle a très rapidement adopté des outils numériques pour de la DAO dès sa première année de mastère où elle y a été formée. De même pour l'utilisation des outils de présentation de type Powerpoint.

Elle a été formée au LAMM à Aix par des collègues qui y étaient déjà formés notamment pour la DAO à Illustrator, de même que pour les outils de géomatique

Souen dit qu'elle perd du temps à découvrir par elle-même.

[74] http://momarch.hypotheses.org/

[75] L'Inrap est le seul opérateur agréé pour l'archéologie subaquatique. A ce jour, aucune collectivité locale ne dispose d'agrément sur la zone maritime, domaine de l'Etat. Le nombre d'opérations reste restreint. Il existe deux opérateurs privés agréés, Ipso Facto et EVEHA.

Souen affirme qu'elle a une utilisation assez basique de l'informatique, surtout pour des logiciels de bureautique, de DAO et de géomatique. Mais elle ne se dit pas une « aventurière de l'informatique »

Souen pense que ce n'est pas une histoire de génération mais un intérêt limité qu'elle trouve avec le temps à découvrir par elle-même les possibilités des dispositifs numériques. S'il y a un intérêt au départ pour un nouvel outil pour en découvrir les possibilités, elle reconnaît qu'elle s'adresse souvent à des collègues pour connaître telle ou telle fonctionnalité

Souen souligne que le « bricolage » entre collègues fonctionne souvent dans de nombreux domaines et pas seulement pour le numérique

Souen reconnaît qu'elle a probablement manqué de suivre des formations à des outils informatiques et qu'elle a perdu beaucoup de temps à découvrir par elle-même les possibilités des outils

Aujourd'hui elle ne passe plus autant de temps à découvrir par elle-même de nouveaux outils comme la photogrammétrie

Aujourd'hui les outils numériques font partie de l'environnement de travail des archéologues et qu'il n'est pas possible de s'en passer, que ce soit pour la messagerie ou la restitution 3D. Ces outils apportent incontestablement de nouvelles façons de travailler

En revanche, Souen trouve que ces outils numériques ne sont pas assez utilisés comme outils de réflexion et d'abstraction dans certaines activités de recherche

Ainsi, Souen évoque un projet sur Fos pour lequel elle aimerait faire un essai de restitution au grand public en 3D d'un paysage sur un site en milieu subaquatique qu'il n'est pas possible de visualiser actuellement. Souen pense que ce qui est utilisé pour le grand public est souvent risqué. Cela fige une image qui n'est souvent qu'une hypothèse. Or selon le degré de pertinence des données qui ont été utilisées, le risque existe de faire prendre ces restitutions pour des certitudes

Pour l'archéologie subaquatique, l'invisibilité des vestiges et des sites est très souvent un problème. L'usage de la géophysique en archéologie subaquatique ouvre de nouvelles perspectives pour accéder à des vestiges largement invisibles dans la plupart des cas. C'est ce que la cellule subaquatique de l'Inrap va pouvoir développer avec l'arrivée de l'agent qui dispose de ces compétences qui a été recruté en 2021.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Souen estime qu'il faudrait que l'apprentissage des outils numériques soit davantage enseigné à l'université mais en insistant sur les possibilités et les limites de ces outils et de leurs résultats

L'enjeu est de permettre aux archéologues de savoir ce que permettent de faire ces outils numériques mais sans avoir à savoir le faire eux-mêmes

Cela permettrait d'affiner la nécessité de demander le recours à ces outils dans les prescriptions d'abord mais aussi dans la réalisation des opérations et des études, ainsi que des restitutions des résultats des opérations

Concernant l'ouverture des données pour l'archéologie maritime, Souen se dit favorable sur le principe. Mais elle insiste sur le risque de voir certains sites exposés à des pillages du fait de l'ouverture des données. C'est une forte limite à l'ouverture des données car pour le domaine maritime il est presque totalement impossible de surveiller les sites potentiellement concernés. Le DRASSM est a priori opposé à cette ouverture des données, y compris pour l'ouverture des rapports d'opération sur Dolia

Souen souligne que l'interdisciplinarité avec des professionnels et spécialistes du numérique mériterait d'être développée mais comme pour toute démarche interdisciplinaire il faudrait que le

dialogue puisse s'établir. Or parfois aller chercher des spécialistes qui ne maîtrisent pas les fondamentaux de l'archéologie risque de faire perdre du temps. On risque d'avoir à faire à des spécialistes avec lesquels le dialogue risque de ne pas être fructueux car ces spécialistes ne sont pas toujours disposés à s'ouvrir aux savoirs et savoir-faire de l'archéologie. Il conviendrait que les archéologues soient davantage formés à l'interdisciplinarité dès l'université et tout au long de leur parcours professionnel, tout comme devraient l'être les autres professions.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Les principaux verrous sont la difficulté de dialogue avec des spécialistes des différents outils numériques.

Il existe aussi un risque de la simplification dans l'usage de certaines images numériques, surtout lors de la restitution. Certaines de ces images sont présentées comme des vérités sans accompagnement permettant de relativiser leur pertinence et leur crédibilité.

Même si le « bricolage » peut être utile dans la manipulation de certaines images est nécessaire pour le travail de recherche, il faut veiller à ne pas créer du faux dans les restitutions présentées au public.

Il faudrait davantage de formations aux possibilités des outils numériques, même si c'est sous forme de sensibilisation.

Il faudrait aussi augmenter le temps consacré à des réflexions et à des échanges interdisciplinaires autour des usages de certains outils numériques.

Entretien avec : Sébastien Gaime, Inrap Clermont-Ferrand
Date de l'entretien : 17/11/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h30
Heure de fin de l'entretien : 16h25

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 54 ans
- A commencé l'archéologie en même temps que des études d'histoire de l'art à Clermont
- S'est spécialisé en licence en archéologie à Lyon 2 en 1988-89, puis une maîtrise d'archéologie en 1989-90 et un DEA en 1994.
- A commencé dans l'archéologie préventive en Isère sur lequel il a réalisé son mémoire de maîtrise qui consistait en un inventaire sur le terrain des maisons fortes du XIVème siècle
- Il a eu sa première autorisation de sondage en 1990
- Il a été objecteur au SRA d'Auvergne entre 1992 et 1994
- Il a alors décidé de se lancer dans la profession et a rencontré les premiers mouvements sociaux de l'archéologie
- Il s'est inscrit en DEA d'archéologie. Comme objecteur il a fouillé un sarcophage à Olby dans le Puy-de-Dôme qui s'est révélé un site funéraire dont il a été titulaire de l'autorisation de fouille
- En 1994 il a soutenu son DEA
- Il a enchaîné les contrats Afan sans interruption
- Il a obtenu son CDI à l'Afan en 1995
- RO jusqu'en 2018 où il devient DAST

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Assez tôt dans sa carrière, Sébastien a participé à la grosse fouille pluriannuelle de Larina comme encadrant de jeunes archéologues dans les années 1989 à 1992 où il a travaillé de façon plus ou moins régulière. L'opération ayant des moyens financiers conséquents, des Mac étaient disponibles sur cette opération.

À cette occasion, Sébastien a côtoyé une professeure de géographie qui avait été embauchée spécialement sur cette opération pour mettre en œuvre un programme de cartographie informatisée

Au fur et à mesure, il a assez vite évolué dans ses compétences notamment dans le maniement d'ordinateurs.

Il a acheté son premier ordinateur à la sortie de la période d'objection de conscience (1993).

Il a utilisé cet ordinateur pour le traitement de texte et la DAO en parallèle.

Dans cette fouille programmée, il a été formé à la topographie et a utilisé un théodolite.

En 1992, il a commencé à découvrir SysLAT qui venait de sortir (cf. Lattara 4). Il s'en est inspiré sur l'opération d'Olby sur laquelle il a mis en œuvre FileMaker avec un collègue (Eric Rouger Inrap). Ils ont développé une application en s'appuyant sur un modèle relationnel pour la saisie d'US sur le principe de SysLAT.

Au même moment, il a découvert l'usage d'appareils photographiques dont les impressions papier étaient scannées, ainsi que les premiers appareils Numérique (Kodak)

Assez tôt, Sébastien a ressenti qu'il devait rester prudent dans l'usage de l'ordinateur tout en essayant ces nouvelles technologies. Il a tenu à conserver la production d'archives de fouille non numériques en même temps d'archives numériques.

Sébastien considère qu'il y a deux révolutions.

La révolution numérique a consisté en l'informatisation des données topographiques, portant sur des grandes surfaces, ce qui n'aurait pas été possible sans l'informatique.

Le fait de pouvoir traiter des fiches et des photographies sous forme numérique dans des bases de données relationnelles constitue une autre révolution.

Comme dessinateur sur plusieurs chantiers, Sébastien s'est beaucoup interrogé sur l'intérêt de mettre au propre des minutes de terrain avec un logiciel alors qu'elles étaient déjà de grande qualité.

Sébastien a constaté qu'une partie des personnels de l'archéologie à l'époque étaient décalés par rapport à la révolution de l'informatique qui s'est manifestée dans les années 1990. Il cite le cas d'un conservateur qui considérait que l'utilisation d'un théodolithe et le traitement informatique des données n'était pas indispensable.

Avec le numérique, Sébastien considère que l'archéologie a atteint un niveau de précision qui lui a permis de mieux revendiquer son statut de science humaine.

Il cite le cas d'un collègue archéomètre qui lui a expliqué les notions d'erreurs et de précision en fonction du but recherché, ainsi que les possibilités de certains appareils de levés topographiques alors que les levés sur de grandes surfaces ne le demandaient pas forcément.

Sur les dessins pierre-à-pierre, Sébastien a essayé de voir si le numérique permettait vraiment de dégager du temps, notamment sur les chantiers d'opérations de sites médiévaux. Ainsi, Sébastien a participé à plusieurs expérimentations méthodologiques notamment l'usage de photographies scannées et redressées à l'aide de points topographiques puis redessinées sous Illustrator. Pour lui, les gains de précision sont démontrés. Mais cela n'empêche pas une certaine réserve par rapport à certains types de restitution notamment en photogrammétrie.

Il ne faut pas considérer une photographie comme plus juste que le regard ou le dessin d'un archéologue. Mais comme une autre manière de produire des relevés. De même le dessin n'est pas plus juste que la photographie. Il s'agit d'un relevé d'un dessinateur, qui est donc le résultat d'une interprétation. Il s'agit donc surtout d'adapter les moyens, tous les moyens qu'ils soient numériques ou autre au but recherché.

Les logiciels de 3D sont aussi une autre révolution récente de l'informatique appliquée à l'archéologie. Il a ainsi travaillé dès 2012 avec un chercheur d'un laboratoire d'informatique de Clermont[76] pour des essais avec les premières versions du logiciel PhotoScan.

En revanche, Sébastien avoue qu'il n'a jamais été convaincu par les SIG et qu'il reste dubitatif sur ce type d'outil.

[76] Christophe Bascoul, Isima, Dominique Allios Rennes 2 (https://sites.google.com/site/3darcheo/home et https://sstinrap.hypotheses.org/1232)

Sébastien cite les travaux de son collègue Eric Rouger qui a publié dans *Le médiéviste et l'ordinateur* un article posant la question de la marge d'erreur dans l'usage d'outils informatiques[77].

Sébastien a aussi travaillé avec des chercheurs de sciences dures et naturalistes qui ont une approche différente de la sienne sur les notions de précision et de marge d'erreur.

Du fait de ses compétences croissantes dans l'usage d'outils informatiques, notamment sur le site d'Olby sur lequel chaque année une trentaine d'étudiants étaient accueillis, Sébastien a tenu à former ces étudiants à ces outils. Dans ses interventions à l'université, il a aussi eu l'occasion d'évoquer les révolutions de l'informatique.

Il a assuré aussi une initiation à Illustrator à des licences 2 et 3 en archéologie à Clermont.

Pour Sébastien, il convient de s'interroger surtout sur ce qu'on veut faire avec le numérique en archéologie. Est-ce que la dimension esthétique doit être maintenue ou pas. Est-ce que les nouvelles normes de production de la documentation archéologique sont aussi pertinentes que cela alors qu'elles n'ont pas été suffisamment discutées et que la critique des précédentes n'a pas été suffisamment argumentée.

Pour la 3D, Sébastien souligne que ses usages doivent être discutés pour ne pas oublier les limites de ces outils, malgré tout l'intérêt des résultats qu'elle permet.

Enfin Sébastien s'interroge sur la disparition de la maîtrise de la construction des diagrammes de Harris chez les étudiants actuels.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Sébastien considère que le numérique va dans le sens de l'évolution des pratiques des archéologues mais il manque de retours d'expériences sur certaines de ces pratiques.

Quels sont les moyens alloués ? Quels sont les échecs et leurs raisons ?

Il faudrait disposer de lieux d'échanges entre archéologues dans ces domaines. Il en existe déjà certains parmi lesquels un sur le traitement de grands ensembles de mobilier auquel il a participé (Luc Bourgeois, Benedicte Guillot) https://www.inrap.fr/fouille-etude-et-inventaire-les-grands-ensembles-mobiliers-en-archeologie-13512.

Sébastien s'étonne que le mot numérique en archéologie semble être synonyme de solution et de réussite et ne pas souffrir de discussions sur ses limites et ses problèmes.

Sébastien cite l'exemple d'une opération sur laquelle il a fait un relevé en photogrammétrie sur un minaret sur lequel il a aussi fait des relevés pierre à pierre pour comparer les deux méthodes. La comparaison a montré des limites dans les restitutions et les résultats de la photogrammétrie, notamment les masses de données considérables qu'on ne sait pas toujours traiter et qui réclament des moyens parfois considérables. De plus, le choix des moyens doit succéder à la définition de la problématique scientifique.

Pour ces raisons, Sébastien considère qu'il faut développer les formations, mais aussi les réseaux de compétences, les revues, etc. autour des pratiques numériques.

Toutes les pratiques numériques posent la question de l'administration de la preuve des discours archéologiques. Les évolutions récentes vont vers un réalisme croissant de la restitution des travaux des archéologues, sans qu'ils s'interrogent pour autant sur les implications épistémologiques. L'usage des

[77] Eric Rouger, Image numérique et archéologie. In *Le médiéviste et l'ordinateur*, Année 1994, 29, pp. 7-11

photographies numériques, et a fortiori de la 3D, pose le problème de la preuve archéologique que ce type d'image prétend documenter et du discours de vérité qu'elle est sensée alimenter.

Par sa participation à des commissions de recrutement de nouveaux agents et par les nombreux CV qu'il reçoit, Sébastien a le sentiment que les candidats font preuve d'une relative prudence dans l'affirmation de leurs compétences numériques.

Sébastien souligne qu'il faut pouvoir s'appuyer sur de vraies compétences numériques mais sans pour autant être soi-même doté de toutes ces compétences. Il convient donc de savoir à qui s'adresser le moment venu et si besoin, si on doit s'interroger sur la qualité et la pertinence des outils et leurs résultats.

Sébastien se souvient d'une conférence à l'occasion d'un séminaire de la MSH de Clermont sur le numérique en archéologie du bâti, où beaucoup d'intervenants avaient fait une présentation de leurs travaux sans présenter les outils mis en œuvre.

Concernant l'accès aux données et rapports d'opération, Sébastien souligne l'évolution récente dans la consultation documentaire pour l'archéologie qu'a constitué l'internet qu'il considère comme une autre révolution pour le domaine.

Pour l'ouverture des données, Sébastien considère que les données archéologiques sont déjà des données publiques et qu'il n'y a pas à s'interroger sur leur diffusion. Le problème est la place de la publication qui reste encore importante dans la communauté archéologique, où la propriété intellectuelle des découvertes reste le sujet le plus sensible.

Le passage par la publication papier reste un passage obligé pour la majorité des archéologues qui doivent publier régulièrement pour être reconnu par leurs pairs.

Mais il faudrait inciter à la publication des données sur un temps court après les travaux. Le numérique doit y aider.

Il manque nettement d'information, de formation, de sensibilisation qui permettraient de lever les craintes et phantasmes de désappropriation des données et publications des archéologues.

Sébastien a remarqué que lui-même a beaucoup gagné dans sa visibilité en communiquant beaucoup au cours de sa carrière.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Sébastien considère que la pratique numérique en archéologie est insuffisamment interrogée, surtout sur les échecs, les problèmes rencontrés.

Face à la possibilité de la pléthore d'outils utilisables, il faudrait développer une vision critique des usages de ces outils et de leurs résultats.

Il manque des professionnels de profil techniciens, qui savent manipuler correctement des outils numériques. Il y a une sorte de surenchère dans les logiciels. Le monde numérique va de plus en plus en vite et impose son rythme aux pratiques numériques sans qu'elles aient toujours le choix d'utiliser tel logiciel ou telle version d'un logiciel.

L'autre problème est que l'Inrap laisse les agents utiliser des moyens personnels dans une partie de leurs pratiques (ordinateur, drone, etc.). Il y a donc clairement un problème d'adéquation de moyens avec les objectifs à atteindre Et le discours officiel.

Par ailleurs, il manque de réflexion aboutie sur les conditions d'archivage pérenne et de réutilisation des données, notamment les inventaires de milliers de photographies.

Là aussi, beaucoup d'archéologues ont leurs propres moyens de sauvegarde de leurs données. L'Inrap devrait donc investir davantage dans les moyens nécessaires à l'essor de pratiques numériques adaptées aux exigences de production de savoirs archéologiques de qualité.

L'offre de formation interne est la seule à pouvoir pallier les lacunes actuelles dans les pratiques numériques de certains agents. Les investissements importants faits en matière de SIG montre que l'Inrap a été capable d'investir de façon massive dans ce domaine. Il est clair qu'il pourrait le faire dans les autres domaines du numérique.

Concernant les outils de gestion administrative et de planification, Sébastien reconnaît qu'il ne les utilise pas car il les considère comme inefficients.

Pour terminer, Sébastien s'interroge sur la façon dont le numérique modifie les pratiques de terrain, notamment en termes de gain liés à l'usage d'outils numériques. Est-ce que les discours archéologiques sont comparable selon les surfaces et la nature des opérations.

5. Autres points et commentaires

L'outil spatial Illiad (variante de caviar) développé par Fabrice Muller et Eric Plassot avec Anne Moreau (sauf erreur) est d'une grande efficacité. Il s'agit d'un SIG regroupant tous les arrêtés de diags et de fouilles avec une fiche synthétique par simple clic. Encore une fois l'ancienne version (novembre 2021) était plus performante que la nouvelle : le mieux reste l'ennemi du bien...

Entretien avec : Dominique Garcia, Inrap (Président de l'Inrap)
Date de l'entretien : 15/09/2021
Modalité de l'entretien : en présentiel
Heure du début de l'entretien : 9h
Heure de fin de l'entretien : 10h

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 59 ans
- 1989 : Docteur en Histoire des civilisations (Archéologie méditerranéenne) de l'université Paul-Valéry (Montpellier III), spécialiste de la Protohistoire européenne et de la Gaule préromaine
- 2000 : Habilité à diriger les recherches par l'Université d'Aix-Marseille (UAM)
- Professeur des universités (archéologie ; Chaire d'Antiquités nationales et de Protohistoire européenne) à l'UAM
- Responsable, après Michel Py, de la fouille du site portuaire antique de Lattes - Lattara
- Ancien directeur du centre Camille Jullian à la MMSH
- 2011 : nommé membre senior de l'Institut universitaire de France (spécialité Protohistoire méditerranéenne).
- 2012 à 2014 : Vice-président du CNRA
- 2012-2013 : Président de la commission d'évaluation scientifique, économique et sociale de l'archéologie préventive.
- Depuis 2014 : Président de l'Inrap

2. **Vos pratiques et vos compétences numériques : formations, accompagnement, pratiques, outils, valeurs associées**

Dominique Garcia (DG) se considère plus démuni que ce n'était le cas il y a 10 ou 15 ans dans sa capacité d'analyse critique et d'évaluation de la performance des outils numériques en archéologie.

Aujourd'hui il s'appuie sur la DST de l'Inrap pour disposer d'avis d'experts dans ce domaine.

DG a soutenu sa thèse en 1989. Toute sa thèse était sous format électronique (tableurs, Illustrator, Photoshop) dans la prolongation de ses travaux aux côtés de Michel Py sur Lattes.

Lors de la publication de la thèse par le CNRS en 1992, celui-ci ne disposait pas encore des moyens techniques numériques adaptés pour une publication électronique.

DG pense qu'il n'est plus dans son activité d'utiliser lui-même des outils numériques.

Son apprentissage des outils numériques s'est fait essentiellement par auto-formation, par « bricolage ».

Aujourd'hui, lorsqu'il participe à des jurys de thèse, il part du principe que les usages des outils numériques sont *a priori* adaptés. Ce n'est plus ce sur quoi il procède à l'évaluation du travail présenté.

DG estime qu'il n'est plus crédible sur l'évaluation des outils numériques. Pour autant il pense que les usages des outils numériques par les archéologues mériteraient un regard critique, un diagnostic sur leur pertinence dans la partie opérationnelle, le rendu du rapport, l'archivage des données, dans la mise en perspective des résultats de la thèse.

Considérant l'acquisition des compétences numériques, DG considère qu'il fait confiance aux experts même s'il peut ressentir un certain manque, une certaine frustration du fait qu'il ne dispose plus des capacités à enrichir ses propres compétences car il n'en a plus le temps.

Sur l'enseignement aux outils numériques, DG a l'impression que les enseignants en archéologie ont très tôt adapté leurs enseignements aux nouvelles possibilités offertes par l'informatique. Ils n'ont pas fait preuve de rejet sur la nécessité de proposer aux étudiants des enseignements sur ces outils qui ont été assez tôt intégrés dans les maquettes des enseignements, notamment dans ceux dans lesquels DG intervient depuis 1992.

L'ambition initiale était importante. Mais DG a le sentiment que peu à peu cette ambition s'est dégonflée, que des outils « superficiels » se sont imposés même si l'évolution n'a pas été linéaire. Il semble que le niveau d'exigence en compétences numériques des archéologues aujourd'hui semble moindres qu'il ne l'était autrefois (Arcelin, Py, Ginouvés).

Que ce soit au CNRS ou à l'université, DG pense que l'offre de formation continue sur les outils numériques, est importante, hiérarchisée. Dans ces organisations, les archéologues ont la possibilité de se maintenir à niveau et d'accroître leurs compétences numériques.

A l'Inrap, DG a le sentiment que l'appropriation des compétences numériques relève d'une forme de pragmatisme et que l'adoption de ces compétences n'est pas encore assez organisée, pensée ni suffisamment mise en perspective.

DG s'est rendu en 2020 sur un des chantiers de la région des Hauts-de-France. Il y a découvert comment la responsable de recherches archéologiques utilise un outil libre de Google pour mettre en forme ses compte-rendu, les partager, les présenter; c'est là un usage qu'il voudrait voir se développer.

DG considère que si les archéologues sont habitués au « bricolage » en complément des autres modalités d'apprentissage et de mise en œuvre de leurs savoir-faire, cela ne pose pas de problème. En revanche, quand le « bricolage » remplace la norme, cela peut générer des difficultés.

Systématiquement, les outils numériques les plus récents de l'exploration archéologique (géophysique, Lidar, etc.) sont demandés par la presse, les tutelles, les réalisateurs.

Pour DG, les priorités de la formation des archéologues seraient plutôt à orienter du côté des connaissances, des savoirs archéologiques et moins du côté des compétences numériques.

Il y a un côté « bling-bling » de ces outils. L'archéologue se devrait d'être un chercheur du 4ème millénaire. Certains des archéologues acceptent, avec plus ou moins d'appétence, de se mettre en scène comme des archéologues du futur, maîtrisant les nouvelles techniques numériques comme le drone. Or, les archéologues sont à peine rentrés dans le 3ème millénaire.

L'usage de certains outils numériques (ex. les SIG, peut-être aussi les drones) semblent avoir entraîné une régression dans certaines types d'étude (ex. l'analyse de l'espace).

DG cite le cas d'un archéologue qui utilise les relevés par drones pour avoir une première représentation de l'espace du site archéologique mais ensuite, sur le terrain, il reconsidère sa perception de l'espace et ne s'en remet pas uniquement à l'image donnée par les relevés par drone.

3. Quelles sont les évolutions souhaitables en matière de compétences et de pratiques numériques pour l'archéologie et pour les archéologues ?

Les pratiques numériques doivent être mieux accompagnées pour être plus performantes et vérifier qu'elles répondent aux besoins des archéologues.

Il faut insister sur le fait que l'archéologie est une science humaine et qu'elle doit le rester en limitant l'impact de dérives numériques sur les pratiques scientifiques et les raisonnements méthodologiques.

La dimension patrimoniale et de conservation des données numériques est essentiel.

Concernant l'ouverture des données de l'archéologie, DG se dit favorable à 100% au mouvement de la science ouverte. En revanche, la responsabilité de DG comme Président de l'Inrap est très grande, parce qu'il devrait pouvoir se prononcer sur la qualité des données. Or il ne le peut pas. Il ne peut donc pas assumer seul leur diffusion, et prendre le risque que les données se révèlent de médiocre qualité. Il faudrait donc mettre en place des critères de qualité et des procédures capables d'évaluer cette qualité et être en mesure de l'améliorer autant que possible. Il faudrait ainsi pouvoir procéder à un tri des données sur la base de leur qualité à l'image de ce qui commence à être fait sur le mobilier selon divers critères (intérêt, rareté, état, etc.).

La question est de savoir si ce travail sur la qualité et le tri des données doit relever de certains métiers ou si ce devrait être une aptitude à acquérir pour les métiers existants.

Quoiqu'il en soit, DG estime que plusieurs des métiers de l'archéologie vont évoluer en prenant en compte les nécessités d'une gestion rationnelle des données archéologiques.

Concernant les discours d'assignation de compétences numériques par classes d'âge, DG ne croit pas du tout à la pertinence de ces discours. Il cite le cas de plusieurs cas d'archéologue âgés qui ont su acquérir de fortes compétences numériques. Ce qui gênerait DG dans les nouvelles recrues, ce serait un archéologue qui prétendrait pouvoir se passer des outils numériques.

4. Quels sont les principales difficultés, les contraintes, les verrous, les risques en matière de compétences et de pratiques numériques pour les archéologues ?

DG évoque en premier lieu les risques d'une archéologie qui se perdrait dans des usages excessifs d'outils numériques qui doivent être repérés et corrigés.

DG cite l'exemple du PCR de Nîmes dans lequel l'ensemble des chercheurs, certains dotés de fortes compétences numériques, et d'autres moins, ont su échanger autour des compétences mises en œuvre, grâce au travail d'équipe. C'est ainsi que les risques de dérives liés à des usages excessifs et inadaptés d'outils numériques ont pu être maîtrisés et limités. De telles limitations devraient aussi apparaître dans les cahiers des charges.

En termes épistémologiques, DG pense que le numérique ne constitue pas une révolution scientifique. Il n'y a pas de rupture radicale dans la discipline qui serait due au numérique. Au contraire, DG estime que lorsque la notion de révolution numérique est mise en avant, c'est surtout pour s'approprier ce domaine, comme un territoire de compétences d'experts au détriment de ceux qui n'ont pas les mêmes compétences numériques.

Les archéologues doivent exercer leur capacité à réguler les usages numériques, notamment les plus excessifs, les plus déraisonnables. C'est comme cela que le numérique ne sera pas à l'origine d'une crise de la discipline. Tant que des archéologues seront capables de réaffirmer les fondamentaux, les risques de crise d'origine technique resteront très limités.

Entretien avec : Jean-Luc Gisclon, Inrap Bron
Date de l'entretien : 25/05/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 12h00
Heure de fin de l'entretien : 13h00

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 65 ans

- A commencé l'archéologie funéraire à l'université Paul Valéry à Montpellier lors d'un stage en 1980 avec Henry Duday sur une fouille dans le Gard (Corconne), puis dans l'Aude (Villedubert), en 1981 et 1982 sur les mêmes fouilles, puis en 1982 à l'université de Bordeaux I au laboratoire d'anthropologie en parallèle à un DEA de Géologie du Quaternaire.

- A fouillé aux Rivaux (Haute-Loire) sur le chantier de fouille programmée dirigé par Jean-Pierre Daugas à partir de 1983 puis sur le chantier de fouille programmée de La Coste à Saint-Haon (Haute-Loire) de 1983 à 1989. Myriam Philibert en était la responsable la première année et il en est devenu responsable les années suivantes

- A participé à sa première opération d'archéologie préventive en 1985 avec Joël Vital et Jean-Louis Voruz à Montagnieu *Le Pré de la Cour* (Ain)

- A participé à l'opération d'archéologie préventive de Pontcharaud (Clermont-Ferrand) en 1986 puis à différentes autres opérations notamment sur l'autoroute A42

- A intégré l'AFAN en CDI en 1996 puis l'Inrap à sa création en tant qu'archéo-anthropologue.

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Jean-Luc a découvert ce qu'est un ordinateur (Amstrad et Macintosh) à la DRAC de Clermont-Ferrand au milieu des années 1980 au contact de collègues

Il en a acheté un à titre personnel à la fin des années 1980 sur lequel il s'est autoformé à FileMaker Pro, notamment au contact d'un collègue qui maîtrisait cet outil.

Lorsque la DAO s'est développée, Jean-Luc a fait un stage sur Adobe Illustrator. Il a aussi fait un stage sur Excel et deux stages en statistique (un financé par l'Afan, un par l'Inrap) et récemment sur les SIG.

Il n'a jamais eu l'occasion de transférer ses compétences auprès de collègues ou d'étudiants.

Jean-Luc a estimé qu'au départ la DAO lui prenait beaucoup de temps, mais maintenant il reconnaît qu'elle lui permet un gain de qualité par rapport au stylo à plume Rotring qu'il utilisait avant.

Pour la photogrammétrie qui se développe beaucoup actuellement, si Jean-Luc reconnaît qu'elle permet des gains de temps indéniables, elle se traduit aussi par la perte d'un savoir-faire parce qu'elle implique une lecture différente des photos par rapport à la lecture traditionnelle qu'on peut faire sur le terrain quand on en a le temps. Mais pour le post-fouille, le temps gagné sur le terrain dans l'acquisition des données entraîne souvent un temps supplémentaire nécessaire pour le traitement des données de terrain.

Jean-Luc parle d'une différenciation des compétences selon les générations. Il affirme que les jeunes semblent être mieux formés à l'université et semblent pouvoir se servir très rapidement des outils numériques, notamment les SIG. Il en profite pour souligner que les dernières fonctionnalités de dessin disponibles dans un logiciel de SIG comme QGis facilitent encore plus le traitement des données jusqu'à leur restitution.

Jean-Luc insiste sur le problème de stockage des données notamment de la photogrammétrie qui sont très volumineuses. Il faudrait trouver une solution pour transmettre des fichiers lourds, notamment vers les SRA lors du versement des données.

Jean-Luc reconnaît n'a jamais vraiment eu l'occasion d'échanger avec des collègues sur leurs pratiques numériques ni sur la façon dont il faudrait s'interroger sur leurs limites. La nécessité de réduire au maximum le temps passé sur le terrain, implique de ne pas avoir le temps de s'interroger sur les outils ni sur les pratiques numériques. Il ne faut pas perdre de vue que ce ne sont que des outils.

Sur l'enregistrement numérique de terrain, lors du diagnostic d'un grand ensemble funéraire, Jean-Luc a eu une expérience sur tablette avec une base de données sous FileMaker qu'il a développée. Mais le temps de saisie s'est révélé trop long. D'autres agents semblent avoir eu plus de succès sur des petits ensembles funéraires.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

La division du travail lié aux pratiques numériques que Jean-Luc observe peut poser des problèmes. Il faudrait réunir davantage les acteurs pour discuter des pratiques numériques et mettre davantage de débats, de lieux et de temps d'échanges, de discussions, de réunions entre spécialistes et responsables d'opérations sur ces pratiques numériques.

A propos de la formation des archéologues à des outils numériques, il conviendrait de la renforcer, surtout pour ceux qui sont moins à l'aise que d'autres.

Concernant la reconnaissance des compétences numériques des archéologues, Jean-Luc pense qu'elles devraient être davantage mises en avant, davantage valorisées.

Sur le sujet de la science ouverte, Jean-Luc considère qu'il faut diffuser les données archéologiques, que l'archéologie y a tout intérêt.

Il faudrait aussi que de nouveaux métiers liés aux pratiques numériques émergent comme les géomaticiens et les photogrammètres et qu'ils soient reconnus comme tels parce qu'ils deviennent un maillon indispensable et de haute compétence dans la production et l'exploitation de données numériques.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Si les formations à des outils numériques existent bien, Jean-Luc considère qu'il manque trop de temps pour les mettre en œuvre concrètement sur les opérations.

Il conviendrait aussi que les formations aux outils numériques incluent une formation à l'esprit critique sur ces outils.

Il faudrait veiller enfin à la façon dont les outils numériques risquent d'introduire une sorte de dérive dans les pratiques scientifiques, notamment dans le fonctionnement des équipes de travail, avec le risque d'une division entre les plus et les moins experts.

5. Autres points et commentaires

Je ne regrette pas de ne plus faire de dessin en plan de squelette sur le terrain puisque c'est pris en charge par la photogrammétrie. Par contre je pense qu'il est préférable de toujours dessiner les coupes d'une fosse funéraire, en particulier lorsqu'il s'agit de crémation, car la lecture des couches est plus fine, plus juste sur le terrain.

Entretien avec : R. Grégoire-Debusscher, Inrap Le Mans

Date de l'entretien : 12/07/2021

Modalité de l'entretien : en visio

Heure du début de l'entretien : 14h

Heure de fin de l'entretien : 15h30

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 55 ans

- Régine a suivi une licence et un master en archéologie à l'université de Liège, orientation préhistoire (archéologie, musicologie, histoire de l'art)

- Elle est rentrée à l'Afan en 1992 comme archéologue, prospection et responsable d'opération multipériodes. A été en CDD pendant 2 ans et a ensuite été intégrée en CDI

- Elle a fait le choix de devenir infographe pour des raisons personnelles en 2010

- Elle a très tôt été en contact à titre personnel avec des personnes curieuses et pionnières dans l'utilisation d'outils informatiques

- Régine est aujourd'hui infographe à l'Inrap, dessin d'objets manuels et numérisés, mise en page et PAO, SIG

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formation, pratiques, outils, valeurs associées

Quand elle était archéologue à l'Afan dans les années 1990, Régine a utilisé Arkeoplan. Mais ces matériels posaient des problèmes de mise en œuvre. De plus, il fallait suivre des formations qui n'étaient pas correctement suivies, accompagnées. Cette expérimentation a été abandonnée. Il y a eu une sorte de fracture autour de ces dispositifs numériques. Ce fut surtout le fait d'initiatives personnelles que l'Afan n'a pas vraiment accompagnées.

Régine a eu le souci de suivre des formations en informatique. Elle a ainsi suivi des formations d'un an de sa propre initiative au CNAM en ingénierie informatique (sur les bases de données et sur la programmation) entre 1998 et 2000. Elle a suivi ensuite des formations courtes à l'AFPA. Les gestionnaires de matériels informatiques qui existaient en base à cette époque, faisaient un peu de traitement d'image pour suppléer les dessinateurs, enfin ils participaient au traitement du mobilier.

Les formations aux bases de données qu'a suivies R. lui sont utiles aujourd'hui pour l'utilisation des SIG.

Régine commence tout juste à assurer des formations aux SIG parce qu'elle vient de rentrer récemment dans le réseau des référents SIG.

Sur la base du Mans, beaucoup d'agents proches de la retraite, ne seraient pas très intéressés par les outils numériques. Ils affirment que ceux-ci vont leur prendre du temps.

Mais ces réactions sont souvent dues au fait que certains dispositifs numériques sont imposés (ex. cahiers des charges des SRA).

Si les outils ne sont pas correctement accompagnés, s'ils sont imposés, les pratiques peuvent résister à leur mise en œuvre. Ils peuvent être vécus comme des contraintes, des intrusions.

Dans d'autres cas, les archéologues veulent être certains que les résultats qui seront obtenus seront de même qualité que sans les utiliser.

Mais les évolutions sont aussi très différentes d'une interrégion, d'un centre archéologique à l'autre. C'est du notamment au fait que les postes de travail sont plus ou moins adaptés. Le réseau des infographes permet de faire remonter les informations aux responsables des réseaux. La situation évolue vraiment depuis 2 ans.

A propos de l'utilisation de tablettes sur les chantiers au début des années 2010, R. se souvient que certains archéologues espéraient pouvoir faire plein de choses avec (photo, enregistrement direct de couche). Mais ils ont déchanté. Ils se sont aperçus qu'elles ne pouvaient pas tout remplacer.

De même, beaucoup d'archéologues ne savent pas ce qu'ils peuvent attendre de cette méthode. Pour Régine, cela semble dû au fait que l'information et l'accompagnement ont été trop limités pendant longtemps. Les choses commencent à évoluer. Quelques pôles locaux contribuent à faire évoluer les discours quand des archéologues qui ont utilisé des dispositifs numériques savent être critiques et dire ce qui n'a pas fonctionné dans certains cas.

Les contraintes de temps qui s'imposent en archéologie préventive, font que les responsables d'opérations sont conduits à apprécier les bénéfices des outils numériques par le temps qu'ils permettent de gagner et leur facilité de mise en œuvre. De même, il faut présenter les dispositifs numériques avec leurs avantages et leurs inconvénients pour ne pas susciter de faux espoirs.

Le numérique a certainement constitué une plus-value pour la profession pour donner d'elle-même une image de modernisation. L'archéologie est un métier et s'est éloignée de la vision traditionnelle. Les archéologues qui font des fouilles font de plus en plus appel à des spécialistes qui sont bien nommés, bien ciblés alors qu'auparavant les archéologues faisant souvent eux-mêmes les études de spécialistes. En revanche, pour les diagnostics, cette répartition des tâches n'est pas la même, les responsables d'opérations ne pouvant pas toujours obtenir les moyens humains pour faire intervenir des spécialistes. La fierté du métier est différente qu'auparavant notamment par les techniques qu'il met en avant. Ce qu'on peut montrer au public est différent des pratiques d'antan, par exemple quand on peut montrer au public des représentations en 3D.

Les archéologues qui sont vraiment dans le mouvement, l'outil informatique n'est pas forcément un frein. En revanche, pour ceux pour lesquels l'outil informatique n'a pas de sens, celui-ci est tenu à distance, parfois en prétendant que ce n'est plus pour leur âge.

3. Évolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques :

Régine considère que les pratiques numériques doivent être encouragées mais qu'elles doivent être accompagnées. Certaines techniques peuvent être utilisées rapidement mais elles ne sont pas mises en œuvre parce qu'il faudrait mieux diffuser l'information et accompagner les pratiques.

L'usage de drones devrait aussi être promu en formant davantage de personnes au télépilotage.

Il faudrait aussi mieux reconnaitre les réalisations numériques, les pratiques numériques des archéologues.

Il faudrait aussi mieux reconnaître et faire diffuser l'information sur certains développements (ex. plugins de QGis).

Régine se dit favorable à l'ouverture des données et au code source des développements.

Pour les développements en code ouvert et les données publiées en licence ouverte, il faut veiller à en conserver la traçabilité.

Il faudrait améliorer la diffusion de l'information sur les dispositions législatives et réglementaires dans le domaine de la publication des rapports de fouilles, de même que pour la publication des données ou des codes de développements.

Pour Régine, en archéologie, les outils informatiques ont toujours été dévoyés parce que les archéologues ne disposaient pas de leurs propres outils comme par exemple les outils de dentiste sur les chantiers, les logiciels de dessin industriels. Il serait important que l'archéologie fabrique ses propres outils et non plus de consommer les outils développés dans d'autres domaines que le sien.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner :

Régine souligne à nouveau le manque de formations et d'accompagnement qu'il faut pallier.

Les plateformes de compétences numériques pourraient avoir un intérêt. Les personnes compétentes devraient pouvoir se rendre sur les chantiers ou dans les centres archéologiques pour venir en appui à la mise en œuvre des outils numériques.

Il faudrait accroitre les formations en interne autour de la maitrise de matériels et logiciels, en particulier en archéologie. Il faut que ces formations soient faites par des archéologues.

La formation peut être faite sans problème à distance pour certains sujets, mais d'autres sujets nécessitent la présence physique du formateur. La manipulation sur place est certainement plus

marquante. Quand une formation est faite sur un logiciel, la technique apprise n'est pas forcément mise en œuvre tout de suite sur un chantier. Après avoir suivi une formation les stagiaires devraient pouvoir disposer d'un forum, d'une plateforme de suivi qui leur permettrait de mieux utiliser la formation suivie.

L'accompagnement des archéologues par des maîtres, des tuteurs, comme cela est le cas pour les maîtres de terrain, mérite d'être amélioré.

5. Remarques et commentaires

Donner plus facilement l'accès au colloques sur les nouvelles technologies, salons du numérique pour pouvoir se renseigner sur les nouvelles possibilités, échanger. Mais il est vrai qu'actuellement selon les collègues archéologues l'accès aux colloques d'archéologie, réunions est de plus en plus limité même pour ceux qui communiquent.

Entretien avec : Thomas Guillemard, Inrap, Saint-Cyr-en-Val
Date de l'entretien : 06/07/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h
Heure de fin de l'entretien : 11h45

1. **Informations générales**

- 39 ans
- A suivi les enseignements d'archéologie à Tours : DEUG d'histoire mention archéologie, licence d'archéologie, maîtrise à Tours (dirigée par Alain Ferdière). Son mémoire de maîtrise concernait la céramologie. Il a ensuite abandonné ce domaine. Il a ensuite fait un Master 2 qui a permis de poursuivre ce qu'il avait commencé en maîtrise. Il a ainsi pu publier sa recherche sur l'ensemble du corpus de l'atelier de potier sur lequel il avait commencé à travailler en maîtrise. Il a commencé à travailler en CDD sur l'A 19 en mars 2006, ce qui ne lui a pas permis de poursuivre la thèse qu'il avait commencée. Sa compagne était déjà à l'Inrap en CDD depuis 2004. Thomas a rencontré un RO de l'Inrap, Laurent Fournier, avec lequel il a travaillé pendant plusieurs années. Il a été recruté en CDI fin 2009.
- Technicien de fouille à l'Inrap, il a été recruté initialement en catégorie 2. Il est passé en catégorie 3 en 2019. Il a été RO jusqu'à 2015 mais il n'a pas souhaité continuer avec cette responsabilité. Il travaille sur le terrain dans une fonction de technicien avec des compétences numériques. Il est souvent RS. Il a aussi travaillé dans des programmes de recherche en archéologie programmée avec Alain Ferdière. Il a travaillé aussi avec d'autres agents de l'Inrap sur une fouille programmée en région parisienne (Noisy-le-Grand).

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formation, pratiques, outils, valeurs associées**

Thomas s'est mis à l'informatique du fait d'abord de sa formation à l'université de Tours, où il y a suivi des enseignements sur plusieurs logiciels et sur les bases de données. Il a constaté la grande pauvreté d'outils numériques à l'Inrap, notamment en matière d'enregistrement de terrain. Il a commencé à développer des fiches avec FileMaker qui a donné lieu ensuite au développement de l'application CADoc. Il s'est formé lui-même et n'a pas suivi d'autres formations que les enseignements de Tours. Il a beaucoup discuté avec les RO pour identifier leurs besoins. Il a suivi une formation d'une semaine à PostGIS à l'ENSG en 2017.

Il a participé à des formations en interne à l'Inrap, notamment à l'enregistrement de terrain depuis 2017, et comme formateur puis référent SIG depuis 2019. A ce jour plus de 1000 agents ont suivi les formations de premier niveau aux SIG. Ces formations lui ont redonné de la motivation dans son activité professionnelle à un moment où il en manquait. Il a participé à la conception de deux formations aux SIG internes à l'Inrap. Il a participé aux ateliers du réseau ISA à Tours.

Thomas a constaté que, à l'occasion de plusieurs fouilles récentes de l'Inrap qui ont vu arriver de nombreux CDD jeunes, beaucoup ont une méconnaissance des outils numériques. Il a du mal à comprendre pour des jeunes archéologues alors qu'il le comprend davantage pour les agents les plus âgés. Il semble que les formations universitaires des plus jeunes ne les poussent pas à s'interroger sur les données ni sur les applications numériques. Ainsi, un outil numérique comme la tablette fait peur aux plus jeunes. Thomas a eu très tôt des outils numériques dans les mains mais à l'époque il fallait apprendre soi-même à s'en servir et donc à connaître le codage, la structuration d'une BDD, etc.

Pour Thomas, les outils numériques semblent conduire à une perte de sens. Les contraintes multiples de l'archéologie, en particulier de l'archéologie préventive, poussent à exécuter des tâches de façon mécanique, sans plus avoir le temps d'y réfléchir. C'est vrai autant pour les outils numériques que pour la fouille elle-même qui petit à petit devient une activité purement technique et perd une part de sa scientificité, de la réflexion sur l'objet de la recherche qu'est un site archéologique. Thomas considère

qu'il ne faut pas fouiller un site entièrement, il vaut mieux fouiller partiellement mais en réfléchissant à ce qui est fouillé et à la façon de le fouiller. L'usage des outils numériques peut être vu comme une contrainte par certains archéologues, dès lors que ces outils sont mis en œuvre comme des contraintes qui s'ajoutent aux autres. De même, les formations aux outils numériques doivent avoir comme objectif de donner un sens aux compétences que visent à fournir ces formations.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Il faut continuer les formations aux outils numériques. Mais il faut replacer le déploiement de ces outils et des compétences numériques dans le cadre de l'archéologie préventive. L'archéologie préventive impose une gestion en termes quantitatifs. « Il faut faire du chiffre ! ». Thomas a constaté que dans certains cas les usages des outils numériques ne sont pas assez solides. Il faut donc que les encadrants ou certains métiers en bout de chaîne de publication des rapports soient davantage sensibilisés à ces outils et aux résultats qui en sont issus. Ce qui manque dans les formations c'est d'accompagner les encadrants, certains des postes transversaux qui n'ont pas encore été assez sensibilisés à la cause numérique et qui pourtant ont un rôle clé à jouer (DAST, DDAST). Mais lors des entretiens annuels, les besoins en formation dans le domaine numérique pourraient être abordés. Mais le nombre annuel d'entretiens est très largement insuffisant. Certains métiers sont directement concernés par une évolution des compétences parmi lesquels les topographes. Thomas considère que ce métier est essentiel dans le déploiement des compétences numériques. Mais ce n'est pas le cas de tous les topographes qui n'ont pas tous le même niveau pour ce type de compétences.

Pour Thomas, il faudrait aller plus loin dans la valorisation des outils et des compétences numériques et de leur utilité. C'est le travail de l'Inrap de montrer à la communauté scientifique pourquoi il est nécessaire d'utiliser le numérique comme vecteur de partage des données. De plus, l'Inrap est un institut national qui doit produire des normes de pratiques autour des outils numériques en montrant davantage ce qui est fait avec ces outils. L'Inrap ne fait pas assez dans la diffusion de ces savoirs et compétences numériques, alors qu'il fait beaucoup en matière de communication institutionnelle. L'Inrap doit davantage communiquer en interne sur tous les projets numériques, dont certains sont encore insuffisamment connus de nombreux agents. L'Inrap s'est saisi globalement des sujets du numérique mais que cela ne se sait pas assez.

Concernant la diffusion des données, il faut encore sensibiliser les agents qui ne souhaitent pas ouvrir leurs données. Les textes de référence dans le domaine de la diffusion des données publiques sont encore insuffisamment connus de la plupart des archéologues. De efforts d'information et de formation sont à faire dans ce domaine.

A l'occasion du projet de nécropole numérique, des échanges ont eu lieu avec des stagiaires en informatique qui ont développé une extension en Python autour de QGis et de Spatialite.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Le déploiement des tablettes numériques n'est pas encore assez avancé. Les agents ne se le sont pas tous approprié. Dans certains cas, certaines tablettes se sont révélées inadaptées. Dans d'autres cas, les tablettes ne sont pas utilisées sans qu'il soit possible de comprendre pourquoi. Il faudrait améliorer la diffusion de l'information et mieux accompagner leur déploiement.

Pour la photogrammétrie, Thomas n'a pas suivi la formation. Mais il a pu échanger avec plusieurs agents qui l'ont suivie. Certains d'entre eux hésitent à la mettre en œuvre parce que les conditions de mise en œuvre sur le terrain ne sont pas toujours les conditions idéales qui sont décrites en formation. Il faudrait davantage accompagner les agents pour leur permettre d'adopter une vision plus pragmatique sur la mise en œuvre de cette méthode.

Les topographes ne se sont pas tous saisis des nouveaux équipements qui leur sont mis à disposition (ex. station robotisée). Il reste à trouver les discours et mesures d'accompagnements et la valorisation des compétences.

Pour les drones, Thomas trouve que le développement des drones à l'Inrap n'est pas bon, en tout cas il n'est pas à la hauteur des enjeux. Mais probablement, est-ce parce qu'il n'a pas encore accès à toute l'information sur le projet en cours dans ce domaine.

5. Remarques et commentaires

Thomas se dit souvent critique sur l'institut et sur ses activités en matière d'outils et de compétences. Mais à côté de cela, il considère que l'institut regroupe toutes les compétences en archéologie, tant en compétences techniques, méthodologiques, scientifiques. Encore faudrait-il que l'institut sache mes mettre mieux en œuvre correctement, les valoriser et les reconnaître.

Entretien avec : Séverine Hurard, Inrap La Courneuve
Date de l'entretien : 18/05/2022
Modalité de l'entretien : en présentiel
Heure du début de l'entretien : 10h10
Heure de fin de l'entretien : 12h50

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 45 ans
- A toujours été passionnée par l'histoire médiévale.
- Est arrivée à l'archéologie par l'histoire.
- Ella s'est engagée dans une licence d'histoire en 1995.
- Elle a suivi les enseignements d'Anne-Marie Guimier-Sorbets.
- Elle a eu une sorte de « révélation » sur l'archéologie par le biais de la Préhistoire
- Elle avait besoin d'un « engagement physique et technique pour exhumer la documentation » dont les sites archéologiques sont détenteurs.
- Elle s'est inscrite en maîtrise d'histoire de l'art et de l'archéologie à Nanterre en 2000
- Elle a eu son premier contrat à l'Afan en 1999.
- Elle a fait son DEA à La Sorbonne à l'arrivée de Joëlle Burnouf à Paris 1 en 2004.
- Elle a finalisé son DEA sous la forme d'un mastère 2 à Paris 1 en 2007
- Elle a soutenu sa thèse en 2017
- Lorsqu'elle était étudiante, elle a travaillé pour une association qui faisait de l'animation/médiation pour l'archéologie dans des écoles.
- Elle a aussi travaillé pour le Musée Archéologique Départemental du Val d'Oise à temps partiel pour des activités de médiation avec les scolaires.
- Elle a travaillé à temps plein à l'Inrap à partir de 2002 jusqu'à être recrutée en CDI à l'Inrap en 2005

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

La première fois qu'elle a acheté son propre ordinateur, Séverine avait 18 ans.

Séverine a appris sur le tas l'usage d'outils numériques pour ses besoins comme la production de ses mémoires universitaires, au contact de collègues, dont Philippe Soulier, Laurent Costa et Sandrine Robert lorsqu'elle a travaillé au Service Départemental Archéologique du Val d'Oise (SDAVO).

Même si elle n'a pas suivi le même itinéraire que Laurent Costas et Sandrine Robert, Séverine pense qu'elle est une « archéogéographe râtée ».

Toujours au SDAVO, avec l'aide de François Gentili, elle a découvert comment se servir d'Adobe Illustrator pour le dessin de la céramique, puis d'In Design pour la mise en page des rapports.

Elle reconnaît qu'elle a appris sur le tas probablement pas de la meilleure façon, mais elle n'avait pas d'autre choix.

Sur l'usage de ces outils numériques, elle a évolué dans ses compétences. Elle s'est perfectionnée, elle a appris à les maîtriser de mieux en mieux.

De façon souvent implicite, plus rarement de façon explicite, Séverine a aussi formé plusieurs de ses collègues aux outils numériques qu'elle avait appris à maîtriser.

Sur les outils numériques courants qu'elle utilise, Séverine souligne qu'elle les maîtrise suffisamment pour ses besoins. Elle ne ressent donc pas le besoin de monter davantage en compétences sur les outils qu'elle utilise ni de se former à d'autres outils.

Séverine ne s'est jamais sentie limitée par les outils numériques. Elle a toujours trouvé des collègues qui l'ont aidé à dépasser les blocages qu'elle aurait pu rencontrer.

Le plus important pour elle c'est la possibilité de pouvoir solliciter l'aide de collègues disposés et disponibles pour l'aider dans l'apprentissage d'outils numériques.

Séverine pense qu'elle a pu et su suffisamment évoluer dans ses pratiques numériques pour ne pas avoir l'impression d'être dépossédée de la maîtrise des outils numériques qu'elle utilise.

Rares sont les cas d'agents qui ont une maîtrise technique suffisamment avancée pour garder la compréhension de tout ce que permettent les outils numériques et de ce qu'il est possible d'en faire ou de ne pas pouvoir en faire.

Séverine s'interroge sur l'usage de certains outils numériques comme la photogrammétrie, dont elle voit se multiplier les usages, notamment dans les rapports évalués en CTRA.

Pour les données Lidar, Séverine là aussi observe que l'usage de ce type de méthodes n'est pas toujours assorti des moyens et des compétences que nécessaire l'analyse et l'exploitation. Il ne s'agit pas de la simple production d'images se suffisant à elles-mêmes.

Par exemple, il faudrait des compétences d'archéogéographie pour exploiter les données comme celles du Lidar.

La moyenne d'âge de l'archéologie n'est pas toujours favorable au développement raisonné de ces outils.

Séverine évoque la fracture générationnelle mais reconnaît qu'elle n'est pas démontrée de façon définitive. Elle pense qu'il s'agit probablement d'un discours d'assignation auxquels les acteurs se conforment. Certains des archéologues âgés se sont appropriés les techniques numériques et constituent des contre-exemples à la notion de fracture générationnelle. Il en serait peut-être de même pour l'assignation par le genre des archéologues femmes qui sont rares à être considérées comme expertes par leurs compétences numériques.

Pour Séverine, il y a un problème majeur aussi à mettre au débat : le problème de l'archivage numérique des données et de la documentation des opérations.

Pour Séverine, le numérique sert à une sorte de démocratisation des savoirs archéologiques, d'interface avec les divers publics de l'archéologie pour les actions de médiation. Mais, dans le même temps, les données sont insuffisamment interrogées d'un point de vue scientifique et ne sont pas suffisamment mises en enquête. Séverine rappelle qu'elle a toujours lutté pour ne pas imposer l'usage exclusif des ~~d'~~outils numériques au sein des équipes de travail dans lesquelles elle est intervenue.

A titre individuelle, Séverine souligne qu'elle a besoin de réfléchir et de s'interroger d'abord sur un support papier et non pas par le biais de dispositifs numériques. Séverine a toujours invité ses collègues à continuer de traduire leurs observations sur des calques, des minutes qui sont presque plus importantes que les inventaires d'US ou de structures.

Séverine a observé que les plus jeunes archéologues n'ont plus l'habitude de décrire autant leurs observations sur les supports d'enregistrement qu'elle le faisait elle-même.

Concernant le terrain, Séverine rappelle une opération lors de laquelle elle avait dû utiliser une tablette pour faire un enregistrement de terrain alors qu'il y avait une seule tablette pour 37 agents répartis sur 28 hectares. Pour elle, ça n'était pas un mode de travail adapté.

Elle reprend à son compte la notion d'engagement individuel et collectif qui peuvent s'exprimer à travers les pratiques numériques qui ne sont plus aussi marquées par la subjectivité des acteurs que c'est le cas avec les pratiques traditionnelles.

Séverine évoque aussi le télétravail. Cette nouvelle forme de division du travail peut être délétère et empêcher les agents concernés d'évoluer dans leurs pratiques et leurs compétences si le travail d'inventaires et plus généralement de numérisation (DAO) est ma distribué au sein d'une équipe.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Séverine pense que les expériences de pratiques numériques dont il faut s'inspirer doivent être les plus collectives possibles. Les outils numériques ne doivent donc pas être mis au service d'un cloisonnement du fonctionnement des collectifs de travail.

Une stratégie numérique de l'archéologie, si elle doit advenir, doit d'abord d'inspirer du terrain, d'expériences concrètes qui ont montré leurs résultats dont il faudrait s'inspirer pour les monter en généralisation et évaluer les possibilités de les transposer.

Par ailleurs, le problème de formation doit être clairement posé. Si des compétences numériques sont de plus en plus pré-requises, il faut mettre en place des formations adaptées.

Séverine pense qu'il faudrait construire des outils numériques inspirés du terrain, mais relativement faciles à adapter autant aux contextes et types d'opérations qu'aux compétences des utilisateurs.

Pour que les outils soient utilisés par tous, il faut qu'ils soient en nombre suffisant et que leur déploiement soient accompagnés de la préparation et de la formation tous deux nécessaires à la mise en route des dispositifs numériques en début d'opération.

L'exemple de l'opération du canal de la Robine a apporté la démonstration concrète que des moyens et du temps spécifique doivent être consacrés explicitement à cette mise en marche des pratiques numériques pour l'ensemble du collectif de travail de l'opération.

Il faut une politique volontariste et ambitieuse de formation des agents aux outils numériques.

Concernant la reconnaissance des productions numériques, Séverine se demande si l'usage de certains outils numériques ne constitue pas la preuve d'une recherche de scientificité qui se confondrait avec la démonstration d'une technicité. Dans cette conception, la « vraie science archéologique » serait celle qui passerait par le numérique comme elle passerait aussi par le microscope.

Concernant l'ouverture des données et des logiciels, Séverine souligne d'abord l'écart important qui existe entre le discours politique et la réalité des moyens dont disposent les archéologues. Si une partie d'entre eux sont disposés à ouvrir leurs données, la plupart n'y sont pas prêts parce qu'ils n'y sont pas formés, parce qu'ils se sentent dépossédés de leurs données.

Il faudrait d'abord sensibiliser et former les archéologues aux principes de la science ouverte ne serait-ce que parce que, de toutes façons, c'est devenu une quasi–obligation d'un point de vue réglementaire.

Il faut que l'ensemble des acteurs de l'archéologie soient formés et pas seulement certains d'entre eux.

Par ailleurs, l'argument des risques de pillage de certains sites dont l'ouverture des données publiées en licence ouverte, n'est pas recevable pour Séverine.

Concernant la mise en ligne des rapports d'opération avec DOI, Séverine souligne que cette publication devrait permettre de valoriser les résultats contenus dans le rapport, tout en respectant le ou les auteurs du rapport.

Il faudrait que du temps soit disponible explicitement sur les opérations pour les agents pour leur permettre de passer du rapport d'opération qui est un document de travail, à une publication de qualité.

Dans ce domaine aussi, les archéologues ont besoin d'être accompagnés.

Pour Séverine, publier largement les données et les documents publics, c'est l'occasion de rendre plus fort le service public, à travers ses productions dont la qualité est évaluée et reconnue par les processus d'évaluation de leur qualité en amont de leur publication en ligne (CTRA, CNRA).

Concernant les liens entre archéologie et les autres champs disciplinaires en matière de numérique, les échanges risqueraient de réactiver le sentiment d'infériorité des archéologues par rapport aux sciences dures. En revanche, il serait intéressant que les professionnels du numérique analysent les niveaux de fiabilité des données. De même, il serait intéressant d'observer et décrire les pratiques numériques du point de vue des processus de « bricolage », de braconnage démontrant les processus d'adaptation lors de l'adoption des dispositifs et méthodes provenant d'autres champs disciplinaires que l'archéologie.

Séverine cite le cas d'un travail de collaboration entre informaticien et archéologues qui ont montré la difficulté à dialoguer et à trouver un terrain d'entente entre les uns et les autres.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Séverine souligne de nouveau les problèmes de moyens, de formation pour un essor plus raisonné et adapté aux pratiques numériques.

S'il devrait y avoir une stratégie numérique globale, soit explicite, visible, volontariste et surtout qu'elle se dote des moyens nécessaires.

Il faudrait penser aussi à une véritable politique d'archivage pérenne des données numériques.

5. Autres points et commentaires

Séverine souligne le fait qu'il y a quelque chose de confortable à pouvoir bénéficier des compétences numériques d'agents, des compétences dont elle ne dispose pas et qu'elle n'a pas le temps ou l'envie d'acquérir.

Enfin, Séverine reconnaît que l'impact environnemental des pratiques numériques des archéologues n'est absolument pris en compte par la communauté alors que ces pratiques se multiplient et que les besoins en stockage et en archivage pérenne des données sur des serveurs adaptés sont croissants.

Entretien avec : Catherine Marcille, Inrap Croissy-Beaubourg
Date de l'entretien : 09/02/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 16h00
Heure de fin de l'entretien : 18h00

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 58 ans
- A fait des études d'histoire de l'art et archéologie à Paris 4
- En 1984, lors de la licence, elle a participé aux fouilles de la cour Napoléon du Louvre comme bénévole l'été
- En 1985, l'Afan lui a proposé 2 mois de contrat pour continuer de participer à ces fouilles pendant ses vacances
- Puis P-J Trombetta lui a proposé de participer aux fouilles de la rue de l'Abbé de l'Epée
- Elle a commencé un DEA qu'elle n'a pas terminé
- Elle a multiplié des CDD à l'Afan, la Ville de Paris, le SADY (Département des Yvelines) sur la fouille du château de La Madeleine à Chevreuse
- Elle a intégré l'Afan en CDI en 1997 et a travaillé sur de nombreuses opérations en Ile-de-France (Roissy, plateau de Sénart)
- Lors de la création de l'Inrap en 2002, elle a souhaité quitter le terrain.
- En 2003 et 2004, elle a été au SRA comme agent prescripteur pour le département de l'Essonne en remplacement de Pierre Ouzoulias
- Elle est revenue à l'Inrap en 2005 en DIR Ile-de-France
- Elle est arrivée à la DST peu après sa création en 2005
- Elle l'a quitté en 2019 pour devenir DAST en Ile-de-France à Croissy-Beaubourg

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Catherine a commencé à avoir des responsabilités de secteur sur l'opération du Carroussel du Louvre entre 1989 et 1991. C'est là qu'elle a participé à un enregistrement entièrement numérique sur le chantier des données de terrain. Les données étaient saisies dans les cabanes de chantier autour de Filemaker et de logiciels de bureautique, aux côtés de Paul van Ossel qui a joué un rôle majeur dans les apprentissages des premiers outils numériques.

Sur le chantier, une collaboration a été engagée avec Daniel Arroyo-Bishop sur l'amélioration de la fiche d'enregistrement du système ArcheoDATA qu'il avait développé [78].

La topographie commençait à peine à utiliser des carnets électroniques de terrain.

Elle multiplie les responsabilités d'opérations, notamment sur des diagnostics, puis sur des fouilles dans la seconde moitié des années 1990

[78] D. Arroyo-Bishop, 1990. Système ArchéoDATA : enregistrement, analyse et conservation du document archéologique européen / Daniel Arroyo-Bishop ; sous la direction de Yvette Taborin / Lille : Atelier national de reproduction des thèses, 1990

Lors de l'opération liée à l'extension de l'aéroport Roissy, à partir de 1996 à laquelle elle a participé, un cabinet de géomètre avait produit un fichier de points mais qu'il a été impossible d'utiliser.

La décision est d'homogénéiser l'enregistrement de terrain en utilisant SysLAT.

Pablo Ciezar a suivi une formation à Lattes

SysLAT a été utilisé dans une version simplifié adapté au système rural tout en utilisant le système par US

Sur la coordination des opérations de Roissy, les archéologues ont commencé à produire des rapports de façon numérique, avec des plans numériques produits à l'aide d'un logiciel de SIG, d'une maquette de rapport à partir des prescriptions des arrêtés de 2004 sur les rapports et pour la production des inventaires de section 3.

Aujourd'hui, dans ses nouvelles fonctions proches de l'activité opérationnelle après l'avoir quitté pendant 20 ans, Catherine constate que les pratiques et les compétences de certains agents ont évolué. Mais d'autres agents ont des difficultés. Ce ne sont pas uniquement les plus âgés qui rencontrent ces difficultés. Certes, une partie des agents les plus âgés ne souhaitent pas modifier leurs pratiques, sauf à la marge. Mais une partie des plus jeunes, même s'ils voient l'intérêt des outils numériques, n'ont pas le temps ou ne souhaitent pas se former. Ils constatent que ces outils demandent beaucoup de temps et de soutien dans leur apprentissage et leur maîtrise.

Certains agents pensent que les outils vont les aider à comprendre les sites. Or, pour Catherine, c'est probablement une erreur majeure. Cela semble lié à une formation universitaire insuffisante. Cela conduit à des erreurs dans l'identification et la désignation des unités d'enregistrement et structures archéologiques. Mais ces difficultés ne sont pas toujours discutées.

Le gain de temps lié à l'usage de certains outils numériques ne semble pas démontré même chez les plus adeptes de ces outils. Certes, la quantité d'informations et d'images produits est plus importante, mais l'intelligibilité des sites ne gagne pas forcément.

Même pour les plus adeptes du numérique, il ne semble pas encore démontré que les dispositifs utilisés permettent de supprimer toute saisie ou reprise des données de terrain en post-fouille. L'évolution d'un chantier peut être visualisée de façon très probante mais encore faut-il rester maître dans la compréhension du site, indépendamment des outils numériques.

A part les agents les plus compétents et ceux qui ne veulent pas se former aux outils numériques, il reste ceux qui voudraient bien mais n'osent pas se former pour se mettre aux outils numériques.

Cela donne des opérations hybrides ou toutes les étapes ne sont pas traitées numériquement, mais pour lesquelles est le plus souvent nécessaire ensuite une reprise des données, parfois considérable, pour qu'elles puissent être intégrées dans Caviar.

En matière de SIG, certains des agents qui ont suivi la formation à QGis, demandent à la suivre de nouveau car ils n'ont pas eu de temps pour la mettre en pratique.

Sur certaines opérations où des agents se lancent dans l'utilisation d'un SIG, le temps passé en post-fouille est parfois plus important que prévu. La question est donc de savoir sur quel type d'opération il est possible de permettre aux agents de développer leurs nouvelles compétences. C'est souvent sur les grosses opérations, qui bénéficient de temps et de moyens, que sont faits les premiers essais. La masse de données est pourtant telle que l'essai peut être très compliqué.

Catherine n'a pas l'impression que les outils numériques actuels changent profondément la manière de comprendre les sites. Certes, une partie des images produites avec les outils numériques peut donner l'impression que l'information archéologique est plus facile à diffuser, à partager, à conserver sous

format numérique. Mais ces outils n'apportent pas fondamentalement pour autant une meilleure compréhension des sites.

En prenant l'exemple de la photogrammétrie, Catherine évoque le fait que la production massive de données que permet cette technique ne garantit pas pour autant une bonne compréhension des observations de terrain. Dans certains cas de rapports qu'elle relit, Catherine a noté des manques d'interprétation de certaines images produites.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Depuis qu'elle est en poste dans sa nouvelle fonction, peu de stagiaires ont été reçus en raison de la pandémie. Elle n'a que peu de retours sur leurs compétences. Il semble néanmoins que parmi les plus jeunes diplômés, les compétences fondamentales ne semblent pas toujours bien acquises.

Sur l'enregistrement de terrain, Catherine considère que c'est surtout la pratique de terrain qui fait qu'on acquiert une compétence dans ce domaine.

Il faudrait probablement revoir les parcours de formation des archéologues, depuis l'université jusqu'à leur poste actuel.

Par ses observations, Catherine considère qu'il faudrait que la disparité actuelle dans les compétences numériques constatées entre les agents, soit réduite.

Il faudrait peut-être s'entendre sur des compétences numériques minimales à acquérir.

Lors des évaluations des agents, celles-ci se font sur la base des fiches de poste. Or beaucoup de ces fiches ne font pas explicitement référence à des compétences numériques minimales à maîtriser ou de façon extrêmement succincte.

Il faudrait permettre aux agents de consolider les acquis obtenus lors des formations par leur mise en œuvre sur le terrain. Mais les délais des opérations laissent peu de temps à l'apprentissage.

Concernant le domaine de l'ouverture des données, il faudrait d'abord que tous les agents prennent conscience que les données doivent toutes être stockées sur un même serveur pour être sauvegardées au lieu d'être stockées individuellement par les agents sur leurs propres supports. De même, le rangement de la documentation et du mobilier d'une partie des opérations mériterait d'être amélioré. Les agents ne disposent que rarement du temps nécessaire pour ranger et archiver correctement leurs données.

Trop souvent c'est la remise du rapport qui est considérée comme la fin de l'opération.

Le projet de Plan de Gestion des Données semble, pour ces raisons, prématuré à mettre en œuvre.

Sur les risques liés à l'ouverture des données, Catherine n'a pas beaucoup entendu d'arguments. Le plus souvent, c'est le temps que demanderait la préparation des données pour leur ouverture qui est mis en avant par des agents pour justifier le fait de ne pas s'engager dans cette voie.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Les formations existent pour accompagner le développement des compétences numériques des agents. Mais ce qui manque le plus, c'est probablement le temps. Mais pour autant pour une partie des agents, le temps supplémentaire de formation et de soutien qui pourrait leur être accordé ne suffirait pas à les faire adopter mieux les outils numériques. D'une part parce que le changement de pratique peut être angoissant et d'autre part parce qu'il faudrait leur démontrer en quoi cela est intéressant pour **eux**.

Il faudrait que ces agents les plus rétifs ou en difficultés, puissent croiser leurs pratiques avec celles des autres. Pour autant l'hybridation des pratiques, numériques et traditionnelles, est probablement ce qui va perdurer. Le numérique doit être vu comme un ensemble d'outils et de méthodes qui peuvent être mobilisées en plus des autres qui doivent rester maîtrisées et non pas s'y substituer.

Entretien avec : Sylvain Mazet, Inrap Grand Quevilly
Date de l'entretien : 16/06/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h30
Heure de fin de l'entretien : 12h05

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 45 ans
- A fait un bac scientifique
- A fait un DEUG d'histoire géographie à l'université de Poitiers puis une licence d'histoire à la même université, en se spécialisant sur la période de l'Antiquité
- En 1998, il a été objecteur de conscience pendant 1,5 ans
- A fait ensuite une maîtrise, un DEA puis un doctorat à l'université de Corse, à Corte, en préhistoire, en se spécialisant sur les techniques de constructions en pierres sèches sur la préhistoire récente et la protohistoire (en cotutelle avec l'université de Pise)
- A soutenu sa thèse en 2006
- A fait un post-doc en 2007-2008 à l'université de Washington à Seattle sur un projet d'archéologie du paysage, avec une composante forte BDD et SIG et prospections terrestres
- A commencé en CDD comme topographe sur le Canal Seine Nord-Europe en 2009.
- En 2011, il a été recruté sur le chantier d'Alizay en Normandie où il est devenu RO en 2014
- Est devenu DDAST en 2015, où il s'occupe de l'ancienne région Haute-Normandie (Seine-Maritime et Eure) avec une mission de DAST par intérim, puis DAST à partir de 2017.

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Sylvain a découvert l'informatique à l'université où il avait accès à une salle informatique pour y faire du traitement de texte.

Lorsqu'il a été objecteur de conscience, il a travaillé comme secrétaire dans un Institut Régional du Travail Social où il devait s'occuper de l'envoi de courrier en publipostage. Il s'est auto-formé pour l'essentiel.

Lorsqu'il a rédigé sa maîtrise, il a eu l'idée de faire une base de données sous Access, probablement au contact d'un ami qui travaillait dans l'informatique.

Il a ainsi développé ses compétences dans les bases de données et en même temps en SIG (ArcView).

Lors de sa collaboration dans le cadre du projet La Balagne Landscape Project sur l'archéologie des paysages, il a bénéficié de l'appui d'un chercheur américain qui avait une maîtrise avancée sur les SIG (Marcos Llobera).

Il a suivi une formation sur MapInfo à l'université de Corse et a continué à étendre ses compétences au contact de chercheurs de l'université de Pise et de l'université de Sienne.

Il a pu découvrir les possibilités de traitement de photographies aériennes.

Depuis qu'il est à l'Inrap, il n'a jamais suivi de formations, même pas à QGis. Lorsqu'il a travaillé sur le Canal Seine-Nord-Europe, il a fait le choix d'utiliser Autocad et son extension AutocadMap. Il a juste suivi la formation à l'utilisation de l'appareil de géopositionnement.

Sur le chantier d'Alizay, il a utilisé ArcGIS.

Dans ses fonctions actuelles, il utilise encore ArcGis, et QGis de façon ponctuelle.

Ponctuellement il travaille sur des projets de recherche, notamment avec d'autres chercheurs de l'INSA et de l'université de Rouen, par exemple en matière d'archéologie des matériaux. Il a aussi travaillé sur la modélisation agents.

Pour l'Inrap, Sylvain a l'impression que l'évolution des pratiques numériques est très lente pour une partie des agents qui pour certains découvrent, par exemple, seulement maintenant le côté pratique de GoogleDrive pour stocker et partager des données. Il s'aperçoit que la plupart des agents n'ont encore pas les compétences minimales nécessaires pour faire évoluer en profondeur leurs pratiques.

Sylvain évoque la notion de différence générationnelle des pratiques mais il reconnaît qu'il s'agit probablement de choix et non pas de compétences a priori pour les outils numériques.

Ce qui importe à Sylvain c'est de pouvoir être le plus autonome possible dans les outils à sa disposition. C'est comme ça qu'il en est venu à s'autoformer, parce qu'il était motivé pour adopter ces compétences numériques. Il pense donc que la montée en compétences numériques est avant tout une histoire de motivation.

A l'Inrap, l'injonction du j/h peut conduire les responsables à s'adresser aux agents les plus compétents sur le plan numérique par rapport à d'autres, notamment pour respecter la diversification des tâches au titre du principe 75/25.

Sylvain estime que l'archéologie ne peut pas se passer des outils numériques. C'est une sorte de course en avant, vertueuse pour l'essentiel du temps, qui remet en cause certaines des pratiques traditionnelles dont les données n'étaient pas toujours de qualité.

Sylvain reconnaît que dans les colloques, certains outils sont davantage mis en avant que d'autres, comme les SIG et, plus récemment, la photogrammétrie. Mais Sylvain se demande si ces outils et les résultats sont toujours pertinents, en dehors des actions de valorisation.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Sylvain pense qu'il faudrait réfléchir davantage aux pratiques numériques en ne se limitant pas aux seuls gains dans les temps d'acquisition des données sur le terrain.

Il faudrait inviter à des pratiques plus raisonnées, notamment par des actions de formation comme celles en cours à l'Inrap.

Il faut faire évoluer les formations initiales des étudiants en archéologie, notamment sur les notions de base de l'informatique. Les pratiques numériques sont aujourd'hui beaucoup trop hétérogènes. Mais il souligne aussi que les outils numériques sont parfois inadaptés aux besoins des utilisateurs.

Les formations décentralisées proposées à l'Inrap ont des effets très positifs. Elles contribuent de façon manifeste à l'évolution des pratiques numériques et permettent de dépasser des blocages et parfois des clivages dans les équipes. Elles suscitent une forte émulation et contribuent beaucoup à la redynamisation des collectifs de travail.

Sylvain remarque que les étudiants et les plus jeunes archéologues ne sont pas forcément doués en informatique ce qui prouve que leurs formations en outils numérique sont insuffisantes.

Sylvain évoque le *big data*, qu'il s'agisse de rapports d'opérations ou des données. Dans ce domaine, il considère qu'il faut disposer d'outils pour faciliter les traitements et les recherches sur les gros volumes de données.

Concernant l'ouverture des données, Sylvain trouve le sujet compliqué. Il estime la diffusion des données entre archéologues pertinente et nécessaire. En revanche, il trouve que le problème du pillage des sites archéologiques nécessite une grande prudence dans l'ouverture des données à tout le monde. Il estime qu'une partie de ses collègues sont totalement opposés à l'ouverture des données. Il faudrait accompagner ces chercheurs pour leur démontrer l'intérêt de ce mouvement mais aussi les cadres dans lesquels la diffusion des données peut garantir un certain niveau de protection des sites potentiellement menacés.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Pour Sylvain, l'essentiel de la difficulté dans les apprentissages des pratiques numériques est le manque de temps. La contrainte du j/h sur les opérations archéologiques est toujours extrêmement forte.

Sylvain évoque aussi le manque de référent numérique dans les centres archéologiques. Ces personnes pourraient accompagner le développement des pratiques numériques, participer à la formation des agents, ouvrir à d'autres usages des données numériques. Il pourrait s'agir d'un nouveau métier à créer.

Entretien avec : Delphine Minni, Inrap Strasbourg
Date de l'entretien : 03/08/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 15h30
Heure de fin de l'entretien : 16h30

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 43 ans
- Maîtrise d'archéologie en 2000 puis DEA d'archéologie à l'université de Strasbourg
- Après avoir commencé à travailler au CNRS sur des petits contrats, Delphine a commencé à travailler en 2006 à l'Inrap comme technicienne de fouille en CDD. A été embauchée en CDI en 2012 sur le poste actuel
- Elle travaille Inrap, gestionnaire de collections au CRA de Strasbourg, où elle accompagne les équipes opérationnelles dans la conservation préventive, de la phase terrain au rendu du rapport, versement de la documentation scientifique et du mobilier à l'Etat, participe à la valorisation des opérations.

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Delphine a toujours travaillé avec des outils numériques, dès l'université, sur des bases de données et des logiciels de bureautique. En revanche, elle n'a quasiment pas utilisé de logiciels de DAO à l'université.

Arrivée à l'Inrap, elle s'est formée elle-même à Adobe Illustrator à l'Inrap, sauf très récemment (Comodo). Elle a suivi une formation à Comodo mais n'a pas ressenti le besoin de suivre d'autres formations.

Elle a assuré le transfert de ses compétences numériques auprès de collègues, de stagiaires, même si sa catégorie ne lui permet pas, officiellement, de participer à des formations.

Delphine utilise Comodo au quotidien, auparavant elle utilisait des tableurs (Google Sheets) en les partageant avec d'autres agents.

Au moment où le collègue de Delphine est parti à la retraite, Delphine a transféré le contenu des tableurs en ligne vers Comodo. Elle ne travaille plus que sur Comodo. Une autre collègue à mi-temps, formée à Comodo, travaille avec elle. Une troisième collègue devrait les rejoindre mais pas avant 2022. Delphine pensait que le projet de Comodo ne fonctionnerait jamais, pensant que l'idée d'un système unique ne pourrait jamais être opérationnelle.

Finalement, l'outil a réussi à être mis en œuvre progressivement. Il s'avère utile, pratique, même si quelques fonctionnalités de saisie semblent lourdes pour l'instant.

Delphine n'utilise pas toutes les fonctionnalités de Comodo. Elle utilise l'outil pour les mouvements de mobilier, la gestion des bordereaux. En revanche elle n'enregistre pas les mobiliers. Delphine utilise toutes les fonctionnalités de Comodo sauf l'enregistrement de mobiliers car la saisie est très lourde puisqu'elle se fait à l'objet. En revanche, il est prévu d'importer des inventaires de tableurs. Les inventaires normalisés demandés par l'Etat dans un format tableur sont compliqués. Delphine renseigne un tableur en ligne qui facilite l'export des données pour la mise en forme attendue par le SRA. Sur le projet de réforme de l'arrêté de 2004 sur les inventaires, Delphine pense qu'il est illusoire de croire que ce projet pourra aboutir.

Comodo n'a pas été conçu pour faire des inventaires, mais pour gérer des collections.

La majorité des RRA et des spécialistes ont leurs propres bases de données (FileMaker ou Excel) dans lesquels ils enregistrent leur mobilier. Des échanges de données ont lieu entre ces bases de données et le fichier partagé sur GoogleSheet, soit ce sont les RRA et spécialistes qui saisissent leurs données dans ce tableur partagé, soit c'est Delphine qui s'en occupe pour les agents les moins à l'aise avec les outils numériques.

Dans Comodo, Delphine assure aussi le suivi des mouvements de mobilier ainsi que, pour certains objets intéressants, elle produit des fiches objets dans un but de valorisation.

Sur le terrain, Delphine pense que l'essentiel de l'enregistrement de terrain se fait encore sur supports papiers du fait de l'absence d'outils numériques (tablettes). Concernant les SIG, ces outils sont utilisés en post-fouille de façon quasi-systématique et parfois sur le terrain par les agents les plus à l'aise.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Delphine considère que le déploiement des outils numériques doit être poursuivie. Pour autant, elle souligne le fait que certains techniciens, qui ne sont pas dotés d'ordinateurs, ont du mal à avoir accès à un ordinateur, voire utilisent des ordinateurs anciens.

Il faut aussi poursuivre l'accompagnement des archéologues, notamment pour les SIG.

Pour Comodo, il existe une hot-line (administrateurs fonctionnels et chef de projet) qui permet de répondre aux questions des utilisateurs.

Sur les autres formes de valorisation possibles, Delphine n'a pas trop de connaissances sur ce qui existe.

Delphine se dit très favorable à l'ouverture des données. Mais elle constate qu'il y a encore des réticences dans le partage des données dans d'autres régions.

En matière de collaborations possibles avec les disciplines des sciences de l'information, Delphine n'a pas eu l'occasion de s'y intéresser de près.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Les premières contraintes à surmonter sont les contraintes matérielles, lorsque les techniciens n'ont pas accès aux mêmes moyens matériels que les RO et les spécialistes.

Il faudrait ne pas perdre trop de temps dans le choix des équipements.

Delphine pense qu'il n'existe plus trop de cas d'agents qui, comme par le passé, ne seraient pas à l'aise avec l'outil informatique au point de ne pas pouvoir être affecté.

Il existe aussi des risques de perte de données numériques du fait de piratage ou d'autres risques liés au numérique.

Entretien avec : Théophane Nicolas, Inrap Cesson-Sévigné
Date de l'entretien : 24/09/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 9h
Heure de fin de l'entretien : 10h50

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 43 ans
- A commencé l'archéologie très jeune, à l'âge de 15 ans
- A participé ensuite régulièrement à des chantiers de fouille programmée comme bénévole
- A suivi un enseignement à Paris 1 dès le DEUG d'Archéologie à la fin des années 1990, spécialisé en protohistoire même s'il a souvent fouillé sur le chantier école d'Etiolles
- Premiers enseignements à l'informatique avec les statistiques puis avec le dessin et des premiers SIG
- Sur les chantiers sur lesquels Nicolas a travaillé à partir des années 2000, l'informatique est arrivée tard
- Les premiers outils numériques utilisés sur le terrain ont été les appareils photographiques numériques grand public, le reste de la documentation restant enregistré sur support papier
- Quand il est sorti de l'université, la seule base de données que connaissait Théophane était FileMaker
- A commencé une thèse sans financement sur 6 ans
- A arrêté sa thèse lorsqu'il est rentré à l'Inrap en CDD sur des études de céramique à partir de 2007 puis en CDI en 2010 comme céramologue
- Une fois rentré à l'Inrap, il a rencontré des informaticiens à titre personnel avec lesquels des collaborations sont nées à partir de 2012
- Aujourd'hui il est céramologue à l'Inrap, basé sur Cesson-Sévigné
- Son activité concerne essentiellement l'étude de mobilier céramique, et en terre à bâtir ; le développement d'outils 3D appliquée à l'archéologie

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Théophane a suivi une seule formation à sa demande. Il s'agit d'un logiciel du monde médical afin de pouvoir s'en servir pour ses besoins (tomodensitométrie).

Théophane n'a pas suivi d'autres formations car il considère qu'il ne veut pas devenir expert en informatique. Il privilégie la collaboration avec des experts du domaine, mais il souhaite comprendre les possibilités des outils numériques.

Théophane donne des enseignements sur la protohistoire européenne et autour de l'usage des nouvelles technologies appliquées à l'archéologie, en master 2 (Rennes, Paris, Nantes).

Pour Théophane, l'intégration entre experts du numérique et archéologues est indispensable. Il ne peut y avoir de distance entre les uns et les autres dans ce qui serait une relation de client à fournisseur de moyens et de compétences.

Concrètement, Théophane ne prétend pas pouvoir développer lui-même des outils numériques (logiciel ou application en réalité virtuelle, augmenté). En revanche, il sait maintenant ce que peuvent faire ces outils et les problématiques de recherche des experts du numérique.

Théophane considère que l'archéologue a toujours cherché à améliorer ses méthodes, ses résultats, à adopter des pratiques nouvelles en allant les chercher dans d'autres disciplines. Mais au final, il y a souvent peu de collaborations avec ces autres disciplines.

Les archéologues se sont souvent auto-formés, et souvent un peu trompés dans leurs pratiques numériques. Ex. FileMaker présenté comme une base de données alors que ce n'est pas une véritable base de données. Idem pour les SIG que les archéologues se sont appropriés sans forcément en maîtriser tous les principes de base. Idem pour la 3D qui se développe largement en archéologie. Il y avait autrefois des photographes à l'Inrap, aujourd'hui ce métier n'existe plus mais de nombreux archéologues se sont mis à la photographie numérique.

Théophane considère que les usages des outils numériques en archéologie se sont largement développés d'eux-mêmes. Certains ont pu développer de fortes compétences, ils ont un temps d'avance par rapport au reste de la communauté, des organisations professionnelles dans lesquels ils interviennent. Ils en deviennent des experts par rapport à d'autres.

Concernant la contribution du numérique à la modernisation de l'archéologie, cela fait écho aux évolutions de la société en général.

Théophane affirme qu'il y a une distinction générationnelle dans les pratiques des archéologues. D'un côté, les plus jeunes sont certes à l'aise avec ces outils numériques mais souvent dans des pratiques de consommation. Il est plus facile de les accompagner vers d'autres outils numériques si besoin. De l'autre côté, pour les générations plus âgées, ils seraient moins prédisposés, voire rétifs à ces outils pour certains d'entre eux.

Pour les étudiants en cours de formation, Théophane s'interroge sur l'évolution à la baisse du nombre d'étudiants en archéologie qui semblent moins enclines à s'approprier ces outils numériques.

Ce qui semble attirer davantage les étudiants, ce sont surtout des sujets autour de l'archéométrie, rattaché à l'usage d'outils scientifiques (scientisme en réaction aux sciences humaines dites molles). Cette évolution est très nette et ne dépend pas du profil des étudiants. Elle semble répondre à un désir d'accroître la scientificité de l'archéologie en empruntant les critères de scientificité de disciplines d'univers autres que les sciences humaines.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Théophane pense qu'il faudrait arrêter pour les archéologues de s'auto-former, d'expérimenter et privilégier les relations interdisciplinaires avec des évaluations faites autrement.

La vague de fond de l'usage de certaines pratiques (ex. photogrammétrie) est difficile à encadrer. Pourtant il faudrait le faire en proposant des guides et des normes d'usage qui encadrent les pratiques des archéologues.

Par ailleurs, l'usage massif de certains de ces outils pose des problèmes de stockage des données.

Dans des cadres de R&D, la collaboration interdisciplinaire doit primer. Les archéologues devraient être formés à ce type de collaborations.

Si les archéologues n'évoluent pas dans ce sens, ils risquent de se prendre les pieds dans des pratiques incontrôlées ou mal contrôlées de certains outils numériques.

De plus, l'acceptabilité des pratiques numériques n'est pas identique pour tous les archéologues, certains y étant opposés. Des conflits naissent.

Exemple : l'usage de la tomodensitométrie pour les anthropologues suscite des avis très opposés, certains y étant très favorables, d'autres y étant opposés.

Le gain de temps est perçu par ces derniers comme un risque, une attaque métier qui risque de remettre en cause leur métier et peut-être aussi leur identité professionnelle.

Pour un institut comme l'Inrap, Théophane considère que l'évaluation des compétences numériques des archéologues est difficile. Les compétences numériques ne sont pas du tout mesurées en termes de qualité ou de niveau de compétence.

Il y a indubitablement des écarts considérables entre des compétences numériques très élevées et d'autres très faibles. On peut donc parler de fracture numérique.

Quand on regarde l'offre de formation concernant les compétences numériques, il semble qu'elle ne réponde pas aux besoins des agents de l'institut. Il faudrait mieux évaluer ces compétences actuelles. Mais si elles l'étaient, il se pourrait qu'elles déclenchent des revendications de reconnaissance dans le changement de catégorie.

Concernant l'ouverture des données, Théophane distingue deux niveaux.

Sur le plan scientifique, il est favorable à l'ouverture des données. L'Inrap est un institut public, financé sur des budgets publics. Le problème est qu'il faudrait ouvrir des données pour lesquelles il y aurait accord sur ce qu'il convient d'ouvrir et comment ces données sont structurées.

Concernant la propriété intellectuelle et scientifique, Théophane considère que tout doit être publié. Mais il sait que des archéologues y sont farouchement opposés.

Il cite l'exemple de l'enquête nationale Age du Bronze lors de laquelle des discussions ont eu lieu lors du choix dans le partage de certaines données.

Théophane a le sentiment que le débat sur la propriété des données s'essouffle un peu et que les crispations semblent diminuer.

Une meilleure connaissance des licences pour l'ouverture des données serait aussi nécessaire par des actions de formation et d'accompagnement.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Le principal écueil que voit Théophane est l'adoption d'outils et de pratiques de sciences et disciplines autres que l'archéologie est de ne pas connaître suffisamment ces outils et leurs usages dans les disciplines dans lesquelles elles sont empruntées.

Théophane souligne aussi une perte du sens critique, notamment dans les analyses statistiques, l'usage d'outils numériques. Certains ont tendance à faire un usage un peu aveugle de ces outils. C'est un écueil majeur que Théophane voit bien dans les jeunes générations et les étudiants. Ils ont tendance à faire un usage sans mettre en œuvre leur sens critique. Du coup, ils risquent de tomber dans les pièges d'usages insuffisamment maîtrisés d'outils numériques. Les formations et accompagnements devraient non seulement apprendre à maîtriser des outils mais aussi à exercer un sens critique à propos de ces outils et de leurs usages.

Dans ses interventions en master 2 à l'université de Rennes, Théophane propose aux étudiants de se pencher sur des résultats d'archéologues qu'il les invite à critiquer.

Les autres risques liés aux pratiques numériques sont de voir des adoptions différenciées d'outils numériques au sein des collectifs de travail. Face à ces risques, les formations, les accompagnements doivent permettre de limiter ces risques.

Dans l'usage de certains dispositifs numériques notamment dans la 3D, Théophane pense au risque de rejet qui pourrait être lié à des problèmes matériels et des coûts qui seraient perçus comme trop importants par rapport au service rendu avec ces dispositifs.

Si on s'interroge sur le gain en termes de temps et de coûts, on risque de remettre en cause l'intérêt de ces outils. Si l'usage de la 3D se limite à de la valorisation, le risque est de voir ce type d'usage rejeté. Face à cela, il convient d'opposer la démonstration du gain scientifique.

Entretien avec : XXXXXXXXX, Inrap Villeneuve d'Ascq
Date de l'entretien : 11/01/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h00
Heure de fin de l'entretien : 15h45

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 41 ans
- A suivi des études d'histoire et d'histoire de l'art, en licence en 2000 puis en maîtrise en 2001 (spécialisée en Egyptologie)
- Elle a fait ensuite une année en Erasmus à Londres (*University College*). A son retour elle a fait un DEA à Paris IV en 2002-2003 sur une nécropole de l'âge du fer en Normandie alors qu'elle voulait faire initialement de l'anthropologie en Egyptologie
- Elle a commencé une thèse sur les pratiques funéraires à l'âge du fer mais ne l'a pas terminée
- Elle a commencé ses premiers contrats à l'Inrap comme RO en 2004 mais plus rarement en anthropologie
- Elle a eu un CDI en 2007
- Elle est maintenant spécialiste en anthropologie
- Elle est maintenant en DIR HDF à Villeneuve d'Ascq

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

XXXXXXXXX a commencé son usage d'outils numériques lors de sa maîtrise en 2001-2002 pour l'écriture de son mémoire de maîtrise

Elle a découvert les tableurs lors de son année à Londres.

Pendant son DEA elle n'a eu aucune formation aux logiciels de DAO, etc. Mais c'est au contact de ses collègues qu'elle a été formée.

Dès qu'elle a eu la possibilité de se servir de tablettes sur le terrain en 2015, elle a apprécié de pouvoir s'en servir notamment pour utiliser Stratibase sur FileMaker utilisé par la RO sur la première opération où XXXXXXXXX a découvert l'usage de cette application. XXXXXXXXX a utilisé FileMaker pour développer une application de saisie de données anthropologiques à partir des données des fiches terrain d'anthropologiques.

XXXXXXXXX a appris l'essentiel de ce qu'elle connait de FileMaker pendant le début de sa thèse.

XXXXXXXXX a commencé à travailler sur GVSig en 2009 puis sur QGis à partir de 2012 lors du début du déploiement.

Sur la dernière fouille à l'été 2021, elle a continué à utiliser EDArc sur une tablette sous Windows (Dell 12). Elle est en train d'adapter son application en anthropologie dans l'environnement QGis et Spatialite après avoir suivi la formation en interne à ces outils.

Depuis elle développe son application avec l'appui de deux collègues de l'Inrap (S. Badey et T. Guillemard). D'autres applications sont en cours de développement dans cet environnement logiciel.

Lorsqu'elle est RO, XXXXXXXXX a quasiment complété arrêté l'enregistrement papier. Le seul listing papier qui subsiste c'est un listing des axes. Pour l'enregistrement numérique des données,

XXXXXXXXX peut choisir la méthode d'enregistrement. Dans le cahier des charges, il n'y a pas d'exigences particulières dans ce domaine.

Selon les opérations, XXXXXXXXX s'adapte aux exigences du RO. Elle peut suggérer l'enregistrement numérique si le RO en est d'accord.

XXXXXXXXX pense que toutes les opérations devraient pouvoir adopter des outils numériques, mais il ne faut pas l'imposer mais le suggérer et le démontrer par l'exemple.

Le degré de numérisation des opérations doit être adapté à chaque opération, selon la durée, le type d'opération, les conditions climatiques, etc.

XXXXXXXXX a du mal à accepter la double saisie entre le terrain et le post-fouille surtout lorsque la pression temporelle sur les opérations est souvent très forte. Ne serait-ce que pour cela, la double saisie devrait être pouvoir être réduite au maximum.

Sur un exemple de saisie de données sur une opération vieille de 7 ans, XXXXXXXXX profite de la saisie numérique pour corriger certaines données. Dans ce cas, ce n'est pas inutile d'avoir à faire une double saisie.

Pour autant, sur des données de terrain saisies nativement numériques, il y a toujours une correction en post-fouille.

XXXXXXXXX est référente et formatrice SIG depuis 2017. Elle assure un appui sous forme de réponses très ponctuelles, plus rarement sous forme de sessions de travail avec des collègues (de l'ordre d'une dizaine de jours par an).

Pour le temps consacré à la formation aux outils numériques, à l'Inrap, de gros efforts ont été faits en matière de SIG. En revanche, sur certains outils numériques, il semble qu'il y ait encore un manque de compétence sur des outils de base, notamment de bureautique. Les formations proposées sont souvent faites par des prestataires et sur des jeux de données ne concernant pas l'archéologie.

Un problème souligné par XXXXXXXXX concerne les encadrants chargés de l'évaluation des compétences, qui n'ont parfois eux-mêmes pas connaissances des compétences numériques utilisées par les agents qu'ils doivent évaluer et dont les besoins en formation ne sont pas toujours bien identifiés ou ne sont pas suivis lorsqu'ils sont exprimés.

L'offre de formation tant interne qu'externe à l'Inrap est très mal connue. Il faudrait probablement mettre en place une sorte de veille pour l'offre externe et faciliter le fait de trouver une formation interne sur l'intranet qui n'est pas toujours facile à trouver.

La version numérique de l'offre de formation par le catalogue en ligne fait ressortir une sorte d'inversion de la responsabilité à la diffusion de l'information sur la formation des agents.

XXXXXXXXX considère que les outils numériques font parfois oublier des compétences de base chez certains archéologues, jeunes et moins jeunes, comme par exemple sortir une boussole pour identifier le nord. De ce point de vue, XXXXXXXXX craint que l'usage de ces outils numériques puisse masquer leur réelle justification dans certains cas. De plus, les quantités de données produites ne sont pas toujours justifiées, comme la photogrammétrie. Lorsqu'elle discute de cela avec certains collègues, il semble que beaucoup d'entre eux sont convaincus de la nécessité d'utiliser de la photogrammétrie alors que les résultats ne sont pas toujours exploités de façon cohérente et pas réutilisé dans un SIG. De façon générale, XXXXXXXXX a le sentiment que la justification de l'usage des outils et méthodes semble rarement interrogée. Elle pense que l'usage de protocole appris une fois pour toutes est souvent répliqué sans suffisamment s'interroger sur leur bienfondé. XXXXXXXXX se demande si cela peut être dû ». Je complèterais à la fin de la phrase avec « dans le sens où l'observation de ses pratiques et la

remise en question de ses résultats n'est pas enseigné dans les cursus d'histoire de l'art et d'archéologie, contrairement à ce qui est fait dans les disciplines scientifiques.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

XXXXXXXXX considère que le développement des outils numériques s'impose pour produire des résultats et qu'il n'y pas de temps laissé pour s'interroger sur les effets des outils numériques sur les pratiques scientifiques. Il est également important de prendre en compte les réticences de certains quant à un éventuel abandon du papier et du crayon, notamment par une vraie politique d'archivage pérenne des données.

XXXXXXXXX souligne les usages des outils numériques mériteraient de disposer de temps pour confronter les pratiques et pas seulement pour produire absolument des résultats très rapidement.

Les réseaux de compétences ou métiers permettent ce genre d'échanges. Encore faut-il que les lieux de formation s'y prêtent et que l'organisation des formations le permettent sous la forme d'ateliers de discussion et de retours d'expérience avec des agents formés.

XXXXXXXXX pense que les entretiens professionnels réguliers devraient être le premier lieu d'échanges entre les agents et leur encadrement sur l'évaluation de leurs compétences numériques. Ce devrait être un moment privilégié. Ce n'est pas le cas dans le cas de XXXXXXXXX et de ses collègues les plus proches. Une meilleure connaissance et reconnaissance des compétences numériques acquises et des pratiques numériques permettrait de faire évoluer les carrières des agents. La dimension RH de ces compétences numériques ressort. Mais elle semble mal gérée.

XXXXXXXXX est favorable à l'ouverture des données car elle travaille dans le cadre d'un établissement public. En revanche elle comprend la réticence de certains archéologues à ne pas vouloir diffuser leurs données car elle a constaté des cas de pillage et de réutilisation de rapports de données par des opérateurs privés sans citation et sans que l'institut ne se soit exprimé sur de telles pratiques.

XXXXXXXXX souligne qu'il manque d'information et de formation sur les enjeux et les dispositions législatives et réglementaires en matière d'ouverture des données dans le cadre du mouvement de la science ouverte. Or l'Inrap devrait avoir un rôle de moteur et de prescripteur dans ce domaine.

De même, l'Inrap pourrait avoir un intérêt à se rapprocher de communautés de chercheurs et de spécialistes dans les sciences de l'information, avec lesquelles les archéologues.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Les problèmes majeurs sont ceux des formations aux outils numériques et du temps laissé à s'approprier ces outils qui ne sont pas suffisants.

Mais il y a peut-être aussi des habitudes des individus dans nos sociétés qui ne se remettent pas en cause facilement, qui ne veulent pas modifier aisément leurs pratiques.

Encore faut-il que les archéologues soient davantage invités à communiquer davantage sur leurs changements de pratiques, sur celles d'autres.

Dans les lieux de travail dans les centres archéologiques, rares sont les cas où les agents ont du temps pour échanger sur leurs pratiques. Cela est rarement accordé ou bien n'est pas accordé comme il conviendrait.

Entretien avec : Yoann Pascal, Inrap Nîmes
Date de l'entretien : 15/07/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 16h
Heure de fin de l'entretien : 18h

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 46 ans

- Au lycée, Yoann a suivi une filière informatique car il était bon en maths. Il y a découvert la programmation informatique. Il a souhaité faire une faculté de science. Après son service militaire, il a changé de filière en suivant l'université de Montpellier une licence d'archéologie, en se spécialisant en égyptologie. Il a suivi des cours sur SysLAT en 1999-2000. En 2011, il a suivi une maîtrise en archéologie médiévale sous la direction de Laurent Schneider. Il a obtenu ses premiers contrats de technicien à l'Inrap en 2002. Il a obtenu un CDI en 2003 comme responsable de secteur et d'opération surtout sur des chantiers protohistoriques et antiques.

- Il est actuellement responsable d'opération à l'Inrap. Il a travaillé sur de grosses opérations (Uzès) avec d'importants volumes de travail en post-fouille.

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formation, pratiques, outils, valeurs associées**

Même s'il a eu l'occasion de découvrir l'informatique assez tôt, Yoann n'a eu l'occasion d'utiliser des outils numériques à l'Inrap qu'à partir de 2004.

Yoann se dit « enfant de SysLAT ». Ses collègues de travail utilisaient SysLAT. C'est comme ça qu'il en est venu à utiliser SysLAT qui était le seul outil utilisé sur Nîmes.

Yoann dit que « par flemmardise » il veut que l'informatique lui permette d'aller plus vite, de ne pas perdre de temps sur la saisie.

La première version de SysLAT que Yoann a utilisée est la version 3. Il n'y avait pas de formation. Il fallait apprendre sur le tas.

En 2009, il a suivi un stage animé par Michel Py avec Pierre Séjalon en suppléance.

A partir de là, il a poussé plus loin ses usages et sa compréhension de l'outil.

Petit à petit, les agents de l'Inrap sur Nîmes puis sur la région ont demandé à suivre des formations. Mais ce n'est qu'à partir de 2016 que le Service Formation de l'Inrap a accepté que soient organisées des formations qui sont animées par Pierre et Yoann. Aujourd'hui, deux niveaux de formation sont proposés : module 1 (formation à la logique et aux modalités de saisie de base, destinée aux encadrants et aux techniciens), module 2 (formation consacrée aux traitements de données, destinée aux équipes encadrantes).

En 2019, Yoann a assuré seul les formations. Depuis cette année, une troisième formatrice intervient (Alda Flambeaux). De son côté, le CNRS ne proposait pas de formation internes à SysLAT. Fin 2019, l'UMR de Lattes souhaitait organiser des séminaires présentant SysLAT avec la collaboration de S. Munoz qui a pris la suite de Michel Py dans le développement de SysLAT. Mais cette formation n'a pas eu lieu du fait de la pandémie. L'important est que SysLAT ne soit pas limité dans ses usages aux seuls archéologues. Il faut aussi que les divers spécialistes (céramologues, etc.) s'emparent de cet outil pour que les catalogues soient enrichis et avec des collaborations en dehors de l'Inrap.

Pour Yoann, il n'y a pas de séparation à faire entre information et numérique. Le numérique est bien un moyen et non d'une finalité.

Yoann a eu la responsabilité de secteur sur une grosse fouille (parking Jean Jaurès à Nîmes) où il a eu à faire de la saisie massive de données. Une des façons qu'il a trouvées pour une saisie des données plus rapide a consisté à utiliser le logiciel de reconnaissance vocale Dragon NaturallySpeaking. Des évolutions de SysLAT ont pu être réalisées sur ce point grâce aux échanges avec Michel Py.

A partir de 2019, après l'opération d'Uzès (chantier de la gendarmerie), le passage de l'enregistrement papier au numérique a connu une bascule avec l'arrivée des tablettes Android et de la version iSyslight développée par Michel Py et Sébastien Munoz.

La grosse fouille du canal de la Robine à Narbonne a été l'occasion de mettre en œuvre iSyslight en contexte opérationnel sur plusieurs mois et en grand nombre de postes déployés.

Yoann sera gestionnaire de données sur une future opération à Nîmes parce que c'est demandé dans la prescription. Mais il devra encadrer seul les fouilleurs parce que les encadrants ne maîtrisent pas SysLAT.

Le numérique doit être un moyen de faire mieux et plus rapidement et plus efficacement. Il a modifié sa façon de faire sur le terrain mais pas sa manière d'aborder un vestige archéologique. Avant sur le terrain, Yoann dessinait sur un plan millimétré à l'échelle et les topographes relevaient les clous. A partir du moment où la géocodification est apparue, les modalités de relevé ont changé, de même que pour le pierre à pierre.

L'obligation de libérer le terrain au plus tôt

L'arrivée de la photogrammétrie a permis là aussi de dégager du temps sur le terrain et d'ouvrir le domaine du possible (ex. augmentation du nombre de structures relevées). Le numérique a eu des effets surtout sur l'organisation du travail et pas vraiment sur la méthode elle-même. SysLAT permet de gagner du temps mais il ne constitue pas une révolution.

Le domaine où les changements sont les plus importants c'est l'effet de génération dans les pratiques numériques.

Les personnes les plus proches de la retraite ont du mal à se saisir de SysLAT. En revanche, les plus jeunes semblent s'en saisir facilement alors que l'ensemble des personnels ont pu avoir accès à la formation à l'outil.

L'important est que le taux d'équipement numérique de même que les formations dans les équipes de travail doivent être suffisants pour permettre à tous de pouvoir choisir de changer des pratiques autour du numérique.

Enfin, le fait de pouvoir montrer aux aménageurs et aux services de l'Etat l'usage d'outils numériques sur le terrain est devenu évident pour Yoann. Ces usages participent du fait de pouvoir montrer que l'archéologie est dans l'air du temps mais peut-être pas encore à la pointe de l'innovation. Les drones sont porteurs d'une plus-value.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Pour Yoann, le numérique n'est pas assez enseigné que ce soit au collège ou au lycée.

Il y a un problème de formation face auquel il faut développer l'offre de formation que ce soit dans l'enseignement scolaire ou dans le cadre professionnel.

Il faut aller vers le développement des compétences numériques mais pour maîtriser des outils et non une finalité.

Yoann multiplie ses activités et responsabilités dans le domaine du numérique à l'Inrap mais il se sent seul dans ces compétences numériques or il souligne « qu'il est archéologue avant tout ». Il faudrait

renforcer l’accompagnement des archéologues pour multiplier de tels profils. Mais pour cela, l’Inrap devrait davantage développer son offre de formation.

Dans les profils demandés des postes lors des recrutements, les compétences numériques nécessiteraient d’être davantage reconnues et valorisées.

Sur l’ouverture des données, Yoann se dit favorable tout en garantissant le respect de la paternité. Sur la publication de codes sources, Yoann y est tout aussi favorable.

Il pourrait être utile que l’archéologie s’ouvre aux champs disciplinaires des sciences de l'information mais cela demanderait de pouvoir trouver des profils capables de comprendre les métiers et la spécificité des données de l’archéologie.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Les besoins en investissements sont essentiels. Sur ce point, le déploiement en nombre des tablettes Android s’est révélé très positifs. Il faut aussi veiller à ce que les tablettes puissent être connectés à l’internet mobile mais les frais d’abonnement seraient considérables. Un minimum d’une tablette pour 2 agents doit être l’objectif à atteindre, de même qu’un drone par centre archéologique. Les investissements réalisés récemment par l’Inrap en équipements informatiques ont été à la hauteur.

Les investissements en formation seraient aussi à poursuivre et même à accroître.

Pour Yoann, s’il continue à porter autant d’expertises et de compétences numériques, il risque de ne plus pouvoir passer l’essentiel de son temps à son métier de base qu’est l’archéologie. Pour cela, il faudrait que les formations sur SysLAT permettent de faire émerger des agents capables de l’aider dans la charge de travail à assurer. Dans les recrutements aussi, il faudrait que les profils demandés évoluent vers davantage de compétences numériques pas seulement pour utiliser des logiciels mais aussi pour assurer des formations, accompagner le déploiement des compétences numériques des archéologues.

Entretien avec : Caroline Pautret-Homerville, Inrap Grand-Quevilly
Date de l'entretien : 07/09/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 11h30
Heure de fin de l'entretien : 12h45

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 48 ans
- 3ème cycle de droit international public
- Licence en archéologie puis DEA en archéologie au MNHN où elle a fait quelques vacations
- Rentrée à l'Inrap en 2004 sur des CDD comme technicienne
- Passée en CDI en 2007
- Basée à Grand Quevilly depuis 2012 comme technicienne
- Occupe un emploi d'infographe à temps plein depuis 2016

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Le premier contact de Caroline avec les dispositifs numériques remonte à ses études. Elle a découvert toute seule les bases de données comme Access ou les tableurs comme Excel sur les matériels sur lesquels elle travaillait. Elle s'est aussi mise à PhotoShop.

Lorsqu'elle est arrivée à l'Inrap, elle s'est mise à Illustrator et InDesign sous l'impulsion des différents RO qui l'ont formée. Les premières formations proposées par l'Inrap étaient dispensées par un prestataire extérieur. Caroline a eu le sentiment que ces formations ne lui ont servi à rien. Les formations ont ensuite été délivrées en interne par l'Inrap. Celles-ci lui ont permis de mieux maîtriser les logiciels de DAO et de PAO.

Plus récemment, elle a suivi la formation interne à QGis. Mais elle n'a jamais eu l'occasion de transférer ses compétences.

Au fur et à mesure de son activité professionnelle, Caroline a constaté le déploiement des outils numériques. Les logiciels de bases de données et de SIG semblent s'être imposés progressivement. Cette évolution accompagne une évolution conceptuelle de l'archéologie. La pratique des outils informatiques en archéologie correspond à de nouvelles formes de pensée et d'analyse dans ce domaine, notamment par l'essor des volumes de données.

Il s'agit d'une vraie révolution, à l'image de ce que Leroi-Gourhan a apporté dans les années 1960 par les nouveaux protocoles de fouille et d'analyse des données. Caroline considère que cette évolution est positive, notamment par le gain de temps dans certaines activités (ex. production des inventaires).

En revanche, il y a une très nette coupure générationnelle. Caroline l'observe avec des agents parmi les plus âgés qui ne souhaitent pas se mettre aux outils numériques. Ces agents semblent totalement réticents à l'informatique. Leur argument est que l'archéologie a pu se passer de ces outils numériques. Caroline parle de conservatisme, qu'il est très difficile à faire bouger. Du fait du renouvellement des générations à l'Inrap, les nouveaux archéologues semblent se saisir très facilement des outils informatiques. Pour autant, Caroline note que l'utilisation faite de certains outils numériques tend à vider un peu de son sens le travail de terrain. Celui-ci s'appuie notamment sur les fiches de structures à renseigner. Depuis quelque temps, certains agents prennent des notes sur tablette, ou enregistrent des données sur des applications utilisant des bases de données comme FileMaker. Mais ces pratiques numériques semblent réservées à certains agents. De plus, ceux-ci enregistrent les données en réduisant

considérablement le temps de réflexion. Cela instaure une sorte de différence entre les agents qui maîtrisent les outils numériques et qui construisent la base de données et les autres. Caroline a pu évoquer ce risque de division avec une responsable d'opération sur laquelle elle a travaillé et pu observer ce risque. La RRA était d'accord avec cette vision mais elle a justifié son choix de limiter l'enregistrement numérique à un seul utilisateur de la tablette pour éviter que la tablette tourne entre les agents. Caroline souligne qu'elle n'a pas fait autant d'années d'études pour se voir déposséder de la part la plus importante de son travail. Caroline n'a pas eu l'occasion d'échanger sur ce sujet avec des agents sur d'autres opérations. Mais elle sait que ce qu'elle a vécu n'est pas unique. Il serait intéressant d'avoir des échanges sur les protocoles d'enregistrement, sur les façons d'interagir entre eux sur le terrain autour des outils numériques. Aujourd'hui il semble qu'il y ait davantage de RRA prêts à passer à l'usage d'outils numériques que de RRA résistants à ces outils. Pour caroline, il n'y pas le choix, notamment pour produire des plans et des cartes en utilisant des logiciels de SIG comme QGis. Tout le monde s'y met ou doit s'y mettre. Les rares qui le refusent se retrouvent de plus en plus en difficulté et sont conduits à demander aux collègues de faire leur travail avec les outils numériques.

Pour ce qui concerne la modernisation de l'archéologie, le public n'a pas vu l'évolution de la discipline sur le terrain. Certes les journées portes ouvertes permettent de présenter ce que sont les chantiers archéologiques au public mais sans qu'ils y voient des archéologues en activité. La figure de l'archéologue-aventurier du XIXème siècle (cf. Indiana Jones) semble être encore l'image dominante qu'a le grand public qui, dans sa grande majorité, ne perçoit pas l'évolution du métier. Caroline n'a jamais vu de documentaires présentant l'archéologie préventive. Ceux qu'elle a vus concernent surtout l'archéologie programmée alors que l'archéologie préventive représente 99% de l'activité archéologique.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Caroline pense que les outils numériques sont indispensables et qu'ils présentent des bénéfices. Le danger est de confondre fins et moyens et de « se faire bouffer par ces outils ».

Les bases de données sont capables de traiter des volumes considérables de données et permettent de dégager du temps pour la réflexion et de poser de nouvelles questions. Pour cela il faut accompagner le développement des pratiques numériques. Il devait y avoir moins de réticence face aux outils numériques. Il faudrait veiller à ce que les outils numériques ne soient pas non plus trop envahissants, en particulier dans les tâches administratives où Caroline a l'impression que la dématérialisation est une fin en soi et a rigidifié les organisations, les manières de travailler, les comportements à travers des procédures qui complexifient les façons de faire. De ce point de vue, les outils numériques n'ont pas que des avantages.

Sur la pratique professionnelle scientifique, le risque est que les agents soient contraints par des modèles liés aux outils numériques. Il faut accompagner les archéologues dans leurs pratiques numériques par des formations régulières car la plupart du temps les outils numériques sont complexes à s'approprier. Les techniciens de fouille ont déjà de nombreuses compétences que les outils numériques ne peuvent qu'accroître.

Pour Caroline, la jeune génération des archéologues ne pourra pas continuer à accepter des niveaux de salaire si bas pour des niveaux de compétence si élevés.

Concernant l'ouverture des données, le sujet est encore mal connu, à part chez les agents en charge de l'archivage et de la gestion des collections. Ce sujet n'intéresse pas beaucoup d'agents alors que l'Inrap est engagé dans une grosse opération d'archivage de ses données de fouille. Le travail est considérable, les questions soulevées intéressantes mais peu d'agents semblent intéressés par cette problématique.

La documentaliste du centre du Grand Quevilly propose de former les agents sur l'utilisation des bases de données de l'Inrap (Frantiq, Hal, etc.) mais elle rencontre peu de succès auprès des agents. Lors du premier confinement, l'Inrap a ouvert Dolia temporairement. Caroline trouve dommage que l'Inrap ait décidé de refermer l'accès à cette plateforme depuis.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Caroline souligne à nouveau la contrainte générationnelle qui, pour elle, devrait être rapidement évacuée.

Les formations et les accompagnements des agents sont essentiels pour limiter les effets de ce processus.

Il semble manquer cruellement de formation aux enjeux du numérique en archéologie. Certains le voient comme une contrainte, parce qu'ils n'en perçoivent pas l'intérêt.

Il faudrait mieux informer les agents sur les possibilités du numérique tout en tenant compte des difficultés de certains d'entre eux.

Sur le terrain, l'évolution devrait conduire à généraliser la saisie nativement numérique des données. L'enjeu est un gain de temps considérable. L'exemple des travaux réalisés pour les levés de topographie illustre une évolution quasiment totale vers une saisie nativement numérique des levés. De même, l'usage des fiches de terrain montre qu'elles ne seront bientôt plus utilisées dans leur forme papier traditionnelle. Mais rien n'empêchera aux archéologues qui le souhaitent de continuer à tenir leurs carnets de notes personnel, selon les façons de travailler de chacun. De même, la réalisation des levés à main levé devrait rester indispensable. Ces pratiques traditionnelles devraient donc coexister avec des pratiques numériques.

5. Autres points et commentaires

Il est utile de conduire une recherche sur les pratiques des archéologues, notamment sur les pratiques numériques. Caroline souligne que de telles réflexions sont trop rares.

L'Inrap a une obligation de résultats dans un contexte fortement concurrentiel. Les outils numériques doivent contribuer à relever les défis liés à ce contexte concurrentiel.

Entretien avec : Thomas Romon, Inrap Gourbeyre (Guadeloupe)
Date de l'entretien : 14/03/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 16h30
Heure de fin de l'entretien : 17h45

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 50 ans
- A suivi une licence de sciences naturelles à l'université de Bordeaux puis une maîtrise et un DEA à Bordeaux en anthropologie en 1995
- Il a commencé un doctorat mais ne l'a pas terminé
- A fait son service militaire comme volontaire à l'aide technique au SRA de Guadeloupe
- Il est resté en Guadeloupe
- En 2000 il a eu ses premiers contrats comme CDD à l'Afan où il a participé à des diagnostics de différentes
- Il a participé à une grosse fouille d'un an à Saint-Martin
- Il a été recruté en janvier 2005 en CDI à l'Inrap
- Depuis il est toujours resté à la base de Gourbeyre

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

A l'université, Thomas a surtout été formé aux bases de données, au traitement de texte et aux statistiques.

Pour l'essentiel, il a été formé à Adobe Illustrator et Adobe Photoshop par des collègues sur le tas. L'autoformation a été la règle parfois en étant accompagné par ses collègues

Il a été formé à la topographie en interne à l'Inrap par d'autres topographes de l'Inrap

Il a aussi été formé au passage de la photo argentique à la photo numérique, au redressement de photographies numériques dans les années 2010 puis depuis les années 2015 à la photogrammétrie, toujours sur le tas.

Pour les archéologues de l'Inrap dans les Antilles, il avait été décidé de leur permettre avant 2015 de suivre des formations en métropole. Mais depuis quelques années, les formations en métropole sont moins courantes.

Pour autant, les formations à la photogrammétrie ne sont pas forcément toujours indispensables. Le plus souvent les compétences numériques sont acquises au contact les uns des autres, selon les besoins, les contraintes du terrain, etc.

Depuis 2016, Thomas a demandé à suivre les formations aux SIG. C'est cette année qu'il a pu enfin suivre une formation dans ce domaine par des collègues qui sont venus de métropole.

Le peu de personnel dans les Dom (environ une vingtaine de personnes) explique souvent les difficultés à suivre les formations de métropole car il leur est souvent difficile de suivre les formations en raison des contraintes opérationnelles.

Thomas souligne que tous les agents sont désireux de suivre les formations aux outils numériques parce qu'ils sont convaincus de leur intérêt. C'est dans le sens de l'évolution des métiers. Pour autant

les agents de l'Inrap des Dom ne sont pas intégrés dans les réseaux de référents comme par exemple pour les SIG. Le référent dans ce domaine est à Bègles.

Même si la plupart des agents utilisent déjà des SIG, il est important de revenir aux bases lors des formations.

Pour la topographie, les archéologues de l'Inrap travaillent souvent avec des cabinets de géomètres. Ils manquent de temps pour transformer les fichiers de données de points en fichiers utilisables dans le SIG.

Dans l'ensemble, les agents sont sensibles au fait de veiller à ce que l'usage de dispositifs numériques ne génère pas plus de temps qu'il est censé en faire gagner.

Pour la photogrammétrie, Thomas cite une expérience qui a donné lieu à des milliers de photos qui n'ont pas été utilisées. Aujourd'hui, le recours à cette technique est plutôt opportuniste. De même, Thomas souligne le fait que la photogrammétrie ne va pas toujours révéler ce qui n'a pas été observé sur le terrain. Son usage en est donc toujours très pragmatique et raisonnée. Pour les sépultures, la photogrammétrie est parfois intégrée dans le PSI.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Thomas pense qu'il faudrait reconnaître davantage les compétences numériques des agents qui en disposent.

Il faudrait aussi leur offrir davantage de formations.

Il faudrait davantage de licences de certains logiciels.

Les rencontres entre archéologues spécialisés dans les outils numériques seraient utiles mais elles ne sont pas ou très peu accessibles aux agents des Dom.

Auparavant c'est surtout le travail de terrain qui était beaucoup rationalisé. Aujourd'hui c'est aussi sur le post-fouille que des efforts de rationalisation sont faits. Les moyens, en diminution, consacrés à cette phase du travail obligent les archéologues à s'adapter en devant essayer eux-mêmes de rationaliser leurs manières de faire, voire d'accepter de faire moins bien qu'auparavant.

Concernant le mouvement de l'ouverture des données et des logiciels, Thomas s'y dit favorable. Par exemple, il évoque les logiciels *open source* qui sont très performants pour les SIG mais qui n'existent pas encore pour les logiciels de topographie. A l'inverse, il ne comprend pas que les logiciels de la suite MS Office soient encore utilisés à l'Inrap alors que la suite *OpenOffice* serait largement suffisante.

Thomas reconnaît un manque une formation aux notions de base sur l'ouverture des données de la recherche. Mais là aussi il y a un tel manque de temps qu'il semble presque impossible de pouvoir suivre une formation dans ce domaine si elle était proposée.

Pour Thomas, il s'agit d'abord d'étoffer les compétences numériques et les nouvelles méthodes de travail des agents avant d'envisager de nouvelles formes de collaboration avec des chercheurs d'autres disciplines.

Thomas continue à participer à des chantiers de fouille programmée. Avant il était sollicité par d'autres chercheurs. Mais aujourd'hui il ne l'est plus parce qu'il n'a pas de temps à consacrer à ces collaborations. Du fait de son rattachement à l'UMR PACEA, Thomas a pu maintenir des relations plus étroites et échanger avec eux sur certains méthodes et techniques numériques.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner :

La distance des Dom par rapport à la métropole est une explication majeure dans les difficultés à pouvoir étoffer rapidement les savoir-faire dans les pratiques numériques des agents (ex. suivre les formations nécessaires).

L’accès à certains logiciels et matériels informatiques reste un problème, notamment pour les logiciels payants.

Entretien avec : Kai Salas-Rossenbach, Inrap, Direction Scientifique et Technique (Siège)
Date de l'entretien : 25/08/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 16h05
Heure de fin de l'entretien : 17h25

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 43 ans
- M2 d'archéologie à Paris 1 en archéologie précolombienne, M2 Gestion publique à Paris-Dauphine
- A commencé à travailler avec Alain Schnapp et Nathan Schlanger sur un projet à l'INHA, puis à l'Inrap en CDD sur un projet européen à l'Inrap puis en CDI en 2011
- Thèse à Paris 1 avec Dominique Legoupil sur la Patagonie
- Travaille à la DST de l'Inrap où il est chargé des projets stratégiques nationaux et européens

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Kai a une appétence pour l'informatique depuis toujours. Mais il n'a suivi aucune formation théorique ni pratique au numérique en archéologie.

Il n'a jamais utilisé un outil scientifique et technique de façon poussée à part un peu Adobe Illustrator pour des besoins d'illustration. Il a appris à maîtriser les outils de bureautique par lui-même.

Kai a beaucoup vu la puissance du numérique dans la stratégie d'illustration du travail numérique en général. Ce développement du numérique est à considérer comme un marqueur de professionnalisation de l'archéologie, d'abord autour de Photoshop et d'Adobe Illustrator.

En matière de projets de recherche et les offres d'emploi, Kai souligne aussi la place grandissante des SIG et des techniques de géolocalisation, parfois à tout bout de champs. Souvent ces outils ne sont utilisés que pour produire des cartes d'illustration, plus rarement des besoins de modélisation. Enfin, la photographie numérique doit être mentionnée, qui s'est traduite par la disparition en parallèle des photographies argentiques et des diapositives.

Kai mentionne l'essor du logiciel libre avec le développement de communautés, intégrant des archéologues qui avaient des appétences à utiliser ces logiciels.

En matière d'ouverture des données, Kai évoque les politiques publiques qui poussent à un essor dans ce domaine (Commission européenne, Ministère de la Recherche, etc.)

En matière de données archéologiques numériques, il faut mentionner aussi la publication et l'édition, ainsi que l'accès à d'autres données brutes.

Il faut commencer par le fait que la professionnalisation de l'archéologie n'a rien à voir avec le numérique. L'essor du numérique en archéologie est arrivée sur un mouvement de la professionnalisation de l'archéologie qui a commencé avant l'apparition du numérique.

La professionnalisation de l'archéologie a induit beaucoup de transformations, notamment du rapport de l'archéologie à la société, qui a fait, par la loi, que les archéologues se sont vus assigner un autre rôle, notamment une mission de service public.

Pour Kai, en reprenant l'analyse de collègues anglo-saxons, c'est avec l'arrivée d'acteurs privés des TIC dans l'archéologie qui sont arrivés avec les premiers micro-ordinateurs et dans les laboratoires de certains campus, que l'informatique s'est développée avec les premiers usages de calculateurs portables.

Il faut revenir vers le point de départ de l'arrivée de l'informatique dans l'archéologie qui est la statistique. Il a fallu commencer par ce type d'usage du fait des besoins en termes de classifications, qui a bénéficié de l'école française de statistiques dont l'ensemble des SHS ont aussi bénéficié. C'est sur ce fond de l'origine des usages pionniers de l'informatique que l'archéologie devra revenir prochainement avec l'essor à venir de l'intelligence artificielle.

Pendant des années, les mémoires de maîtrise se devaient d'inclure des analyses statistiques mais souvent sur des séries et des volumes de données un peu limitées.

L'apparition des micro-ordinateurs à partir des années 1970 et surtout 1980 a contribué à l'essor de l'informatique en archéologie mais depuis il n'y a plus eu d'autres sauts qualitatifs.

Le problème est que la plupart des archéologues qui ont mis en œuvre les méthodes statistiques n'en avaient pas la maîtrise des fondements mathématiques.

Or la maîtrise de ces fondements est essentielle pour la mise en œuvre des outils numériques et des résultats dans un cadre professionnel.

Pour Kai, il n'y a pas de nouveau seuil depuis une quarantaine d'années. Mais il est probable que l'intelligence artificielle pour l'apprentissage profond seront porteurs d'une nouvelle étape, voire d'un seuil dans l'histoire de l'informatique en archéologie. Encore faudra-t-il maîtriser les fondements de ces approches du côté des archéologues.

L'un des enjeux majeurs est de s'associer à des laboratoires maîtrisant fondamentalement les outils et les méthodes du numérique, sous réserve de pouvoir formuler les questions archéologiques pertinentes.

Quand on commencera à mettre en œuvre de l'intelligence artificielle dans les traitements de données archéologiques, il faudra veiller à former des gens à des outils nous permettant de faire ces traitements. Mais le risque est de perdre le fil de la démarche scientifique de l'archéologie et d'adopter des comportements passifs avec des archéologues peu ou pas formés à la compréhension de ces nouveaux outils.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Kai pense que les institutions de l'archéologie se sont trompées dans plusieurs choix de gestion RH à former des archéologues aux TIC de façon conséquente (mais forcément superficielle) au lieu de recruter des spécialistes venant d'autres horizons pour promouvoir l'interdisciplinarité en interne.

A l'Inrap, il faudrait que les archéologues se recentrent sur la matière archéologique. Il faudrait leur fournir des interfaces d'accès à des outils, des données. Mais il n'est pas souhaitable de former les archéologues à des outils performants. Certes il faut les former à la structuration et au rangement des données. Pour aller dans cette direction, il faudrait que l'Inrap recrute des profils extérieurs capables de traiter des données archéologiques sans être archéologues eux-mêmes, des spécialistes de la donnée, capables d'aller de projets en projets, d'équipes en équipes.

Dans le cadre de projets européens, Kai souligne qu'il a pu constater la présence de mathématiciens et de statisticiens intervenant sur des projets archéologiques sans être archéologues eux-mêmes. Cela limiterait la tendance habituelle au « bricolage » des archéologues. Il faudrait ainsi professionnaliser ces profils et ces compétences numériques de non-archéologues, sous la direction d'une direction des systèmes d'information.

En prenant l'exemple des SIG, Kai souligne les risques liés au fait de demander à des archéologues d'utiliser ces outils sans maîtriser les principes de la science géographique, de l'analyse spatiale.

Certes il est important de savoir ce qu'il y a derrière les outils mathématiques et statistiques mobilisés par l'archéologie, mais sans pour autant prétendre en être un mathématicien nu un statisticien. Les enjeux en termes de RH de cette approche sont essentiels.

Il y a une économie de l'attention du numérique telle qu'il y a un appauvrissement rapide des activités simples à réaliser. Les archéologues pensent souvent d'abord en termes de méthodes et pas en termes de méthodologie.

A titre d'exemple, Kai pense que le rôle de l'archéologue en matière de classification est de comprendre comment cette méthode et les outils associés sont utilisés et non pas de mettre en œuvre ceux-ci. L'important est d'exercer un esprit critique sur les outils, de les interroger.

Pour l'ouverture des données et des codes sources, il faut rappeler que ce projet n'est pas fait pour l'archéologie en premier lieu mais pour d'autres domaines de connaissance. L'archéologie n'est donc pas le fait générateur. Le mouvement de l'ouverture des données n'est donc pas fait sur mesure pour l'archéologie, ni pour les SHS en général.

Concernant l'Inrap, les contextes législatifs et réglementaires existants sont suffisants (principes FAIR notamment). Il existe déjà des réalisations qui démontrent l'intérêt et la faisabilité de ce mouvement (ex. Hal). Pourquoi l'archéologie n'y est-elle pas encore complètement ? Parce qu'il n'y a pas de projet de politique institutionnelle dans ce domaine d'acteurs qui craignent que ce mouvement d'ouverture crée des problèmes, notamment en termes de primauté scientifique, de pillage, de moyens nécessaires, etc. Or il existe déjà des dispositifs pour garantir l'autorat, la propriété intellectuelle, sur les données et sur les publications, etc.

Enfin il y a une violence institutionnelle népotique extrême, entre les tenants du dogme académique universitaire et du CNRS vis-à-vis d'autres acteurs dont l'Inrap. C'est une violence symbolique exercée par la classe scientifique sur d'autres acteurs qu'elle cherche à déconsidérer.

Les termes des échanges, de partage des données ne sont pas clairs parce que partager ses données c'est fondamentalement se montrer, s'exposer et accepter de prendre des risques d'une évaluation critique par les pairs. De plus, il faut penser les principes de nommage, des catégories des connaissances produites et partagées avec le numérique.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Lorsqu'un archéologue utilise un Apple chez lui, il est très difficile de les faire utiliser des outils moins performants dans le cadre professionnel.

On est face à des gens qui utilisent beaucoup de numérique dans leur vie, même les plus rétifs. L'Inrap n'impose pas ces pratiques. En interne, il faudrait définir le socle commun de ce qui devrait être utilisé et ensuite professionnaliser. Cela devrait passer par des formations longues des agents en dehors de l'établissement et/ou de recruter des profils différents.

Kai pense que ce chemin ne sera pas pris. La plupart des archéologues sont très loin des savoirs minimums de ceux qui leur sont nécessaires pour maîtriser profondément les outils qu'ils pensent savoir utiliser.

Le concept d'innovation est fondamental de ce point de vue, notamment en termes méthodologiques. Il semble que les dirigeants de l'Inrap ne perçoivent pas ou mal ces enjeux qui sont essentiels dès le départ du projet de transformation numérique de l'établissement.

Les vrais risques de fracture numérique sont des fractures de compétences numériques et non pas de fractures générationnelles.

Entretien avec : Luc Sanson, Inrap Metz
Date de l'entretien : 18/06/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h15
Heure de fin de l'entretien : 11h45

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 38 ans
- Licence d'histoire et licence de l'histoire de l'art et d'archéologie, Master 2 à Nancy 2
- En CDI à l'Inrap depuis 2009, après des CDD depuis 2006 (ZAC amphithéâtre), sur Metz depuis 2017, RO, référent SIG, formateur SIG, statistiques

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Luc n'a pas suivi de formation en informatique appliqué à l'archéologie. A été initié par des personnes du SRA sur les SIG (ArcGIS). Largement autodidacte car aucune formation n'était proposée à l'université. A suivi une formation à Access à l'Inrap. N'a pas suivi la formation interne aux SIG de l'Inrap.

Luc a commencé à intervenir dans les premières sessions de formation à QGis à partir de 2012. A participé à de nombreuses formations aux SIG, parfois 10 par an. Aujourd'hui, il a diminué le nombre de formations auxquelles il participe. Il a dû revenir sur une activité de terrain. Aujourd'hui l'équilibre semble trouvé entre le temps passé sur les actions de formation et celles liées au terrain. Il est aussi intervenu dans des formations académiques (Nancy) et a encadré des étudiants stagiaires. Il co-encadre parfois des mémoires de recherche d'étudiants.

De son point de vue, les premières années où les formations aux SIG ont commencé, les agents de l'Inrap semblaient engagés dans une dynamique, une émulation. Mais aujourd'hui, les retours

Aujourd'hui, Luc constate des écarts de compétences entre le CRA où il se trouve par rapport aux précédents où il était rattaché. Il met ce constat en relation avec les choix et les discours de l'encadrement et au SRA. Il semble aussi que les compétences ne soient pas à la hauteur d'une part des exigences réglementaires et d'autre part de la dynamique interne à l'organisation pour accompagner les agents dans l'évolution de leurs pratiques. Sur sa zone d'activité actuelle, il semble possible de mettre en relation le fait que des personnes se trouvent en difficulté dans la maîtrise de compétences numériques avec leurs classes d'âge d'appartenance. Il n'y a donc pas eu d'incitation à faire évoluer les pratiques et les compétences numériques. Il ressent donc plus de difficultés à faire évoluer les pratiques de ses collègues les plus proches. Cette situation semble être propre à cette région. Du côté du SRA, des changements récents d'agents prescripteurs et du CRA ont commencé à faire évoluer la situation. De même, le renouvellement d'une partie des agents de l'Inrap, par le départ à la retraite de certains, devrait contribuer à faire évoluer les choses. Les tablettes sont utilisées uniquement en Champagne-Ardenne mais pas du tout en Lorraine. Les drones semblent relativement peu utilisés par le topographe qui y a été formé. En géophysique, les prescriptions du SRA ne semblent pas être particulièrement propices à cette technique.

3. **Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques**

L'institut a une mission dans la production de normes, de références dans les pratiques numériques. Il faudrait que la direction de l'institut se positionne davantage sur ce point.

Il faut du temps (de l'ordre d'une dizaine d'années) pour qu'un archéologue devienne professionnel. Ce délai est incompressible.

L’enjeu est de maintenir une cohésion entre les deux tendances de l’archéologie qu’il constate entre une archéologie universitaire et une archéologie opérationnelle.

Pour les pratiques numériques, les acteurs de l’archéologie préventive, le temps semble ne pas être un problème, notamment sur les budgets des diagnostics.

Aujourd’hui, ce sont les acteurs de l’archéologie préventive comme l’Inrap qui forment leurs agents aux pratiques numériques mais pas assez les formations académiques. Il faut que les efforts d’investissement par l’archéologie préventive perdurent, même au point que l’Inrap pourrait devenir organisme de formation.

L’Inrap a aussi un rôle dans l’animation des communautés des archéologues dans leurs pratiques numériques.
On pourrait imaginer que les arrêtés de prescription de SRA évoluent pour intégrer des exigences en termes de pratiques numériques.

On voit les pratiques numériques dans des supports de médiation à destination du grand public, mais il faut aussi que cela apparaisse clairement dans les publications scientifiques.

Luc est favorable à l’ouverture des codes sources des développements réalisés par les archéologues. En prenant comme exemple une BDD de terrain développée par un agent, celui-ci n’a pas eu de temps pour être membre d’une UMR et pour publier des articles scientifiques. Du coup, cela a pu lui être reprochée et l’a empêché d’évoluer dans son parcours professionnel. Il faudrait que ce type de réalisations soit reconnues par les institutions de l’archéologie. De même, il est favorable à l’ouverture des données.

Pour la diffusion des données issues de prospections, Luc est devenu convaincu que c’est la diffusion de la connaissance qui peut protéger le patrimoine.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Pour Luc, il risque d’y avoir d’un côté une « archéologie universitaire », un peu « hors-sol », qui aurait le temps de s’investir dans le développement de l’usage de méthodes scientifiques comme les statistiques, et de l’autre côté l’archéologie préventive qui n’offrirait pas à ses acteurs le temps nécessaire pour se consacrer à ce type d’activités.

Pour l’usage des tablettes, cela dépend de la disposition des utilisateurs, des demandes des agents prescripteurs dans les cahiers des charges. C’est surtout une question de volonté des acteurs qui leur permet d’adapter leurs pratiques, soit par la formation, soit par eux-mêmes.

Lorsque les agents des SRA changent, les demandes et les exigences peuvent évoluer. Dès lors, les pratiques des agents sur le terrain changent. Ces changements de pratiques peuvent avoir des avantages individuels et collectifs.

Pour autant, il faudra veiller à ne pas scinder les équipes d’archéologues selon leurs compétences numériques. Il ne faut pas déléguer la maîtrise intellectuelle des outils numériques utilisés à certains des agents.

Entretien avec : Fabien Sanz-Pascual, Inrap Carquefou
Date de l'entretien : 24/09/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h
Heure de fin de l'entretien : 16h20

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 50 ans
- Formation de dessinateur en bâtiment jusqu'à la fin des années 1990
- Ne connaissait rien à l'archéologie
- A l'occasion d'une saison de cueille de pommes, il lit un article de 2 lignes sur l'archéologie sur une fouille en Maine-et-Loire. Pour les passionnées en spéléologie, il était possible de contacter Michel Cousin, le responsable du chantier. Il se retrouve le lendemain sur le chantier de fouilles, en milieu souterrain, avec des outils d'archéologue. C'est donc sur le tas qu'il a appris le métier.
- Au retour du service militaire, il participe à nouveau au chantier. Il y rencontre d'autres archéologues à l'occasion d'une journée portes ouvertes. Son profil a intéressé ces archéologues sur un chantier à Nantes (fouille du cours des cinquante otages).
- Il a ainsi commencé à travailler à l'Afan en 1995 sur un poste de dessinateur sur divers CDD. Il a accumulé 33 CDD. Malgré un recours aux prudhommes comme d'autres contractuels, il n'a pas obtenu de CDI en 1999. Après avoir travaillé dans d'autres domaines de l'archéologie, il y est revenu en février 2000 et a obtenu un CDI à ce moment-là.
- Il lui a été proposé de devenir responsable d'opérations à l'époque de l'Afan mais il n'a pas souhaité poursuivre dans ce type de poste parce qu'il estime ne pas y être formé. Il avait le sentiment qu'il pouvait apporter beaucoup sur le relevé de bâti et développer de nouvelles méthodes. Il s'épanouit beaucoup plus dans le dessin que dans l'écriture.
- A ce jour, il est toujours dessinateur-infographiste au CRA de Carquefou (Nantes), spécialisé dans les études de bâtiments

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Lorsqu'il a commencé en archéologie, les collègues de Fabien ont trouvé intéressant ses compétences en dessin manuel.

Il a commencé à se servir d'Arkeoplan en février 1995 sur une grosse opération à Nantes sans aucune formation, sauf en Vendée puisque Arkeoplan avait été développée par une équipe en Vendée. Les photos étaient prises avec un appareil installé au bout d'un bras articulé. Les photos étaient redressées et les contours des structures archéologiques étaient dessinées. Fabien reprenait avec Adobe Illustrator les contours vecteurs des contours des structures archéologiques. Mais il a été peu formé et a dû se former seul pour l'essentiel. Il a eu des difficultés à s'approprier cet outil. En parallèle, il continuait à faire des relevés manuels.

Sur une série de chantiers autoroutiers (A83 en Vendée), il a pu être mieux formé à Adobe Illustrator grâce à l'accompagnement de collègues ce qui lui a permis de mieux maîtriser l'ensemble de la chaîne. Il a dû s'adapter au dessin archéologique qui est différent du dessin en bâtiment.

Depuis Fabien a ressenti le besoin de suivre des formations internes à l'Afan et à l'Inrap à partir des années 2000 sur Adobe Illustrator. Il a aussi passé beaucoup de temps à se perfectionner sur Illustrator. Il a ensuite suivi les formations à In Design pour la PAO.

Fabien a aussi utilisé PhotoPlan qui a pris de plus en plus de place, mais sans obliger à abandonner le dessin manuel.

Il a eu du mal à se défaire du crayon et du Rötring mais il a dû le faire parce qu'il fallait aller de plus en plus vite.

Fabien adore le crayon car l'action de dessiner n'est pas simple. Elle mêle aussi l'analyse de la structure dessinée, ce qui donne encore plus de sens au dessin de terrain. Mais il a bien vu que dans son activité, surtout en post-fouille, l'informatique lui ouvrait des possibilités d'aller plus vite.

Fabien souligne son rôle de dessinateur/archéologue qui a un rôle d'interprétation et de description auprès de l'archéologue.

Aujourd'hui, Rares sont les opérations sur lesquelles Fabien peut maintenir les relevés manuels. Dans ces cas, de grosses différences sont apparues entre les résultats et les relevés manuels. Les responsables d'opération analysent la photo en post-fouille, alors que Fabien souligne que lors du relevé de terrain, il y a beaucoup plus d'informations que sur les ortho-images issues de la photogrammétrie. Les responsables d'opération pensent pouvoir prendre leurs notes à partir de la photographie alors que ces notes sont beaucoup moins riches que les informations issues des relevés manuels de terrain. Le niveau de détail est beaucoup plus grand dans l'analyse et le dessin des éléments d'un mur par exemple. Tous les responsables d'opération, pour Fabien, rencontrent ces limites dans leurs façons de faire, même si certains d'entre eux peuvent en avoir conscience. Mais ils disent ne pas avoir le choix de faire autrement tant la pression temporelle sur la phase terrain est grande.

Aujourd'hui, Fabien voit comment il peut travailler avec un outil comme PhotoScan pour la photogrammétrie. Mais il a du mal à se projeter en continuant dans ce sens car ce travail devient moins précis et surtout incomplet. La photogrammétrie trompe l'analyse. Elle donne un aspect visuel plus complet en 3 dimensions mais beaucoup plus pauvre en étude car ce ne sont que des pixels. Lors d'un relevé manuel l'attention et la réflexion se font sur chaque centimètre relevé alors qu'avec la photogrammétrie c'est plus général et donc on perd forcément ce sens d'observation pointu.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Sur le terrain, il constate aujourd'hui une évolution des pratiques qui tendent à faire disparaître certaines compétences, notamment du fait du déploiement des outils numériques, dont la photogrammétrie, surtout depuis 5 ans. Les responsables d'opération le sollicitent de moins en moins pour des relevés manuels du bâti et les SRA demandent également de plus en plus des relevés en 3D.

Les durées des opérations sont de plus en plus courtes, ce qui impact forcément le rôle du dessinateur/archéologue qui se voit choisir des méthodes de relevés plus rapide dans le temps mais moins complète dans l'observation (ce qui est pourtant la base du métier).

C'est pourquoi aujourd'hui Fabien se dit plus réticent au déploiement sur le terrain de certains de ces outils. Même s'il va toujours sur le terrain, c'est de plus en plus pour réaliser des campagnes de photographies pour ensuite réaliser des relevés par photogrammétrie.

Depuis qu'il a suivi les formations à la photogrammétrie, Fabien traite de plus en plus de fichiers d'images. Il subit cette évolution de son métier.

Fabien pense qu'il y a une sorte de croyance magique en la photogrammétrie. Quand il a l'occasion d'en parler avec des responsables d'opération, certains peuvent être sensibles aux limites de la méthode et de la technique. Mais ils sont tellement sous la contrainte du temps, qu'ils en oublient de s'interroger sur ces limites.

Ce qui manque le plus c'est une grosse réflexion. Il faudrait se poser et réfléchir aux limites et aux problèmes que posent ces outils et pas uniquement vanter leurs mérites. Il faudrait faire des bilans,

notamment au sein de l'Inrap, que ce soit pour la photogrammétrie, pour les SIG, etc. Il faudrait aussi engager la discussion avec les SRA qui imposent des relevés par photogrammétrie. L'aspect économique des opérations l'emporte tellement qu'il semble exclure toute réflexion sur les conséquences de cette pression temporelle sur les pratiques scientifiques.

Fabien serait intéressé à participer à des rapports sur les relations entre numérique et archéologie, non pas seulement pour mettre en avant les avantages mais aussi sur des façons de faire différentes qu'il faudrait privilégier.

Pour Fabien, il ne s'agit pas d'abandonner l'usage des outils numériques mais ils ne doivent pas nous conduire à abandonner les outils scientifiques qui ne sont pas numériques.

Dans les formations initiales et continues à ces outils numériques, il faudrait continuer à enseigner les méthodes traditionnelles au cas où les outils numériques ne sont plus disponibles. Mais également et surtout pour connaître et maîtriser les différentes techniques de relevé (manuel ou par photogrammétrie) et donc d'avoir le choix sur la méthode la plus performante à utiliser.

Concernant le mouvement de la science ouverte, Fabien n'a pas vraiment eu l'occasion de se pencher sur ce qu'impose ce mouvement. Il se dit partageur et donc favorable sur le principe au partage des données même s'il peut être sensible aux réticences de certains collègues qui craignent de se voir « déposséder » de leurs données.

Sur l'archivage des données, Fabien s'interroge sur le fait que les données seraient encore accessibles dans 50 ans. Mais il pense qu'il doit y avoir beaucoup de problèmes techniques dû à l'évolution des logiciels et des supports (disquettes, disques dur…). On a des exemples de données perdues car sur des supports caducs.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

De façon générale, Fabien a le sentiment que la qualité du travail réalisé avec plusieurs outils numériques a perdu par rapport aux outils traditionnels.

Il cite l'exemple de la photogrammétrie dont la qualité des résultats est moindre que les relevés à la main car il n'y a plus d'analyse de la part du dessinateur. Il insiste sur le fait qu'un dessinateur est un archéologue. « Dessiner c'est comme fouiller !! ».

Concernant l'usage des tablettes, Fabien considère que c'est une catastrophe. Beaucoup de responsables d'opération sont satisfaits de pouvoir disposer de données nativement numériques à la sortie du terrain. Mais Fabien a pu constater que les inconvénients sont rarement évoqués. Des fouilleurs qui ne veulent pas adopter les tablettes ne font plus d'enregistrements même sur papier car une fouille équipée de tablette enlève souvent la présence du support papier. Sur les fiches papiers, il est possible de faire des gribouillis, des annotations, etc… Sur la tablette ce n'est pas possible de la même façon et donc l'utilisateur abandonne cette possibilité de faire des petits gribouillis pour n'enregistrer le strict minimum. De ses échanges avec les responsables d'opération qui ont utilisé les tablettes, Fabien a l'impression que beaucoup se disent satisfaits. Or pour Fabien, c'est une évolution qui pose des problèmes.

En cas de dysfonctionnement de la tablette, l'enregistrement papier ponctuel est improvisé mais ensuite on se retrouve devant une hétérogénéité des modes d'enregistrement qui pose problèmes.

Fabien considère que le relevé des dessins par photogrammétrie même s'il a des inconvénients, mérite quand même d'être mis en œuvre du fait du gain de temps qu'il permet.

Pour les tablettes, leur utilisation n'est jamais obligatoire parce qu'elle peut poser davantage de problèmes.

Pour Fabien, les bases du dessin et de l'analyse archéologique semblent menacées.

Fabien a donné des cours à l'université (master pro à l'université de Nantes) pendant 11 ans. A ce moment-là, il était encore possible de produire des dessins avec des éléments d'analyse archéologique. Mais au cours des dernières années, l'essor du numérique a conduit certains étudiants à vouloir utiliser les logiciels de dessin sans réfléchir à la façon dont le logiciel produit des résultats. Avec les photographies numériques sur le terrain, Fabien a le sentiment que la relation sensible avec le terrain n'est plus la même. Certains des responsables archéologiques en viennent à se laisser embarquer par les technologies numériques sans en avoir conscience à tel point qu'ils en viennent à ne plus envisager d'utiliser autre chose que des dispositifs numériques. Avec cette évolution, Fabien considère que certains des savoir-faire de base de l'archéologue disparaissent. Mais la plupart des archéologues sont dans le déni de ce constat. Fabien a le sentiment d'être entouré par des collègues qui utilisent des outils numériques qui semblent oublier leur base fondamentale du métier d'archéologue.

Fabien constate que le déploiement du numérique a eu comme conséquence la disparition de certains documents comme des grands plans papier. Il voit de plus en plus des dessins à petites (trop petites) échelles. Ce sont bien des documents techniques qui doivent être fournis, pas des documents prêts pour une publication. C'est de même, dans les enregistrements descriptifs de terrain, certains commentaires n'ont pas leur place dans leurs équivalents numériques.

Entretien avec : Christelle Seng, Inrap Croissy-Beaubourg
Date de l'entretien : 06/08/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 11h
Heure de fin de l'entretien : 12h30

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 42 ans

- Histoire de l'art et archéologie à Paris 4, spécialisée en archéologie jusqu'en licence

- A commencé à travailler en CDD à l'Afan en 2001, et ensuite en CDD à l'Inrap dans le cadre du recrutement en 2007

- Inrap, Responsable de Recherches Archéologiques, responsabilité d'opérations, encadrement d'équipes opérationnelles, technicienne de fouille, responsabilité de secteur, CRA de Croissy-Beaubourg en Ile-de-France, référente SIG depuis 2017

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Christelle a commencé à utiliser le logiciel SysLAT lors d'une fouille programmée à Barzan (thermes de Barzan) en 1998

Elle a été accompagnée par les responsables de la fouille dans la découverte de SysLAT

Lorsqu'elle a commencé à travailler à l'Inrap, Christelle à utiliser les logiciels de bureautique. Elle a étendu ses compétences numériques dans le domaine de la DAO.

La première fois qu'elle a utilisé une tablette sur une opération ce fut à Bonneuil-sur-Marne

Elle a trouvé un grand intérêt à ce genre de dispositifs mais ils n'ont pas été déployés avant plusieurs années

Sa collègue Gaëlle Bruley-Chabot utilisait une base de données personnalisée sous FileMaker (Le Stratibase ?)

En 2016, sur le chantier de David Couturier à Meaux, elle a participé à la saisie des données sur Stratibase en post-fouille mais cette expérience a révélé ses limites

Christelle a suivi en 2016 les stages de formation suivants : SIG 1er niveau, SIG figures, bases de données spatiales et attributaires dans QGis, SIG et analyse spatiale, enregistrement de terrain, statistiques univariées, initiation à la photogrammétrie, Mic-Mac

Elle a aussi bénéficié de l'apport de la télédétection par l'intermédiaire de Rachid El Hajaoui avant de suivre la formation.

Christelle a suivi plusieurs des ateliers organisés par le réseau ISA à la MSH de Tours :

- en 2019 : Création et utilisation d'une base de données relationnelle, attributaire et spatiale avec les logiciels QGIS et SQLite/Spatialite;

- en 2020 : Méthodes d'interpolations appliquées aux données archéologiques avec le logiciel R : exemple d'application du kriegeage).

Elle a également participé à plusieurs séances de l'atalier Sitrada, organisé par Bruno Desachy à l'Université de Paris 1.

Christelle n’a que rarement l’occasion d’utiliser le SIG pendant la phase terrain mais en post-fouille, sauf pour les compte-rendus pour le SRA à partir de la donnée topographique brute

Elle aimerait participer à la conception et au développement des outils numériques qu’elle utilise mais elle n’en a pas le temps

Christelle a constaté que certains de ses collègues rejettent les outils numériques qu’ils ne parviennent pas à maîtriser et à faire coller à leurs besoins

En tant que référente SIG, elle participe à la formation aux SIG 1er niveau, SIG figures. Elle espère participer à celle sur les bases de données spatiales et attributaires

Dans le cadre des ateliers de formation, nouvellement mis en œuvre, des retours sur certains points sont possibles pour un centre archéologique

Christelle a une vision optimiste et pragmatique des usages numériques en archéologie

Dans l’exemple de la photogrammétrie, on gagne en précision, par contre elle ne va pas généraliser l’usage de la photogrammétrie sur tous les chantiers ou pour toutes les structures ou toutes les coupes. Elle imprime ses résultats intermédiaires de traitement photogrammétrique comme une minute sur lesquels elle dessine

Les résultats des traitements peuvent être importés dans le SIG mais ce n’est pas souvent le cas car les conditions sont rarement réunies

Le peu de fois où elle a eu l’occasion de présenter ses travaux au grand public, Christelle a mis en avant ses pratiques numériques. Elle constate que pour la valorisation ces outils numériques sont attractifs.

L’image de l’archéologie a évolué dans le grand public notamment du fait de reportages qui ont montré l’utilisation de ces outils numériques. Elle pense que le grand public est surpris de voir que ce sont les archéologues qui mettent en œuvre eux-mêmes ces outils.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Christelle est favorable à l’accroissement des usages numériques en archéologie. Il ne faut pas se priver des outils numériques. On se rapproche de plus en plus du *Big data*. Il faut harmoniser les données existantes. Il faut aussi chercher des nouveaux outils.

Par rapport aux collègues réfractaires, il ne faut pas forcer les gens. Mais il faut prendre les personnes une par une et leur montrer l’intérêt des outils numériques. Ils améliorent la précision dans la prise de données et la capacité d’apprécier la qualité des données saisies.

Peut-être faut-il limiter les usages de certains outils comme la photogrammétrie si elle n’est pas mise en œuvre de façon adaptée. Il faut réfléchir à ce pourquoi on utilise tel ou tel outil.

Beaucoup d’archéologues demandent des formations, notamment en SIG. Dans ce domaine, il est démontré que les réseaux de référents fonctionnent très bien et répondent aux besoins des archéologues. Ce qui importe le plus ce sont des pratiques numériques appliquées aux besoins quotidiens.

Pour les plus réfractaires, certains changent de position avec le temps lorsqu’ils constatent que les autres adoptent les outils numériques.

Pour les SIG, Christelle souligne le fait que les compétences numériques ne sont peut-être assez reconnues par des postes spécifiques qui restent à créer.

Christelle n’est pas très au fait du cadre législatif et réglementaire de l’ouverture des données même si elle y est très favorable

Christelle pense qu'il pourrait être utile de rechercher des collaborations avec des spécialistes du traitement numérique de données ou en formant davantage des archéologues pour étendre leurs compétences numériques. Exemple du travail réalisé par des stagiaires en informatique avec J-B Barreau du CNRS sur le projet de nécropole numérique.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Le problème majeur est celui de la disponibilité des personnels opérationnels.

Il peut y avoir avec des archéologues moins réceptifs avec les outils numériques et qui peuvent percevoir les outils numériques.

Certains agents préfèrent l'enregistrement papier si l'enregistrement numérique est trop contraignant. Dans ce cas, il faut peut-être envisager que le RRA soit chargé de l'enregistrement numérique.

« Les archéologues sont des têtes de mules, on ne peut pas les forcer ». Il faut donc leur proposer les outils numériques et ne pas les imposer et être disponibles pour les accompagner s'ils acceptent d'adopter ces outils numériques.

Dans certains cas, Christelle a pu constater que des archéologues avaient le sentiment d'être dépossédés de l'enregistrement lorsque celui-ci était fait de façon numérique seulement par le RRA. Il y avait un sentiment de manque dans la perception de leur pratique même s'ils effectuaient l'enregistrement sur papier.

Il faut aussi revoir une organisation du chantier si les outils numériques sont utilisés directement sur le chantier.

C'est rassurant de maintenir un enregistrement papier et un enregistrement numérique. C'est une sensation rassurante de pouvoir toucher le carnet papier par rapport au numérique car c'est inquiétant de savoir qu'on peut tout perdre avec l'enregistrement numérique. Les pratiques numériques ne se substituent pas aux pratiques traditionnelles mais elles les ont fait évoluer.

Entretien avec : Gérard Vernet, Inrap Clermont-Ferrand
Date de l'entretien : 14/03/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h00
Heure de fin de l'entretien : 11h00

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 61 ans
- A commencé à s'intéresser à l'archéologie en trouvant des vestiges dans les vignes de son père
- A suivi un bac C (scientifique) et a ensuite un suivi un DEUG Sciences à Clermont-Ferrand
- A choisi de faire de se spécialiser en géologie en maîtrise dans la première partie des années 1980
- A fait ensuite un DEA et une thèse à Bordeaux en géologie du quaternaire
- A soutenu sa thèse en 1992
- A commencé comme objecteur à la DRAC de Clermont-Ferrand.
- A eu ensuite plusieurs contrats à l'Afan puis en CDI en 1992
- A été AST de 2001 et à 2007 mais a souhaité ne plus assurer cette fonction
- A soutenu son HDR en 2011 à Clermont-Ferrand au laboratoire Magma et Volcans
- Il est resté à l'Afan et à l'Inrap toute sa carrière

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Gérard a commencé à utiliser des outils numériques lorsqu'il a commencé à faire des rapports d'opérations archéologiques pour les inventaires dans les années 1990.

Il n'a pas suivi de formation mais s'est auto-formé pour l'essentiel.

Pour sa thèse, Gérard a utilisé des programmes de statistiques pour lequel il a suivi un cours à l'université de Bordeaux.

Gérard pense qu'aujourd'hui il n'est plus possible de ne pas utiliser d'outils numériques

Les plus jeunes chercheurs sont tous formés à ces outils, d'abord à l'université, mais aussi par autoformation, que ce soit, en DAO, en SIG, dans l'usage de tableurs.

Pour certaines activités de recherche, il n'est plus possible de se passer d'outils numériques. Gérard cite l'exemple la production d'inventaires à l'aide de tableurs.

Les personnes qui ne se sont pas formés aux outils numériques sont souvent restés cantonnés à des taches de technicien de fouille.

Pour autant, Gérard considère qu'il reste possible de faire de la science en dessinant et en enregistrant des données de façon traditionnelle.

Gérard a pu constater certains excès dans l'usage d'outils numériques. Gérard cite l'exemple de la photogrammétrie. Il reconnaît l'intérêt de cette méthode, mais il souligne le fait que sur certaines opérations cette méthode est utilisée de façon inadaptée. Les partisans de cet usage un peu excessif de certaines méthodes numériques, semblent tellement convaincus qu'il est difficile d'en discuter avec eux.

De plus, ce type de méthode génère des masses considérables de données qu'il faut être capable ensuite d'inventorier et de stocker.

Gérard a déjà entendu des discours concernant l'usage d'outils numériques comme marqueurs d'une modernité des pratiques professionnelles.

Mais Gérard ne veut pas se former aujourd'hui aux SIG ni à d'autres outils numériques. Il préfère s'adresser à des collègues qui savent s'en servir, souvent un peu les mêmes.

Gérard a aussi le sentiment d'une sorte de « danger » lié à la généralisation des pratiques numériques.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Il ne faudrait pas que tous les chercheurs soient formés pour devenir compétents dans tous les outils numériques alors qu'ils n'en ont pas le temps et que ce n'est pas toujours justifiés. Il vaudrait mieux que certains d'entre eux soient désignés pour devenir spécialisés dans ces pratiques numériques.

Gérard a le sentiment que l'offre en formation sur des outils numériques semble suffisante mais il ne le sait pas trop dans la mesure où il ne cherche pas à suivre de formations.

Gérard pense qu'il serait utile que des moyens supplémentaires soient accordés aux archéologues spécialisés dans des outils numériques pour se retrouver et échanger davantage entre eux sur leurs pratiques.

Gérard pense que la maîtrise des compétences numériques est un plus lors des entretiens de recrutement ou d'évaluation mais que cela ne doit pas être le cœur des compétences des archéologues ou des spécialistes. Pour autant il reconnait que cela peut faire la différence lors d'un recrutement.

Sur l'ouverture des données, Gérard se dit favorable à l'accroissement du mouvement. Mais il faut veiller à ce que les droits de paternité sur les données soient bien respectés.

Dans la communauté archéologique, Gérard reconnaît qu'il existe encore beaucoup de chercheurs qui sont rétifs à ce mouvement, probablement du fait d'un manque d'informations à ce sujet. Il faudrait donc proposer des sensibilisations et des formations dans ce domaine.

Gérard n'a pas l'impression que le numérique limite les frontières disciplinaires.

Gérard lui-même travaille avec de nombreux spécialistes, des céramologues, des anthropologues, des géologues.

Il faudrait essayer de communiquer davantage avec des spécialistes des sciences de l'information, ne serait-ce que parce que le plus souvent nous n'avons pas idée des méthodes de traitement qu'ils pourraient nous proposer.

Gérard cite un exemple d'un traitement récent d'images fait par une doctorante d'un laboratoire universitaire pour le relevé de menhirs avec des techniques d'imagerie que Gérard ne connaissait pas.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Gérard considère que les pratiques numériques doivent toujours être justifiées, mais il ne faut pas les prendre comme une panacée, qu'elles ont leurs limites comme toutes les techniques et qu'elles doivent bien être réfléchies avant d'être mises en œuvre.

Comme pour les datations, qui doivent toujours être faites seulement lorsque leurs justifications sont établies, les outils numériques doivent être mis en œuvre uniquement lorsqu'ils sont bien justifiés.

Cette remarque peut ne pas concerner que les outils numériques, mais aussi d'autres techniques comme certaines datations qui ne sont pas toutes correctement justifiées. C'est aux DAST de bien définir dans les cahiers des charges des opérations archéologiques, les objectifs à atteindre et les exigences

méthodologiques qui doivent être respectées lors de la mise en œuvre des outils numériques. De même, il faut que dans les SRA, les demandes sur ces outils numériques dans les prescriptions soient davantage précisément définies.

Enfin, Gérard craint que l'enregistrement nativement numérique sur le terrain soit imposé à tous les chercheurs. Or il pense qu'il faut que les chercheurs restent libres de mettre en œuvre leurs dispositifs techniques et leurs méthodes de recherche. Si certains veulent utiliser des outils numériques, ils doivent pouvoir le faire, mais si d'autres ne le veulent pas ils doivent pouvoir en rester libres.

Entretien avec : Justine Vincent, Inrap Saint-Orens
Date de l'entretien : 20/07/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h15
Heure de fin de l'entretien : 11h45

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 34 ans

- Justine a été étudiante en hypokhâgne et khâgne, puis elle a suivi une licence lettres classiques, puis un master recherche en archéologie, sciences de l'antiquité et moyen-âge à Bordeaux 3, puis un autre master professionnel en documentation et systèmes d'information à Bordeaux 4

- Elle a rédigé un mémoire professionnel à Bordeaux en 2012 : « Repérage et analyse de pratiques numériques de chercheurs en SHS. Perspectives dans un contexte de création d'un institut d'humanités digitales »

- Justine a été embauchée comme contractuelle dans l'équipe projet de l'Institut des humanités digitales de Bordeaux (dans le cadre des Labex et de l'Idex du PIA). Mais le projet n'a pas été retenu.

- Puis Justine a été embauchée en 2013 sur le poste de gestionnaire de documentation (devenu documentaliste) à Saint-Orens. Elle est en charge de cette fonction pour les centres de Montauban, Saint-Orens et Saint-Estève.

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Justine a commencé à s'intéresser aux pratiques numériques en archéologie dans le cadre de son premier master, notamment autour des éditions en ligne de textes anciens. Elle s'est intéressée à l'émergence des humanités numériques (HN) notamment dans un laboratoire comme Ausonius de Bordeaux (réalité virtuelle). Justine s'est inscrite sur la liste de diffusion concernant les HN.

Justine a suivi la formation aux SIG (formation interne de l'Inrap). Elle a suivi aussi une formation de l'Ecole Nationale des Chartes sur l'édition numérique de textes anciens.

Elle a participé à la formation au CIDOC CRM en septembre 2019 ainsi qu'à une formation de pérennisation de l'information numérique du Ministère de la Culture en 2018.

Justine assure plusieurs formations à l'Inrap : recherche documentaire en ligne (formation du plan de formation), micro-formations à Hal, à Zotero (sous la forme d'ateliers d'une demi-journée).

Pour Justine, les pratiques des dispositifs numériques sont très divers, selon les affinités des personnes avec le numérique, depuis le rejet le plus total de l'informatique jusqu'à une acculturation parfaite autour du numérique.

Souvent, les agents les plus âgés mettent en avant leur âge pour justifier le fait qu'ils ne se mettent pas à tel ou tel outil. C'est parfois de la paresse intellectuelle ou de la crainte qui peut expliquer ce genre de réactions.

Certaines personnes n'arrivent pas à s'approprier ces outils numériques alors qu'elles peuvent avoir suivi des formations et être accompagnées sur certaines procédures courtes et faciles. Il y a peut-être des relations à établir entre ces difficultés et les différences de profils psychologiques, de genre, ou d'autres paramètres.

Justine considère que la question d'âge est une fausse question.

Il faut prendre le train du numérique. C'est une mutation nécessaire parce qu'elle permet une gestion de grands volumes de données, de données variées. Sans le numérique, on va se retrouver devant des problèmes.

Cette mutation s'impose aussi dans d'autres domaines que l'archéologie comme par exemple la publication de textes anciens. Le numérique permet de se rapprocher des sources, aux textes mêmes. Du coup, les études de textes peuvent se recentrer de plus en plus sur les sources qui deviennent de plus en plus accessibles à distance. Dans ce domaine, les gains sont évidents.

En archéologie, les gains sont très divers, notamment les gains de temps. Ainsi, aujourd'hui, plus aucun agent de l'Inrap ne consent à se déplacer pour aller consulter des documents dans les bibliothèques, ils considèrent qu'il est normal que les documents soient disponibles en ligne ou soient transmissibles par voie électronique et estiment les déplacements trop couteux en temps.

Les pratiques de préparation des opérations archéologiques en sont modifiées.

Le numérique apporte aussi des gains en qualité, tant dans l'analyse des documents que dans leur exploitation. Par exemple, les documents sont numérisés en haute définition ou produits nativement en haute définition. La différence apparaît avec les anciens plans disponibles uniquement en basse qualité.

Les exigences des agents ont donc évolué. Exemple, les synthèses archéologiques produites ont aussi pu s'élargir.

En archéologie, le numérique semble à la source d'une sorte de fracture entre le terrain et le bureau. Du coup, les pratiques de certains agents se segmentent entre ceux qui sont à l'aise avec le numérique et ceux qui ne le sont pas.

Sur les gains de temps, certains agents sont un peu méfiants parce qu'ils ne sont pas persuadés d'en tirer les gains annoncés. Exemple, le temps et l'énergie à investir pour se mettre à certains outils numériques peuvent paraître trop importants pour eux.

Il semble y avoir aussi, pour certains agents, de la méfiance sur la pérennité des données numériques, de leur accessibilité dans la durée.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Il faut poursuivre le déploiement des outils numériques et des compétences adaptées. Mais les formations ne suffisent pas. Il faut aussi accompagner les agents dans leurs pratiques qui intègrent notamment par des postes dédiés à la transformation des pratiques numériques.

Pour Justine, il est parfois difficile de jongler entre ses activités de documentaliste et de formation/accompagnement des agents dans leurs nouvelles pratiques numériques.

Le partage des données est un enjeu crucial mais aussi un problème crucial car nombre d'archéologues sont encore rétifs à publier leurs données.

Concernant l'ouverture des données, le partage des données et des logiciels est presque inhérent à l'informatique.

Or en archéologie, la publication par les auteurs de données sous la forme de grandes monographies ou d'articles de référence a longtemps été considérée comme incontournable. Cette habitude est probablement à l'origine des pratiques de non-partage des données et des rapports d'opération par crainte que l'ouverture des données permette de publier.

A ce jour, il semble que beaucoup d'archéologues sont insuffisamment au fait des textes législatifs et réglementaires concernant l'ouverture des données. Les archéologues sont en attente d'instructions

de la part de leur hiérarchie (obligations ?) mais ils ne se renseignent pas sur les nouvelles dispositions réglementaires.

Concernant les collaborations possibles entre archéologues et spécialistes des sciences de l'information, Justine estime que cette convergence va devenir incontournable et que les sciences de l'information sont déjà une discipline transversale. Les archéologues qui se sont formés à l'informatique ont bien fait. Cette compétence minimale du codage va devenir indispensable pour tous les archéologues pour ne plus subir des outils clés en main, et disposer d'outils plus pertinents. Il faudrait donc que la formation académique et professionnelle des archéologues évolue dans ce sens.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Justine pense que la première barrière à faire sauter ce sont les barrières psychologiques. Il faut faire sauter la fracture numérique qu'on peut déjà constater et les appréhensions liées aux nouvelles technologies.

Il faut aussi veiller à accorder du temps aux archéologiques pour cette mutation numérique, pas seulement pour de la formation mais aussi dans le changement de leurs pratiques liées au numérique. Il faut aussi prendre en compte la fatigue qu'un tel apprentissage génère.

Il faudrait aussi que les archéologues soient davantage reconnus et valorisés à travers leurs publications numériques.

Les archéologues devraient pouvoir mieux accepter de faire évoluer leurs pratiques, sans craindre les changements induits.

La nécessaire normalisation des modèles numériques de structuration doit être accompagnée, de même que la saisie des métadonnées. Ces évolutions doivent s'inscrire dans de nouveaux schémas directeurs qui devront alimenter le prochain projet d'établissement. L'interopérabilité entre les outils numériques implique une harmonisation.

En termes de moyens, il faut que les investissements soient à la hauteur des enjeux, notamment en termes de formation des personnels.

De même il faudra que des postes spécifiques consacrés à ces tâches soient créés ou encore que la culture de la transversalité soit davantage prônée par les organisations professionnelles de l'archéologie et puisse permettre de dépasser les frontières disciplinaires, des pratiques souvent liées à des profils de postes qui ont peu évolué au cours des dernières années.

Entretien avec : David Watts, Inrap Besançon
Date de l'entretien : 16/07/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h
Heure de fin de l'entretien : 15h30

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 56 ans
- niveau baccalauréat spécialisé en mathématiques
- a commencé par travailler dans le secteur bancaire au milieu des années 1980
- **a**rrivé en France en 1988, il a commencé une licence d'ingénieur en informatique qu'il n'a pas poursuivie tout en commençant à travailler dans l'archéologie avec des contrats avec l'Afan notamment
- actuellement responsable de recherche archéologique à l'Inrap, mais il s'occupe quasi exclusivement de PAO

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formation, pratiques, outils, valeurs associées**

David se souvient qu'au début de sa carrière, les moyens manquaient pour acheter des ordinateurs. David évoque l'usage d'un ordinateur Mac+ et le logiciel MacDraw en 1989 pour effectuer les dessins d'opérations de suivi de travaux, en particulier pour les relevés stratigraphiques. L'achat des équipements informatiques se faisait au fur et à mesure avec des moyens limités, parfois sur ses propres moyens. En 1990, David a commencé à faire de la PAO. A l'Afan, il a pu utiliser des moyens nouveaux.

David n'a jamais suivi de formations. En revanche il a commencé à former les collègues plus jeunes, notamment sur la DAO.

David regarde beaucoup de documentaires anglophones en archéologie, qui utilisent beaucoup de techniques notamment numériques. A l'Inrap, le changement des habitudes de travail avec de nouveaux dispositifs semble difficile. Dans certains domaines, il y a de bonnes idées mais elles sont parfois difficiles à mettre en œuvre. Par exemple, l'archivage des données numériques relève des RRA alors qu'elles devraient relever d'agents compétents dans ce domaine comme c'est le cas pour la gestion des collections de mobiliers. Une partie des RRA sont plus « versés dans le domaine littéraire que dans le domaine numérique ».

Il semble qu'il y ait un décalage entre les idées émanant de la DST et les pratiques opérationnelles, parce qu'elles sont parfois très différentes d'une interrégion à une autre.

Le déploiement du numérique dans des équipes archéologiques étrangères, semble très similaire. Ce qui diffère c'est le financement. L'usage de la 3D et de la géophysique semble aussi déployé dans ces équipes mais les moyens financiers ne sont pas toujours disponibles.

Pour David, la façon dont est introduite une technique numérique dans la « chaîne opératoire » de travail est un point essentiel.

David mentionne le cas des SIG pour souligner que, si l'outil est fabuleux, il ne faut pas penser qu'il permet de gagner du temps à chaque fois. En revanche, c'est davantage dans le domaine de la qualité et de l'analyse des données que les SIG ont des avantages certains.

Par ailleurs, ces outils numériques peuvent avoir des avantages en matière de valorisation.

David insiste sur le fait que le numérique n'a de sens que s'il est correctement intégré dans des usages pour lesquels les outils numériques sont adaptés et sous réserve que les utilisateurs sachent s'en servir.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

David constate que les jeunes archéologues savent se servir aisément et rapidement d'outils numériques. Mais il reconnaît aussi, à partir de son propre cas, qu'il est à l'aise avec l'informatique du fait de son goût pour la logique, le besoin de comprendre comment fonctionnent les outils numériques qu'il utilise.

David ses dit très favorable au numérique mais qu'il doit être déployé en restant ancré dans les pratiques opérationnelles. « Le numérique pour le numérique » n'est pas souhaitable. De ce point de vue, il ne faut pas trop de décalage entre le discours des services du Siège de l'Inrap et les usages pratiques en région.

David cite le cas de certains dessinateurs manuels dont la qualité de leurs restitutions sont tels qu'il est parfois difficile ou que le temps manque pour obtenir la même qualité de restitution avec les outils numériques.

En revanche, la photogrammétrie présente de réels avantages dans la réalisation des relevés pierre à pierre. Mais il ne faut pas que cela ajoute du temps par rapport à d'autres outils et méthodes et que les coûts de mise en œuvre restent adaptés.

Pour la formation des archéologues, David souligne l'intérêt des réseaux de compétences dans ce domaine pour voir comment font les autres, alors que les pratiques sont souvent régionalisées.

Les compétences numériques pourraient gagner en valorisation à travers les revues spécialisées, mais aussi la publication de jeux de données.

Concernant l'ouverture des données et des codes logiciels, David se dit très favorable à ce mouvement, tout en veillant à certaines données sensibles.

Concernant les échanges avec les communautés des sciences de l'information, il pourrait être utile de discuter dans les domaines de la vision 3D ou de la réalité immersive ou ne serait-ce que parce que les archéologues échangent souvent plus entre eux qu'avec d'autres communautés scientifiques.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

David voit surtout qu'à l'Inrap le problème majeur est le financement des investissements dans le domaine du numérique.

En prenant l'exemple de la géophysique, David évoque une série documentaire de la télévision britannique Time Team qui illustre la mise en œuvre de cette technique qui peut demander des investissements importants sans que les résultats soient à la hauteur.

David pense qu'il n'est pas au courant de tout ce qui est déployé à l'Inrap en matière de moyens numériques. Mais il reste sceptique sur l'intérêt de ces moyens s'ils ne démontrent pas leur intérêt en gains de temps gagnés ou de qualité.

De plus, il faut accompagner le déploiement des moyens informatiques auprès de leurs utilisateurs par des formations, des présentations, un suivi des usages, etc.

C. Les notes des entretiens avec des personnels en dehors de l'Inrap

Les notes présentées ci-dessous sont celles issues des entretiens avec des personnes en dehors de l'Inrap qui n'étaient pas liées par un contrat de travail avec l'Inrap à la date de l'entretien.

Un entretien a eu lieu avec 2 personnes en même temps et un autre avec 3 personnes. Dans ce cas, les notes, qui ont été relues par chacun des participants, ne sont fournies qu'une seule fois.

Les notes sont présentées dans l'ordre alphabétique du nom de la personne interrogée.

Pour les personnes m'ayant demandé d'anonymiser les notes, leur nom est remplacé par les signes XXXXXXXX.

Entretien avec : Vivien Barrière, CY Cergy Paris Université
Date de l'entretien : 26/11/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h
Heure de fin de l'entretien : 12h00

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 38 ans
- A l'âge de 10 ans, Vivien a découvert l'usage d'un ordinateur sous DOS dans le cercle familial
- Après avoir passé un bac littéraire, il a suivi les enseignements en classes préparatoires littéraires aux Grandes Ecoles. Il a passé une licence de lettres classiques et a été admis à l'ENS. Il a ensuite suivi une licence d'archéologie à Paris 1 en 2003-04, puis une maîtrise en archéologie, puis un master 2 en 2007-2008 en histoire et archéologie des mondes anciens à l'université de Bourgogne. Il a été admis à l'agrégation de lettres classiques puis a fait une thèse de 2008 à 2012 à l'université de Bourgogne
- Fonctionnaire stagiaire à l'ENS à partir de 2003
- Enseignant moniteur lors de sa thèse puis ATER 6 mois à temps plein
- En disponibilité pour finir sa thèse
- Enseignant en lettres classiques en 2012 et 2013 dans le secondaire en lycée puis en collège
- PRAG à l'université d'Aix-Marseille en 2013-2014 (département d'histoire de l'art et archéologie)
- Elu Maître de conférences en histoire et archéologie au département d'histoire à Cergy en 2014

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Vivien a eu un premier contact avec l'archéologie comme technicien de fouille sur la fouille du site de Lattes. Il n'y avait alors aucun dispositif numérique sur la fouille même. Les moyens informatiques dans le laboratoire n'étaient pas utilisés lors de la fouille (en présence des fouilleurs du moins). Lors de cette fouille, Vivien avait eu une initiation théorique à SysLAT mais sans avoir eu l'occasion de s'en servir.

Ce n'est que lors de sa maîtrise que Vivien a découvert les outils numériques pour rédiger son mémoire (retouche photo, DAO, base de données). Il n'a suivi de formations au traitement de texte (*OpenOffice*) que lors de sa thèse. Il s'est auto-formé à Access, en s'aidant de l'ouvrage « *Access pour les nuls* » et de quelques tutoriels en ligne.

Lors de sa maîtrise à Paris 1, il a suivi une formation à la prise de photographies numériques pour l'archéologie.

Lorsqu'il était à l'ENS, il a découvert divers outils numériques au laboratoire AOROC comme PhotoShop et Illustrator.

Lors de son master 2, sur le chantier de fouilles à Alésia (dir. Cazanove de Paris 1), aux côtés d'Hélène Dessalles (ENS) et Nathalie André (IRAA), il a découvert les fonctionnalités de traitement de points topographiques avec Autocad et le module Raster Design pour le redressement de photos. Il a aussi utilisé QGis après une demi-journée de formation à AOROC. Il s'est servi de ce logiciel à partir de points saisis dans GoogleEarth pour réaliser des cartes. Lors de ce chantier à Alésia, Vivien a eu l'occasion d'être associé à l'enregistrement sur le terrain et en post-fouille, en utilisant SysLAT. Vivien

saisissait des fiches sur cet outil mais sans exploiter les données. Il n'a jamais eu l'occasion d'exploiter les données pour produire des diagrammes stratigraphiques.

En matière de photogrammétrie, Vivien n'a jamais eu de formation. Cette technique est arrivée sur le terrain, en remplacement de l'orthophotographie. Il a récupéré le logiciel PhotoScan en utilisant un guide d'utilisation rédigé par un architecte de l'IRAA qui avait établi un protocole pour produire une photogrammétrie des blocs d'architecture.

Aujourd'hui, sur son chantier, c'est le topographe qui s'occupe de la photogrammétrie toujours en utilisant PhotoScan.

Vivien s'est mis lui-même récemment à FileMaker pour une base de données en numismatique.

Enfin, Vivien s'est aussi autoformé à In Design (parce qu'il avait un poster à réaliser) de même qu'à Inkscape et The Gimp (dans le cadre d'un cours qu'il assurait en L3 sur les outils numériques destinés aux archéologues).

Vivien se dit d'une génération qui est presque née avec l'essor de l'informatique. Il se sent donc assez à l'aise avec beaucoup de logiciels.

Il insiste sur le fait que ses usages de logiciels sont toujours conditionnés par les avantages qu'il en retire au vu du temps qu'il doit passer pour apprendre à s'en servir.

Dans certains des enseignements qu'il a assurés, Vivien a eu l'occasion de former des étudiants de L3 à certains outils numériques. Mais en licence, Vivien considère que tous ces logiciels ne sont pas encore essentiels aux étudiants. C'est plutôt en master que des compétences numériques deviennent indispensables pour eux.

Lorsqu'il dirige les mémoires d'étudiants en master, c'est concrètement en présence de l'étudiant que Vivien montre tel ou tel fonctionnalité.

Dans l'enseignement qu'il assure, il existe un enseignement général sur l'environnement numérique des SHS et non pas une formation à tel ou tel outil numérique.

Dans le suivi des étudiants par des collègues doctorants qu'il a pu observer, Vivien a vu que certains sont très à l'aise avec des outils numériques. Il a vu évoluer leurs pratiques numériques en suivant des formations, en se formant eux-mêmes, en faisant de la veille technologique.

Lorsqu'il était à l'université d'Aix-Marseille, Vivien a observé l'évolutions des pratiques numériques des architectes de l'Institut de recherche sur l'architecture antique (IRAA), formés jusque-là au dessin manuel traditionnel. Ceux-ci ont eu le besoin de formaliser leur regard critique sur les risques de certains outils numériques notamment en photogrammétrie avec PhotoScan. Ils ont ainsi rédigé des guides de bonnes pratiques pour limiter les dérives de certains usages numériques, parmi lesquels le fait de penser pouvoir passer moins de temps sur le terrain pour l'observation des structures, qui reste indispensable. Au contact de certains de ses collègues sur la fouille d'Alésia et sur celle de Genainville, Vivien a eu l'occasion de découvrir de nouveaux outils numériques.

En tant que responsable d'opération, Vivien a l'habitude d'être derrière les spécialistes lorsqu'ils utilisent tel ou tel outil pour se tenir informé de l'évolution de ceux-ci et des nouvelles pratiques possibles.

Vivien adopte les outils numériques en étant conscient qu'il y a un effet de mode qui nécessite une certaine prudence dans leur mise en œuvre. C'est le cas de la photogrammétrie qui peut donner l'illusion que les données suffisent dès lors que l'on en dispose. Vivien s'interroge aussi sur la pérennité des fichiers numériques dans plusieurs années. C'est pourquoi il ne s'est pas lancé dans l'enregistrement numérique de terrain. Il n'a pas de tablette pour la prise de photos même si d'autres intervenants du

chantier de Genainville s'en servent. Sur ce chantier, les observations continuent à être faites avec des carnets de terrain, des fiches US papier, etc. Ces pratiques qui correspondent mieux au travail sur le terrain selon lui ont aussi une vertu pédagogique. La numérisation des données sur le terrain concerne surtout la prise de photographies et la saisie de données topographiques.

Le contexte numérique dans lequel est engagé l'archéologie, s'il n'est pas encore généralisé sur le terrain, constitue néanmoins un contexte global dans lequel s'effectuent l'essentiel des activités des archéologues, surtout en dehors du terrain (du traitement des données à leur restitution et leur publication).

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Vivien considère que l'archéologie est forcément numérique aujourd'hui, que ce soit la bureautique, les photographies, il ne peut pas y avoir de retour en arrière. Ce sont des compétences globales que tout un chacun doit avoir.

Dans ce cadre, il convient de muscler l'offre de formation dans ces domaines. Pour tous les outils qu'utilisent les archéologues dans leur quotidien (tableur, DAO, photogrammétrie, SIG, etc.). Les utilisateurs d'outils numériques doivent être conscients de ce que ces outils peuvent leur apporter. Il faudrait veiller à limiter la pratique de l'auto-formation en renforçant l'offre de formation sur certains outils numériques, une offre plus visible, plus large. Il faut que l'archéologue de base ait une culture générale numérique assez avancée pour pouvoir en faire une pratique souhaitée et non plus subie.

L'existence de communautés, de revues, de lieux dans lesquels on discuterait de pratiques numériques, cela restera probablement le fait d'un nombre limité d'archéologues (« archeogeeks »). Mais il conviendra de limiter les risques d'écarts entre les plus experts des outils numériques et les archéologues de base. Il faudra inventer des formes de médiation entre ces groupes.

Concernant l'ouverture des données de l'archéologie, Vivien considère que la route est longue. Idéologiquement, il se dit favorable au partage des données et des publications dès que cela est possible et il dit en voir tout l'intérêt. Il constate que la mise à disposition de corpus de données en ligne offre des opportunités nouvelles d'accès à ces données et à leur réutilisation.

Pour autant, Vivien pense qu'il convient de maintenir des périodes d'embargo pendant un temps après la fin des fouilles pour réserver la priorité de leur traitement à leurs inventeurs et ne pas ajouter une pression supplémentaire au RO qui doit rester le premier à proposer l'interprétation de ses fouilles.

Pour ses publications, Vivien les met en ligne dès qu'il le peut sur HAL. En revanche, pour ses rapports d'opération, il considère qu'il s'agit d'un état de la recherche et de la réflexion intermédiaire qui n'a pas vocation à être livré comme tel à la communauté archéologique : à la différence des articles scientifiques, la raison d'être de ces rapports est de décrire les données mises au jour et irrémédiablement détruites par la fouille, pas de livrer des interprétations à chaud.

Vivien n'a pas encore publié ses corpus de données. Il s'interroge sur le sujet. Comment faire ? Quel outil ? Quel niveau d'accès ? Pour permettre d'en faire quoi ?

Il y réfléchit à partir de corpus de données produits dans le cadre de sa thèse. Il doit encore réfléchir à l'outil mais il considère que ces données cartographiques pourraient être publiées sans problème. Encore faudrait-il savoir quelle modalité de publication retenir. Vivien considère que ces jeux de données devraient publiés avec un DOI.

Vivien a eu l'occasion de travailler avec le laboratoire ETIS à CY dans le cadre d'une thèse financée par la Fondation des Sciences du patrimoine et mobilisant l'intelligence artificielle pour la résolution de « puzzles archéologiques ». A cette occasion, Vivien a eu l'occasion de participer à l'encadrement de la thèse et d'échanger avec des chercheurs en informatique. Même si le temps de la thèse sur 3 ans a été

trop court pour aller jusqu'au bout de la réflexion, cela a permis d'entrevoir tout l'intérêt de ces échanges interdisciplinaires.

Vivien travaille aussi avec des experts en génie civil avec un autre institut de CY (CY Tech, L2MGC). Il travaille sur le site de Genainville sur une méthode de modélisation 3D procédurale qui n'est pas habituellement utilisée en archéologie portant sur des tests virtuels de résistance sur des matériaux utilisés dans des vestiges archéologiques. Pour l'instant, le travail a été réalisé sur un pilier. Il reste à étendre le travail sur la maquette virtuelle à l'échelle de l'édifice entier, voire de l'édifice inclus dans son environnement.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Même s'il considère que les bénéfices des outils numériques en archéologie sont largement démontrés, Vivien a à l'esprit que beaucoup des archives numériques actuelles de l'archéologie risquent de ne plus être exploitables dans plusieurs décennies, un enjeu crucial qui ne peut être éludé d'un revers de main.

Par ailleurs, les archives numériques ne laissent pas le même type de traces que les archives matérielles. Qui pourra accéder à l'avenir aux archives numériques des archéologues d'aujourd'hui ? Comment sera-t-il possible d'y accéder ?

Lors de l'évaluation de ses travaux par des membres de CTRA, Vivien a essuyé des critiques sur certaines de ses restitutions numériques telles qu'elles étaient visibles dans des rapports de fouille (c'est-à-dire imprimées). Or ces restitutions devraient pouvoir être appréciées pas uniquement telles qu'elles se trouvent dans les rapports mais dans leur définition d'origine, avec d'autres supports d'évaluation.

Vivien sauvegarde une partie de ses données sur des serveurs de stockage (Dropbox, etc.). Sur la fouille d'Alésia à laquelle il a participé, il sait que les archives de terrain sont systématiquement numérisées. Les archives papier restent des archives riches d'informations qui disparaissent lors des publications.

Vivien travaille sur le projet CARDO (Carnets et documentation de terrain) à l'interface entre archéologie et archivistique. Il souligne les difficultés que ce projet a pu révéler sur les échanges de pratiques entre disciplines différentes autour des archives numériques.

Entretien avec : Marie Besse, Professeure d'archéologie préhistorique à l'Université de Genève
Date de l'entretien : 08/08/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 09h30
Heure de fin de l'entretien : 11h30

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 58 ans
- Dans son enfance, elle ne pensait pas devenir archéologue
- Est la première à avoir fait des études supérieures dans sa famille
- Ses parents étaient éducateurs dans une institution pour l'accueil d'enfants, dans laquelle elle a vécu
- Elle pense que son intérêt pour les sociétés du passé tire son origine de cette histoire personnelle
- A obtenu son bac à 21 ans
- L'idée de ses parents était qu'elle fasse un apprentissage. Elle a pensé être bibliothécaire ou graphiste. Elle a également envisagé de devenir éducatrice, elle a travaillé dans ce domaine pendant quelques années.
- Elle a voulu se lancer le défi de suivre des études supérieures

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Marie s'est inscrite en faculté des sciences à l'Université de Genève en 1986 et a obtenu un master de biologie avec une orientation en préhistoire

Lors d'un cours d'archéologie, elle a découvert cette discipline (qu'elle ne connaissait que de très loin) et le fait qu'il fallait faire du terrain

Sur les premières fouilles auxquelles elle a participé, dès 1987, elle a découvert le travail manuel, physique, qu'impose le travail d'archéologue sur le terrain

Elle a effectué son mémoire de master sous la direction de Pierre Pétrequin et sa thèse de doctorat sous celle d'Alain Gallay.

Il ne faut pas parler d'une archéologie suisse, mais d'archéologies suisses, où les façons de faire peuvent être multiples

Alain Gallay et d'autres avant lui ont vraiment contribué à développer un point de vue théorique fort. S'il a été un véritable maître pour Marie qui a hérité de sa démarche intellectuelle, elle estime ne pas lui devoir son poste actuel bien qu'elle lui soit profondément reconnaissante de ce savoir scientifique transmis

Depuis 2005, elle est professeure d'archéologie préhistorique à l'Université de Genève

En tant que professeure d'université, Marie doit assurer de l'enseignement, de la recherche et contribuer au rayonnement de l'université.

La première fois que Marie a utilisé un ordinateur c'était pour rédiger son mémoire de master en 1992. Il s'agissait d'une Olivetti M24.

Marie n’a jamais suivi la moindre formation aux outils numériques et n’a jamais formé d’étudiants. En revanche, elle a organisé des cours pour les étudiant.e.s sur l’apprentissage des logiciels de DAO (Illustrator), de PAO (In Design), de photogrammétrie.

De 2012 à 2021, elle a dirigé une fouille dans une grotte en Italie. Le sédiment était très haut et il n’était pas possible d’installer une station totale. L’enregistrement a donc été classique en X,Y,Z avec le fil à plomb. Elle a maintenu cette méthode jusqu’à la dernière année de fouille sur ce site.

Sur d’autres chantiers d’archéologie programmée ou préventive, où elle a mis en place une station totale, elle a observé que, pour un enregistrement fiable et performant, il était souhaitable qu'une personne soit en charge de cet équipement. Ceci est plus facile sur des chantiers d’archéologie préventive où les moyens sont souvent plus conséquents et la fouille se déroulant en continu.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Les étudiant.e.s d’aujourd’hui ont grandi avec des dispositifs numériques, ils ne se posent pas de question sur le bienfondé de leurs usages, ils font partie de leur quotidien.

Dans l’esprit général, certaines disciplines scientifiques semblent porteuses de davantage de « vérité » (sic !) que d’autres. Ainsi, toute technique des sciences de la nature, comme les méthodes quantitatives, la génétique ou les données isotopiques, semblent donner une certaine plus-value aux résultats. Or, dans certains travaux de synthèse, les chercheurs utilisent des bases de données sélectives qui produisent des résultats qui ne sont pas exempts d’erreurs. Marie considère donc qu’il convient de rester critique sur les résultats de ces formes de « croyance » (re-sic !).

Marie relate que le doyen de sa faculté l’a convoquée pour lui demander de publier davantage d’articles dans des revues qui seraient référencés sur le site « Web of Science ». Marie relève que c’est en général plus facile de publier dans ce type de support si des données issues des sciences de la nature sont présentes.

Marie ne considère pas que ce sont les dispositifs numériques qui contribuent à la professionnalisation de l’archéologie commencée dans les années 1980.

L’usage du numérique doit aussi être au service de la publication et de la conservation des archives de fouille.

Marie insiste sur le fait que tous les dispositifs numériques ne sont que des outils. Par ailleurs, il est très difficile, pour ne pas dire impossible, qu’une personne puisse tous les maîtriser de manière approfondie, au regard de leur nombre important et de leur haut degré de technicité. S’il faut faire appel à de multiples compétences numériques dans une équipe de recherche en archéologie (tant sur le terrain que lors de l’analyse et de la publication), il est essentiel de placer au centre la réflexion sur les sociétés passées et les compétences archéologiques.

Sur la formation des étudiants, Marie insiste sur le fait que l’objectif de ses enseignements est de former des scientifiques, en l’occurrence des archéologues, et plus précisément des préhistoriens. Ils maitrisent alors non seulement un domaine de connaissances spécifiques, mais également une aptitude à l’analyse de leur manière de travailler et du processus intellectuel sous-jacent. Ainsi, Marie comprend que des responsables d’institutions et de services puissent être déçus de la formation offerte aux étudiant.e.s qui peut leur apparaître manquer d’application dans certains cas ou lacunaire. Marie relève que les possibilités de travail sont très diversifiées (recherche académique, fouilles préventives, gestion des archives, responsable de cartes archéologiques, gestion de la gouvernance, etc.). La formation universitaire n’est pas ciblée sur l’un ou l’autre de ces domaines, elle reste volontairement généraliste (on forme des scientifiques). Marie considère que la spécificité du travail au sein d’une institution donnée demande un temps d’apprentissage et d’adaptation, voire de formations complémentaires.

Pour trois de ses étudiants qui finissent un master et qui aimeraient s'engager dans une thèse, Marie les a invités à suivre une formation en géomatique dont elle pense qu'elle peut leur être utile, quel que soit le sujet de leurs études ou les activités en archéologie qu'ils effectueront.

Concernant les pratiques numériques, Marie considère qu'elle n'est pas une experte. Elle affirme que ce n'est pas forcément lié à sa classe d'âge, mais qu'elle n'y a pas d'intérêt marqué. Elle se focalise intensément sur la problématique générale qui concerne les fonctionnements des sociétés. Marie se définit comme une historienne de la préhistoire. Elle insiste néanmoins sur la nécessité pour elle de connaître les méthodes et dispositifs numériques (notamment) qui existent, de connaître leurs limites et de savoir en faire des usages critiques.

Marie a l'habitude de tenir des journaux de fouilles. Elle y tient parce qu'ils sont les supports de la pensée, des différentes interprétations, des changements qui interviennent dans la réflexion. Elle estime qu'il est essentiel d'enregistrer la pensée, les objectifs, les hypothèses, les réflexions qui évoluent et les décisions prises au cours de la fouille. Si ce type de journal disparaît, on ne dispose plus que des données. Marie a interrogé d'autres archéologues qui lui ont confirmé qu'ils ne tiennent plus ce genre d'archives parce qu'ils n'en voient pas l'intérêt.

Pour Marie, il faut connaître les méthodes numériques (et autres) existantes, les enseigner pour en connaître les apports et les limites, même si l'université n'offre pas la possibilité de former à toutes les méthodes ni toutes les techniques. De là, Marie insiste sur la formation continue des archéologues qui est un élément essentiel pour accompagner leur formation aux dispositifs numériques tout au long de leur carrière professionnelle.

Même si elle répète que les pratiques numériques ne sont pas son domaine premier d'activité, Marie observe qu'elles ne sont pas encore très institutionnalisées.

Certes, l'Inrap a les moyens et la dimension pour investir dans des formations internes aux outils numériques. Mais c'est un cas particulier.

Pour Marie, les connaissances numériques doivent faire partie des compétences des archéologues sans qu'elles deviennent pour autant exclusives.

Pour Marie, l'ensemble des archives de fouille doivent être versées en données ouvertes parce que ni les archives de fouille ni les vestiges qui se trouvaient dans le site n'appartiennent à une personne en particulier, elles sont un bien commun à toute l'humanité.

Marie ne se voit pas travailler avec des archéologues qui ne maîtriseraient pas les fondamentaux de la discipline archéologique.

Marie tient à ce que les chercheurs des autres disciplines qui collaborent avec elle comprennent ce sur quoi ils travaillent ensemble, ce vers quoi tend le projet. En effet, s'ils ne comprennent pas l'enjeu de la recherche, il sera difficile de mener une équipe de chercheuses et chercheurs solidaire et motivée et avoir des résultats intéressants.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Les outils numériques permettent d'accélérer des tâches de travail mais ils ne pourront jamais se substituer à l'esprit humain.

Les dispositifs numériques imposent leur formalisme comme ont commencé à le faire les fiches d'enregistrement de terrain auparavant.

Il ne faut pas prendre pour acquis tout ce qui se trouve dans les outils numériques ni tout ce qui en sort. Pour cela, les archéologues doivent comprendre les outils numériques complexes qu'ils utilisent et en faire des usages raisonnés.

Il faut veiller à laisser aux utilisateurs de dispositifs numériques (ou non !) la possibilité d'enregistrer l'expression de leurs émotions, tout au long de leurs différentes tâches de travail, et en particulier sur le terrain.

Enfin, Marie ne voit pas de risque de fracturation des collectifs de travail spécifique à l'usage de dispositifs numériques (elle sourit à cette remarque !).

Entretien avec : Dorothée Derieux et Claire Besson, Service Régional de l'Archéologie Ile-de-France
Date de l'entretien : 07/04/2022
Modalité de l'entretien : en présentiel
Heure du début de l'entretien : 10h00
Heure de fin de l'entretien : 12h00

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

Dorothée : 45 ans

- Dorothée a commencé par deux ans de classes préparatoires littéraires puis a fait une licence d'histoire option archéologie à l'université de Nanterre. Elle a été stagiaire en même temps à l'âge de 20 ans à la Commission du Vieux Paris. Elle est allée jusqu'au DEA qu'elle a fait à l'université de Paris 1. Elle a été reçue au concours de conservateur en 2000. Elle a été affectée pour son premier poste en 2002 au SRA IDF où elle est restée jusqu'en 2008. Elle a ensuite été responsable du CNAU à la SDA. Suite à la disparition du CNAU dans le cadre de la RGPP, elle est revenue au SRA IDF en 2012 où elle s'est occupé de plusieurs départements de l'IDF et maintenant uniquement de Paris depuis 2017. Elle est rattachée à l'UMR ArScan où elle est co-coordinatrice du thème Archéologie du Fait Urbain. Elle souhaite être rattachée à l'UMR Héritages à CY Cergy Paris Université.

Claire : 50 ans.

- Claire a commencé l'archéologie avant le baccalauréat comme bénévole sur des chantiers d'archéologie programmée. Elle a travaillé notamment avec O. Buchsenchutz dans l'Indre, A.Querrien, et lors de la création du musée d'*Argentomagus*. Elle aurait souhaité être professeure de lettres classiques. Elle s'est présentée au concours de conservateur pour devenir directrice de musée d'archéologie. Elle a suivi un double cursus à l'Ecole du Louvre et à l'université de Paris IV (Histoire de l'art et archéologie). Elle a été admissible une première fois en 1996 et a été admise en 1997. Elle a été affectée au SRA Aquitaine puis au SRA Centre. Elle est arrivée au SRA IDF en 2001. Elle s'est occupée de la ville de Paris pendant plusieurs années puis du sud du département de Seine-et-Marne. Elle a travaillé en administration centrale quelques années mais a préféré revenir au SRA IDF en 2016 où elle s'occupe désormais du département du Val d'Oise. Elle est rattachée à l'UMR ArScAn, équipe GAMA.

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Le premier contact de Claire avec l'informatique fut pour travailler sur le passage de SIGAL à DRACAR. Elle avait un contrat pour travailler sur de la céramique et finalement a été chargée de faire le passage des données entre ces deux systèmes.

Après avoir découvert les outils de bureautique pendant ses études, et avoir découvert divers outils à l'Inp, elle a été confrontée à DRACAR puis à Patriarche et a découvert les outils de cartographie et de SIG. A l'époque, pour Claire, ces outils numériques ont constitué un nouvel univers. Elle a commencé à travailler avec Dorothée sur Paris pour produire un atlas en utilisant des outils numériques. Le résultat ne fut pas à la hauteur des espoirs. Mais ce fut une expérience intéressante. En 2005-2006, elles ont travaillé toutes les deux avec le logiciel de SIG ArcView et l'aide de Stéphane Konik sur un bras mort de la Seine. Elles ont pu suivre une formation aux outils d'ESRI à cette époque.

Dorothée a découvert pour la première fois un ordinateur pour son mémoire de licence en 1997 puis pour celui de sa maîtrise l'année suivante mais uniquement pour le traitement de texte. Lorsqu'elle a été stagiaire à la section de l'histoire du Louvre au Musée du Louvre, elle a travaillé sur une base de données sous FileMaker pour y saisir le mobilier des fouilles du Louvre. Depuis, Dorothée s'est servi d'outils numériques essentiellement pour des usages de bureautique. Aujourd'hui, outre ce type d'outils, elle se

sert aussi de Patriarche. Elle est chargée de l'instruction des permis de construire sur Paris qui sont devenus totalement dématérialisés depuis 2019.

Dans le cadre des missions de prescription au SRA, elles ont utilisé une base de données « maison » sous FileMaker. La SDA a souhaité harmoniser tous les outils utilisés en région, avec le projet ARP (application de gestion des dossiers d'instruction et des opérations d'archéologie préventive). Mais le constat est que ce nouvel outil impose des logiques de raisonnement et d'ordonnancement des tâches de travail radicalement différentes des logiques antérieures. L'outil ARP est déployé depuis plusieurs années. Malgré les formations, la pratique de l'outil continue à être laborieuse. Mais la SDA n'est pas en mesure de le faire évoluer. Une nouvelle version de Patriarche doit être prochainement livrée de même qu'une nouvelle solution informatique d'instruction des dossiers d'urbanisme.

Claire trouve ces changements par le numérique « agressifs », « peu adaptés ». La dimension dématérialisée semble imposer des difficultés dans le temps d'apprentissage. Pour autant, Dorothée affirme qu'elle peut travailler à distance sur ses dossiers. Elle n'a plus de dossier papier pour les procédures d'instruction en cours. Elle souligne donc un véritable gain dans une partie de ses tâches mais pas encore dans toutes. Elle a le sentiment qu'elle peut ainsi consacrer le temps gagné à des tâches scientifiques, notamment dans l'utilisation des informations disponibles sur le site cartographique de la ville de Paris.

Elles considèrent toutes les deux qu'elles ont pour l'instant une maîtrise minimale et suffisante des outils numériques qu'elles utilisent. Elles n'ont pas d'autre choix que de servir de ces outils mais elles n'ont pas forcément envie de s'en servir davantage.

Concernant certains de leurs collègues, elles indiquent qu'ils peuvent suivre des formations s'ils en ressentent le besoin.

Dans l'ensemble, il semble que les professionnels de l'archéologie se sont saisis des outils numériques. Mais Dorothée cite le cas d'un professionnel pour lequel les relevés à la main sont encore considérés de meilleure qualité que des relevés numériques. Il apparaît donc que les usages numériques ne sont pas tous synonymes de gains en qualité.

Dans le cas d'un service archéologique évoqué par Dorothée où il y eu un renouvellement des personnels, il semble que les changements positifs obtenus dans les méthodes de travail sont vraiment liés aux outils numériques utilisés.

Claire souligne que la production des coupes avec les outils numériques pose vraiment des problèmes de qualité et de lecture. Elle a observé que la photogrammétrie est de plus en plus vantée par des équipes sur le terrain. Claire a pu prescrire l'usage de cette méthode dans certains cas mais pas de façon systématique. Elle le fait soit parce que cela est justifié sur le plan scientifique mais aussi parfois pour des raisons « ludiques ».

Claire considère que la photogrammétrie est intéressante à mettre en œuvre mais seulement une fois que la problématique scientifique est définie.

Lors de la préparation des avis des CTRA, Claire précise que de nombreux traitements numériques produits en annexe des rapports d'opération ne sont pas forcément exploités dans le contenu des rapports révélant un écart entre ce qui est produit et ce qui est utilisé dans les rapports. Elle ne peut pas se prononcer sur les raisons de cet écart.

De façon générale, il semble que les données archéologiques produites de façon numérique le sont de plus en plus en masse, sans qu'il soit possible de se prononcer sur leur niveau de qualité scientifique.

Les rapports et les données sont mis à disposition des publics mais sans qu'ils puissent avoir accès d'emblée au rapport de la CTRA, et donc sans un regard critique sur ce qui est diffusé. Par ailleurs, les

membres des CTRA ne sont « recrutés » pour leurs compétences numériques mais pour leurs compétences chronologiques.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Dorothée et Claire ont des difficultés à se prononcer sur les évolutions souhaitables dans les pratiques et les compétences numériques des professionnels de l'archéologie.

Certes les outils de reconstitution et de manipulation en 3D de vestiges archéologiques peuvent avoir un intérêt à titre exploratoire, mais ils ne sont pas à généraliser.

Pour Claire, la question du sens de ce que l'ont fait avec le numérique est essentielle. Pour Dorothée, l'expérience sensible du terrain et les échanges avec les autres personnels restent indispensables.

En matière d'ouverture des données de l'archéologie, Claire et Dorothée considèrent qu'elles maîtrisent mal le sujet.

La SDA semble encore frileuse à s'engager dans ce mouvement à la fois par manque de moyens, de compétences techniques et de stratégie dans le domaine.

L'ouverture des données ne semble pas encore dans l'état d'esprit de la plupart des acteurs de l'archéologie.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Claire n'a pas d'exigence sur le fait que les archéologues soient tous des experts du numérique. Elle n'y voit pas un manque de technicité ni un manque de compétence archéologique lorsqu'un archéologue ne maîtrise pas parfaitement tel ou tel outil numérique.

Sur les projets d'une forme commune de versement des données des opérations (projet de nouvel arrêté de la SDA), le risque est que les données soient produites d'une façon homogénéisée, ce qui n'aurait plus de sens sur le plan scientifique.

Le facteur humain dans la production des savoirs archéologiques et le déroulement des opérations en général est essentiel. Si le numérique s'impose de plus en plus, ce facteur humain risque de voir sa place de plus en plus limitée. Cela pourrait être dangereux et dommage.

Pourquoi faudrait-il que l'archéologie devienne une « science dure », une « vraie » science en adoptant et en généralisant leurs pratiques numériques comme le font les « sciences dures ».

Entretien avec : Manon Bocquel, étudiante en master 2 à l'université de Bordeaux
Date de l'entretien : 17/03/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h00
Heure de fin de l'entretien : 11h30

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 24 ans
- A découvert l'archéologie à l'école avec des visites comme celle de Lascaux
- A fait un bac littéraire
- A fait une licence d'archéologie à l'université de Nantes entre 2015 et 2018
- A fait ensuite un master de biogéosciences à Bordeaux, parcours préhistoire, archéozoologie, avec une spécialisation dans l'étude du mobilier lithique pour son mémoire
- A fait des stages obligatoires sur deux chantiers, un en licence et un en master
- A participé à de nombreux chantiers comme bénévole pendant l'été, du Paléolithique moyen au Néolithique récent, dont le chantier de Jonzac en Charente
- Elle a trouvé ses premiers chantiers sur le site du Ministère de la Culture puis ensuite de bouche à oreille
- Suite à son master, elle a travaillé en CDD à l'Inrap pour faire un chantier de collections à Bègles
- Elle prépare le concours de l'école doctorale pour commencer une thèse à Bordeaux dans la continuité de son mémoire de master sur le site du Ponteix, un site de plein air qui a été fouillé en 2018 en archéologie préventive (Michel Brenet), pour étudier les grandes lames du Magdalénien, avec Mathieu Langlais et Vincent Delvigne

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Manon a connu les premiers logiciels de bureautique au collège mais sans disposer de cours.

Elle a aimé cela et a su se débrouiller toute seule pour découvrir d'autres logiciels : Photofiltre, etc.

En licence à l'université, elle a suivi des TD avec un enseignant en histoire spécialisé sur des outils informatiques, à raison de 2h par semaine sur deux semestres

Manon a l'habitude d'explorer les logiciels par elle-même plutôt que d'utiliser des tutoriels, sauf cas exceptionnel

En master, elle a suivi un cours d'un archéozoologue du laboratoire PACEA sur les analyses factorielles de correspondance, Excel pour l'analyse de données (tableaux croisés dynamiques)

En dehors du cursus, et pour les besoins de son mémoire, elle a contacté, avec une amie, un chercheur du laboratoire PACEA spécialisé dans l'usage de logiciels Adobe Illustrator et Photoshop qui a accepté de les accompagner, à raison de 2 à 4 heures par semaine pendant plusieurs semaines.

Manon ne pratique pas de logiciel de 3D, même si en master 1 elle a suivi 2h sur le logiciel Aviso.

En discutant avec d'autres étudiants du master, elle s'est aperçue de grandes différences de niveau dans la maîtrise des outils numériques. Cela s'est ressenti dans la préparation des mémoires de master.

Manon pense que se former aux outils numériques doit rester un choix individuel. Mais elle pense que cela est indispensable d'avoir un certain niveau de maîtrise de ces outils. Il faudrait prévoir

l’acquisition par tous les étudiants de ce niveau minimal de maîtrise de ces outils, pouvant être complété par un niveau plus important dans la maîtrise de certains de ces outils.

Manon a eu l’occasion d’accompagner certains de ses camarades sur la découverte d’outils numériques sur lesquels elle se sent à l’aise. Elle n’a pas eu l’occasion de produire des supports mais en a utilisé certains dès lors qu’ils sont faits par des archéologues qui connaissent le domaine.

Sur le niveau de maîtrise des professionnels de l’archéologie sur les outils numériques, Manon pense que tous savent se servir au minimum d’un certain nombre d’outils, mais que certains ont un niveau de maîtrise plus approfondi. Elle a entendu quelques discours critiques sur certains outils numériques, sur des problèmes d’interface de logiciels. Mais cela reste rare.

Manon a déjà entendu des cas de surexploitation de certains outils numériques, rendu contre-productif (beaucoup de temps dédié, de données, mais peu de résultats).

Sur l’usage d’outils numériques pour des besoins de médiation comme c’est le cas au Centre d’interprétation de Lascaux, Manon considère que ces usages sont très ludiques. D’une autre expérience à la grotte du Placard à Montbron en Charente, Manon indique qu’une partie des visiteurs disent avoir besoin d’être accompagnés dans l’usage de ces outils. Mais dans l’ensemble, une fois aidés, les usages sont satisfaisants. Manon mentionne le cas de la photogrammétrie utilisée sur la grotte du Placard, dans une mini-exposition, qui reproduit un des panneaux. Il est aussi possible d’explorer la cavité avec deux casques de réalité virtuelle mis à disposition avant la visite de grotte elle-même.

Aux yeux du grand public, Manon a le sentiment que les outils numériques participent d’une image moderne de l’archéologie et de ses métiers. Mais au final, ceux qui utilisent maîtrisent vraiment ces outils numériques restent une minorité par rapport à l’ensemble de la communauté. Manon mentionne cet écart entre professionnels de l’archéologie et professionnels de la médiation qui utilisent massivement de technologies numériques visuelles.

Beaucoup de formations aux outils numériques ont lieu sur le tas. Manon cite son propre cas. Elle a ainsi découvert beaucoup d’outils numériques, notamment sur le chantier de Bouyssonnie, à Brive, ou au cours de prospections archéologiques.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Manon considère qu’il faudrait intégrer davantage de formations aux outils numériques, même si elle reconnaît que cela dépend des universités et des spécialités visées.

C’est surtout à l’université qu’il faudrait développer le tronc commun de formations aux outils numériques, avec une base commune à tous, complétée par des formations spécialisées.

Lors d’un de ses cours, Manon a pu voir comment l’usage d’un outil numérique, en l’occurrence Excel pour faire des tableaux croisés dynamiques, doit s’inscrire dans une problématique scientifique. Concernant les fiches de postes d’ingénieur d’étude ou d’ingénieur de recherche, Manon a remarqué que les compétences sur les outils numériques, notamment les bases de données, sont souvent demandées.

Concernant le mouvement de la science ouverte en archéologie, Manon n’a jamais eu de cours à ce sujet. Elle a seulement entendu parler une fois de l’édition en *open access*.

Cette méconnaissance semble largement répandue au sein de la communauté archéologique.

Manon n’a pas l’impression qu’il y ait beaucoup de collaborations entre archéologues et professionnels de l’informatique. Elle pense que cela pourrait être utile.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Manon souligne que la principale contrainte à l'apprentissage aux outils numériques est le manque de volume horaire dédié à l'enseignement de ces outils. Mais en master professionnel, ce volume semble plus conséquent qu'en master de recherche. Il faudrait réfléchir au minimum de compétences à définir, complété éventuellement par des formations complémentaires pour disposer d'un niveau de maîtrise plus avancé de certains outils.

Pour toutes les publications en *open access*, Manon pense que cela fait l'unanimité. En revanche, pour le partage des données, elle a le sentiment que cela peut être parfois plus difficile, même si la grande majorité des chercheurs y semble favorable. Elle pense que cela relève de l'éthique de la recherche et de l'intégrité scientifique (elle a découvert cette notion en master et sait qu'un enseignement sur ce thème a lieu dans le cadre de l'école doctorale de Bordeaux).

Entretien avec : Evelyne Bukowiecki, Ecole Française de Rome
Date de l'entretien : 09/06/2022
Modalité de l'entretien : en présentiel
Heure du début de l'entretien : 11h10
Heure de fin de l'entretien : 12h45

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 55 ans
- Passionnée d'archéologie depuis sa jeunesse
- A participé à de nombreuses fouilles programmées comme bénévole
- A fait des études pour devenir infirmière diplômée d'état
- A travaillé pendant 6 ans à l'hôpital
- A commencé des études d'archéologie à partir de 1992 tout en travaillant
- A obtenu sa maîtrise en 1996 à l'Université de Lille
- Son premier rapport à l'informatique fut à l'hôpital
- A participé à une mission humanitaire au Pérou
- Une fois rentrée, elle a pu prendre une année sabbatique en s'installant à Rome en 1997
- Elle habite à Rome depuis 25 ans
- A quitté le Ministère de la Santé
- A fouillé sur de nombreux chantiers en Italie
- A connu l'EFR à cette époque
- A entamé un DEA avec son professeur de l'université de Lille
- A participé aux fouilles de Lattes et à découvert SysLAT à cette occasion
- A commencé à se spécialiser en archéologie de la construction au contact d'architectes allemands (historiens de la construction) du DAI pour un projet sur le Palatin
- A participé à de nombreux projets internationaux sur l'architecture monumentale de la Rome impériale et sur l'architecture utilitaire des sites portuaires d'Ostie e de Portus.
- A participé à une réflexion sur l'usage d'outils informatiques et à des expérimentations mettant en œuvre des outils numériques pour l'enregistrement de terrain
- Elle a été confrontée à des problèmes de stockage
- Elle collabore en ce moment à un projet de base de données (Atlas des techniques de la Construction Romaine : ACoR), regroupant des chercheurs français, espagnols, italiens, engagés depuis une quinzaine d'années sur le développement des méthodes de l'archéologie de la construction romaine

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Pendant ses études en archéologie, Evelyne n'a pas suivi d'enseignements à des outils informatiques.

Pendant ses recherches, elle a été obligée de saisir des données dans des bases de données. Elle s'y est mise mais sans grande appétence.

Elle s'est formée toute seule aux outils informatiques qu'elle utilise. Elle aime savoir ce qu'il est possible de faire avec de tels outils même si elle ne va pas tout faire toute seule dans ce domaine. Elle suit des formations à certains outils et applications dans des domaines variés : gestion, administration et applications scientifiques.

Evelyne considère que les données acquises de façon numérique ne sont pas des copies parfaites des enregistrements non-numériques.

Elle collabore avec des chercheurs qui eux sont beaucoup plus à l'aise avec les outils numériques. Elle trouve leurs démarches intéressantes, sans être plus intéressée que cela à acquérir les mêmes compétences.

Evelyne souligne que l'expérience sensible du terrain doit rester le cœur de la recherche archéologique. Tous les chercheurs doivent développer leur expertise avec les cinq sens et pas seulement le sens visuel auquel l'informatique renvoie souvent les utilisateurs. Or les outils d'enregistrement numérique imposent des formalismes et des automatismes limitants. Dans certains cas, ils réduisent la saisie des données à des listes de valeurs fermées, des cases à cocher qui parfois ne sont pas adaptées aux observations de terrain.

Elle reconnaît l'intérêt des outils informatiques mais elle souligne qu'ils ne peuvent pas remplacer l'expérience « charnelle » avec le site, les objets archéologiques et les dimensions humaines liées à l'organisation de la recherche archéologique.

Evelyne reconnaît la nécessité de proposer des formations et de développer des pratiques en matière d'humanités numériques, et en particulier pour les besoins de valorisation et de médiation par les dispositifs numériques.

Elle pense important d'éviter que les outils numériques introduisent de nouvelles divisions du travail. Elle a pu observer que dans certaines équipes de fouille, les plus jeunes semblent nettement plus à l'aise dans l'ensemble, ce qui n'est pas le cas des chercheurs plus âgés.

Evelyne a le souci que toutes les tâches soient effectuées par tous les membres des équipes, parmi lesquelles les tâches sur des outils numériques. Elle a aussi constaté que les enregistrements effectués avec des outils numériques peuvent susciter des processus d'isolement dans leurs accomplissements.

En matière d'enregistrement de données, qui est la base du métier de l'archéologue, il convient de veiller à l'évolution des pratiques pour ne pas laisser de côté ceux qui seraient moins à l'aise avec les outils numériques. Elle prône l'intérêt des équipes mixtes, avec des profils et des compétences numériques et non-numériques.

Elle remarque un accroissement récent des profils de plus en plus scientifiques et techniques dans les candidatures de certains programmes de bourses de jeunes chercheurs (ex. Bourses Marie Curie).

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Evelyne estime que davantage que des formations au numérique, il faudrait surtout susciter et accompagner les dialogues entre les personnes les plus compétentes en matière de pratiques numériques et celles qui le sont moins

Comment protéger les savoir-faire de ceux qui ne sont pas les plus à l'aise avec les outils numériques?

Evelyne évoque une sorte de coaching individuel qui permettrait de prendre compte et en même temps de ne pas intégrer sans y réfléchir les injonctions numériques qui se multiplient.

A propos du mouvement de la science ouverte, Evelyne s'interroge sur l'intérêt de publier toutes les données brutes et les protocoles de production des savoirs archéologiques.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Evelyne ne voit pas beaucoup de freins ou de difficultés au développement des compétences et des pratiques numériques en archéologie.

Evelyne considère qu'il y a une sorte de risque à devoir produire des données « pour produire des données » et à devoir les publier selon des protocoles uniques, uniformisés même si « inuniformisables ».

Les productions scientifiques de l'archéologie sont de plus en plus difficiles à exploiter parce qu'elles sont de plus en plus alimentées par des données numériques. Il y a une forte demande sociétale dans ce sens, notamment en matière de restitution. Ainsi les demandes des publics pour des actions et supports de médiation numérique imposent de produire les données sous forme numérique. Les outils sont de plus en plus nombreux, pas toujours cohérents. Il serait nécessaire de disposer de personnels capables d'assurer une sorte de médiation entre archéologues et spécialistes du numérique ou encore entre des archéologues eux-mêmes.

Enfin, les décisions prises au niveau des services informatiques sont prises par des individus qui ne sont pas archéologues, ce qui parfois pose des problèmes de sens et d'utilité de la production scientifique.

5. Autres points et commentaires

Evelyne a trouvé l'entretien particulièrement utile et intéressant car elle remarque que c'est la première fois de sa carrière qu'elle a l'occasion de s'interroger sur ses propres rapports avec les outils numériques et leur impact dans sa production scientifique et professionnelle.

Entretien avec : Anne Chaillou, Ministère de la Culture
Date de l'entretien : 09/08/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 15h
Heure de fin de l'entretien : 16h30

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 49 ans
- Diplôme d'architecte DPLG en 1996, CEAA (DESS) Architecture et archéologie en 1997, DEA en 1998 puis thèse d'archéologie en 2003 à Lyon
- 1998-1999 : participation à la mission d'étude architecturale du temple d'Hathor à Dendera en Haute Egypte (IFAO)
- 2000 : participation aux fouilles du Mont-Beuvray
- 2002-2005 : participation à plusieurs missions de fouille à l'étranger (Italie, Mexique, Pakistan, Afghanistan)
- 2005-2009 : réalisation de plusieurs missions pour le compte du Ministère de la Culture (SDARCHETIS) dans les domaines des données minimales d'échange, de la conception de bases de données
- En 2010 et 2011 : plusieurs missions auprès de la SDA pour la mise en œuvre méthodologique de groupes de travail afin de préparer une réflexion à l'échelon national sur la conservation sélective et la destruction contrôlée de mobiliers archéologiques publics.
- Depuis juillet 2011, Ingénieur d'étude à la SDA (Bureau du Patrimoine archéologique) en charge de la coordination des chantiers méthodologiques pour la gestion des mobiliers et de la documentation archéologique
- Chercheuse associée à Bibracte depuis 2003

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Anne est tombée dans l'informatique d'elle-même, lors de son passage à Bibracte lorsqu'elle cherchait un sujet de DEA pour intégrer la Maison de l'Orient et de la Méditerranée (MOM) à Lyon. Vincent Guichard, devenu directeur de Bibracte, lui a proposé de travailler la base de données de Bibracte (bdB). Anne en a fait son sujet de DEA

Lors d'une mission en Egypte, elle a découvert l'un des ouvrages de Gardin de 1972 qui à l'époque posait exactement les questions qu'Anne se posait à la fin de son DEA et début de sa thèse. Dans le cadre de sa thèse, elle a commencé à travailler sur le projet de données minimales.

Anne reste persuadée que tout le monde peut créer sa base de données mais qu'il faut s'appuyer sur un socle de données minimales même si on ne nomme pas les champs de la même manière. Les données minimales sont une sorte de passerelle pour assurer des échanges cohérents entre bases de données différentes.

Sur Bibracte, le dictionnaire des données de bdB en cours doit servir entre les rubriques de bdB et les champs du classeur d'échanges.

Anne s'est formée sur le tas avec bdB, en créant la base de données Lila pour l'EFEO à Pondichéry.

Anne a suivi plusieurs formations courtes sur des logiciels : Access (2011), Inkscape (2013), Scribus (2014), Impress (2015).

A Bibracte, le lien entre conception de la structuration des données et le développement des bases de données se fait en binôme, Anne n'étant pas intéressée par l'aspect technique.

Le seul accompagnement qu'Anne assure est fait dans le cadre des ateliers Sitrada.

Dans les pratiques, Anne range les archéologues en trois catégories :

- ceux qui les mettent en œuvre, les développent, les utilisent, parce qu'ils y ont été formés ou parce qu'ils ont eu l'occasion de s'en servir
- ceux qui essaient de comprendre, d'utiliser au mieux, de faire en sorte que ce soit des outils utiles mais sans forcément s'investir dans ces problématiques. Ils ne vont pas concevoir les outils
- ceux pour lesquels les outils numériques sont des contraintes (ex. utilisateurs de ARP)

Il peut y avoir des passages entre certaines de ces catégories. En revanche, pour certains, l'évolution des points de vue n'est pas possible.

La nouvelle génération (entre 20 et 30 ans) est née avec un ordinateur et un téléphone portable. Les technologies numériques font partie de leurs gênes. Ils sont donc à l'aise avec ces outils. Mais cela ne signifie pas qu'ils les maîtrisent parfaitement ni qu'ils sont en capacité de développer des outils correctement structurés pour leurs pratiques professionnelles. La plupart ont suivi un parcours académique qui leur a permis d'être formés. Certains savent développer des outils, d'autres ne font que se servir d'outils clés en main.

Dans les plus anciens, les plus réfractaires qui ont du mal avec l'informatique, sont perdus pour la science. D'autres de cette même classe d'âge sont plus adeptes de ces outils, d'en développer, de les mettre en œuvre de façon cohérente. D'autres enfin, sont capables de se servir d'outils numériques dans leurs pratiques professionnelles, sans les développer pour autant.

Aujourd'hui il existe un grand nombre d'outils numériques servant aussi bien à la saisie des données de terrain qu'à la gestion de la documentation ou du mobilier. Il serait très compliqué de faire un inventaire à jour mais probablement compliqué de ces outils.

Anne considère qu'il n'existe aucune base de données idéale et qu'il est illusoire d'en créer une. Ce n'est pas à la base de données d'imposer une méthode de travail, que ce soit pour le travail de terrain, la gestion du mobilier, de la documentation, etc. Quel que soit le travail scientifique de l'archéologue, les bases de données doivent rester un outil de travail, qui, certes doivent intégrer des contraintes (de saisie, de vocabulaire, etc.) mais il ne faut pas que l'informatique prenne le pas sur le scientifique. Si les outils deviennent inutilisables, cela peut générer de la souffrance au travail et les résultats ne sont pas forcément à la hauteur du temps passé.

Les usages du numérique en archéologie est souvent un effet de mode, que ce soit pour les bases de données, les SIG, la photogrammétrie, les drones, le virtuel, etc. Anne trouve cela dommage car ces outils doivent rester des aides, des outils et non pas des fins en soi. Elle regrette qu'il faille mettre beaucoup de numérique dans les projets pour qu'ils soient retenus et financés. Elle se demande si à force d'utiliser de plus en plus d'outils numériques, l'archéologue n'est pas en train de perdre ses fondamentaux scientifiques. Il risque de ne plus savoir lire une coupe de terrain, ne plus savoir faire une typologie. Cette course en avant du numérique risque de faire perdre aux jeunes générations les fondamentaux de la profession, notamment user de leurs yeux pour observer (exemple : dessiner un pierre à pierre derrière un ordinateur au lieu de le faire sur le terrain). Le numérique semble prendre le pas sur la pratique historique, de l'observation sur le terrain.

Les institutions de l'archéologie et le gouvernement sont responsables de cette évolution car le mouvement de l'*open data* incite les archéologues à s'inscrire dans ces pratiques numériques.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Le numérique doit rester une assistance et il doit retrouver cette place. Anne cite l'exemple de SysLAT qui propose une rédaction du rapport d'opération. C'est l'archéologue qui doit rédiger les rapports, pas une base de données.

L'archéologue ne doit pas seulement saisir des données dans une base de données, il doit aussi veiller à la gestion-conservation des mobiliers, etc.

Il faut former les étudiants à l'université mais cela ne doit pas être seulement une formation à des outils mais comment ces outils fonctionnent pour que les étudiants puissent en comprendre les usages et utiliser ces outils au mieux.

En prenant l'exemple des SIG, Anne souligne que ce qui est important c'est de savoir de quoi est fait la base de données, ce que sont les systèmes de coordonnées, comment sont structurés les outils.

Pour la gestion des mobiliers, il existe le réseau RIGMA (Réseau interprofessionnel des gestionnaires de mobilier archéologique) (http://www.rigma.fr/).

Il faudrait changer la mentalité des archéologues qui, de tout temps, ont eu comme habitude de faire par eux-mêmes, au lieu de se tourner vers des professionnels du numérique.

Il faut que l'archéologue reste propriétaire de sa production s'ils font cela en se basant sur des éléments communs à tous qui permettent de moissonner certaines des données dans les outils qu'ils utilisent.
Il est important pour un archéologue de disposer de données sur sa zone géographique d'étude depuis son ordinateur. C'est dans ce sens que l'*open data* a un sens. Mais ensuite l'archéologue doit pouvoir se rendre sur le terrain pour son travail scientifique.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Concernant les profils de poste, il y a un effet de mode sur l'introduction du terme numérique sans que ceux qui rédigent les fiches de poste maîtrisent correctement les compétences nécessaires ni les outils qui doivent être maîtrisés.

Il faut davantage reconnaître les compétences et pratiques numériques d'archéologues qui pourtant n'ont pas ces compétences dans leurs fiches de postes. Anne pense qu'il existe deux verrous.

D'une part, les archéologues considèrent souvent que leur système est le meilleur et que les autres doivent s'y conformer.

D'autre part, les archéologues doit apprendre à s'entourer de compétences et de professionnels dans divers domaines (archivistes, informaticiens, etc.) pour mieux identifier les outils numériques adaptés à leurs besoins et non plus réinventer des outils à chaque fois.

Il faut donc faire évoluer les fiches de postes en fonction des métiers.

Anne pense qu'il faut aussi des moyens financiers et pas seulement des moyens matériels mais surtout une volonté de l'ensemble de la communauté de travailler ensemble et faire en sorte que le numérique soit un outil pour tous et pas seulement pour quelques-uns qui ont la science infuse et qui savent utiliser ces outils. Il faut que les outils se mettent au niveau des utilisateurs et non pas l'inverse.

Entretien avec : Yves Menez, Audrey Lavrand, Jean-Manuel Conilleau, SRA Bretagne
Date de l'entretien : 04/05/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h30
Heure de fin de l'entretien : 16h45

1. Informations générales sur la personne interrogée

Yves Menez :

- 62 ans
- Ingénieur Travaux Publics en 1984
- Thèse d'archéologie soutenue en 2008
- Agent du Ministère de la Culture depuis 1986 hormis deux ans passés à la DST de l'Inrap en 2006 et 2007
- CRA de Bretagne depuis 2016

Audrey Lavrand :

- 37 ans
- master histoire de l'art en 2012 à Rennes II
- divers postes en services d'archives (centre de gestion du Finistère, Archives départementales du Finistère, Rennes métropole, commune de Ploemeur (56), Archives départementales du Val d'Oise
- SRA Bretagne depuis mars 2021.
- Concours de chargée d'études documentaires en 2016.

Jean-Manuel Conilleau :

- 54 ans
- Licence d'histoire 1993
- Agent du ministère de la culture depuis 2000
- Chargé d'étude documentaire
- Carte archéologique d'Ille-et-Vilaine et responsable du centre de documentation 2015

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Pour Yves Menez, son premier rapport à l'informatique date de 1985 où il s'est servi d'un micro-ordinateur Macintosh pour la rédaction de son mémoire de maîtrise à l'université de Paris 1. Le premier ordinateur du service archéologique dans lequel il a travaillé remonte à 1987. Depuis, l'informatique n'a pas cessé de se développer dans les services du ministère, que ce soit pour des usages administratifs ou pour des usages de publication (maquettage).

Pour les systèmes d'enregistrement, Yves Menez a eu peu d'expériences. Le SRA dirige peu de chantiers et n'a donc pas les mêmes besoins de gestion des données qu'un opérateur comme l'Inrap.

De son côté, Audrey Lavrand, qui est archiviste de formation et non pas archéologue, s'interroge sur les possibilités et les problèmes d'archivage pérenne des données archéologiques.

Jean-Manuel Conilleau n'est pas archéologue non plus, mais documentaliste et a une formation d'historien. Le problème dans l'accès aux informations concerne d'une part les publications de plus en plus accessibles sous format .pdf. D'autre part, les données archéologiques sont peu à peu regroupées dans un catalogue commun, en s'appuyant sur des thesaurus et en visant à faciliter la publication des données sur le Web des données.

Concernant les apprentissages numériques, Yves Menez se souvient de formations de base à l'informatique à l'université. Il a aussi suivi une formation sur le DAO proposée par le Ministère de la Culture. Pour lui, la formation aux outils numériques des archéologues s'est faite essentiellement sur le tas, au contact entre collègues.

Pour Audrey Lavrand, elle a disposé d'un ordinateur à l'âge de 7 ans (à l'école) et a appris à s'en servir toute seule. Dans son parcours professionnel, elle n'a suivi que peu de formations, même si le Ministère en propose, mais a suivi beaucoup de formations sur l'archivage électronique.

Jean-Manuel Conilleau a été formé à l'université en matière de langage documentaire, et a suivi des formations au langage PhP en liaison avec une base de données MySQL. Il se dit « bidouilleur » sur le langage Python dont il a besoin avec QGis. Il cite un besoin de formation sur des points précis pour lesquels le Ministère de la culture ne propose pas de formations spécifiques pour l'instant.

Le CNRS propose des formations qui peuvent, dans certains cas, pallier le manque d'offre de formations du Ministère de la Culture.

Sur les SIG, Jean-Manuel Conilleau a acquis une grande partie de ses compétences auprès de son collègue Thierry Lorho. Maintenant c'est lui qui est en mesure de transférer une partie de ses compétences à ses collègues, notamment sur le logiciel QGis. Il a produit des tutoriels mais il reconnait que c'est difficile de former des collègues à des outils qu'ils n'utilisent qu'une fois par mois, que ce soit QGis ou des outils de géopositionnement.

Pour ce qui est de l'évolution des outils numériques, Yves Menez souligne que dans un service d'archéologie il n'y a pas d'autre choix que de s'en servir. Il mentionne un effet générationnel en évoquant le cas d'agents proches de la retraite qui témoignent de difficultés pour s'en servir. Ces blocages numériques diminuent. D'ici 4-5 ans, ces difficultés devraient avoir disparu du fait des départs à la retraite dans ce délai.

Le problème est que les outils numériques fournis par le Ministère évoluent trop souvent. De plus, ces changements d'outils ne vont pas toujours dans le sens d'une amélioration de leur l'ergonomie ni de leurs logiques d'utilisation. Yves Menez cite le cas d'ARP. Il espère que le prochain, PATRONUM, sera davantage ergonomique et plus simple d'usage qu'ARP mais il n'est pas trop optimiste sur ce point. La résistance de certains agents aux outils numériques, peut largement s'expliquer par ces problèmes.

Par ailleurs, Yves Menez rappelle qu'il existe des services de support informatique dans les DRAC mais qu'ils sont débordés. Aujourd'hui, le niveau de sécurité exigé par les responsables de la sécurité informatique du Ministère, sont de plus en plus contraignants et ne facilitent pas l'utilisation fluide des outils numériques. Il y a de plus en plus de rappels automatiques. C'est comme si un instit vous rappelle 10 fois par jour ce que vous avez à faire.

PATRONUM risque de susciter des difficultés d'adoption. Le rapport à la machine risque d'être assez infantilisant. Dans certains cas, il pourrait émerger une sorte de « harcèlement numérique ».

Par exemple, il serait utile de n'avoir qu'un seul mot de passe pour l'ensemble des applications. Aujourd'hui, Yves Menez est obligé d'avoir un carnet papier sur lequel il écrit au crayon à papier ses mots de passe qu'il doit consulter pour se souvenir de certains d'entre eux.

Yves Menez évoque un rythme d'environ 70 mails par jour. Des applications l'interrogent par ailleurs quotidiennement, avec des tâches répétées à exécuter. Pour lui, c'est encore une informatique mal maîtrisée avec une perte d'énergie et une saturation dans le nombre d'informations envoyées aux utilisateurs.

Pour Jean-Manuel Conilleau, l'effet générationnel existe, mais c'est aussi l'appétence des agents qui fait la différence dans le rapport aux outils numériques. Il suit aussi le PCR des villes antiques où il remarque une forme de division du travail selon les compétences numériques. Les archéologues arrivant en fin de carrière, font le choix, par facilité, de déléguer l'utilisation d'un outil numérique comme le SIG, à des jeunes archéologues techniciens.

Yves Menez cite sa propre expérience qui remonte à 1975 où les archéologues ont voulu tout faire. Pour lui, ce qui a été important fut l'émergence de la notion de métiers. Car quand on prétend tout faire, on ne le fait pas bien. Il faut donc viser plutôt à répartir les tâches au sein d'équipes.

Audrey Lavrand a le sentiment d'une sorte de « boulimie numérique ». C'est un problème de production raisonnée. En tant qu'archiviste, elle a toujours travaillé sur des tris à effectuer dans les masses de documents et le fait de ne pas tout conserver.

Yves Menez rappelle que l'archéologue détruit son objet d'étude. Ceci peut expliquer l'obsession de l'archéologue de vouloir tout enregistrer, par une envie de tout conserver, toutes les archives de toutes les structures ou de toutes les unités stratigraphiques. Il cite un archéologue qui, dans les années 1970, avait inventé un dispositif sous forme de tiroir qui comportait des extraits de sédiment de toutes les unités stratigraphiques d'un site archéologique.

Malgré les difficultés qu'il vient d'évoquer, Yves Menez insiste sur le fait que le numérique n'est pas « pour faire joli », c'est vraiment un outil indispensable.

La finalité de l'archéologie est de restituer, de faire de la science. L'obsession à vouloir tout enregistrer peut-être contre-productive. L'objectif est surtout de pouvoir produire pour pouvoir archiver. Mais, si la phase d'étude est trop courte pour pouvoir étudier tout ce qui a été enregistré, cela risque d'être très décevant. Il faut donc un équilibre dans le projet d'intervention entre les moyens alloués et les ambitions affichées.

Cette obsession dans la production massive des données, qui semble une spécificité française du fait de la loi sur l'archéologie préventive de 2001, peut donc être contre-productive. La logique de se saisir au maximum des opérations d'aménagement du territoire pour prescrire le plus possible a conduit à prescrire des volumes considérables d'opérations et donc de masses documentaires à produire.

Pour Yves Menez, il ne faut peut-être pas vouloir tout fouiller. La fouille exhaustive est donc à pondérer. Yves Menez se demande si cela n'a pas conduit à produire une génération d'archéographes, produisant de la documentation, qui feront peut-être l'objet d'étude à l'avenir. Cette génération sera suivie par une autre qui pourra enfin produire de la science à partir des documents produits par leurs prédécesseurs. Même si cette vision est peut-être un peu noire, c'est ce qui conduit Yves Menez à vouloir que l'accent soit mis dans l'exploitation des archives de fouille. Cette nouvelle étape correspond à la mission des SRA en matière de diffusion des savoirs archéologiques.

La génération des archéologues des années 1980 est souvent issue de l'archéologie de sauvetage. Ils ont eu à combattre les attaques contre le patrimoine. La génération a été élevée dans cet état d'esprit. L'archéologie préventive a eu l'ambition de mettre en place une chaîne opératoire qui permette de produire des archives de fouille d'une façon mieux organisée. Le problème aujourd'hui, pour Yves Menez, est celui de la diffusion des données archivées et exploitables. Il s'agirait du 3ème étage de la fusée de l'archéologie préventive pour laquelle il n'y pas encore de véritable réflexion posée nationalement. Il y a donc un déficit méthodologique. La SDA a engagé une mission d'inspection sur la publication mais cela reste insuffisant. Dans cette politique de publication, les outils numériques ne sont

pas pris en compte. De plus, les relations interinstitutionnelles devraient être renforcées entre les services du Ministère de la Culture et le CNRS et l'université, qui constituent le volet de la recherche fondamentale, et qui est un autre monde de l'archéologie que celui de l'archéologie préventive.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Yves Menez considère que l'accroissement des compétences numériques se fait naturellement dans toutes les équipes. Il cite de nouveau l'effet générationnel. En revanche, il faudrait mettre en œuvre des pratiques numériques plus raisonnables. Les SRA devraient être associées à la réflexion sur des usages plus raisonnés tant dans la production que dans l'archivage des données archéologiques. Même si les capacités de stockage sont augmentées, cela peut être une fuite en avant. Il faut donc veiller à limiter les usages numériques des agents publics vers du qualitatif et non du quantitatif.

Dans les fiches de poste, les compétences numériques sont mentionnées, mais ce qui compte le plus ce sont les complémentarités entre les compétences existantes chez les différents agents d'un service. Il s'agit de pouvoir trouver des candidatures dont les compétences pourront correspondre aux besoins des projets du service.

Les compétences requises évoluent aussi. Il y a plusieurs années, le chef de service s'est battu pour obtenir un poste de géomaticien. Ce n'avait pas été compris par la SDA à l'époque. Ce poste s'est finalement révélé indispensable.

En documentation, les agents sont conduits à mettre en œuvre des normes comme l'UNIMARC. Mais, pour Jean-Manuel Conilleau, il est inutile de trop cibler un poste sur une compétence technique. Cela peut-être conduire à ne pas trouver des candidats.

Pour Yves Menez, les personnes récemment recrutées n'étaient pas archéologues. Ce qui a été apprécié surtout ce sont leur capacité à s'adapter aux objectifs du service en pouvant compléter leurs compétences pour celles qu'ils ne maîtrisent pas ou peu.

Le choix de l'ouverture des données du SRA est partie d'une remise en ordre de la documentation administrative, de la carte archéologique et des rapports d'opération qui avait généré des cas de souffrance au travail. Lorsqu'il est arrivé comme adjoint du chef du service en 2009, Yves Menez a eu comme projet de remettre à plat de toute la documentation archéologique (rapport, dossiers) en liens avec les bases de données. Avec l'aide de contractuels, il a été possible de mettre en place de nouveaux outils et de nouvelles méthodes de travail. Yves Menez avait été chargé d'une mission similaire lorsqu'il était à la DST de l'Inrap (cf. son article en accès ouvert sur ce projet). Cette mise à plat de la gestion de la documentation a été étendue à la gestion du mobilier. Pour Yves Menez, il faut que la documentation soit bien gérée. Il évoque de nouveau le passage générationnel. Il faut que le tuilage soit fait avec la prochaine génération qui aura en charge la gestion du mobilier et de la documentation.

L'ouverture des données inaugurée par le SRA s'inscrit dans le cadre du mouvement de l'*open data* du Ministère. Tous les arguments opposés à la limitation de l'ouverture des données relèvent de combats d'arrière-garde. Ce sont des logiques de pouvoir qui sont contre-productives. L'idée qu'un site dont la localisation serait connue uniquement des Drac serait protégé n'est pas vraie. Le pillage des sites archéologiques parce que les données en seraient ouvertes n'est pas un argument recevable, hormis pour les sites les plus sensibles (dépôts d'objets métalliques, sanctuaires gaulois et antiques, …). Le pillage des données par d'autres archéologues qui les publieraient à leur compte, sans référence aux sources, n'est pas non plus un argument recevable : 10 années de retour sur la mise en ligne des données le démontrent. Ce discours semble partagé par plusieurs autres conservateurs de l'archéologie. Mais la plupart attendent la position de la SDA. Si l'archéologie ne s'engage pas dans le mouvement de l'ouverture de ses données et publications d'ici 10 ans, l'archéologie sera fragilisée politiquement et socialement.

La seule limite qu'y voit Audrey Lavrand est le respect du RGPD concernant la diffusion des données personnelles. Il faudrait donc « caviarder » (anonymiser) les rapports avant de les diffuser. L'intérêt supérieur doit primer. Mais la SDA est devenue très réglementaire et ne favorise pas le tournant de l'ouverture des données. De son coté, Jean-Manuel Conilleau considère que l'ouverture des données peut être l'occasion de faire évoluer les métiers vers davantage de médiation numérique et moins de relations directes avec les usagers. Le documentaliste aujourd'hui devrait davantage s'intéresser à l'usage de thesaurus comme les Pactols. Pour Yves Menez, « si une information n'est pas accessible sur Google, elle n'existe pas ». Audrey Lavrand, elle, aimerait que les publics continuent à venir consulter les rapports et les données dans les SRA. Elle est moins favorable à une généralisation de la diffusion numérique des données que de donner envie de venir consulter, de ne pas tout numériser ou diffuser inutilement.

Yves Menez revient sur la notion de propriété de données des archéologues. Il a fait le tour des centres de l'Inrap pour « convaincre » les agents de l'Inrap de la nécessité qu'ils se défassent de cette notion de la propriété de leurs données, en faisant plutôt la promotion de la mise en commun des données, de l'intérêt de pouvoir les faire moissonner et de les exploiter en commun. Il est plus intéressant de pouvoir recueillir toutes les données concernant une thématique commune plutôt que de se refermer sur les collections d'un site. Cela prend environ 5 à 10 ans pour faire évoluer les cerveaux. Il croit beaucoup à l'émulation et à la possibilité de diffuser des modèles de travail collaboratifs.

Il y a un projet de CCE en Bretagne qui serait aussi un centre de consultation des archives numériques en lien avec les universitaires et aussi dans le cadre d'une archéologie comme science participative. Ce serait l'occasion de remettre en cause la conception d'une archéologie professionnalisée, très contrôlée par l'Etat qui a suivi dans les années 1980 et 1990 une archéologie encore peut encadrée et portée en grande partie par des bénévoles. Aujourd'hui, l'*open data* peut redonner une place aux publics, aux amateurs dans le cycle de vie de la documentation archéologique. Le numérique peut aussi aider à faire venir les plus jeunes générations dans les SRA pour consulter les données et les rapports.

Concernant l'effet générationnel, Yves Menez considère que la majorité des communautés sont des utilisateurs. L'effet des concepteurs est marginal. Les archéologues ont beaucoup détourné des outils conçus par d'autres en les appliquant.

Par ailleurs, les associations de bénévoles intéressés par l'archéologie sont vieillissantes. Le SRA souhaite les accompagner pour tenter de maintenir un intérêt des jeunes générations pour l'archéologie. Enfin, il faut que l'archéologie continue à s'insérer dans la société et à suivre ses évolutions, notamment en matière de pratiques numériques. Le numérique doit bien servir à fluidifier la diffusion de l'information. Les données doivent être accessibles, décrites, etc. Le numérique doit servir à la mise en réseau.

Audrey Lavrand a un usage limité des outils numériques dans la sphère privée. En revanche, elle se dit passionnée par l'usages d'outils numériques dans la sphère professionnelle. Mais en faisant la promotion d'usages raisonnés. Jean-Manuel Conilleau partage ce point de vue. Les outils numériques doivent répondre à des besoins précis de diffusion de l'information, au service de l'archéologie.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Jean-Manuel Conilleau considère que la SDA ne comprend pas la dynamique de l'évolution en cours. Il a l'impression qu'à chaque fois qu'il a présenté le projet d'ouverture des données à la SDA, il s'est heurté à des incompréhensions et des visions trop restrictives et des craintives quant à la diffusion des données et des rapports.

Sur les outils, concernant Patriarche, il faut vraiment le faire évoluer car il date du début des années 2000. Les prochains développements proposés par le projet Patronum sont faits par une autre sous-direction du Ministère que la SDA.

Concernant l'indexation des rapports d'opération, il faudrait aussi que la liste des termes utilisés évolue. La SDA n'a pas ou ne semble pas comprendre l'utilisation d'un thésaurus évolutifs et contrôlé, amélioré avec toutes les institutions (CNRS, MC, opérateurs…par exemple).

Audrey Lavrand a un même sentiment que son collègue pour lequel la SDA ne favorise pas le travail en collaboration, et n'émet pas de directives dans ce sens.

Yves Menez se dit plus positif. L'amélioration des outils numériques, une stratégie numérique, devrait relever des missions de l'administration centrale. On devrait être dans un monde fonctionnant en réseau. L'archéologie a toujours avancé par la base. Elle a toujours innové sur les opérations. Rien n'empêche d'expérimenter en région ni de se mettre en réseau, même si la SDA ne porte pas actuellement ce genre d'initiatives. Concernant la mise en réseau des archives, il faudrait aussi que les choses évoluent en s'inspirant de ce qui se fait ailleurs. Yves Menez utilise la métaphore de l'archéologie comme une boutique d'artisan. Il cite aussi l'adaptation de plusieurs méthodes et techniques du secteur du BTP dont il vient. Il faudrait que les archéologues cessent de vouloir tout inventer eux-mêmes. Ils n'y gagnent pas toujours.

Concernant la diffusion des données, il s'agit surtout d'avoir des outils métiers reliés par un identifiant plutôt que de vouloir prétendre tout gérer avec un seul outil comme Patronum ou Patriarche. L'essentiel est de disposer d'un ou deux numéros de référence (n° d'opération, n° d'entité) permettant de faire fonctionner plusieurs outils entre eux.

Jean-Manuel Conilleau ajoute que l'usage d'outils comme des méta-moteurs qui permettent de piocher dans des bases de données différentes et d'y trouver les informations nécessaires qui permettent aussi de s'affranchir d'outil voulant tous faire. Il faut donc abandonner l'idée d'un outil unique et privilégier une mise en réseau d'outils interopérables.

Comme possible verrou, Yves Menez souligne les sentiments humains de propriété ou de pouvoir, qui conduisent souvent à vouloir maîtriser et contrôler l'accès à l'information produite. Cela est vrai des individus comme des institutions. Le mouvement *open data* doit permettre de changer radicalement ces pratiques, dans la perspective d'une notion de service public renouvelée. Un autre verrou est inter-institutionnel. Le CNRA devrait aider à la mise en œuvre de réflexions entre les institutions. Mais cela nécessite des décisions de nature politique. La loi de 2003 ne facilite pas ces orientations.

Si un nouvel écosystème de l'archéologie voyait le jour et que les volontés étaient présentes, il serait possible de changer les pratiques.

A ce titre, Menez promeut la diffusion d'expérimentations, l'effet tâche d'huile, l'émulation.

Les verrous financiers ne sont pas les plus bloquants.

Jean-Manuel regrette que l'Etat ait fait le choix de revenir en arrière sur l'usage de logiciels libres. De même, il regrette que Patronum ait fait le choix d'opter de nouveau pour une solution propriétaire comme ArcGIS.

Yves Menez cite un micro-verrou chez les archéologues : faire des bases de données, mais pourquoi ? Il y a des outils communs qui doivent être des outils d'aide à la recherche mais pas des outils de recherche en tant que tels. Les données archéologiques sont très descriptives à leur origine. Il faut trouver le bon type d'outil entre l'un qui permet de disposer de toutes les données, et un autre qui permet de n'accéder qu'à une partie des données, les plus significatives d'un site ou d'une opération, et aide vraiment à la recherche. Ainsi, la première version de la plateforme du SRA sur la documentation permettait de faire une recherche plein texte qui ramenait beaucoup de bruits dans les requêtes. L'idée aujourd'hui est de privilégier les requêtes par mots-clés. Par exemple, il faudrait pouvoir faire une recherche sur les inventaires de mobilier qui s'appuie sur le moissonnage des données sur internet. Il en est de même pour les rapports d'opération. Ce sont des outils d'aide à la recherche, mais pas des outils de recherche pure.

Un « bon Patriarche » devrait être ce genre d'outils mais il ne l'est pas. Il ne s'agit ni d'un outil de recherche ni d'un outil administratif. Patronum n'a pas la prétention d'être un outil de recherche, mais uniquement administratif. L'arrivée de Patronum ne va pas faire disparaître Patriarche. Ces outils doivent être conçus pour tous et pas uniquement pour les chercheurs.

L'outil mis en œuvre au SRA a beaucoup fluidifié le travail du service. La question qui se pose actuellement est de savoir si le SRA géoréférence ou pas les vestiges et pas seulement les sites. Cela commence à se faire pour les sites urbains. Depuis 5 ans, le SRA demande à recevoir, en fin d'opération, les fichiers shape des opérations organisées en trois couches : couche ouverture, couche vestiges, couche emprise. La démarche est partie d'un travail avec l'Inrap avec les données provenant des opérations et a été étendu à d'autres opérateurs (Eveha) et prochainement aux deux opérateurs publics de la région, les services départementaux du Finistère et du Morbihan. Le SRA ajoute quelques champs descriptifs (n° Insee de commune, nom du RO, numéro de l'opération, etc.). Dans les faits, même si tous les opérateurs ne versent pas encore leurs données selon ce schéma, le SRA parie sur la diffusion progressive auprès de tous les opérateurs de cette façon de faire. Il s'agit aussi de faire évoluer les pratiques progressivement, tant en termes techniques qu'en termes de schémas de travail.

Entretien avec : Laurent Costa, CNRS
Date de l'entretien : 24/08/2021 et 03/09/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h30 et 11h
Heure de fin de l'entretien : 12h40 et 12h

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 50 ans
- Etudes supérieures en histoire de l'art et archéologie à Besançon au tout début des années 1990 puis en archéologie à Paris 10 dans les années 2000
- Aujourd'hui, Laurent est ingénieur de recherche CNRS, directeur adjoint de l'UMR 7041 ArScan à Nanterre (à partir du 1er Janvier 2021).

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Le parcours académique et le parcours professionnel sont étroitement liés : ils n'ont pas du tout correspondu ce que Laurent pensait faire puisqu'il pensait initialement s'orienter vers les arts plastiques. Du fait de son origine, il ne lui semblait pas possible de s'inscrire dans des études intellectuelles longues. Il a changé d'orientation du fait d'un milieu social d'origine modeste. Il s'est donc inscrit en faculté d'histoire de l'art et de l'archéologie à Besançon tout en exerçant le travail de surveillant d'externat. En 1990, en fin de DEUG, début de licence, il a commencé à participer à un chantier de préhistoire à Fouvent le Bas (Haute-Saône). Les modalités d'exécution des chantiers archéologiques ont correspondu aux possibilités de faire des études parce qu'elles allient travail manuel et études. Les chantiers archéologiques s'apparentent à des chantiers de BTP, tout en permettant une activité intellectuelle. L'archéologie s'est révélée correspondre à ses envies et à ses capacités.

- Grâce à un collègue de l'Afan, fin 1991-début 1992 il a participé à un chantier d'archéologie préventive dans la région de Melun-Sénart (coordination archéologique de Melun-Sénart). Il a laissé ses études pour multiplier des CDD à l'Afan jusqu'à un grand chantier à Vert-Saint-Denis (Seine-et-Marne - Antiquité, bas fourneaux, puits d'extraction) sous la responsabilité d'Isabelle Daveau. Ce site correspond à ses premières expériences de décapage de grande ampleur avec plusieurs hectares de structures archéologiques et représente un de ses premiers contrats longs (plusieurs mois). Jusque-là il avait dessiné des mobiliers et produit des plans de taille limitée sur des missions qui se sont enchainées mais toujours de courtes durées. Sur le chantier de Vert-Saint-Denis il a établi un plan très conséquent avec Adobe Illustrator, avec plusieurs centaines de structures. Il a vu les limites d'utiliser un tel outil. Il a rencontré alors un autre archéologue, Franck Sumera, conservateur au Service Départemental d'archéologie du Val d'Oise (SDAVO), qui utilisait alors un logiciel de SIG : MacMap. Laurent a ainsi changé ses pratiques en passant de logiciels de DAO à un logiciel de SIG. Un poste de dessinateur s'est ensuite libéré dans la suite du chantier de Vert-Saint-Denis au SDAVO. Laurent a été recruté par concours sur ce poste en 1996 sous la férule de Philippe Soulier, alors chef de service. Ce service à l'époque unique en France et parmi les plus important a beaucoup compté dans le recrutement d'archéologues de rang A et dans l'essor d'une approche territoriale et anthropologique de l'archéologie en Ile-de-France. Les relations très étroites avec l'Afan puis l'Inrap ont aussi beaucoup compté à ce moment-là.

Laurent a pu développer ses compétences en dessin, de SIG puis de topographie et a bénéficié d'une pérennité de poste (contrats d'un an puis titularisation à l'issue d'un concours). Dans la seconde moitié des années 1990 et au début des années 2000, Laurent a pu observer une évolution dans la taille des chantiers (notamment lors des travaux de la Francilienne). Le SDAVO est devenu un lieu d'expérimentation sur les SIG avec l'utilisation de MacMap qui a servi aussi à la gestion de la carte archéologique et la gestion des dossiers d'urbanisme. Un important rapprochement avec le Service

Informatique du Département du val d'Oise a eu lieu, ainsi qu'avec la Direction des Routes et de celle de l'Environnement. Ce travail commun au sein des services du Département et les collaborations avec l'Afan puis l'Inrap ont permis de beaucoup développer le travail cartographique. De même, des liens ont eu lieu avec l'Université de Cergy ou l'école d'architecture de Versailles, notamment pour y assurer des enseignements.

Parmi les travaux réalisés, il faut citer la numérisation et le géoréférencement du cadastre napoléonien sur tout le département.

Plusieurs mutations technologiques ont eu lieu au cours des années 1990 puis 2000, notamment dans l'évolution des logiciels de SIG MacMap, MapInfo, ArcGIS.

Philippe Soulier a incité Laurent à reprendre ses études dans les années 2000. Il a repris en licence puis en maîtrise et a réalisé son mémoire de maîtrise à Paris 10 sous la direction d'Anne-Marie Guimier-Sorbet sur l'impact des SIG sur les organisations. Il a ensuite fait un DEA d'archéologie à Paris 10 en travaillant sur les organisations dans lesquelles il a travaillé et sur les logiciels sur lesquels il a développé des compétences numériques. Dans le cadre de sa thèse, il a ainsi pu interroger des acteurs de collectivités territoriales, de l'Afan, du Ministère de la Culture, du CNRS. Il a aussi pu observer des chantiers spécifiques dont celui de Pincevent.

En 2006, une opportunité de mobilité vers le CNRS (ArScan) sur un poste de topographe (IE) s'est présentée. Il a été recruté par détachement dans un premier temps et ensuite par concours.

Pendant la première année, il a ressenti de grandes différences avec le SDAVO qui fonctionnait comme un service. Au CNRS, Laurent s'est retrouvé confronté à une vaste diversité de profil, de besoins, de modes de collaboration entre équipes, unités qui chacune et chacun avaient des besoins, des méthodes, des outils très différents. Laurent a alors eu le souci de donner de la cohérence entre les outils, les projets, les intervenants, etc. De là, est né son travail autour des référentiels géohistoriques. Comment fait-on pour produire des outils, des méthodes, des données cohérentes pour assurer une qualité des référentiels permettant aux thématiciens de travailler avec et d'échanger les résultats ?

Depuis 2006, Laurent a pu développer cette approche originale, notamment dans le cadre de sa thèse. Laurent souligne qu'en archéologie, la culture d'appartenance institutionnelle est très forte.

A ce jour, Laurent continue à réfléchir et travailler sur ces sujets dans son poste d'ingénieur et non pas de chercheur, deux fonctions qui, pour Laurent, sont différentes. Pour Laurent, un ingénieur accompagne les processus. Lui-même préfère cette approche parce qu'il n'a pas fait le choix de se spécialiser dans un domaine thématique ou une chronologie de référence. Son activité porte essentiellement sur la métropole et le Bassin méditerranéen. Laurent a ainsi pu piloter divers projets, dont certains structurants comme ceux sur le site de Délos en Grèce, ou encore ceux réalisés avec Pierre Rouillard sur des sites en Espagne om une dynamique d'acteurs a pu être mise en œuvre. Enfin, il faut souligner le projet ALPAGE sur Paris en collaboration notamment Hélène Noizet et Boris Bove. Un référentiel majeur a pu ainsi être établi sur un territoire emblématique : Paris. Ce projet a eu une action transformante notamment dans l'approche spatiale en archéologie. Aujourd'hui encore il continue à se développer.

Sur la base de ce travail, un autre a été mis en place au sein d'ArScan depuis 2001, le programme Archéologies du bassin Parisien transformé ensuite en Fabrique Numérique de l'Archéologie (ou ArcheoFab). Ce programme continue à se développer. Plus récemment, le programme Huma-num Paris Time Machine s'est développé. Il s'agit d'un consortium, financé par Huma-Num, avec un comité de pilotage composé de Laurent, Hélène Noizet, Eric Mermet, Julien Avinain, Jean-Luc Pinol. L'objectif est de décloisonner la politique de recherche, avec des axes fondamentaux de recherche inscrits dans une sorte de recherche appliquée aux territoires, avec Paris mais aussi d'autres villes comme lieux d'expérimentation.

En parallèle, a été développé le programme Fabrique Numérique du Passé avec une plateforme *open data* en cours de développement, avec l'ambition de faire communauté autour des outils numériques.

Laurent a observé une évolution dans les usages numériques. Dans certains cas, il n'y a pas eu de rupture, les choses se passent assez bien mais lorsqu'il y a un respect des identités des individus. En revanche, dans certains contextes organisationnels, l'évolution a été plus brutale, imposée du haut vers le bas avec des outils et des procédures qui n'étaient pas forcément adaptées au fonctionnement des services et aux enjeux des individus.

Pour Laurent, les vraies révolutions sont des révolutions douces. Les grandes ruptures sont rares. Ce sont plutôt des inflexions à peine perceptibles. L'évolution numérique est la somme d'une série d'inflexions. Pour Laurent, les évolutions apportées par le numérique sont en train d'apporter des formes de résilience par rapport à un contexte social et des paradigmes sociétaux en cours de mutation. En regardant les projets financés par l'ANR et les projets quinquennaux de recherche, les relations entre le numérique et les contraintes d'adaptation des sociétés ne peuvent plus rester dans les mêmes modèles de développement. La constitution des référentiels géohistoriques permet d'illustrer le besoin de pouvoir circuler entre des volumes considérables tout en tenant compte des besoins nouveaux. L'archéologie a ainsi une place très importante à tenir dans les nouvelles formes de sociétés en émergence.

En matière de formation, Laurent a évolué dans ses réflexions et pratiques. Laurent comme tous les archéologues, a dû « bidouiller ». Il a suivi des formations hors cadre, en fonction de ses besoins, pour connaître des fonctionnalités recherchées et atteindre des résultats, indépendamment des logiciels. Laurent souligne l'importance d'avoir un esprit créatif dans la construction de son parcours de formation et de compétences numériques à acquérir. L'objectif est de pouvoir gérer l'interface entre des objets non-humains (logiciels, données, algorithmes, codes) et des humains et des connaissances. Il faut donc faire preuve de créativité et être formé à celle-ci. Pouir soutenir cette proposition Laurent cite les parcours de formation actuels de ses deux fils, l'un dans l'informatique et l'autre dans la musique. Dans les deux cas, au-delà du socle de compétence nécessaire indispensable, la créativité reste l'élément fondamental pour assurer la progression. Laurent mentionne un parallèle possible entre le développement de compétences numériques en archéologie et le rôle d'ingénieur et le rôle de basse continue dans la musique baroque. La basse continue est une activité d'accompagnement des individus pour qu'ils puissent développer leurs interprétations. Ainsi, selon Laurent, au-delà des formations techniques, ce qui compte c'est de développer davantage la créativité des individus et des groupes pour produire des processus de recherche qui permettent de produire des nouvelles données. L'interdisciplinarité devient alors une obligation et non plus une option. Laurent souligne que, à ce jour, les modalités et les maquettes des formations à l'université restent « engluées » dans un académisme qui ne correspond pas du tout à l'essence même de la démarche numérique.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

La formation initiale en université aux outils numériques est très limitée et surtout peu innovante. De plus, il y a une trop grande séparation entre ce qui relève des ingénieurs et des chercheurs, les premiers s'occupant de la technique, les seconds de la recherche ; les premiers réalisant ce qui a été murement pensé par les seconds... Or la réalité de notre monde et de nos pratiques semble à Laurent toute différente : La recherche inclus un nécessaire appareillage technologique même en SHS et l'ingénierie nécessite pour être effective d'être inscrite dans des activités de recherche. Les deux sont inséparables, s'alimentent mutuellement.

Plus qu'un accroissement des heures à accorder à la formation aux outils numériques, il faut construire des formations différentes, travailler davantage sur la pratique. La formule des ateliers est probablement préférable aux formations classiques des TD. Pour Laurent, le terme d'archéomatique pose problème. Il vaut mieux parler d'archéologie et présenter les nouveaux outils dont la discipline s'est saisie.

Il serait souhaitable que soient toujours proposées des formations de base aux principes de l'archéologie, auxquelles s'ajouteraient des ateliers permanents de formations pratiques. Ces échanges d'expérience, ces confrontations de points de vue doivent être favorisées. Ils permettent une créativité des acteurs. Ces échanges accroitront de fait les pratiques numériques. Peu d'archéologues travaillent encore avec uniquement des outils numériques. Il convient de vulgariser l'usage des outils numériques pour les rendre plus évidentes, sans chercher d'effet de rupture.

Concernant la revue Archéologies numériques, Laurent en fait un bilan un peu mitigé. Même si la revue s'affirme comme étant d'abord axée sur la méthodologie, Laurent pensait qu'il y aurait plus d'appropriation de la revue. Finalement, les auteurs ne publient pas ou peu leur méthodologie. Ils considèrent cet aspect comme annexe à leur travail. C'est devenu davantage un blog amélioré. Laurent souhaiterait que l'équipe de direction évolue. Mais dans les faits, les personnes sont dans d'autres problématiques et perspectives.

Concernant l'ouverture des données et des codes logiciels, Laurent considère que le principe de l'ouverture doit être privilégié et que toute conception d'appropriation doit être bannie.

La revue Archéologies numériques pourrait aussi y contribuer à travers la publication de *data paper*, voire d' « *appli paper* ». Les rencontres des JIAP, qui n'ont pas eu lieu pour cause de pandémie, devraient être reconduites et pourraient alors s'appuyer sur la revue.

Laurent a du mal à se projeter sur les prochaines années, sur ce que pourrait devenir l'archéologie avec les outils numériques, du *big data*, de la 3D, etc… Dans le format des données, Laurent constate une évolution nette. Avec la multiplication des capteurs (lidar, scan3D, radar, etc.) qui produisent des volumes de données considérables, on passe d'une archéologie de faible densité de données à haute signification de l'information à une information de très haute densité de données à faible signification. Peut-être faudrait-il aller vers une archéologie qui produirait moins de données mais des données de signification plus riche ? Pour donner du sens aux données, un travail important de sélection des données est nécessaire. C'est certainement sur cette méthodologie qu'il faut se concentrer.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

La principale difficulté est liée au fonctionnement des organisations et des systèmes d'évaluation de l'archéologie. Les pratiques numériques touchent forcément aux collectifs de travail. Dans une chaîne numérique, il est difficile d'identifier qui a fait quoi. Or dans les pratiques de l'évaluation, on voit bien que celles-ci se concentrent sur l'évaluation de la performance individuelle. Si l'évaluation faite reste individuelle, cela introduit une difficulté majeure.

Pour les chercheurs qui ne perçoivent pas d'intérêt de se mettre aux pratiques numériques, il faudrait pouvoir mieux leur expliquer l'intérêt des outils numériques. Il faudrait notamment les aider à trouver du sens à l'usage des outils numériques dans une démarche collective.

En prenant l'exemple du projet Alpage, Laurent évoque l'intérêt que certains chercheurs partenaires du projet, ont trouvé dans les outils numériques par le sens collectif trouvé à la constitution de ce répertoire collectif de données et d'outils communs qu'aucun d'entre eux ne s'est approprié. Il faut donc trouver l'équilibre entre intérêt individuel et intérêt collectif. C'est donc sur la coexistence entre la signification à titre individuel et à titre collectif des outils numériques qu'il faut orienter les formations à ces outils.

Les archéologues doivent savoir quels sont les outils numériques qui existent, sans avoir à en devenir des experts techniciens, et comprendre la raison pour laquelle ils sont mobilisés lors de projets collectifs. Il faut donc qu'aucune injonction aux usages des outils numériques ne s'impose aux archéologues. En revanche, les guides de bonnes pratiques sont nécessaires.

Dans le cas des archéologues de services de collectivités locales, on peut comprendre que ceux-ci sont contraints à devoir utiliser des outils et des données numériques cohérentes avec celles de la collectivité dans son ensemble.

Entretien avec : Pascal Darcque, CNRS
Date de l'entretien : 14/01/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h00
Heure de fin de l'entretien : 12h00

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 68 ans
- Etudes de lettres, hypokhâgne et khâgne, ENS orientation littéraire en 1973
- Formé à l'archéologie pendant l'ENS auprès de Paul Courbin
- A passé une agrégation de lettres classiques.
- A été tenté de travailler sur le Bronze récent en Syrie car la fouille de Courbin concernait, entre autres, cette période, mais s'est orienté vers l'âge du Bronze dans le monde égéen.
- Finalement a intégré l'Ecole Française d'Athènes (EFA) en 1979 ce qui lui a permis de travailler en Grèce tout en continuant à travailler en Syrie
- A quitté l'EFA en 1983
- 2 ans comme professeur du secondaire en Normandie
- A intégré le CNRS en 1985, d'abord Chargé de recherche, puis Directeur de recherche
- A commencé à travailler sur le site de Dikili Tash en 1986 jusqu'à maintenant
- A fait l'essentiel de sa carrière au CNRS sauf une parenthèse comme secrétaire général/directeur des études de l'EFA (1990-1995)
- A travaillé aussi sur le site de Malia en Crète

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Pascal a découvert l'informatique avec le traitement de texte dans les années 1983-1984 sur micro-ordinateur personnel Apple sur le manuscrit de la première édition sur la Clio, Les civilisations égéennes, première édition parue en 1989

Pascal a participé aux premiers essais de base de données sur le logiciel File puis il est passé assez rapidement sur FileMaker

Il a aussi découvert les premiers logiciels de DAO au début des années 1990. Lorsqu'il était secrétaire général de l'EFA il a poussé à l'équipement en postes de travail des étudiants et des chercheurs. Il a invité Michel Py à Athènes pour y présenter SysLAT ce qui a provoqué un certain « choc » dans la communauté à l'époque.

En 1991-1993, il a commencé à faire de la mise au net de dessins avec des outils de DAO.

Il a découvert le SIG plus tard mais s'est surtout concentré sur les bases de données et certains des outils de bureautique les plus courants.

L'un des facteurs qui a fait que Pascal s'est investi dans ces outils informatiques est qu'il avait conscience qu'il n'y avait pas d'environnement technique dans les métiers de l'archéologie pour que ces dossiers soient pris en charge de façon durable par d'autres personnes que par les archéologues.

Pour ce qui concerne les SGBD et la DAO, c'est surtout par une auto-formation que Pascal a découvert ces outils. Les formations du CNRS sont venues après la pratique de certains outils.

Pour les SGBD, il est clair que le fait de s'être auto-formé a été un facteur de ralentissement dans la découverte de ces outils et dans leur mise en œuvre.

Aujourd'hui encore, Pascal a encore des questions pour lesquelles il n'a toujours pas de réponse.

Il insiste sur le fait qu'il y a beaucoup d'utilisateurs d'outils numériques mais « peu de gens ont mis les mains dans le moteur », en ont une connaissance intime. Pascal souligne qu'aujourd'hui, autour de lui, il ne connaît personne qui sache décortiquer les liens dans une base de données FileMaker. C'est devenu moins le cas pour la DAO car davantage de personnes ont suivi des formations.

Les vraies questions surgissent lors de la mise en œuvre des outils numériques, lorsqu'on est confronté à l'architecture d'une base de données, plus rarement lors des formations.

Pascal ressent beaucoup cette frustration lorsqu'il est confronté à une difficulté qu'il ne sait pas surmonter tout seul. Il contacte alors des collègues spécialisés dans tel ou tel outil qui parfois parviennent à le renseigner et à lui permettre de dépasser ses limites.

La façon dont les archéologues se sont beaucoup investis par eux-mêmes dans la découverte et l'auto-formation aux outils numériques est lié, pour Pascal, aux rythmes d'acquisition et de restitution des informations de terrain. Il y a un décalage général entre ces rythmes et les moyens qui sont mis au service des opérations archéologiques. Cette durée constitue un facteur de blocage pour l'engagement sur la longue durée de personnels techniques parfaitement formés et à la disposition d'un projet. C'est là que git un des problèmes majeurs de nos activités.

Pascal cite l'exemple du site de Dikili Tash sur lequel il s'est investi depuis 35 ans. La gestion au long terme d'un projet finit par reposer sur une ou deux ou trois personnes qui doivent se débrouiller pour gérer tous les aspects d'un projet.

Si Pascal n'a pas été directement touché par les travaux de Gardin, il reconnaît qu'assez tôt les notions de vocabulaire (taxinomie) et des effets du développement des premiers outils informatiques ont rejoint certaines préoccupations d'ordre analytique en archéologie.

Concernant les carnets de fouille, Pascal indique qu'il y a un débat permanent dans les équipes avec lesquelles il a travaillé sur l'intérêt des carnets de fouille sous forme numérique. Les plus anciens archéologues sont encore attachés à une forme d'expression discursive sur leurs observations de terrain. Pascal pense qu'il est important de pouvoir maintenir cette possibilité d'exprimer les remords, les impressions, les incertitudes sur les observations et leur enregistrement.

L'usage de logiciels et d'application qui se limitent à des cases à cocher, montrent leurs limites. Dans certains cas, des archéologues en reviennent car ces outils ne permettent plus d'exprimer des nuances, des doutes, des repentirs, etc.

Par ailleurs, Pascal souligne son inquiétude sur la pérennité des informations numériques et sur la possibilité dans quelques années de pouvoir ou pas disposer encore des carnets de fouille traditionnels qui tendent aujourd'hui à disparaître du fait du développement des outils numériques.

Pascal tente d'être optimiste en essayant de montrer l'intérêt d'une recherche sur 35 ans dont les informations sont encore mobilisables aujourd'hui avec les mêmes modalités à peu près que celles d'il y a 35 ans.

Sur le site de Dikili Tash, Pascal a pris l'habitude d'enregistrer l'histoire de la documentation de terrain pour permettre d'en retracer l'évolution.

Pour les opérations de terrain, il est évident que les enregistrements tels qu'ils sont conçus aujourd'hui ont du mal à enregistrer la stratégie d'ensemble.

Sur Dikili Tash, un module appelé « DikCarnet », a été développé pour permettre d'enregistrer la stratégie de fouille retenue par les fouilleurs.

Pascal essaie de tenir aussi un journal sur ses propres bases de données. Il y enregistre pourquoi il a développé telle commande, pourquoi il a créé tel champ, quelles interventions il a réalisées sur telle ou telle base de données.

L'essentiel de ce que Pascal a fait en matière de pratiques numériques il l'a fait sur le terrain où beaucoup d'étudiants sont passés. Beaucoup de formations continues ont été faites, surtout sur les bases de données. Pascal a aussi fait des présentations lors de séminaires. Pendant plusieurs années, il a aussi assuré un séminaire à Paris 1 sur les risques de la perte de données numériques (« la sauvegarde ou le suicide ») et sur la nécessité d'adopter des bonnes pratiques dans ce domaine. Il y a un style de pratique induit par la facilité d'utilisation des outils numériques face à laquelle il convient de garder une certaine distance et exercer un regard critique.

La demande sociale est forte pour que l'archéologie évolue dans ses pratiques. Mais comme l'archéologie ne se limite pas à la fouille, il est des cas où certaines pratiques utiles au discours archéologique ne sont pas forcément touchées par le numérique. Exemple : un épigraphiste par exemple, spécialité indispensable dans certains cas, n'est pas obligé d'utiliser des outils numériques. Il convient de veiller à une vision trop simpliste qui consisterait à croire que l'usage d'outils numériques est indispensable dans tous les domaines de compétences des savoirs archéologiques. Le paysage général de nos sociétés apparaît très numérisé mais il faut ne pas céder à la tentation.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Pascal pense qu'utiliser des guides des bonnes pratiques, même si cela peut paraître un peu normatif, peut constituer une réponse utile à ses questionnements et ceux de nombre de ses collègues. Les enseignements universitaires d'archéologie passent presque complètement à côté de ces besoins. Ces enseignements restent largement théoriques et ne préparent pas suffisamment les futurs archéologues à s'interroger sur les pratiques de terrain. Lorsqu'ils arrivent sur des sites archéologiques pour y fouiller, les étudiants ne s'interrogent pas ou très peu sur leurs pratiques de terrain. Il y a donc une nécessité de faire évoluer les enseignements universitaires dans ce domaine. Cela pourrait être aussi le cas tout au long de la vie par des formations professionnelles qui consisteraient à recycler des pratiques numériques.

Il serait peut-être aussi utile de trouver des moments et des lieux pour mettre davantage en débat les modalités et l'organisation des travaux numériques d'archéologues pour échanger sur des échecs, des doutes, des interrogations et non pas uniquement sur des résultats obtenus.

L'ignorance et les doutes ne sont que rarement valorisées. Il est donc difficile de convaincre les chercheurs de se prêter au partage de leurs expériences lorsqu'elles n'ont pas été couronnées de succès.

Pascal se dit un amateur, parce qu'il a conscience de ses limites. Il ne se présente pas comme un professionnel du numérique. Mais il reconnaît que nous sommes souvent trop immergés dans le paysage numérique pour avoir une lucidité sur nos pratiques, bonnes et moins bonnes.

A propos du mouvement de la science ouverte et de ses conséquences pour l'archéologie, Pascal reconnaît qu'il n'a pas encore trop d'opinion sur la question. Le WebSIG pour le site de Dikili Tash est peut-être une première réponse, même si elle est un peu frileuse, à un partage élargi des données sur ce site. Mais il considère que des données archéologiques, au moins une partie d'entre elles, doivent être protégées car elles ne sont pas encore entièrement analysées. Pascal n'est pas prêt à mettre en ligne sur le Web l'ensemble de la documentation du site de Dikili Tash et il indique sur ses co-directeurs n'y sont pas favorables non plus.

Il faut donc attendre que les données soient publiées avant de les ouvrir. Avant cela, les données doivent être protégées absolument. Pour autant, Pascal apprécie de pouvoir accéder à des publications en *open access*.

Sur les relations avec d'autres champs disciplinaires en matière de numérique, Pascal répond avec une sorte de déclaration de principe sur les relations des archéologues de terrain avec les spécialistes de toutes disciplines. Pascal et ses équipes ont pu constater qu'ils obtenaient souvent de mauvais résultats lorsqu'ils passaient commande de prestations de services. En revanche ils obtenaient de très bons résultats lorsqu'ils étaient dans des relations de collaboration. Ce constat renvoie à la question des moyens pour bâtir des collaborations et de la durée pendant laquelle ces collaborations s'établissent.

On peut être séduit par des offres de services qui peuvent apparaître très alléchante dans le domaine du numérique mais c'est une illusion de s'en tenir à cette séduction si on ne bâtit pas des collaborations solides sur des bases solides.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Outre les points déjà évoqués, Pascal souligne la question de la pérennité des données qui lui semble essentielle et encore insuffisamment investie. On pense encore trop souvent qu'on trouvera des solutions au fur et à mesure.

Nos activités, nos productions numériques resteront-elles interrogeables dans 50 ans ?

Sur le site de Dikili Tash, les données ont été régulièrement transformées et sauvegardées sous des formats standardisés. Mais cela reste à formaliser dans un document qui regrouperaient les bonnes pratiques numériques des archéologues.

Au-delà de la sauvegarde des données, il y a le problème de leur pérennité matérielle qui est un sujet compliqué. Pascal fait régulièrement des extractions de ses propres bases de données pour en assurer leur pérennité mais il pense qu'il serait utile de pouvoir faire plus pour en garantir la pérennité.

Entretien avec : Adrien Delahaye, Ecole Française d'Athènes
Date de l'entretien : 15/06/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h30
Heure de fin de l'entretien : 16h25

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 34 ans
- A suivi des études d'histoire par correspondance à l'Université de Caen pendant 2 ans en même temps que des études de transport maritime international.
- A repris un cursus de formation initiale classique en 3ème année de licence en 2008
- A suivi des enseignements en archéologie en Licence 3
- A commencé à participer à des chantiers de fouille en France (chantier école de l'université de Caen et à des activités de fouille programmée en Normandie avec le Service Archéologique départemental du Calvados)
- En master c'est spécialisé en histoire et archéologie antique où il s'est spécialisé sur la céramique grecque à l'université de Caen
- A obtenu le CAPES d'histoire-géographie en 2010 et l'agrégation d'histoire en 2012
- A enseigné en lycée pendant un an
- A commencé sa thèse à Caen puis à Paris 1 sur la céramique laconienne sur le territoire de Sparte en Grèce avec un contrat doctoral de trois ans
- A obtenu une bourse de mobilité doctorale en Grèce en 2018 (Fondation Onassis)
- A soutenu sa thèse en 2019
- A rejoint une équipe grecque en 2015 qui travaillait sur les fouilles du sanctuaire d'Apollon amycléen à Sparte
- A obtenu quatre contrats comme ATER pour donner des enseignements en histoire et archéologie grecque dans des universités en France
- Est devenu membre scientifique de l'EFA depuis septembre 2021
- Travaille très majoritairement en Grèce (obligation de résidence)

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Adrien a suivi des formations en bureautique pendant ses années de licence à l'université (Suite Office, Zotero, Access, SIG, etc.)

Il a bénéficié de nombreuses formations pendant sa thèse (ex. retouche photo sur Illustrator).

Il s'est formé (et s'est aussi auto-formé) au langage XML-EAD au contact de collègues de l'université de Caen (Pôle Document Numérique). Cela lui a permis de publier son catalogue de thèse et lui permettra de publier sa thèse prochainement

Adrien n'a jamais à assurer d'enseignements à l'université sur des outils numériques. C'est sur les fouilles qu'il a eu l'occasion d'encadrer et de former à certains outils numériques.

Adrien a utilisé des tutoriels sur Internet concernant notamment Illustrator, pour se rafraîchir la mémoire sur certaines fonctionnalités, et il continue parfois en y avoir recours.

A l'EFA, Adrien a accès à des formations en interne, par des prestataires extérieurs.

Adrien considère que les pratiques numériques semblent intégrées dans les discours. Mais il a vu sur le terrain certaines limites et effets pervers de certaines pratiques de certains de certains chercheurs lorsque l'effet d'annonce l'emporte parfois sur l'intérêt des outils mis en œuvre.

Adrien cite le cas de l'application iDig, une application d'enregistrement de terrain américaine qu'il a utilisée sur un de ses chantiers en Grèce. Au-début, l'application a été utilisée en guise de test, puis a été étendue, mais finalement son usage a été réduit comme sur d'autres sites utilisant cet outil. L'application pose de nombreux problèmes techniques qui est surtout fait pour fonctionner sur iPad. Au final, cet outil n'était pas utilisé par tous les membres des équipes de fouille et s'est révélé décevant dans ses possibilités. Adrien se dit déçu par le décalage entre les potentialités annoncées et l'usage fait de l'outil sur le terrain. Si l'outil s'avérait précieux pour visualiser la stratigraphie rapidement, il occasionnait trop souvent un surplus de travail et des lacunes documentaires. Cela a conduit Adrien à ne pas trop s'enthousiasmer sur des innovations techniques. Pour des projets de reconstitution 3D, il évoque des cas de diffusion des résultats qui présentent parfois le risque de l'emporter sur la compréhension des sites. Adrien parle d'une boulimie numérique sans réfléchir sur les outils et les pratiques numériques. Il témoigne d'avoir vu plusieurs collègues qui s'emballent pour certains outils numériques dont l'avenir des données produites n'est pas assuré.

Adrien reste adepte de pratiques numériques mais prône qu'elles soient réfléchies, raisonnées, avec un regard critique, ce qui n'est pas toujours le cas comme il a pu le constater avec l'utilisation de données de Lidar par exemple. Des dépenses considérables sont faite parfois dans des outils numériques alors que les investissements minimums ne sont même pas assurés sur les outils de base de fouille de l'archéologue.

Adrien souligne que dans certains cas, les pratiques numériques peuvent poser des problèmes éthiques. Il cite le cas de financements importants accordés à des programmes dédiés à des projets de reconstitution virtuelle, en réalité immersive de sites. Ces programmes sont parfois engagés avant même que la phase d'acquisition des savoirs archéologiques ne soit terminée. De plus, ce n'est pas le même domaine que celui de la diffusion et de la réception habituelle des savoirs archéologiques. Il faut veiller à ce que ces formes de valorisation scientifique ne se rapprochent pas trop du divertissement, de l'expérience sensorielle, déconnectée des savoirs.

Adrien observe un glissement des profils et des pratiques scientifiques venant d'autres disciplines que les SHS. C'et à la fois très stimulant mais aussi parfois inquiétant. En tant qu'historien, il s'interroge sur les discours de certains de ses collègues qui ne viennent pas des SHS et commencent à vouloir produire des discours dans le champ des SHS (histoire, archéologie). Il faut donc veiller à ces pratiques qui participent d'une reconfiguration disciplinaire. Sous cette réserve, le dialogue interdisciplinaire est possible et peut être stimulant.

Par ailleurs, les recherches effectuées en archéologie avec des méthodes et techniques venant des sciences autres que les SHS permettent souvent de trouver des financements qui ne sont pas disponibles en archéologie. Et cette différence se retrouve dans le financement de postes et de contrats de chercheurs qui montrent clairement une différence entre les champs disciplinaires d'origine des chercheurs.

Adrien reconnaît que le recours au numérique permet de donner une image de modernité à l'archéologie qui souhaite ainsi renouveler l'image qu'elle donne d'elle-même, que ce soit auprès des publics ou des décideurs, en mettant en scène les dispositifs techniques les plus modernes. Cette recherche d'image est aussi une façon de légitimer auprès des financeurs et mécènes les demandes de

subventions en montrant une image de modernité de la discipline, dont le haut degré de scientificité serait garanti par l'usage de dispositifs numériques.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Adrien reconnaît qu'il faudrait davantage de formations initiales aux outils numériques, en oubliant pas de présenter les limites de ces outils, leurs effets boite-noire.

Il y aurait quelque chose à faire à l'interface entre SHS et sciences dures. C'est l'objet des humanités numériques, Mais pour autant ce domaine de collaborations entre chercheurs en SHS et informaticiens, par exemple, l'enjeu majeur est de trouver un terrain d'entente entre spécialistes qui n'appartiennent pas aux mêmes univers disciplinaires.

L'offre de formation continue devrait aussi veiller à proposer une dimension réflexive, même pour des formations très courtes à tel ou tel outil.

Ces formations devraient permettre aux utilisateurs de pouvoir davantage réfléchir à leurs pratiques et aux résultats auxquels ils parviennent avec des outils numériques.

Concernant la reconnaissance des compétences numériques, Adrien estime que les savoir-faire numériques sur le terrain, lorsqu'elles sont acquises de façon très utilitaire, sont souvent très appréciées par les responsables de fouille lorsqu'elles sont bien délimitées. En revanche, lors de l'évaluation par les organisations, les compétences numériques ne sont pas toujours appréciées à leur juste valeur. Adrien a l'impression que ces compétences sont parfois déconsidérées. A l'inverse, dans d'autres cas, les compétences numériques sont survalorisées, notamment lors du recrutement sur des postes en humanités numériques.

Concernant le mouvement de la science ouverte, Adrien est très favorable pour le domaine de la recherche publique, et pour toutes les données de fouille brutes. Pour les données interprétatives, monographies, publications, Adrien comprend l'intérêt de périodes d'embargo. Les archéologues ont intérêt à s'engager dans l'ouverture de leurs données pour les rendre interopérables, etc. D'un point de vue épistémologique, ce mouvement de la science ouverte constitue un moment très important dans l'histoire des sciences, et en particulier dans la diffusion des savoirs archéologiques. Mais Adrien reconnaît qu'il y a un manque d'informations et de formations sur ce sujet.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Adrien évoque de nouveau l'offre de formation sur les outils numériques qui devrait être renforcée à l'université et tout au long des carrières.

Les risques majeurs portent sur une sorte d'hyper scientisme dont il faut savoir se prémunir dans les pratiques numériques.

Il faut aussi veiller à ne pas engager l'archéologie dans l'usage de solutions techniques privées, notamment des logiciels ou des plateformes privées, sur lesquelles seraient publiés des corpus de données de recherche publique qui pourraient ne plus être accessibles.

Concernant la répartition des outils numériques au sein des équipes de fouille, Adrien cite l'exemple de l'usage réservé au chef de secteur uniquement sur un chantier (auquel il n'a pas participé)

Entretien avec : Jean-Paul Demoule, professeur émérite d'archéologie Université de Paris 1 (en retraite)
Date de l'entretien : 21/07/2021 (premier entretien); 29/07/2021 (second entretien)
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 15h (premier entretien) ; 15h (second entretien)
Heure de fin de l'entretien : 16h (premier entretien) ; 16h (second entretien)

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 75 ans
- Professeur émérite de Protohistoire (Université Paris 1)
- Ancien Président de l'Inrap

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formation, pratiques, outils, valeurs associées**

Jean-Paul Demoule (JPD) a commencé à s'intéresser à l'archéologie à l'âge de 7 ans

Il rentre à 20 ans l'ENS (1967), puis prépare l'Ecole d'Athènes. Mais très vite il se rend compte que la conception de l'archéologie telle qu'elle y était enseignée ne l'intéresse pas.

Au même moment, il découvre les écrits de Gordon Childe.

Il rencontre Jean Deshayes, professeur d'archéologie à Lyon puis professeur d'archéologie orientale à Paris 1 à partir de 1968

Au même moment, sur les conseils de Jean Deshayes, il rencontre l'archéologue Jean-Claude Gardin et se rend en 1968 sur le chantier néolithique de l'archéologue tchèque Bohumil Soudský qui a utilisé, sans doute pour la première fois en archéologie des fiches mécanographiques puis les premiers outils informatiques.

Les premiers essais d'utilisation de fiches Peek-a-boo (fiches mécanographiques) ont lieu à cette époque

En 1971, Soudský vient en France et prend le premier poste de professeur en néolithique à Paris 1, JPD en devint l'assistant

JPD assiste aux premiers colloques sur l'informatique et l'archéologie, le premier à Marseille en 1969 (voir J.-C. Gardin, dir, *Archéologie et calculateurs*, CNRS, 1970), le second à Mamaïa en Roumanie, le troisième en 1972 à nouveau à Marseille (Banques de données archéologiques).

JPD se rend régulièrement à Marseille dans le laboratoire du CADA dirigé par J-C. Gardin et M. Borillo à Marseille pour l'étude de la céramique pour sa thèse. Il y apprend le codage des vases avec la technique de Gardin (fiches IBM à 80 colonnes)

JPD y travaille au centre de calcul de Marseille au Pharo puis au centre de calcul de Paris 1 au Panthéon où il travaille sur des listings de centaines de pages sur lesquelles il applique des tris statistiques

En 1973-74 JPD lance avec Soudský un projet d'informatisation des fouilles dans la vallée de l'Aisne : il y met en place un enregistrement direct sur le terrain connecté à distance avec le centre de calcul du CNRS (CIRCE) par l'intermédiaire d'un téléscripteur. L'encodage concernait la céramique et les structures d'habitat.

Le système descriptif a été affiné (CATIA) sur un financement de la DGRST (futur Min. de la Recherche)

En 1975, JPD passe son doctorat de troisième cycle en histoire de l'art et archéologie

JPD travaille avec des personnels du LISH (successeur du CADA) à Marseille dont Alain Guénoche (qui travaillera ultérieurement à l'Institut de mathématiques de Luminy)

A partir des années 1980, JPD utilise les premiers Apple II. Il constate qu'avec l'arrivée de la micro-informatique, la situation change. Les chercheurs peuvent continuer à conserver leurs données pour eux, contrairement à la prédiction de Gardin, qui pensait que la nécessité de passer par des centres de calcul centraux contraindrait à la mise en commun des données.

En 1980, JPD produit un article papier dans l'ouvrage « L'archéologie aujourd'hui » avec S. Cleuziou (un rapport sur l'informatique en archéologie a été rédigé par Serge Cleuziou, Jacques Lemaitre, Alain Guénoche et JPD, commandé par le ministère de la Recherche, mais n'a jamais été publié)

Au cours des années 1980, on pensait que l'informatique permettrait de tout mettre en bases de données mais certains y étaient opposés au nom du caractère singulier des œuvres d'art.

L'analyse des données était promue à cette époque, notamment par Benzecri comme la solution à tout, mais cette idée s'est révélée fausse

De son côté, J-C. Gardin travaillait sur les systèmes experts mais cette idée n'a jamais abouti. Il n'a vraiment eu que deux disciples, Alain Gallay (en Suisse) et Valentine Roux puis François Djindjian (en France). Gardin était « prophétique » au début des années 1970 mais ses travaux se sont révélés en partie inutilisables. Selon Gardin, la première classification aurait été faite par Peter Ihm qui en 1961 a proposé une classification de vases en bronze chinois pour le conservateur du musée Cernuschi, Vadim Elisseeff.

JPD passe son doctorat en préhistoire de l'université de Sarrebruck en 1979 puis son doctorat d'Etat ès lettres en 1992

JPD considère que la bataille de l'archéologie à laquelle il a contribué nécessitait de s'appuyer sur des outils de valorisation et de communication parmi lesquels le site internet

JPD pense qu'il ne faut pas forcément un système d'information unique mais des systèmes communiquant entre eux.

JPD a aussi suivi le développement de la carte archéologique nationale à la fin des années 1980, notamment le système Drakar, certains archéologues y étant opposés à l'origine, affirmant que cela favoriserait les fouilles clandestines.

En 1980, il avait signé un contrat avec un éditeur pour son ouvrage sur les indo-européens, mais il n'a pas pu y travailler avant de quitter la présidence de l'Inrap, et ne l'a donc livré que 34 ans plus tard. Entre temps, l'Internet s'était largement enrichi de nombreuses ressources disponibles.

Aujourd'hui, JPD passe l'essentiel de sa vie devant son ordinateur. Mais il s'est aperçu qu'il ne faisait que travailler et qu'il n'avait plus la même vie sociale qu'auparavant.

Dans les années 1980 apparaissent plusieurs processus : l'informatisation de la société, l'essor de l'industrie informatique française, la patrimonialisation, les chocs pétroliers, les crises identitaires, le développement de l'archéologie de sauvetage après les scandales de destruction de sites archéologiques (ex. cimetière médiéval d'Orléans). Le bureau de fouilles du Ministère de la Culture ne comptait que 70 personnes en 1975 ce qui était très insuffisant au vu des besoins, du nombre de chantiers à suivre (cf. ouvrage « *La fabrique de l'archéologie* » : premier chapitre sur les découvertes des années 1940 aux trente glorieuses)

Soudský a été un des premiers à utiliser dans les années 1950 des engins de chantier pour faire des grands décapages.

En France, dans les années 1970, dans le cadre du programme de fouilles de la vallée de l'Aisne, ce même usage fut considéré comme scandaleux. Pourtant ce programme fut largement financé par les collectivités territoriales.

Avec l'introduction des grands décapages mécanisés par l'archéologie de sauvetage a aussi contribué à la production en masse d'informations archéologiques.

A son arrivée à l'Afan fin 20001, début 2002, JPD a essayé avec Pascal Depaepe (ancien DST) de promouvoir un système d'enregistrement inspiré de SysLAT (interroger Michel Py) mais il a dû constater qu'il ne serait pas possible d'imposer un système unique (interroger Olivier Buschenschutz sur Arkeoplan).

Sur l'assignation des pratiques numériques, JPD pense effectivement que les classes d'âges ne sont pas des critères déterminants.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

JPD pense qu'il y aura des progressions techniques constantes en archéologie.

Les premières reconnaissances de forme, de caractère, balbutiantes dans les années 1970, vont continuer à progresser.

L'enregistrement sur le terrain numérique est resté très embryonnaire. Aujourd'hui, du fait du déploiement des drones et d'autres techniques, cet enregistrement numérique devrait encore évoluer. Il est étonnant que le dessin de mobilier archéologique reste encore largement fait à la main. Des outils numériques devraient permettre de remplacer les pratiques manuelles.

Pour la publication, dans le prolongement des visées pionnières de J-C. Gardin dans les années 1970, il est évident que tout doit aller dans le sens d'une numérisation de l'information archéologique. Avec Marion Lichardus pour la publication du site de Kovatchevo, JPD réfléchit en ce moment à un projet de publication numérique.

Sur le problème de la pérennité des données numériques, JPD évoque un échange entre Goudineau et un ancien DG du CNRS qui garantissait la pérennité des données numériques alors que c'est l'institution du CNRS elle-même qui risquait de ne pas être pérennisée.

Les bases de données sont une solution, mais il faut disposer d'un niveau de précision adapté, en particulier pour l'enregistrement de la fouille en 3D. Il en sera de même pour les mobiliers archéologiques, les analyses et la publication en général, ainsi que pour la visite virtuelle de sites archéologiques.

Concernant l'expérience sensible du terrain, JPD préfère penser une fouille plutôt que d'y passer du temps. Il trouve, à titre purement personnel, souvent déficitaire le rapport temps passé/résultats obtenus.

Néanmoins, il comprend qu'il faut évidemment être sur le terrain pour recueillir des données.

Il est clair que les systèmes techniques ne sont pas encore tous au point, notamment pour l'enregistrement de terrain. Mais c'est une question de génération et d'individualité.

Le cadre de l'archéologie préventive impose une pression permanente, les archéologues vont à l'essentiel. Dans des conditions de travail plus confortables, des techniques numériques pourront aider à une moindre pénibilité (ex. l'usage des drones).

On peut penser qu'une partie des tâches d'enregistrement sur le terrain pourront être produits par des techniciens de plus en plus spécialisés (ex. relevés de microtopographie).

Si les archéologues doivent savoir ce que permettent toutes les techniques numériques en se tenant informés, ils ne pourront plus les mettre en œuvre eux-mêmes comme pour le C14, la génétique, etc. Ils doivent aussi être en mesure d'en connaître les limites pour en faire des usages raisonnés.

Les revues sur l'archéologie et le numérique sont portées à leurs débuts par quelques individualités, ne sont pas pérennisées par les institutions. Elles ont un rôle à jouer à travers la formation des personnels (ingénieurs, techniciens), notamment par des séminaires, des écoles thématiques. Ces institutions doivent faire de la veille technologique et méthodologique pour faire évoluer les compétences des personnels.

Il y a des déficits dans les documents de programmation de l'archéologie (ex. la programmation du CNRA). Il faudrait que la SDA soit plus directive dans sa fonction de pilotage de la politique publique de l'archéologie, mais le manque de personnel ne permet pas d'assurer cette fonction.

JPD rappelle que lorsqu'il a commencé sa carrière en publiant des données sur l'archéologie, les chercheurs pensaient qu'ils allaient être dépassés par les générations précédentes qui leur reprocheraient un trop faible niveau méthodologique et théorique. Or ce n'est pas ce qui s'est passé.

L'essor considérable des données, du fait de l'explosion de l'archéologie préventive, a conduit à une stagnation de la réflexion sur les méthodes, la théorie et la publication des données.

Le postmodernisme ou post-processualiste qui a suivi la *New Archaeology*, n'a pas eu de succès en France. Contrairement à ce qu'on pensait dans les année 1970, la numérisation n'a pas permis d'avancer dans la publication massive des données.

JPD est adepte de la publication ouverte des données. Gardin pensait que les données devaient être mises sur des grands serveurs de données mais cela n'a pas eu lieu, puisque la microinformatique est intervenue. Nombre d'archéologues ont une conception privative de leurs données.

Il faudrait que les échanges avec les disciplines des sciences de l'information soient plus développés que ça n'est le cas. Il faudrait ainsi que la DST de l'Inrap aille beaucoup plus loin dans ce type de collaborations. Pour le CNRS, il n'y a pas de pilotage d'ensemble de la recherche archéologique, qui est éclatée entre l'Inshs et l'Inee. Le CNRS accompagne la recherche archéologique plus qu'il ne la pilote. L'exemple de la Maison René Ginouvès à Nanterre est symptomatique de ces difficultés de l'archéologie.

De même le CNRA devrait être beaucoup plus volontariste pour piloter la recherche archéologique.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner :

Les difficultés majeures relèvent de questions de moyens, de veille scientifique, de pilotage, de prospective, de formation permanente des chercheurs.

Il manque des politiques scientifiques fortes.

Dans les commissions d'évaluation des projets financés par l'ANR, ou par la Commission Européenne (ERC), l'archéologie a du mal à trouver sa place. Ces projets sont des entreprises bureaucratiques. En France, le manque de moyens budgétaires de la recherche en général n'est pas ~~le~~ bon, il manque de pilotage.

La mise en concurrence qui s'est développée dans les politiques de financement de la recherche, n'aide pas à trouver un mode de financement adapté pour l'archéologie et encore moins pour le financement de l'archéologie préventive n'est pas non plus la solution.

Entretien avec : Bruno Desachy, Université de Paris 1
Date de l'entretien : 27/08/2021 et 08/09/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h et 14h
Heure de fin de l'entretien : 16h et 16h30

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 60 ans
- était intéressé par l'histoire dans sa jeunesse
- a découvert l'archéologie à 17 ans en participant à un premier chantier gallo-romain à Epiais-Rhuis dans le Val d'Oise dans une joyeuse ambiance typique des années 70 post-soixante-huitardes
- a suivi une double licence d'histoire et d'archéologie entre 1979 et 1982 à l'université de Paris 1
- a commencé une maîtrise sur le site d'Epiais-Rhuis mais ne l'a pas terminée
- 1983 à 1989 : Premiers contrats et vacations sur des opérations d'archéologie urbaine, à la Ville de Paris, puis à l'Afan à Saint-Denis, puis en Picardie (Beauvais, Noyon) comme fouilleur, puis responsable de secteur, puis responsable d'opération et chargé d'études ;
- dans l'intervalle, service national comme objecteur de conscience entre 1984 et 1986 au musée de Dourdan dans le cadre d'un projet collectif de recherche sur les ateliers de potiers de la vallée de la Rémarde (dirigé par L. Bourgeau)
- en 1989, archéologue municipal à Noyon contractuel à mi-temps, en complément de contrats avec l'Afan sur la région de Noyon, puis comme attaché territorial de conservation plein-temps (1994 à 1997) suite à la création de la filière culturelle de la fonction publique et après passage du concours d'attaché de conservation ; probablement la période la plus féconde dans la trajectoire d'archéologie préventive professionnelle, avec un sentiment de bonne réactivité (peu de bureaucratie déconnectée…) et un certain équilibre entre tâches administratives, de terrain, de gestion patrimoniale, de contact avec le public et les décideurs…
- en 1989-1991 : maîtrise de sciences et techniques d'archéologie à Tours à mi-temps (bénéficie d'une VAE pour la moitié des enseignements)
- de 1997 à 2005 : rejoint le SRA de Picardie à Amiens, en passant le concours d'ingénieur d'étude du Ministère de la Culture
- en 2004 : bénéficie d'un Congé de Formation permanente (6 mois) pour passer un DEA d'archéologie à Paris 1 avec François Djindjian et François Giligny (soutenu en 2005) sur un sujet méthodologique (formalisation et automatisation du traitement des données stratigraphiques) ; intéressé depuis le début de ses études par les « nouvelles technologies » et l'informatique appliquées à l'archéologie, avait suivi comme auditeur puis comme moniteur le séminaire de François Djindjian (de 1979 à 1991)
- en 2006 rejoint le « département recherche méthodes expertise » de la sous-direction chargée de l'archéologie (administration centrale du ministère de la culture), et plus particulièrement le Cnau de Tours rattaché à ce département, toujours comme ingénieur d'études ;
- en 2007 il reprend un congé formation permanente de 6 mois pour achever sa thèse (soutenue en 2008), prolongeant son DEA, sur la formalisation du traitement des données stratigraphiques.

- de retour à la sous-direction, il fait fonction d'adjoint (à partir de 2008) à la dernière directrice du Cnau (D. Chaoui-Derieux). Il fait l'expérience d'une gestion toxique conduite par hiérarchie de la sous-direction de l'époque, dans un but politique de disparition des structures existantes, en particulier le Cnau dissous en 2010, malgré les efforts de son équipe et de sa directrice, et malgré une bataille syndicale dans laquelle il s'implique.

- suite à cette activité syndicale (?), il est mystérieusement promu conservateur du patrimoine en 2010 (« au tour interne »), et après 6 mois de scolarité à l'INP, il est affecté à… Saint-Denis de la Réunion.

- après démarches et protestations, l'affectation est finalement transformée en mise à disposition de l'EPCC de Bibracte (Glux-en-Glenne), de 2011 à 2013 ; - Il y travaille sur les diagrammes stratigraphiques pour permettre aux fouilles de regagner en qualité dans la production d'une partie de leurs résultats

- en 2014-2015 il est « en instance », sans affectation ; Il tente en vain d'intégrer l'Inrap

- einalement, grâce à une intervention directe du service des ressources humaines du ministère de la culture, il est mis à disposition de l'Université de Nanterre à temps partiel (UMR ArScan sous cotutelle du Ministère de la Culture), à partir de 2015. A partir de la même date, il complète ce temps partiel par un demi-poste d'enseignant contractuel (maitre de conférence associé à temps partiel) en archéologie urbaine et méthodologie à l'Université de Paris 1.

- il espère bien rester dans cette position, ma foi pas si mauvaise, jusque à la retraite, c'est-à-dire dans pas longtemps (2023 ou 2024)

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Bruno souligne que d'aborder le numérique, l'apprentissage, la mise en pratique et le transmission des compétences numériques est un tout.

A la fin des années 1970, l'informatique se présente comme l'avenir, de la science-fiction.

A cette époque, au début de ses études à Paris 1, l'université de Paris 1 était nettement dans le courant de la *New Archaeology*. Des enseignants comme François Djindjian assuraient des séminaires sur l'informatique et sur la statistique multidimensionnelle qui permettaient de découvrir l'intérêt des classifications en faisant des calculs sur les ordinateurs du centre de calcul du Panthéon. Bruno souligne qu'il lui doit beaucoup.

Pour Djindjian, une bonne culture mathématique et statistique devait précéder l'apprentissage et le bon emploi de l'outil informatique.

Bruno a découvert les écrits de Philippe Cibois (*L'analyse factorielle*, PUF, Que sais-je ?, 1977) et de Stella Baruk (*L'Âge du capitaine - de l'erreur en mathématiques*, Seuil, 1985)

Bruno a suivi les enseignements de Djindjian pendant plusieurs années, dans le cadre de son séminaire et aussi durant un stage intensif européen organisé en 1982 ; pendant lesquels il a pu dépasser plusieurs « barrières psychologiques de répulsion ou d'autodévalorisation vis-à-vis des mathématiques (syndromes issu des cours de maths mal reçus et mal vécus dans le secondaire…)

Au début des années 1980 (1982-1983), Bruno a suivi le cours de Jacques Bertin à l'EHESS sur la représentation graphique des données. Au même moment Bruno a aussi suivi le séminaire de Jean-Claude Gardin.

A la fin des années 1980, Bruno se posait la question de l'automatisation de la réalisation des diagrammes stratigraphiques utilisés en fouille urbain et avait remarqué la ressemblance formelle de ces

diagrammes et de certains graphes utilisés en recherche opérationnelle pour modéliser des processus industriels (graphe PERT, MPM, etc.). Djindjian lui fait alors découvrir la théorie des graphes. A partir de l'utilisation d'une matrice d'adjacence suggérée par Djindjian, Bruno a commencé à travailler sur un algorithme pour le traitement des relations stratigraphiques, aboutissant à un premier article publié avec Djindjian en 1989.

Au cours des années 1990, Bruno a aussi suivi plusieurs formations proposées par le Ministère de la Culture, notamment en conception de bases de données relationnelles.

Bruno s'est aussi beaucoup auto-formé, que ce soit à des logiciels (Access, FileMaker), des langages de programmation (VBA).

5 ans plus tard, il aboutit au développement du Stratifiant dans le cadre de son DEA, puis prolonge ce travail dans le cadre de sa thèse.

Devenu enseignant, Bruno a souhaité retransmettre ses compétences numériques (conception, développement) non seulement par goût mais aussi pour combler le manque qu'il constate de l'offre de formation dans ce domaine.

Aujourd'hui, Bruno enseigne les statistiques multidimensionnelles. Il encourage les étudiants à dépasser les barrières psychologiques auquel lui-même s'est autrefois heurté (« je suis nul en math donc je déteste les maths donc je suis nul en maths, etc.. »)

Au fur et à mesure de ses travaux de recherche, Bruno a développé des compétences croissantes dans le développement d'applications : sériographe EPPM, explographe, Stratibase, Le Stratifiant, sériation de matrice, etc. qui continuent à évoluer aujourd'hui.

La demande croissante d'utilisateurs de ses outils a conduit Bruno à proposer des séances d'assistance.

Au retour de son affectation à Bibracte, en 2013, Brun, avec l'accord de François Giligny et avec l'aide de Julie Gravier puis de Léa Hermenault, commence à organiser des séances de « l'atelier Sitrada » qui devient un séminaire doctoral à partir de 2014. Les séances sont organisées les samedi matin, dans les salles du Panthéon d'abord puis à l'Institut rue Michelet.

Aujourd'hui, Bruno n'assure plus que des enseignements de méthodologie dans le cadre de son contrat MAST à Paris 1 (mis à part quelques heures sur l'archéologie urbaine), et assure par ailleurs des formations dans le cadre de l'UMR ArScAn à Nanterre avec Laurent Costa.

Pour Bruno, il semble il y a un malentendu à l'origine dans les relations entre archéologie et l'informatique, largement explicable par la dichotomie originelle entre les disciplines littéraires et les disciplines des sciences du calcul (mathématiques, statistiques).

L'informatique n'est pas seulement un domaine de recherche, mais aussi une industrie avec des acteurs qui ont des logiques de production et de rentabilité qui ne sont pas compatibles avec les besoins des utilisateurs, dès lors qu'ils interviennent pour produire des outils clés en main, fermés.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Il y a une nécessité pour les archéologues, dans leur formation initiale et permanente, à revenir en amont et permettre aux utilisateurs de maîtriser les notions de base et reprendre ainsi le pouvoir intellectuel sur les outils informatiques, pour ne pas en être des utilisateurs passifs et « otages » de ces outils. L'essentiel est d'apprendre à formaliser les concepts et comprendre comment sont formés ces concepts. Pour les outils de représentation de l'ordonnancement, comme pour les outils de structuration des bases de données, il faut en connaître les bases minimales. Cela permet de ne plus craindre les interlocuteurs qui se présentent comme des experts du numérique. Il faudrait que les responsables, les

encadrants des organisations professionnelles de l'archéologie acceptent de suivre des actions de formation pour ne plus être soumis aux décisions imposées par les experts du numérique. L'objectif est de relativiser et resituer la place du numérique dans les pratiques des archéologues. En citant les travaux des promoteurs de méthodes ou concepts formels appliquées à l'archéologie, par exemple ceux de l'UMR CITERES ou du consortium MASA, Bruno souligne qu'ils ont eu un mérite indéniable. Mais il faut faire attention aux dérive sémantiques, qui par l'usage foisonnant de termes d'apparence technique mais souvent utilisé par effet de mode et de façon très floue (par exemple l'abus de la notion « d'ontologie »), aboutissent à une façon maladroite de décrire des processus et des concepts avec des termes que les non-spécialistes ressentent, souvent à juste titre, comme excluants et inutilement hermétiques. Il faudrait faire un effort de traduction et d'expression plus claire pour permettre à des non-experts de comprendre ce dont il s'agit.

Il ne faudrait pas que l'informatique devienne une spécialité de certains archéologues. Certes il ne faut pas brimer les archéologues qui souhaiteraient s'investir davantage que d'autres dans les compétences numériques mais il ne faudrait pas que cela engendre des situations privilégiées, des lieux de pouvoir excessifs, exclusifs et excluants.

Bruno mentionne le travail d'Henri Duday, anthropologue qui avait clairement précisé qu'un archéologue ne peut se prétendre anthropologue après seulement quelques heures d'enseignement dans cette discipline. Par parallélisme, les spécialistes en informatique sont les informaticiens dont c'est le métier. Les compétences numériques des archéologues ne peuvent donc pas leur permettre de se prétendre informaticiens. Ils doivent pour autant se présenter comme des utilisateurs avertis, capables d'échanger avec les spécialistes que sont les informaticiens, et en tous cas de ne pas « subir » les outils informatiques, mais d'être des partenaires actifs et incontournables du développement des ces outils (c'est dans cette catégorie d'archéologue «d' utilisateur averti » ayant acquis une certaine base permettant d'interagir avec, d'influer sur le développement, voire de développer à un niveau simple, des outils, que Bruno se range ; mais certainement pas dans la catégorie des véritables informaticiens ou mathématiciens ; ce n'est pas sa compétence ni son métier).

Bruno souligne aussi l'incompétence voire l'ignorance dommageables en matière d'informatique et d'outils numériques, de décideurs de haut niveau qu'il a croisés dans ses années professionnelles, notamment au ministère de la Culture.

Bruno considère que les volumes horaires d'enseignement à l'université sur les outils numériques sont globalement insuffisants même si la situation à paris 1 de ce point de vue est meilleure qu'ailleurs (une chaire spécifiquement dédiée à la méthodologie, celle de François Giligny, assisté d'un maitre de conférence titulaire- V. Capozzoli, en plus du mi-temps de Bruno). De plus ces enseignements un peu atypiques sont particulièrement victimes des rigidités administratives qui affectent de plus en plus l'université - les contraintes imposées par l'administration dans la forme des maquettes pédagogiques interdisent par exemple de changer le nom d'un enseignement pendant la durée d'une maquette (ex. « Nouvelles technologies de l'information et de la communication » alors que les technologies enseignées n'ont plus rien de nouvelles).

Ce manque d'adaptabilité et d'autonomie à l'université ne facilite pas l'évolution des contenus et les volumes horaires des enseignements dans le domaine du numérique.

Les moyens et l'équipement sont aussi un problème endémique ; exemple, cité par Bruno, les problèmes de WiFi à l'Institut d'Art et d'Archéologie.

Bruno espère une « amélioration générationnelle » à l'avenir. Pour les personnes de la haute administration chargées de la gestion des politiques de l'archéologie ces dernières décennies, le numérique n'a pas été un enjeu et n'a pas fait partie de leur culture initiale. Pour les jeunes générations, cette situation pourrait changer, car le numérique fait partie de leur univers. Cela dit ces compétences « générationnelles » évoluent et peuvent aussi en partie se perdre : les plus jeunes générations

d'étudiants ont ainsi manifestement des facilités dans l'usage d'écrans tactiles, alors que la génération précédente avait plutôt des facilités dans l'usage de claviers. Pour autant tous n'ont pas les mêmes facilités dans les apprentissages des compétences numériques, notamment dans la formule classique de l'enseignement en classes. Bruno constate de meilleurs résultats sont constatés lors des stages courts de formation. De ce point de vue, la formation initiale mériterait de s'inspirer de la formation continue. De plus, la notation obligatoire de l'enseignement traditionnel n'existe pas dans l'enseignement continu. En revanche, le principe de l'évaluation faite par les stagiaires pourrait utilement être pris en compte dans les enseignements traditionnels. Ces évaluations faites à l'issue des stages qu'anime Bruno, montrent souvent un intérêt et un investissement plus grand des stagiaires dans des enseignements de format court.

Bruno considère que la reconnaissance des compétences numériques des archéologues pourrait recouvrir plusieurs aspects, et permettre ainsi d'aller du collectif à l'individuel.

Plusieurs relais d'aide à l'apprentissage et d'accompagnement de projets pourraient être mis en œuvre (l'existence de correspondants SIG/numériques au sein de l'INRAP est ainsi pour Bruno un exemple positif de ce type de politique). Tous ces dispositifs permettraient d'améliorer la mise en réseau des archéologues souhaitant étendre leurs compétences numériques et échanger autour de celles-ci. C'est l'esprit des ateliers Sitrada, ArcheoFab proposés par Bruno et de la revue Archéologies numériques (dirigée par Laurent Costa).

Dans les institutions qu'il a fréquentés, Bruno a le sentiment que de telles initiatives sont possibles (exemple : séminaires de doctorants à l'université pouvant être proposés aux Ecoles doctorales).

Les réseaux de compétences comme celui des référents SIG de l'Inrap est une modalité d'organisation à la fois souple et adaptée aux besoins de nombreux archéologues. Il est possible de lui attribuer des moyens pour agir, et ainsi contribuer à valoriser les compétences de certains et à leur permettre de les partager des compétences numériques sur les SIG et même sur d'autres outils.

Pour mieux reconnaître les compétences numériques acquises par les archéologues à l'issue de formations, il pourrait être utile de formaliser cette reconnaissance (certificats, attestation, etc.). (C'était par exemple le cas sur les chantiers de fouilles bénévoles d'avant l'archéologie préventive professionnelle, dans les années 1970, pour lesquels le ministère de la culture avait mis en place une sorte de certificat pour les fouilleurs bénévoles ayant effectué des stages sur plusieurs chantiers agréés différents).

Concernant l'ouverture du code logiciel, Bruno y est favorable. Il a lui-même publié diverses applications sous licence ouverte. Mais il considère qu'il faudrait que cette ouverture s'applique à de nombreux domaines autres que celui des outils numériques. Encore faut-il que ce soit une véritable ouverture.

L'enjeu de l'ouverture c'est une véritable accessibilité. Exemple, les formats des applications de la suite Microsoft. Il faut payer pour les licences de cette suite. Mais les formats de fichiers d'Office (docx, xlsx, etc.) sont de fait un standard robuste de transmission de données, standard pour l'utilisation duquel on a pas nécessairement besoin de la suite Microsoft elle-même; le format propriétaire n'implique pas que la donnée est protégée par le droit de propriété qui s'applique sur les logiciels. Bruno a un point de vue d'utilisateur. Ce qui importe c'est l'accès aux données. Il recommande à ses étudiants la suite LibreOffice qui permet de relire des fichiers provenant des applications de Microsoft alors que l'inverse n'est pas possible.

Bruno considère que le travail des développeurs de logiciels doit être justement rémunéré. Il a donc une position moins radicale que par le passé sur le modèle économique du logiciel libre (mais pas nécessairement gratuit !).

Sur l'ouverture des données archéologiques, pour Bruno le dispositif législatif et réglementaire existant a évolué dans le bon sens. Ce contexte permet de faciliter le mouvement de l'ouverture des

données mais encore faut-il que l'information sur le sujet circule. Le travail dans ce domaine de la plateforme HumaNum est à souligner, de même que celui de la plateforme HAL Thèses.

Les questionnements sur l'ouverture des données doivent être très pratiques. Il faut distinguer entre données stabilisées (publication) qu'il faut conserver en l'état et données en cours de modification, d'enrichissement, etc. On peut alors distinguer entre des formats différents, entre les formats permettant de réexploiter et modifier les données et les formats qui empêchent de les modifier. La possibilité de déposer les données sur des grands serveurs publics qui en assurent l'archivage pérenne est indispensable (serveurs HumaNum). Encore faut-il que les personnes intéressées soient informées de l'existence de ces serveurs et des services qu'ils proposent.

Il y a plusieurs niveaux d'accès à l'information, selon qu'il s'agisse de données à consulter ou de données à récupérer pour pouvoir les retravailler. Chacun de ces niveaux correspond à deux types différents de publication : article et *data paper*.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

L'archéologie, depuis ses origines, est au bord du gouffre mais heureusement elle n'arrête pas de faire des grands pas en avant ! Plus sérieusement les rapports entre l'archéologie et le numérique vont et viennent entre divers effets de mode.

Avec les dispositifs numériques mobilisés par l'archéologie, on a ainsi prolongé des difficultés qui existaient déjà auparavant dans la discipline.

Les effets de mode avec certains dispositifs numériques (statistiques multidimensionnelles, SIG, 3D, réalité virtuelle, etc.) font perdre contact avec le fond méthodologique de l'archéologie. L'intelligence artificielle et le *big data* sont les nouveaux effets de mode du moment. On peut déjà identifier des comportements de certains, visant à développer des positions de pouvoir autour de ces dispositifs.

La rupture de l'usage de ces dispositifs avec le fond méthodologique de l'archéologie est toujours un risque. Il convient d'en avertir les étudiants et les stagiaires en formation continue en leur fournissant la boîte à outils méthodologiques minimale. Il est toujours intéressant de se pencher sur des écrits comme ceux de Lévi-Strauss, de Bourdieu, de Popper, de Gardin, des praticiens des sciences sociales, des empiriques, dont le souci était le contact entre le modèle et la réalité. Les savoirs empiriques doivent ainsi être revalorisés à l'aune de ces écrits, qui peuvent utilement être mobilisés dans les formations des archéologues.

En prenant l'exemple du Stratifiant pour le traitement des données de terrain, Bruno considère que le développement est un « gros bricolage ». Pour autant, il pense que des outils dont le développement n'est pas complètement rigoureux, peuvent être plus fidèles à la réalité des pratiques et des modes de pensée des utilisateurs qu'un outil qui prétendrait être totalement rigoureux et définitif. Un tel outil risquerait d'imposer et d'enfermer les utilisateurs dans une façon unique de penser et d'enregistrer les données de terrain.

Il faut donc continuer à prendre en compte ces points de vue empiriques qui ont une grande valeur dans la conception et le développement des outils numériques.

La primauté du profit fait du mal à l'archéologie comme de façon plus générale, avec le modèle « libéral » d'un capitalisme sans frein qui se généralise depuis les années 1980.

Entretien avec : François Djindjian (FD), Professeur des universités, Paris 1 Panthéon-Sorbonne (en retraite)
Date de l'entretien : 25/10/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h00
Heure de fin de l'entretien : 16h15

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 72 ans

- FD commence l'entretien en affirmant qu'il n'aurait jamais dû être archéologue. Petit-fils d'apatride, ses parents considéraient que l'archéologie n'était pas un métier sérieux.

- Ses professeurs de lycée pensaient que ses capacités en mathématiques le destinaient plutôt à un parcours d'ingénieur et qu'il ne pourrait pas réussir dans les sciences humaines (c'est-à-dire le concours de l'Ecole Normale supérieure) compte-tenu du nombre de places limitées.

- Il a intégré Supélec. En parallèle, pour se « déverrouiller les neurones », il s'est inscrit en archéologie à l'Université de Paris 1. Il a suivi les 6 unités d'archéologie de premier cycle puis s'est inscrit en auditeur libre en licence avec M. Brézillon avant d'arrêter faute d'équivalence entre l'Université et les grandes Ecoles.

- En 3ème année d'école d'ingénieur (ayant choisi l'option physique du solide, couplée avec un DEA à Paris VI Jussieu), il a effectué son stage de six mois dans un laboratoire de physique. En bibliothèque universitaire, il est tombé par hasard sur le livre de J.P. Benzecri. Il a pensé que c'était une révolution épistémologique en Sciences humaines. Il est allé voir M. Brézillon qui l'a envoyé en discuter avec H. Delporte pour avoir accès aux collections du Musée d'Archéologie Nationale (MAN) et a commencé une maitrise de préhistoire fin 1974.

- Il a fait en 1975 son service militaire comme scientifique du contingent (dans un laboratoire de physique à Jussieu) ce qui lui a permis de continuer à travailler sa maitrise.

Et, en 1976, il a soutenu à Paris 1 une maîtrise de préhistoire (avec M. Brézillon) et à Paris VI un DEA de statistique mathématique (avec J.P. Benzecri).

- Il a dû constater que les enseignements sur les analyses de données multidimensionnelles qu'il a professées pendant des années n'avaient pu donner les résultats qu'il espérait. Les étudiants en sciences humaines et en archéologie en général n'avaient pas les bases nécessaires et ils ne les ont toujours pas. Puis le postmodernisme est arrivé.

- En 1976, n'ayant qu'une maitrise, il ne pouvait pas entrer au CNRS.

- Il a donc fait le choix d'aller dans le monde de l'industrie et il a fait toute sa carrière pendant plusieurs décennies dans le domaine des réseaux et systèmes de télécommunications, une activité passionnante dans laquelle il s'est totalement épanoui et qu'il ne regrette pas.

- Il a soutenu sa thèse d'archéologie en 1981 à l'Université de Paris 1.

- A la demande de l'Université de Paris 1, il a assuré un séminaire de DEA entre 1981 et 1991

- Ce séminaire avait lieu à Normale Sup, à 20 heures, le mercredi, chaque semaine et le samedi pour les TP au centre de calcul du CNRS à Orsay. Compte-tenu de son succès, il était limité à 60 étudiants A la demande de J-P. Demoule et d'A. Schnapp, il est devenu maître de conférences associé à l'Université de Paris 1, aux côtés de F. Giligny pour assurer l'enseignement de la chaire de théorie et méthodes de l'archéologie

- Il a participé à de nombreuses fouilles préhistoriques, dès l'âge de 21 ans. Il a obtenu la responsabilité d'une fouille programmée à l'âge de 24 ans. A cause de ses activités professionnelles, il a arrêté en 1980 avant d'y revenir en 1993.

Il a soutenu son HDR en 2005, et est devenu professeur associé des universités.

- Il est actuellement en retraite de l'enseignement universitaire mais président de l'UISPP, vice-président du CIPSH et membre de l'Union académique Internationale. Il continue chaque année les fouilles du site de Gontsy (Ukraine)

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

FD n'a jamais fait d'informatique par pur « plaisir technologique », mais toujours par motivation épistémologique et pour résoudre des questions archéologiques. Il a toujours écrit ses articles scientifiques dans cet état d'esprit.

Parmi ses maîtres, il cite M. Brézillon, H. Delporte, J. Tixier, J-C. Gardin, A. Leroi-Gourhan, F. Poplin

FD a fait le tour de France des chantiers de fouilles de l'époque entre 1971 et 1976. Ce n'était pas très bien vu parce qu'il n'était pas soumis à un seul enseignant-chercheur et qu'il pouvait faire des comparaisons entre chantiers. Mais cela lui a permis d'apprendre plus vite les différentes techniques de fouilles et d'avoir une grande liberté dans son parcours

Dans les années 1975, c'était surtout la quantification des données archéologiques et les traitements statistiques qui s'étaient imposés dans les études de la culture matérielle. Avec l'arrivée du postmodernisme à la fin des années 1990, cette tendance a été progressivement délaissée par les archéologues.

C'est l'analyse des données multidimensionnelles qui était le grand domaine de recherche dans les années 1975-1995 et pour lequel, avec ses étudiants, il était le chef de file de la recherche au niveau national et même international.

Dans les années 1980, il n'a pas cru aux systèmes experts, il ne pensait pas que ça pouvait apporter des résultats fiables en SHS compte-tenu de la complexité des règles logiques qui faisait diverger rapidement le système expert, point de vue qui a été confirmé par les faits.

FD s'est également investi dans les SIG, dès le début des années 1990, avec F. Pirot (MSH)

Sur la 3D (réalité virtuelle), FD s'y est intéressé au début des années 2000 au contact de Ph. Fuchs de l'école des Mines de Paris et de R. Vergnieux de l'Institut Ausonius à Bordeaux. Il a alors construit un enseignement sur ce sujet à l'Université de Paris 1, qui a été la première formation de 3D en archéologie en France (et peut-être la seule aujourd'hui ?).

A l'Université de Paris 1, F. Giligny assurait les enseignements en L1 et L2. FD assurait surtout les enseignements en L3 et master. Les TD de L3 et de Master étaient organisés dans la salle de calcul de l'Institut d'Art et d'Archéologie de Michelet, avec F. Giligny, B. Desachy et L. Laut.

L'effectif des étudiants aux TD de Master pouvait monter jusqu'à plus de 60 personnes (notamment pour le TD SIG qui nécessitait trois sessions de 20 élèves), ce qui était largement supérieur au nombre d'étudiants participant aux autres séminaires de l'UFR03, démontant l'intérêt des étudiants pour le savoir-faire.

Avec F. Giligny et B Desachy, FD estimait qu'il fallait surtout développer les formations pratiques pour les étudiants qui le demandaient expressément.

S’il existait une école d’ingénieurs en archéologie, les étudiants seraient mieux formés avec un enseignement mieux adapté à leurs besoins, d’autant plus que la très grande majorité des postes d’archéologues aujourd’hui sont les professionnels de l’archéologie préventive.

L’université de Paris 1 étant conservatrice et corporatiste comme toutes les universités, elle n’a pas adopté cette vision, et a préféré, à tort, multiplier les chaires par période et par continent. La baisse du nombre d’étudiants en archéologie, liée à la multiplication des universités en régions et en ile de France, a conduit à n’avoir plus que 4 à 5 étudiants en master par chaire, ce qui est une stratégie suicidaire à court terme, en comparaison avec les autres enseignements universitaires.

Il y a en France une trop forte séparation entre les chercheurs et les ITA (même en appelant maintenant ces derniers du titre plus valorisant d’ingénieur d’études et de recherche pour remplacer celui de technicien aujourd’hui dévalorisé). Mais la situation réelle n’a pas changé. C’est comme si les chercheurs se réservant le domaine des paradigmes et des théories sous-traitaient les tâches trop techniques (et notamment toute l’informatique) au lieu de les pratiquer eux-mêmes (ce qu’ils ne savent pas faire et qu’ils ne veulent pas faire). Ces mauvaises pratiques entrainent en SHS un affaiblissement de la recherche qui fait Science en utilisant des belles techniques à la mode (de façon cosmétique mais pas réelle) au lieu de faire de la Science (en les intégrant dans une démarche logique et validée).

En Allemagne par exemple, le responsable de la mise en œuvre du SIG a le titre et la fonction de chef de département d’archéologie ce qui montre l’importance accordée à ces projets.

A chaque fois qu’ils font une avancée méthodologique et technique, les chercheurs sont souvent rabaissés au niveau de techniciens (Glory avait traité Leroi-Gourhan de mécanicien quand ce dernier avait utilisé les cartes perforées pour étudier l’art des cavernes, et FD a été traité d’informaticien parce que il était un pionnier dans l’usage de l’informatique en archéologie).

Lorsque l’enseignement sur la 3D a été créé à Paris 1, des critiques ont été formulées par certains enseignants qui considéraient qu’il y avait trop de méthodes dans l’enseignement

Avec F. Giligny, FD a réussi à créer ce cours de méthodes en récupérant et transformant celui de photographie argentique qui subsistait de façon surréaliste alors que tous les archéologues utilisaient déjà des appareils de photographie numérique.

FD a pu inviter les meilleurs spécialistes français de 3 D dans cette formation et créer des partenariats (Ecole des Mines de Paris, Ausonius, ENSAM Cluny, équipe de Caen travaillant sur la maquette de la Rome impériale de Bigot).

Le poste de maître de conférences obtenu à Paris 1 après le départ de FD est un poste consacré à l’enseignement et à la pratique de la 3D.

De nombreux projets 3D ont été réalisés par les étudiants, parmi lesquels la numérisation de plaques en bronze de la maquette (plan-relief) de Rome de Bigot datant des années 1920-30 et qui ont été trouvées stockées (et oubliées) dans les sous-sols de l’Institut d’Art et d’Archéologie (où ils sont encore).

FD rappelle la quadrature du cercle de la fouille archéologique entre la méthode stratigraphique et la méthode planigraphique. Soit l’une, soit l’autre. A. Leroi-Gourhan, inspiré par les fouilles soviétiques prônées par Efimienko, l’applique à tort à la grotte du Renne à Arcy-sur-Cure mais en fait une application mythique sur les limons d’inondation du site de plein air de Pincevent. C’est le 3D qui permet enfin la réconciliation des deux approches.

FD fouille depuis 1993 en Ukraine un site paléolithique à cabanes en os de mammouths où il a développé et mis en œuvre la méthode planigraphique couplée à une validation micro-stratigraphique, et en utilisant la photogrammétrie numérique.

La 3D n'a longtemps pu être utilisée que par des spécialistes (photogrammétrie, lasergrammétrie). Ainsi la photogrammétrie nécessitait au XXème siècle des techniciens spécialisés, ce qui a réduit son utilité à un usage architectural et patrimonial dans un monde institutionnel.

En revanche, la photogrammétrie numérique a rendu son utilisation beaucoup plus facile, avec un appareil photo, un PC et un logiciel, et chaque archéologue peut l'utiliser seul.

Sur la 3D, il y a eu un débat et une différence d'approche entre ceux qui utilisaient cette technique pour des besoins dans le domaine de la protection du patrimoine et ceux qui l'utilisaient pour des besoins d'étude en architecture et en archéologie.

En archéologie, le but de mettre en œuvre ce genre de technique est de pouvoir en tirer des informations utiles à l'étude de la construction et de l'élévation du bâti (ou plus généralement de la structure), en simulant différentes hypothèses pour mieux les valider. La gestion du patrimoine a une mission d'inventaire, d'archivage et de gestion des travaux d'entretien. Les deux besoins sont différents.

FD a également été dans les premiers à utiliser des drones pour des vues aériennes sur son chantier de fouilles.

Toutes ces techniques sont des révolutions sur le plan des méthodes et des techniques mais pas ou peu sur le plan épistémologique.

FD considère que la chaire de théorie et de méthodes d'archéologie à Paris 1 coure le risque de disparaître. Elle n'a pas d'autre équivalent en France. En Angleterre, S. Shennan a une chaire d'archéologie théorique à l'Université de Londres. Mais sans théorie de la connaissance, et sans méthodes pour la mettre en œuvre, une discipline scientifique n'existe pas.

Le risque est que seuls des ingénieurs de projets et de recherche travaillent dans ce domaine et qu'il n'y aura plus d'enseignement de théorie et de méthodes ni d'épistémologie en archéologie

FD reste persuadé qu'une école spéciale d'archéologie aurait eu un intérêt majeur. Car l'Université a progressivement éliminé ou marginalisé, avec la mastérisation, toutes les formations professionnalisantes comme les Master pro. Le master de restauration de Paris 1 qui avait une image très forte il y a quelques années, en est le meilleur exemple.

L'Inrap et les entreprises privées d'archéologie préventive auraient été le principal débouché de cette école, orientée vers les savoir-faire d'un métier tandis que l'Université, perpétuant la transmission d'une érudition qui n'a pas changé depuis le XIXème siècle, condamne ses étudiants à enchaîner des thèses et des post-docs et à une précarité dans une fuite en avant qui ne se justifie que par la propre survie de son corporatisme.

Cette école serait la meilleure solution mais il faudrait une sélection pour que le nombre d'étudiants admis en archéologie soit directement proportionnel aux postes ouverts et aux besoins exprimés, comme dans le métier de conservateur du patrimoine en France ou dans le système universitaire des pays communistes (ce qui est totalement paradoxal dans la mesure où l'absence de sélection à l'université est défendue par les courants d'extrême-gauche alors que l'entrée à l'Université dans les pays communistes est soumis à une forte sélection)

FD est resté un homme de projet comme dans le secteur de l'industrie qu'il a connu. En cela il ne correspond pas au profil de l'enseignant du supérieur qui cherche le poste et non le projet derrière le poste (ce qui se manifeste par la résilience de postes ou de cours obsolètes depuis de nombreuses années).

Concernant la numérisation en cours de l'archéologie, FD considère que c'est une véritable révolution technique

Les données produites et disponibles en bases de données aident aujourd'hui à des déterminations qu'il n'était pas possible de faire de la même façon auparavant.

On peut également imaginer que les données numériques produites par l'archéologie préventive soient mises à disposition par les opérateurs d'archéologie préventive à tous les chercheurs intéressés par ces données

L'archéologue, amateur ou professionnel, a souvent du mal à fonctionner en mode projet et en travail d'équipe.

De ce point de vue, l'informatique peut être un bon accélérateur de l'évolution des pratiques

Concernant l'usage du numérique comme participant de la modernisation et de la professionnalisation de l'archéologie et des pratiques des archéologues, FD cite à nouveau la photogrammétrie 3D qui, pour lui, révolutionne complètement l'archéologie.

En outre, la reconstitution en 3D des monuments effondrés (réalité virtuelle) a un vrai intérêt pour la vulgarisation de l'archéologie auprès du grand public

L'appétence du public pour l'archéologie reste incontestable.

Mais dans certains reportages et dans certains ouvrages de vulgarisation, il y a des « délires » et des « affabulations » dans la diffusion des savoirs archéologiques comme si ce grand public était sous-estimé et manipulable (c'est également vrai aujourd'hui des éditeurs et des librairies qui ne veulent pas produire et vendre des livres « trop difficiles »).

Les archéologues doivent donc ne pas laisser le terrain à des prétendus experts ou à des journalistes qui cherchent le buzz plus que la vérité historique et archéologique.

L'Inrap communique bien par rapport au monde universitaire et de la recherche.

Dans les années 1980, les étudiants demandaient son avis à FD sur le fait de choisir entre le CNRS et l'Afan, qui leur disait qu'il fallait mieux entrer dans un système qui se crée que dans un système qui stagne.

FD a toujours cru dans l'archéologie préventive parce qu'elle dispose de moyens budgétaires suffisants pour effectuer des fouilles archéologiques, fouilles qui sont les sources de nouvelles données et donc des nouveaux résultats en archéologie.

L'important pour l'archéologie préventive est de disposer de spécialistes et de bons responsables d'opérations. Ce noyau de compétences est plus important qu'un effectif pléthorique de fouilleurs à faible valeur ajoutée.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Pour FD, le déploiement de la prospection intégrant les techniques d'échantillonnage et les techniques géophysiques au plus près du terrain est indispensable.

Mais FD croit à l'amélioration de la prospection archéologique à condition qu'elle soit faite dans le cadre de projets associant étroitement préventif et recherche.

Ces techniques doivent être vues comme une amélioration notable des techniques de sondage systématique à la pelle mécanique dont l'usage a été trop systématisé et caricaturé.

De façon plus générale, la numérisation participe à une évolution souhaitable de l'archéologie pour améliorer la connaissance archéologique du territoire

C’est le cas du Lidar à condition que l’archéologue récupère lui-même ses données, définisse le niveau de précision qu’il souhaite et non pas qu’il sous-traite l’activité à un prestataire

La formation aux compétences numériques est insuffisante à l’université

Elle se fait un peu mieux au CNRS avec notamment des équipes spécialisées comme celle de Tours autour des SIG, qui organisent des séminaires de formation continue.

Mais cela reste le fait soit d’initiatives souvent individuelles, fragiles dans la durée, soit d’initiatives institutionnelle, peu comprises par les chercheurs, cibles de leur action.

Il faudrait que l’Inrap soit un acteur majeur de cette évolution pour améliorer l’offre de formation sous la forme d’enseignements pratiques comme dans une école d’ingénieur

L’Inrap pourrait ainsi devenir un organisme de formation professionnelle

L’Inrap, comme organisation d’ingénierie archéologique, se doit de former ses agents de façon continue, avec des financements de l’Université, de la Recherche et du Ministère.

Si le mouvement de la science ouverte est incontestable, l’archéologie reste en retard parce que l’archéologue reste fondamentalement individualiste, surtout pour la préhistoire que FD connaît particulièrement bien

Dans un univers d’ingénieur, les individus fonctionnent beaucoup plus collectivement

L’Inrap semblerait mieux disposé à ce mode de fonctionnement collectif qui facilite les échanges de compétences et de savoirs du fait d’un fonctionnement en mode projet avec les opérations préventives

Du côté du CNRS, avec les travaux d’HumaNum, le but est de récupérer les données des archéologues et d’en assurer la diffusion et l’archivage pérenne en s’appuyant sur des standards et des normes

Malgré des projets pilotes dans ce domaine, les pratiques des archéologues sont encore très largement tournées vers une conception très propriétaire des savoirs produits (ex. des monographies de sites archéologiques dont beaucoup ne sont jamais publiées parce que leur financement n’est pas assuré)

Les plateformes de publication existent mais les habitudes de travail des archéologues font qu’ils ne sont pas encore prêts à jouer le jeu surtout si leur fonctionnement est trop compliqué

FD considère qu’il y a une sorte de contradiction entre la nécessité de publier dans des revues scientifiques de haut niveau (de type *H-Index*) à score élevé mais qui ne sont pas en accès ouvert et en même temps la motivation des archéologues à publier dans des revues en accès ouvert mais dont le faible score est peu apprécié par le CNRS. Le scoring, tout comme le *peer review*, est une hypocrisie bien anglo-saxonne dans laquelle nos institutions sont tombées bien naïvement. Si l’article est bon, il sera téléchargé de très nombreuses fois à partir d’une plate-forme ouverte. C’est ce score là qui est le bon, pas celui de la revue.

FD a eu l’occasion de faire une expérience avec le LIRMM (laboratoire d’informatique de Montpellier). Il a compris que les chercheurs en informatique veulent bien travailler avec des archéologues mais à condition qu’ils disposent de financements.

FD cite un projet du MNHN qui a obtenu une ANR pour travailler sur un projet d’intelligence artificielle qui a donné lieu des résultats intéressants. Mais ce genre d’initiatives reste malheureusement trop rare.

Les archéologues français sont insuffisamment présents dans les projets sur financements européens. Sur ce point, FD estime que les archéologues français sont trop habitués au financement de leur

recherche par l'Etat français et préfèrent se partager les budgets comme les postes entre laboratoires (et entre syndicats) plutôt que d'aller se battre à l'international, laissant presque toute la place aux anglais (avant le Brexit).

FD considère que les archéologues n'ont pas envie de savoir en quoi consistent les outils numériques qu'ils utilisent ni les principes qui les sous-tendent. Ils auraient même une « *incapacité presque génétique* » à la conceptualisation, et notamment celle des modèles de données. Manifestement les archéologues ne savent pas conceptualiser, formaliser les outils ni les traitements de données. C'est probablement avant même l'université que les étudiants ne sont pas assez formés à ces techniques et méthodes ce qui fait qu'ils ne maîtrisent pas les fondamentaux dans ce domaine.

FD cite l'exemple de l'usage des statistiques bayésiennes par les préhistoriens, en particulier pour les diagrammes de datations C14. FD considère que les préhistoriens n'ont malheureusement pas une pratique assez critique de cette méthode. Il y a là un effet de mode qui risque d'être remplacé par une autre mode qui pourra être de passer à une critique radicale et excessive de cette approche. On ne fait pas de la Science avec des successions de modes.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Concernant l'effet de génération, FD considère que les jeunes générations ne sont pas mieux disposées que leurs aînés aux nouvelles technologies parce qu'ils ne soulèvent pas le capot des outils numériques qu'ils utilisent.

Les jeunes générations ne connaissent pas l'ensemble des couches techniques présentes dans les outils numériques qu'ils utilisent ; ils ont une attitude de consommateurs face à ces outils (cf. jeux vidéo) et non pas d'acteurs de leurs usages. Ils ne sont pas soucieux de comprendre en quoi consistent ces outils, et de définir leurs capacités et leurs limites.

FD considère que les archéologues font souvent semblant de maîtriser des outils ou des méthodes : « *Les archéologues font science plutôt qu'ils font de la Science* ».

L'hyperspécialisation c'est quand le chercheur creuse son trou et qu'au bout de trente ans, il est au fond du trou et demande qu'on vienne l'en sortir. Nous en sommes presque là aujourd'hui. L'hyperspécialisation sans l'intégration des différents résultats conduit à la stérilité de la recherche. A l'opposé, on trouve des chercheurs qui ont renoncé à la recherche et qui flirtent dangereusement avec la médiation, voulant faire le buzz à la télévision ou dans l'édition grand public (cf. *Sapiens* de Harari, *Lady sapiens* de P. Picq et bien d'autres). Entre hyperspécialisation et papillonnage, il faut trouver la bonne pratique de la recherche.

Les archéologues devraient être formés à la transdisciplinarité

5. Autres points et commentaires

L'archéologie n'est finalement une SHS qu'à ses limites. Elle est avant tout une ingénierie archéologique assise sur des méthodes issues des sciences de la terre (géologie, pédologie, géomorphologie, paléontologie, archéobotanique), des sciences physico-chimiques (archéométrie, datations absolues, prospection), des techniques de terrain, des mathématiques et de l'informatique. La quasi-totalité des données que l'archéologie est capable d'enregistrer et de déterminer ne permet pas de traiter d'une façon fiable les composants systémiques SHS des sociétés du passé, offrant une faille dans laquelle viennent s'infiltrer des virus idéologiques sous la forme de paradigmes divers, que le postmodernisme a amplifié depuis presque trente ans.

Entretien avec : Maxime Durocher, Sorbonne Université et laboratoire ORIENT & MEDITERRANEE UMR 8167
Date de l'entretien : 21/10/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h30
Heure de fin de l'entretien : 16h05

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 35 ans
- Licence en archéologie, master en histoire de l'art avec une approche de l'archéologie du disparu, thèse en archéologie à Paris IV
- INALCO pour y apprendre le turc et le persan, et des bases en arabe
- A enseigné pendant son contrat doctoral à Paris IV et a travaillé comme bibliothécaire dans les langues orientales
- A été un an en post-doc à l'université de Bonn en Allemagne
- En post-doc au Louvre (convention avec Université de Paris IV)
- A été recruté comme enseignant en archéologie du monde islamique à Paris IV
- A participé à des fouilles en France et au Maroc
- A réalisé beaucoup de prospections dans ses propres terrains

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Maxime dit ne pas avoir eu de formation au numérique pendant sa formation académique

Il a observé que depuis qu'il n'est plus étudiant, les maquettes des enseignements ont évolué et ont intégré des enseignements aux outils numériques des étudiants

Maxime a suivi une formation à ArcGIS dans le cadre de la formation de l'école doctorale et de son UMR de rattachement (UMR 8167) et à PhotoScan. Mais il a ressenti le besoin de compléter cette formation ce qu'il a fait essentiellement par autoformation.

Il a été sensibilisé à la science ouverte surtout lors de son activité en bibliothèque, notamment avec les systèmes de catalogage et les logiciels de bureautique qu'il a eu l'occasion d'y utiliser.

Maxime n'a pas encore eu l'occasion d'enseigner à des outils numériques les étudiants auxquels il enseigne (en phase de réflexion). En revanche, dans le cadre de projets collectifs de son équipe de rattachement d'atlas numérique du monde médiéval regroupant des chercheurs de tous âges et de tous métiers, il a pu voir que tous les chercheurs n'étaient pas conscients du travail à réaliser et de la préparation des données pour mettre en œuvre ce type de projet.

A cette occasion, il a eu à présenter à ses collègues la notion de métadonnées et la norme du Dublin Core dans ce domaine.

Maxime estime qu'il peut y avoir effectivement une confusion entre finalité et moyens lors de l'usage d'outils numériques auxquels les utilisateurs n'ont pas été assez ou correctement formés et sensibilisés à leurs contraintes et leurs limites.

C'est parfois un des effets des financements sur projets qui tendent à imposer l'usage de ces outils numériques auxquels certains chercheurs se voient obligés de se former en un temps très court.

Pour Maxime, il y aurait un fossé générationnel qui serait lié aux différences d'âge et de profils dans les utilisateurs. Les jeunes générations semblent conscientes que pour pouvoir être recrutés, les compétences numériques semblent incontournables. Les chercheurs les plus avancés en âge seraient plus rarement conscients de ces nécessités.

Mais plus que les profils par classes d'âge, ce sont probablement davantage les différences par profils des chercheurs qui peuvent expliquer les différences dans les pratiques numériques.

Maxime recourt à la photogrammétrie pour ses besoins en épigraphie. Pour autant, il s'en tient à distance pour des restitutions 3D dont il trouve que, souvent, les éléments d'appréciation de la méthode et de la qualité des résultats obtenus ne sont pas assez documentés.

Maxime évoque le même besoin de prudence qu'il ressent en matière de cartographie.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Maxime estime que pour l'apprentissage des compétences numériques dans le milieu universitaire, la nouvelle maquette des enseignements, en cours de réflexion à Paris 4, est l'occasion de réfléchir à la place donnée à ces apprentissages. Ils interviennent peut-être trop tard dans le cycle de formation (3ème année). Les enseignements en numérique ne concernent que les étudiants qui se spécialisent en archéologie et non pas ceux qui optent pour l'histoire de l'art. Or, Maxime considère que cette distinction n'est pas justifiée.

Il faudrait aussi faire le choix de ne former les étudiants qu'à des logiciels libres et ne plus être contraints par les coûts des licences de logiciels propriétaires.

La limite principale des enseignements sur les outils numériques est une limite matérielle (salles et postes de travail disponibles). Même si la grande majorité des étudiants sont équipés de leur propres équipements, il reste difficilement envisageable pour l'université de compter officiellement sur ce principe d'un équipement personnel des étudiants. Les premiers enseignements à des TD sur des outils numériques commencent en seconde année pour des groupes de 40 à 45 étudiants et en troisième année pour des groupes de TD de 30 à 35 étudiants en spécialité archéologie. En mastère ce sont des groupes de 20 à 25 étudiants qui suivent des enseignements (cours magistraux ou travaux dirigés). Ces chiffres concernent les cours en général et non les formations aux outils numériques qui ne commencent qu'en L3 et par groupe d'une vingtaine de personnes, uniquement dans la spécialité archéologie. Pour les effectifs de master, Maxime n'en a pas connaissance mais là encore les formations aux outils numériques ne sont présentes que dans le tronc commun du master d'archéologie et non en histoire de l'art.

Une formation à Omeka devrait être intégré prochainement au plan de formation dont pourront bénéficier les membres de l'équipe de recherche de Maxime.

Pour Maxime, il y a une vraie reconnaissance des compétences numériques dans le cas de postes entièrement ciblés sur de telles compétences. En revanche ce sont des compétences qui peuvent être un plus, attendu sur des postes à fortes compétences chronologiques. Ce fut le cas lors du recrutement de Maxime qui a pu valoriser ses compétences en cartographie et SIG. Mais pour que les compétences numériques puissent être reconnues et évaluées à un certain niveau, encore faut-il que les membres de commissions de recrutement soient elles-mêmes expertes pour apprécier les compétences des candidats.

Maxime souligne la vision un peu trop monolithique de l'archéologie en particulier du chantier de fouille qui serait une sorte de méthode incontournable. Or il a été démontré que les prospections peuvent contribuer tout autant que les fouilles à la production de savoirs archéologiques.

Les injonctions au numérique vont peut-être diminuer avec la reconnaissance de profils de spécialistes, moins généralistes par l'université lors du recrutement d'enseignants.

Maxime considère que la science ouverte n'est pas seulement une réponse à une injonction faite par la loi en France mais aussi par la nécessité d'ouvrir la recherche à la société pour l'y impliquer davantage. Il y a aussi une dimension éthique des chercheurs financés par les budgets publics qui doit leur faire admettre qu'ils ne peuvent plus considérer les données comme leur propriété.

Pour l'archéologie, la gestion des archives de fouilles par le numérique mérite d'être développée avec un archivage organisé et pérenne qui doit permettre d'en garantir leur valorisation tout en garantissant la paternité. La crainte du pillage des données est souvent injustifiée. D'autant plus que des organismes chargés de la protection des biens culturels et de la lutte contre le pillage de ces biens comme Interpol sont favorables à la diffusion des données sur les biens culturels. Ils considèrent que plus ces données sont diffusées, plus elles peuvent être protégées collectivement et moins exposées aux risques de pillage.

Concernant la diffusion des données par les acteurs de l'édition scientifique, il conviendrait que les éditeurs scientifiques soient contraints à ne plus pouvoir imposer leurs règles de limitation voire d'interdiction à publier les données qu'ils contribuent à publier.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Plusieurs difficultés et risques ont déjà été évoqués précédemment.

Pour les activités d'enseignement, il conviendrait de renforcer l'évolution des pratiques d'enseignement autour de logiciels libres et de données libres.

Cela permettrait de limiter les risques qui pourraient advenir de ne plus pouvoir financer des licences de logiciels propriétaires.

Il convient aussi de veiller au poids et au rôle des acteurs de l'édition scientifique.

Concernant les prospections, Maxime a déjà pu constater qu'il existe parfois des différences dans les pratiques entre équipes de recherche, certaines se limitant à des études à distance sur de l'imagerie numérique, alors que le contact avec le terrain et l'expérience pédestre empirique continuent à avoir leur valeur ajoutée.

L'usage d'outils numériques ne doit donc pas revêtir cette dimension magique qu'ils présentent parfois et les chercheurs doivent être capables de se défaire de certaines illusions que l'usage de ces outils peut parfois entraîner.

Il convient donc de privilégier la complémentarité entre des outils et méthodes numériques et outils et méthodes traditionnels.

Entretien avec : Sébastien Durost, Bibracte
Date de l'entretien : 09/12/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h00
Heure de fin de l'entretien : 15h45

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 45 ans
- Docteur en archéologie à l'université de Franche-Comté, spécialisé en dendrochronologie et dendroclimatologie
- A travaillé en même temps qu'il a fait sa thèse ce qui l'a conduit à faire sa thèse très rapidement
- Il a souhaité s'orienter vers ce domaine car jusque-là les enseignements assez littéraires de sa formation en archéologie lui semblaient manquer d'explicitation
- C'est ainsi qu'il a été associé à la conception et au développement d'une base de données permettant de transformer des données brutes d'analyse de dendrochronologie en des suites calculables et des calculs de corrélation pour quantifier le risque d'erreur dans les propositions de dates dendrochronologiques
- A cette occasion, il a apprécié de pouvoir conduire des scénarios différents d'interprétation, de les quantifier, de les mesurer et de les comparer.
- Il a fait un post-doc au labo des sciences du climat et de l'environnement au CEA à Saclay sur des analyses isotopiques de l'oxygène et du carbone pour calculer des fonctions de réponse pluviométrie-température (spectrométrie de masse)
- Il a participé à la reconstitution climatique entre 1500 et 2005 d'un cluster centré sur la forêt de Fontainebleau dans le cadre d'études de modélisation climatique mondiale
- Il a ensuite fait un post-doc de 2 ans à Liège pour recalculer les référentiels dendrochronologiques de Belgique
- Il a travaillé comme responsable d'édition pour les Guides du Petit Futé pendant 3 ans
- Il a été recruté en 2012 à Bibracte sur un poste de responsable de la cellule éditoriale à Bibracte
- Depuis 2018, il est chargé de la responsabilité de la stratégie numérique de l'établissement

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Ayant été formé à l'université de Besançon (équipe de Philippe Barral), Sébastien a appris que les archéologues se sont assez tôt approprié des outils numériques pour produire et transmettre leurs données. Or Sébastien constate que les pratiques numériques des archéologues sont directement liées aux pratiques de la recherche même. Le numérique fait partie des méthodes et outils nécessaires à la recherche. Il faut pouvoir les intégrer mais pour autant, Sébastien a toujours considéré le numérique comme un moyen et non comme une fin en soi. La plupart des archéologues ont l'habitude de découvrir par eux-mêmes les outils numériques.

Sébastien a l'impression que la formation initiale à l'université sur des outils numériques n'est pas suffisante. Les jeunes archéologues ne se posent pas assez la question du bien-fondé de l'usage des outils numériques auxquels ils sont formés. Certes, les étudiants et jeunes archéologues sont très à l'aise avec l'usage de certains dispositifs numériques (tablettes), mais cela se fait au détriment de la réflexion nécessaire pour comprendre ce qui est utilisé et comment cela fonctionne.

Sébastien se dit ainsi perplexe sur certaines expérimentations de numérisation 3D d'objets dont la justification scientifique n'est pas toujours bien établie.

En archéologie il n'existe pas de logiciel clé en main utilisable en toutes circonstances et pour tous les besoins. Il ne faut donc pas croire pouvoir se servir d'un outil sans s'interroger sur ses principes de fonctionnement, ses algorithmes, ses limites, etc.

Pour autant, dans les programmes de formation qui ont lieu à Bibracte, ces aspects ne sont pas encore intégrés systématiquement parce que l'établissement n'est que rarement à l'origine des programmes de formation, ceux-ci sont le plus souvent le fait de ses partenaires.

Concernant les relations des chercheurs à leurs dispositifs numériques, Sébastien a pu constater que certains pensent que ces dispositifs se suffisent à eux-mêmes. Il souligne la nécessité de s'interroger sur ce que sont ces outils et ne jamais perdre de vue que ce sont des moyens et non une fin en soi.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Au niveau individuel, Sébastien pense qu'il faut accompagner le développement des pratiques numériques des archéologues, mais en insistant sur la nécessité pour les archéologues de transmettre des informations, des données sur leurs savoirs, qui doivent pouvoir être exploitées par d'autres chercheurs.

Cela relève même d'une obligation légale que de contribuer à la mise en commun de ces savoirs archéologiques sous forme numérique.

Les institutions de l'archéologie ont un rôle majeur à jouer dans l'harmonisation et la normalisation des pratiques. En prenant l'exemple du géoréférencement des données essentielles à acquérir sur le terrain, Sébastien souligne la nécessite que les institutions doivent émettre des normes des formations, des réseaux de compétences dans ce domaine.

Mais ces formations doivent aussi ne pas oublier les fondamentaux dans les savoirs archéologiques et dans la nécessité de les mettre à disposition du plus grand nombre sous une forme numérique de qualité.

En 2018, lors de sa prise de ses fonctions actuelles, Sébastien a participé à une modification des pratiques de certains chercheurs qui ne voulaient pas voir leurs données publiées sur internet, de peur de les voir pillées. Bibracte a opposé à cela la publication des données comme une publication. Sébastien a remarqué à cette occasion que certains chercheurs considéraient les données comme leur réflexion et, pour cela, ne souhaitaient pas les voir mises en ligne. Depuis 2018, les choses ont changé. Les archéologues les plus rétifs ont évolué dans leurs positions.

Il faudrait que les communautés de l'archéologie reconnaissent davantage les métiers liés au numérique, en particulier aux données numériques. A l'université, le partage des données entre étudiants est insuffisamment promu. Il se fait de façon individuelle, mais pas assez de façon collective. Sur ce point, Sébastien considère qu'il faut faire encore un énorme travail de sensibilisation sur les obligations légales et réglementaires d'ouverture des données et des programmes. Sur ce point, Sébastien pense qu'il faudrait développer une offre de formation auprès des communautés des archéologues et démontrer par l'exemple en quoi consiste l'ouverture des données et des logiciels développés dans le cadre de programmes de recherche.

Sur le fait de la nécessité de maîtriser les outils utilisés en archéologie, Sébastien pense que des partenariats avec d'autres disciplines seraient certainement très fructueux. Cela obligerait à discuter, à trouver des terrains d'échange et à pratiquer l'interdisciplinarité. Sur ce plan, les institutions ont un rôle majeur à jouer. Sébastien cite l'exemple de l'adoption de la géophysique ou encore des statistiques en archéologie, qui ont montré leur intérêt mais dont beaucoup de potentialités sont encore sous-exploitées.

Il en est de même dans l'usage de logiciels de SIG dans des domaines d'analyse largement inexplorées en archéologie.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Sébastien ne croit pas aux changements générationnels d'abord parce que ce n'est pas très honnête et respectueux de ne pas faire le travail nécessaire de produire des données de qualité. De plus, cela créée du retard pour les futures générations car on produit de plus en plus de données qui vont demander un travail considérable pour les mettre en conformité avec les exigences de qualité nécessaires.

Comme verrou à faire sauter, Sébastien cite la nécessité de mieux expliciter les raisons pour lesquelles utiliser des outils numériques, de mieux justifier l'usage de tel ou tel ces outils, de mettre en perspective un résultat de traitement de données par rapport à un discours scientifique d'ensemble dans le cadre duquel il doit être replacé.

Dans les années 1970 et 1980 des réflexions et des publications comme celles de Gardin montraient que les données en masse manquaient. Maintenant que les données sont produites de façon massive, force est de constater que les réflexions épistémologiques n'ont plus lieu alors qu'elles seraient bien utiles.

Il faudrait aussi que la distance qui s'est imposée entre archéologie programmée et archéologie préventive soit réduite parce que ces deux domaines ont plus de convergences que de différences.

Sébastien termine en évoquant la nécessité d'inscrire la production, la gestion, le stockage et l'archivage des données numériques dans le temps long. Il est essentiel de ne pas oublier que l'objectif est de produire des données dans le cadre d'une œuvre collective. C'est le souci permanent des chercheurs de Bibracte.

Entretien avec : Paul Fernandes, Paléotime
Date de l'entretien : 08/09/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h
Heure de fin de l'entretien : 11h25

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 61 ans
- Licence d'art et d'archéologie à l'Université à Bordeaux en 1983
- Diplôme à l'EHESS en préhistoire en 2006 sous la direction de Jean Guilaine
- Thèse de préhistoire à Bordeaux en 2012 sous la direction de J-P. Raynal
- Commerçant pendant 18 ans (cafetier)
- Embauché comme pétroarchéologue par la société Paléotime en 2009, en CDI depuis 2010
- Coordonne le PCR Auvergne-Rhône-Alpes (PCR ARA) « Réseau de lithothèques » depuis 2009
- Réalise des études de pétrographie, d'altérologie et de taphonomie sur chacun des chantiers réalisés par Paléotime où sont trouvés des silex
- Participe à des prestations pour le compte du PCR ARA et aux autres PCR sur le silex, membre du bureau du GDR SILEX
- Participe à divers projets à l'étranger toujours autour de l'étude des matières siliceuses
- Assure des enseignements au CEPAM à Nice une semaine par an sur les résultats d'étude

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Paul utilise les diverses applications de la suite Microsoft. Il a utilisé FileMaker mais il a arrêté parce qu'il était le seul à s'en servir. De plus, il a fait évoluer ses grilles d'observation et il était chronophage d'adapter ses grilles dans FileMaker alors que c'était très facile pour lui de faire ces modifications dans Excel. De plus, il n'avait que des volumes limités de données à saisir.

Il utilise aussi des logiciels spécialisés associés à des équipements d'observation et d'étude des matières siliceuses : CameraPro (lien entre microscope et écran), ImaJ (permet d'identifier certains éléments dans les photos microscopiques de silex à la binoculaire (jusqu'à 200 fois en grossissement) et au microscopie polarisant (sur lames minces).

Paul a suivi une formation à ImaJ, à Excel.

Paul n'assure pas ses enseignements avec les logiciels.

Paul considère que l'usage des logiciels en archéologie a révolutionné la vision qu'il avait de sa pratique de sa discipline. Il se dit « dans un autre monde » avec ces outils. Il peut relier les données des cartes avec les données de ses propres observations. Il a même du mal à imaginer toutes les possibilités de ces outils et toutes les réflexions auxquels ils peuvent conduire. On est loin d'avoir épuisé les résultats potentiels que ces outils permettront de produire.

En revanche, ces outils permettent d'aller plus loin mais rarement plus vite. Il faut prendre en compte le temps de saisie des données. Paul observe régulièrement des erreurs dans la saisie des données.

En observant ses collègues, Paul constate que certains sont capables d'aller très vite dans la saisie des données. Paul considère qu'il travaille de façon plus « artisanale » qu'eux.

Paul ne peut pas porter un jugement sur les protocoles des autres chercheurs. Il ne connaît pas la totalité des protocoles utilisés par eux. Il ne peut que se prononcer sur les résultats mais il conserve un regard critique sur ceux-ci.

Paul se méfie beaucoup des chercheurs qui prétendent avoir identifié la provenance de tous les échantillons ou pièces sur lesquels ils travaillent. Les protocoles sont trop rarement publiés et les sources sont parfois même pas publiées.

Les dispositifs numériques sont considérés comme des marqueurs de la professionnalisation de l'archéologie, sous réserve que ces dispositifs et les protocoles soient harmonisés.

Cette harmonisation est actuellement insuffisante. Paul considère que tous les chercheurs devraient avoir une forme d'obligation éthique à publier leurs protocoles d'utilisation des dispositifs numériques (ou autres) qu'ils utilisent.

Quelque soient les outils et les méthodes numériques, Paul souligne qu'ils doivent être mis en œuvre dans le cadre d'équipes. Aucun chercheur ne peut prétendre avoir un niveau de compétence sur tous les outils. La collaboration est donc indispensable. Les outils numériques participent donc des nouvelles façons de travailler en équipe qui sont désormais incontournables.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Avant d'accroître les usages numériques, il faut mieux accompagner les archéologues. Mais il faut que cet accompagnement se fasse sur des outils numériques adaptés à ses questionnements.

Mais il ne faut pas former les archéologues uniquement à tel ou tel logiciel. Il ne faut pas oublier que les archéologues doivent produire des connaissances avant de les mettre en forme avec des logiciels. En matière de caractérisation des matières siliceuses, Paul souligne que beaucoup de chercheurs ne passent pas assez de temps sur cette caractérisation. En revanche, ils sont capables de passer beaucoup de leur temps à l'utilisation de logiciels de SIG pour produire des cartes.

Il faut donc une politique en amont qui, si elle promeut l'usage de dispositifs numériques, n'oublie pas de former les chercheurs à la caractérisation des matières siliceuses dans le cadre du GDR SILEX.

Paul indique qu'il a souvent entendu parler de l'autoformation aux outils numériques mais il a du mal à se prononcer sur la formation aux outils numériques à l'université. Le problème de l'autoformation est qu'il peut rendre difficile une bonne maîtrise des outils et qu'il peut limiter les possibilités de travailler en équipe.

En préhistoire, longtemps le travail d'équipe n'a pas été la règle. L'usage des outils numériques a pu faire évoluer les pratiques.

La pluridisciplinarité reste souvent difficile à mettre en œuvre. Les outils numériques pourraient contribuer à améliorer des travaux pluridisciplinaires en faisant en sorte que les protocoles autour de ces outils soient pertinentes et que les données soient cohérentes.

Les outils numériques doivent permettre de mieux évaluer les différences dans la qualité des données produites par chacune des disciplines représentées dans une équipe ou un projet.

Paul est entièrement favorable au mouvement de la science ouverte. Paul pense qu'il faut donner beaucoup aux autres pour que les autres donnent un peu en retour. Ce principe anime la pratique de la recherche de Paul.

Mais Paul considère que l'ouverture des données ne peut se passer d'un lexique commun. Seul un lexique permet de préciser les termes utilisés et de comprendre le sens dans lequel les chercheurs l'utilisent ou lui substituent d'autres termes. L'un des outils essentiels ce sont les thesaurus Pactols. Le

lexique sur les matières siliceuses devrait être prochainement versé dans les Pactols. Il devrait faciliter le travail d'équipes pluridisciplinaires et leurs recherches.

Le risque de destruction et de pillage des gisements à silex ne peut être un argument valable pour limiter l'ouverture de la science. A titre d'exemple, l'ouverture des données du BRGM a considérablement aidé les travaux de Paul. Les travaux sur les formations à silicites du GDR et des PCR en ont largement bénéficié.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Les principales difficultés concernent le travail en équipe qui doit absolument s'appuyer sur une répartition des tâches et des savoir-faire. Les compétences numériques et les autres compétences doivent être réparties parce qu'elles ont du sens par rapport au travail de l'ensemble des membres de l'équipe de recherche.

Un autre écueil est de faire une confiance aveugle aux outils numériques et aux données qu'ils permettent d'analyser. Les algorithmes présents dans ces outils sont souvent mal ou pas connus du tout. Paul donne comme exemple les algorithmes du logiciel Helicon qu'il utilise pour l'acquisition et le traitement de photographies. Il a pour habitude d'utiliser l'un des trois choix proposés mais sans avoir pris le temps d'explorer les autres choix. Pour cela, il aurait besoin de suivre une formation.

Par ailleurs, les outils numériques doivent être adaptés aux chercheurs, aux besoins, aux objets étudiés et non l'inverse.

Ce que craint Paul, ce sont les pratiques numériques et non les outils en eux-mêmes. Paul donne comme exemple des chercheurs qui affirment qu'ils ont pu étudier 11 000 pièces en un mois sans expliquer comment ils ont pu faire. Peut-être est-dû au fait que le nombre de paramètres saisis par pièce est moindre que ce qu'il fait lui-même. Dans tous les cas, l'absence de publication de la méthode de travail est le problème majeur.

Paul pense qu'il faut publier numériquement les jeux de données. La publication de *data paper* contribue au mouvement de la science ouverte. Mais la publication de ces jeux de données ne se substituera jamais à une publication de synthèse. De ce point de vue, les plateformes comme *ResearchGate* ou *Academia* donnent des images un peu faussées de la réalité de l'importance des travaux publiés et ne sert à pas grand-chose. Il s'agit d'indications approximatives sur les domaines de recherche des chercheurs.

Entretien avec : Oscar Fuentes, CNP
Date de l'entretien : 20/01/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h00
Heure de fin de l'entretien : 16h00

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 46 ans

- A toujours voulu être archéologue. A fait tous ses stages de collège et de lycée en archéologie notamment au Service Départemental d'Archéologie du Val de Marne). C'est là qu'il rencontre Patrice Rodriguez qui plus tard, sera au SDAVO (Service Départemental d'Archéologie du Val d'Oise). Ses enseignants « étaient des bénévoles dans des associations d'archéologie.

- A suivi des études en archéologie à Paris 1, s'est spécialisée en art paléolithique auprès d'Yvette Taborin qui fut son professeur en licence en 1999. C'est cette année qu'il a commencé à travailler sur le site du Roc-aux-Sorciers sous la direction de Geneviève Pinçon. A partir de là il s'est spécialisé dans les relevés d'art pariétal et de mobilier paléolithique

- Sous la direction d'Yvette puis de Nicole Pigeot et de Marianne Christensen, il a commencé une thèse en 2002 qu'il a soutenue en 2013. Il a pu se former à la maîtrise de l'interprétation des images de l'art paléolithique. Pendant cette période, il a travaillé dans les bibliothèques et fait plusieurs « petits boulots ». À partir de 2007, il s'est investi dans le centre d'interprétation du Roc aux Sorciers, dont il est devenu directeur en 2012.

- Il a continué à participer à d'autres sites et

- Entre 2016, il a quitté la direction du centre du Roc aux Sorciers.

- Entre 2016, il a créé sa microentreprise pour faire du relevé d'art pariétal. Il proposait aussi des prestations aux collectivités territoriales de médiation et d'accompagnement dans la valorisation des sites d'art pariétal

- En 2018, il a intégré le CNP en tant que contractuel comme spécialiste d'art paléolithique

- Il a maintenu sa microentreprise pendant deux ans

- Il a été admis au concours d'ingénieur de recherche en 2021, et a intégré son poste actuel comme titulaire en janvier 2022 au CNP

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Oscar souligne que ses compétences numériques sont hybrides dans leur origine. C'est d'abord sur le terrain qu'il s'est formé à la photographie, notamment auprès de collègues du Ministère de la culture et notamment de l'inventaire (Alain Maulny). À la fin des années 1990, il s'est investi dans la 3D. Il s'est retrouvé face aux difficultés de la restitution de volumes quand on produit des relevés en 2D.

Dans le cadre de projets de valorisation, il a découvert les procédés de lasergrammétrie au contact des personnes d'Art Graphiques et Patrimoine. Même s'il ne l'a pas pratiqué la lasergrammétrie, il a compris ce que permettait cette technique. Au cours des années 2000, il a poursuivi le développement de ses compétences sur des techniques numériques en milieu sombre. Il a travaillé sur le site de Comarque en Dordogne au sein d'une équipe de 6 personnes composée d'amis pour la plupart. Sa première rencontre avec la photogrammétrie sur le terrain s'est donc faite sur ce site en 2013-2014. Cette technique lui a permis d'explorer les possibilités de restituer le relief aux côtés des membres de l'équipe du site puis par des formations dans le cadre d'autres programmes de recherche dont celles de la grotte Chauvet en 2018. Il a suivi une formation du CNRS à la photogrammétrie appliquée à l'étude de l'art

pariétal en grotte et en abri. Il a ainsi pu questionner les méthodes d'acquisition de données et mettre en œuvre ces techniques pour les relevés.

Depuis 2018 où il travaille au CNP, il encadre les apprentis provenant de la licence professionnelle de l'Université de Cergy (Patrimoine et multimédia). Le CNP accueille des apprentis chaque année avec comme objectif de former les jeunes chercheurs et qui en retour, participent à faire avancer les compétences du CNP à l'utilisation de divers outils de la 3D (ex. logiciel Blender).

Le développement de ses compétences lui permette de dépasser l'écueil du « plafond de verre » c'est à dire le passage en 2D (relevés d'art pariétal) de manifestations artistiques conçues en 3D et pour être perçues en 3D. Ce dont se confrontaient déjà les premières « releveurs » et préhistoriens du début du XXe siècle, dont l'Abbé Breuil

Oscar considère qu'actuellement la communauté archéologique est dans un scénario hybride peut-être lié aux changement de générations. Oscar cite le cas de discussions sur ces sujets de relations aux technologies 3D avec les jeunes apprentissages au CNP, qui lui évoquent le fait que l'évolution des cadres de perception de l'art pariétal serait peut-être dans une phase de transition.

Dans les sites archéologiques ou Oscar collabore et travaille sur l'art pariétal, il a pu faire l'expérience de réalisation des relevés se fait le plus souvent en 2D. De là, Oscar s'interroge sur comment faire des relevés en 3D avec des outils conçus pour des relevés 2D. Il s'est rendu compte que la démarche scientifique pouvait évoluer notamment à la lecture d'un ouvrage du sociologue Patrice Flichy[79]. Oscar pense aujourd'hui qu'on peut sortir des cadres traditionnels des relevés de l'art pariétal.

Ainsi dans plusieurs sites, le langage appliqué pour le relevé d'art pariétal c'est le langage lié au graphisme, au dessin, qu'il faut savoir dessiner pour le relevé, savoir utiliser des logiciels de dessin de type Photoshop, alors que les relevés en 3D sur lesquels Oscar travaille s'appuient davantage sur du travail collaboratif, de cartographie et de tracés vectoriels.

Les discours de distance et parfois de rejet des nouvelles méthodes de relevés numériques s'appuient sur une appréhension face des techniques que l'on ne maîtrise pas. Il semble que ce soit le fait de personnes qui ne sont pas disposées à changer d'habitude de travail et de paradigmes et pas forcément le fait d'individus les plus âgés.

Sur la notion de nouveau paradigme, Oscar souligne qu'il faut une certaine distance par rapport au paradigme existant pour être capable de l'interroger et en proposer un nouveau si besoin. A l'occasion de son intervention au séminaire scientifique et technique de l'Inrap sur la 3D en 2018, Oscar a proposé de formuler ces deux paradigmes :

Le paradigme actuel consiste à représenter l'objet dans son excellence, à travers une représentation en 2D, la 3D se présentant comme satellitaire. Ce paradigme a dû mal à se remettre en question et dépense beaucoup de temps et d'argent pour produire des modèles 3D mais dont les résultats sont ramenés à des produits en 2D (orthophotos),

lors de la soutenance de la thèse de Violette Abergel[80], Oscar a posé le point de discussion suivant : si nouveau paradigme il y a, encore fallait-il définir ce qu'était le précédent. Dans ce nouveau paradigme à venir, il n'y a plus de problème de passage en 2D d'une dimension en 3D, mais on pourrait rester totalement en 3D, tant sur le plan de l'analyse et de la réflexion que sur le plan de la restitution, de la valorisation et de l'archivage

[79] L'Innovation technique. Récents développements en sciences sociales, vers une nouvelle théorie de l'innovation La Découverte, Paris, 1995, 251 p.

[80] cf. thèse de Violette Abergel , Relevé numérique d'art pariétal. Définition d'une approche innovante combinant propriétés géométriques, visuelles et sémantiques au sein d'un environnement de réalité mixte

Pour Oscar, les différences de génération ne sont pas une explication suffisante et satisfaisante pour affirmer l'évolution en cours. Certes on n'a plus les mêmes problèmes qu'avant pour la représentation et l'analyse dans des univers en 3D (réalité immersive, virtuelle, augmentée). Mais d'autres sont apparus comme la définition, la dimension et la taille de l'information qui sera exploitée, la traçabilité, le stockage l'archivage des données, etc. Demain, sur des sites peu accessibles ou pas accessibles du tout, comment peut-on gérer les enjeux d'accès et de transmission des savoirs aux publics ?

Si on emprunte le chemin du changement, il y a une multitude de possibilités dans les comportements des chercheurs autant que dans ceux des publics.

Actuellement, un travail exploratoire au CNP a lieu pour permettre des relevés dans un univers de réalité virtuel en mode collaboratif et à distance. Qu'est-ce que cette réalité virtuelle va avoir comme effets sur les pratiques de la recherche des chercheurs, sur leurs modalités de travail, etc. ? Ce nouvel horizon de la réalité virtuelle appliquée à la recherche devient essentiel et ne doit plus être limitée à la restitution.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Mais ces nouveaux outils nécessitent que les chercheurs soient capables de s'en servir dans des univers conceptuels très différents des univers traditionnels qui restent souvent la référence pour la majorité des chercheurs.

Oscar accompagne actuellement une thèse visant à proposer un SIG 3D en s'appuyant sur des relevés 3D de parois avec des outils de SIG qui ne sont habituellement pas dédiés à ce type de relevés. Ce travail a suscité de vives réactions qui révèlent bien les difficultés qu'ont certains chercheurs à changer de référentiels.

Il semble qu'il y a peu de réflexion sur la notion de crise dans les modes de représentation de l'art pariétal. Or pour Oscar, depuis une vingtaine d'années il y a une crise des modes de représentation parce que de nouvelles dimensions scientifiques sont indispensables à prendre en compte parmi lesquelles la crise climatique dont les effets sur la vie et la conservation des grottes ornées ne peuvent plus être appréhendés de la même façon que jusqu'alors (cf. courbe des températures relevées dans les grottes ornées qui suit l'évolution de la courbe des températures à l'échelle globale établie par les travaux du GIEC).

L'absence d'une réflexion globale sur les usages des écosystèmes 3D appliquées à la recherche et à la question de l'étude de l'art pariétal a un impact direct avec les stratégies d'approche de l'art pariétal notamment sur des sites pas accessibles (comme Cosquer). Cette absence collective de discussion et de retour sur les pratiques en archéologie de l'art paléolithique dans un écosystème 3D montre que même pour les générations les plus jeunes des chercheurs, l'utilisation des modèles 3D pour y réaliser les analyses et notamment les relevés, ne sont pas encore pris en compte, en tout cas pas suffisamment.

Les process scientifiques d'une étude à distance d'une grotte ornée qui ne pas accessible, ne sont pas beaucoup discutés alors que la situation de ces sites impose de changer de process, de discuter des critères habituels d'évaluation des résultats, de mobiliser des travaux véritablement pluridisciplinaires. Il y a donc une sorte de blocage de l'innovation parce que la médiation se fait peu ou pas du tout.

Sur ce point, l'accompagnement et la formation sont fondamentales pour permettre l'adhésion à de nouvelles pratiques et faire advenir de nouveaux consensus. Mais même ce sujet est compliqué. Cela demandera du temps pour que les positions établies changent et s'ouvrent à ces nouvelles façons de faire de la recherche sur les relevés pariétaux. Il reste difficile de toucher les étudiants en fin de filière universitaire (master et doctorat). Des cloisonnements sont encore en vigueur. Oscar évoque l'obligation qui lui a été faite de se conformer aux pratiques d'une équipe de recherche et non pas d'y introduire de l'innovation comme il pensait pouvoir le faire initialement.

Concernant le mouvement de la science ouverte, Oscar souligne le détachement entre les données, les ressources et leurs auteurs reste encore difficile, pour des questions de secret de droit pour l'essentiel.

Pour les relevés numériques des grottes, cela pose la question de la propriété intellectuelle et du droit à l'image de sites patrimoniaux. Pour les données et les outils de la recherche, de même que pour les savoir-faire, cela est tout aussi difficile. Le séminaire organisé par le CNP sur les méthodes de relevé appliqués à l'art paléolithique, a révélé la difficulté à faire s'exprimer les responsables d'opération sur des sites d'art. Si les chercheurs se sont rencontrés alors qu'ils ne le font que rarement, les présentations n'ont pas permis véritablement de montrer les possibilités et l'intérêt qu'auraient les chercheurs au partage de leurs données et de leurs façons de faire. Cela est peut-être dû au fait que beaucoup de sites font appel à des prestations de services.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

En pensant à la notion de crise, Oscar cite l'ouvrage de Bruno Latour[81] avec lequel il est en accord avec le constat que nos sociétés ne seraient finalement pas aussi « modernes » qu'elles le prétendent. On serait dans un post-modernsime y compris en archéologie ?

L'archéologie ne se prête que très peu à des réflexions épistémologiques comme si l'archéologie n'en était pas capable ou bien comme si elle le craignait ce que cela pourrait révéler d'une archéologie restée largement traditionnelle tant dans ses méthodes que dans ses concepts fondamentaux, dans ses modalités de travail, de collaboration.

Il serait probablement nécessaire que la formation académique des archéologues intègre une formation à la réflexivité, à l'épistémologie, à l'innovation, à des notions comme les paradonnées, etc.

Oscar indique s'intéresser à la sémiotique de Pierce et à l'agentivité sociale des « objets » qui sont aussi des sujets et qui nouent des relations sociales avec les autres sujets que sont les acteurs.

Face au manque de réflexions et de débats sur les conséquences épistémologiques des outils et pratiques numériques qu'Oscar constate, il pense que cela laisse de la place à des leurres et à des affirmations gratuites et faciles. C'est le cas de la photogrammétrie et de la qualité de ses restitutions qui est très peu discutée et vient habiller d'une sorte de scientisme des discours prétendant à un effet de vérité scientifique alors qu'il s'agit d'un effet de réalisme dont la qualité et le niveau d'erreur ne sont que très peu explicitement fournis. La 3D suscite beaucoup de débats contradictoires mais surtout elle n'est que très peu interrogée alors qu'elle pose beaucoup de questions. Les techniques numériques en général semblent disposer d'une sorte d'aura qui les rendent fascinantes et leur permettent de faire accroire qu'elles seraient en capacité à produire des savoirs archéologiques à forte valeur de vérité scientifique alors que leur mise en œuvre est souvent réductrice et peu encline à s'interroger sur ses propres limites et ses propres leurres qu'elle peut générer.

[81] Bruno Latour, *Nous n'avons jamais été modernes.* Paris, La Découverte, 2006, 210 pages

Entretien avec : Nicolas Genis, Université de Lille, EFA
Date de l'entretien : 13/06/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 09h00
Heure de fin de l'entretien : 11h00

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 33 ans
- Parcours hybride, a commencé par 3 ans de classes préparatoires en lettres classiques
- A été admis en master de lettres classiques à l'ENS de Lyon
- A obtenu l'agrégation en lettres classiques en 2012
- Durant ses études à l'ENS, il a découvert l'épigraphie en 2010 dans un séminaire dédié à cette discipline à l'Université Lumière Lyon 2
- A choisi de travailler en master 2 puis en thèse avec la professeure qui donnait ce séminaire
- S'intéresse à la place des objets porteurs des inscriptions dans l'espace urbain
- A été recruté en 2017 pour 4 ans à l'EFA sur un dossier proposant l'étude du rempart urbain d'Apollonia d'Illyrie, une cité grecque en Albanie : missions d'étude architecturale et fouilles
- A participé à divers chantiers archéologiques en France dont le chantier de Lattes, puis à plusieurs chantiers en Grèce et en Albanie
- Depuis 2021, a été recruté comme maître de conférences en histoire ancienne et humanités numériques à l'université de Lille dans une unité de recherche sur les mondes anciens avec des littéraires et des archéologues (UMR 8164 HALMA = Histoire, Archéologie et Littérature des Mondes Anciens)
- Continue à travailler sur l'étude du rempart d'Apollonia

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Nicolas indique qu'il a toujours eu un attrait pour les outils numériques.

Au cours du séminaire d'épigraphie, il a découvert des outils numériques dédiés à l'étude épigraphique, non seulement d'inscriptions mais aussi de leur support. Il a été formé à l'encodage XML/TEI, à la reconnaissance de formes sur des images, aux SIG, à la photographie, etc.

C'est essentiellement par l'autoformation qu'il a acquis ses compétences numériques

Il a néanmoins suivi des formations courtes sur l'encodage en EPIDOC et XML/TEI (workshop), sur les SIG et QGis en particulier. Ces formations ont eu lieu pendant sa formation universitaire lors du séminaire d'épigraphie, pendant son doctorat, à l'EFA (en France et à l'étranger).

A partir de 2018, il a aussi bénéficié du transfert de compétences de la part d'une collègue formé à la photogrammétrie dont il a découvert le potentiel. Il a été particulièrement sensibilisé aux besoins de qualité et de précisions liés à cette méthode.

Lorsqu'il était en doctorat, il a assuré un tutorat numérique pour des étudiants de master en lettres classiques, notamment sur des référentiels de temps et d'espace pour l'Antiquité (frises spatio-temporelles).

Depuis son recrutement à l'université de Lille, Nicolas propose quelques cours sur la gestion de corpus de données historiques et de leurs métadonnées.

Il aimerait aller plus loin et former des étudiants dans le cadre des études sur le rempart d'Apollonia.

Nicolas a l'impression qu'il y a un fait de génération des pratiques numériques. Ce sont plutôt les gens formés aux outils numériques à l'université qui en ont un usage raisonné et raisonnable, parce qu'ils ont été sensibilisés aux limites de ces outils.

Pour les personnes plus âgées qui n'ont pas suivi ce type de formation, certaines ont tendance à dévaloriser les outils numériques, considérant qu'ils n'apportent rien de nouveau. D'autres s'y sont mises tardivement mais de façon assez volontariste.

Pour autant, Nicolas reconnaît que l'effet de génération ne se vérifie pas systématiquement.

Enfin, parmi les utilisateurs, même parmi des jeunes, certains ne maîtrisent pas vraiment les principes de base de leurs pratiques numériques. Nicolas cite l'exemple de l'usage de la photogrammétrie sur le site d'Apollonia où de nombreux relevés et modèles ont été réalisés mais dont il n'est déjà plus possible de les réutiliser parce que les données ne sont pas de qualité ou ne sont plus accessibles.

On peut ajouter que les étudiants, considérés aujourd'hui comme des *digital natives*, ne maîtrisent pas l'environnement numérique comme un espace de travail, avec toutes les conséquences que cela engendre sur certains apprentissages liés à des outils ou des pratiques professionnelles précises (ils maîtrisent très bien les smartphones et les réseaux sociaux, beaucoup moins bien l'ordinateur et les logiciels de travail). Les enjeux de la formation au numérique sont colossaux.

Nicolas se dit sensibilisé aux besoins de précision. Il a ainsi pu modifier les pratiques de relevé par photogrammétrie sur le site sur lequel il intervient en faisant en sorte que les objectifs de l'usage de cette méthode soient clairement établis.

Pour le remplacement des relevés architecturaux, Nicolas souligne que la photogrammétrie n'est pas encore en mesure de se substituer entièrement aux relevés traditionnels. Ainsi, le modèle 3D général du site d'Apollonia n'est pas encore complet et Nicolas n'a pas encore pu y accéder.

Dans l'étude du rempart d'Apollonia, Nicolas n'a pas accepté que les relevés soient faits par des personnes ne disposant pas des compétences d'architecte. Il a obtenu d'embaucher un architecte capable de produire des relevés, même s'il s'est appuyé sur des relevés numériques. Les relevés participent de la compréhension des structures à relever. Le travail avec l'architecte est donc indispensable. Il ne faut donc pas que les relevés numériques comme ceux nécessaires en archéologie du bâti, soient faits par des opérateurs sans compétence, ni expertise métier du relevé architectural.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Pour Nicolas, les outils numériques sont une sorte de marque de la modernisation de l'archéologie. De même, voilà quelques années, les SIG étaient un mot-clé à placer dans tous les projets présentés à l'EFA.

Nicolas souligne qu'il y a dans les discours des formes d'injonction au numérique qui, pour autant, ne se sont pas encore traduites par une évolution en profondeur de l'offre de formation aux outils numériques.

Nicolas souligne donc la nécessité de compléter la formation aux outils numériques à l'université, que ce soit pour les historiens ou pour les archéologues.

En licence à l'université de Lille, Nicolas intervient dans des TD consacrés aux méthodes et outils numériques. Lors de ses interventions, Nicolas a toujours le souci de distinguer les outils et les usages.

Il faut que les étudiants soient formés à la démarche avant d'être formés à des outils. La démarche c'est ce que Nicolas considère comme étant les humanités numériques. Si les logiciels évoluent à l'avenir, les étudiants pourront s'adapter à d'autres outils parce qu'ils maîtriseront la démarche des humanités numériques.

De même en formation continue, il reste à faire un travail considérable de conception d'une offre de formations adaptées. Si ces formations doivent comprendre des éléments de présentation générale, il faut que les intervenants déclinent leurs formations sur des données propres au domaine de l'archéologie et de l'histoire.

Sur les compétences numériques en archéologie et histoire, il faudrait peut-être que soient reconnus la nécessité de faire émerger certains métiers spécifiques aux outils numériques (comme la photogrammétrie). Mais les métiers de l'archéologie et de l'histoire doivent aussi disposer de compétences numériques minimales (en géomatique, en photogrammétrie, etc.) pour être capables d'avoir une compréhension minimale de ce que permettent ces outils et méthodes. C'est pourquoi, Nicolas est favorable au fait que des compétences numériques minimales soient requises lors du recrutement sur des postes d'enseignement et de recherche dans les sciences historiques et en archéologie.

Concernant l'ouverture des données, Nicolas s'y dit plutôt favorable. Il a l'impression qu'on en parle beaucoup. Mais de nombreuses personnes y sont encore opposées, parce que cela modifie le parcours traditionnel de la publication scientifique. A titre d'exemple, Nicolas est favorable à la publication des photos du rempart d'Apollonia mais seulement après la publication de la monographie.

Le mouvement de la science ouverte, ses enjeux, nécessitent encore d'être mieux explicités auprès des acteurs concernés, car une part importante a encore la crainte de publier ses données en licence ouverte.

Il faudrait aussi que la publication de données ouvertes puisse apparaître sur les CV et participer de la reconnaissance des compétences numériques lors des processus de recrutement.

Pour Nicolas, la publication des données ne devrait pas être déléguée à des éditeurs scientifiques. La question est donc qui doit être en charge de la publication des données ?

Concernant les complémentarités avec les métiers du numérique, il faudrait que les responsables des projets de recherche en humanités numériques (historien, archéologue) connaissent ce qu'il est possible de faire avec tel ou tel outil numérique mais sans se substituer pour autant à des informaticiens. Pour autant, selon l'ampleur des projets dont il s'agit, les chercheurs en SHS peuvent se débrouiller seuls sans mobiliser un collaborateur provenant des métiers du numérique.

Pour ce qui est des formes de valorisations des résultats de recherche en histoire et archéologie qui s'appuient sur des supports de médiation numérique, elles doivent veiller à ne pas être faites sans souci de qualité scientifique.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Sur la répartition du travail autour des outils numériques, Nicolas reconnaît qu'il peut y avoir des formes de réorganisation du travail dans les équipes de fouille.

Par ailleurs, Nicolas souligne l'aspect chronophage de la formation aux outils numériques. A l'échelle d'un projet de recherche, ce temps de formation peut être conséquent.

Il y a aussi des besoins en investissement, parfois importants, notamment en photogrammétrie (achat de licence du logiciel Metashape, d'ordinateurs adaptés).

Enfin, se pose le problème de la maintenance des plateformes de diffusion des corpus de données numériques ou encore celui des besoins de curation des données.

Nicolas cite une anecdote concernant des archives photographiques sur la mission du site d'Apollonia qui ont été déposées à l'EFA. Jusqu'en 2005, les responsables des missions versaient les pellicules afin de récupérer les tirages des photographies. Entre 2006 et 2016, ces pratiques ont évolué. Les photographies numériques n'ont plus été versées parce qu'elles avaient été prises en mode numérique exclusivement jusqu'à ce que Nicolas les récupère et les verse rétrospectivement aux archives.

Les formations aux méthodes et outils numériques devraient absolument former à des bonnes pratiques qui devraient aborder notamment les notions de propriété de données., de licence de publication, d'archivage pérenne et de réutilisabilité des données.

Un autre des risques à éviter est de travailler seul en pensant qu'on maîtrise suffisamment les outils numériques nécessaires. Or, par exemple, la prise de photographies par les archéologues n'est pas la même que celle de photographes de métier.

Enfin, une autre difficulté est la reconnaissance des compétences numériques et à leur prise en compte dans les processus de recrutement et dans l'avancement des carrières.

Nicolas finit par la question de l'administration de la preuve par le relevé numérique. Nicolas pense que le numérique ne peut pas constituer seul une preuve du discours archéologique.

Entretien avec : Alix Gibaud, Service d'Archéologie préventive du département de l'Allier
Date de l'entretien : 09/03/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h30
Heure de fin de l'entretien : 12h30

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 28 ans
- A commencé par une licence de géologie à l'université d'Aix-Marseille entre 2011 et 2014 pendant laquelle il s'est intéressé à la paléontologie avec de bons professeurs
- A participé en 2012 à une fouille paléontologique programmée sur le chantier d'Angeac -Charente
- Dans l'équipe de fouille, des personnes lui ont parlé de fouilles préhistoriques
- A participé au fouille du Piage en 2013 avec J-G. Bordes
- Sur cette fouille, il a rencontré des gens qui lui ont parlé du master de Préhistoire à Bordeaux qu'il a suivi en 2015 et 2016
- En 2013, il a fouillé uniquement en préhistoire sur des opérations d'archéologie programmée
- En master 2, il a fait un stage à l'Inrap Grand Sud-Ouest pendant lequel il a participé à un diagnostic en Dordogne
- Après le master, il a souhaité faire une thèse mais il a dû se rapprocher de l'université d'Aix-Marseille où J-P. Bracco a accepté de l'encadrer. Mais le sujet de la thèse a été long à monter. Grâce à J-P. Bracco, qui connaissait le responsable du Service d'Archéologie Préventive Départemental de l'Allier (SAPDA), il a pu rentrer dans ce service en thèse en contrat CIFRE.
- Pendant 2 ans, il a recommencé à travailler avec Michel Brunet sur le centre archéologique Inrap de Campagne. Il a aussi obtenu plusieurs contrats en géomorphologie et géoarchéologie à l'UMR PACEA.
- Juste avant de commencer sa thèse en 2018, il a participé à une fouille préventive à Angoulême
- Il a commencé sa thèse en octobre 2018 et devrait remettre le mémoire de thèse en septembre

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Au collège, au début des année 2000, Alix a suivi une formation d'initiation à l'informatique qui lui ont permis de rentrer en contact avec les outils numériques. Au lycée, il devait y avoir aussi ce même genre d'initiation

A l'université, en licence de géologie, Alix a suivi quelques cours sur les SIG. En revanche, en master il n'a pas eu de formation. Il a donc eu à s'autoformer pour l'essentiel et au contact de ses directeurs de mémoire

Lorsqu'il a eu des contrats à l'UMR PACEA, de même lors de sa thèse, Alix a pu suivre quelques formations, sur des outils de bureautique, sur QGis, Adobe Illustrator et la Suite Office. Ces formations étaient assez bien faites.

Au contact de ses collègues au SAPDA, Alix a eu à se mettre à l'utilisation d'In Design avec l'usage d'un gabarit propre au SAPDA

Lors de sa participation à des chantiers d'archéologie programmée sur le département de l'Allier, il a pu présenter ses pratiques de terrain mais pas sur les outils numériques

Lors des périodes de confinement en raison de l'épidémie, les relations d'Alix avec d'autres chercheurs du LAMPEA et ses projets de visites au laboratoire ont été très réduites

La première différence observée par Alix, est une différence générationnelle. Les jeunes qui sortent de master autour de 25 ans semblent plus à l'aise avec les outils numériques. Les plus âgés des collègues d'Alix, dans leur ensemble, semblent moins instinctivement habiles avec les outils numériques.

Alix a le sentiment qu'une partie des agents en poste au SAPDA peuvent être un peu critique sur certains logiciels.

Entre le LAMPEA et le SAPDA, Alix souligne une différence dans les pratiques.

Le SAPDA a récemment acheté des tablettes numériques, et il semble que les utilisateurs sont assez satisfaits de ces matériels car elles permettent de gagner du temps. Sur le terrain, les agents équipés de tablettes utilisent la solution ODS pour l'enregistrement de terrain qui donne satisfaction. Par ailleurs, au SAPDA, deux des agents ont été formés récemment au télépilotage de drones dont une personne en charge de la cartographie.

Pour le LAMPEA, il semble qu'il y ait des usages de certains outils numériques qui cèdent à une sorte de mode. Peut-être est-ce dû à des choix imposés par certains responsables d'équipes au sein du laboratoire. Mais peut-être que les équipes de chercheurs du LAMPEA sont peut-être exposées au risque de voir une partie de leurs membres adopter des pratiques de plus en plus différentes selon que les chercheurs adoptent ou pas les outils numériques.

Au SAPDA, les personnels sont attachés à conserver un fonctionnement en équipe, et veillent à ne pas voir leurs pratiques trop se différencier.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Alix pense qu'il faudrait développer des formations aux outils numériques dès le début des années universitaires, sans forcément être formé de façon très poussée sur des logiciels, mais au moins une présentation des possibilités offertes par ces outils.

Alix estime aussi qu'il ne faut pas tomber dans l'accumulation massive des données, et qu'il faut développer une réflexion sur la production de données et leur justification.

Au SAPDA, la tendance est à la systématisation de la production d'orthophotographies. Ce n'est qu'ensuite que le choix est fait de conserver les données les plus nécessaires.

Sur l'impact écologique des pratiques numériques excessives, Alix signale un de ses collègues qui est sensible à ce genre de réflexion mais il est assez isolé pour l'instant.

Alix considère qu'il faut que les professionnels de l'archéologie maîtrisent un socle minimum de compétences numériques à la sortie de l'université et ensuite, selon les besoins, des compétences numériques supplémentaire doivent pouvoir être acquises.

Pour Alix, il faut conserver l'idée que les productions et les images issues de l'usage d'outils numériques ne doivent pas devenir le cœur des réalisations des archéologues.

Pour certains agents qui sont moins à l'aise avec les outils numériques, il semble que le service comme le SAPDA.

Concernant l'ouverture des données de l'archéologie, Alix mentionne son propre cas. A l'issue de sa thèse, il va bientôt rapporter au CCE les collections sur lesquelles il a travaillé. Stéphane Renault du LAMPEA lui a suggéré le fait de publier ses données sur une future plateforme permettant de publier des jeux de données avec des métadonnées associées.

Alix n’aura pas le temps de faire cela d’ici la fin de sa thèse mais il essaiera de le faire après.

Pour le compte du SAPDA, Alix a ouvert un compte sur HAL pour les publications du service.

Concernant les relations de l’archéologie avec les disciplines spécialisées dans les sciences de l’information, Alix a le sentiment que des échanges ont lieu au moins dans certaines équipes et pour certains projets. Mais cela n’est pas forcément à systématiser. L’archéologue doit conserver la maîtrise des pratiques sur ses données. Alix souligne la nécessité de conserver un certain regard critique sur les résultats de modélisations, pour lesquelles les chercheurs n’ont pas forcément un contact direct avec le matériau. Cela peut fragiliser les résultats présentés dans certains cas.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Alix souligne que devant le peu de postes existants en archéologie, il ne faudrait pas que les nouveaux postes créés soient trop consacrés au traitement des données comme des *data scientists*. Il faudrait une réflexion en amont pour la justification de tels postes, dans un souci d’interdisciplinarité et sans léser les archéologues de formation.

Alix voit aussi des difficultés à pouvoir suivre des formations à certains outils numériques pour lesquels il n’existe pas de formation ou pas de formations toujours adaptées aux besoins des archéologues. En revanche l’offre de formation des écoles doctorales semblent mieux adaptées.

Alix souligne le risque que, à long terme, les savoirs archéologiques sous forme numérique ne soient plus accessibles. Cette fragilité du monde numérique mériterait d’être davantage prise en compte par les organisations de l’archéologie. Pour Alix, le rapport imprimé est une forme d’archivage pérenne. En revanche, pour les données rien n’est assuré.

Entretien avec : Pascal Gibut, Chartres Métropole
Date de l'entretien : 12/11/2021
Modalité de l'entretien : par téléphone visio
Heure du début de l'entretien : 14h30
Heure de fin de l'entretien : 16h00

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 59 ans
- 1988 : D.E.S.S. de méthodes physiques en archéologie et muséographie
- 1987 : Maîtrise d'histoire de l'art et archéologie (Etudes supérieures effectuées à l'UER de Lettres et Arts de l'Université de Bordeaux III-Montaigne à Talence/France)
- 1981 : BAC C (scientifique).
- Conservateur du patrimoine- spécialité archéologie - non titulaire
- CDI à Chartres Métropole (employé depuis 2005 pour la ville de Chartres puis Chartres Métropole) activité : responsable d'opérations archéologiques (principalement en archéologie préventive, milieux urbain et rural)
- ATF de 1988 à 1990, puis RS et RO de 1991 à 2004 (pour l'AFAN et différents opérateurs publics, parapublics ou privés en France ou à l'étranger).
- Chargé de TD d'analyse par fluorescence X (vacation CNRS à l'Université de Bordeaux III) en 1986 - 1987
- Mission de prospection au Maroc pour le laboratoire du CRIAA (CNRS/Univ. Bx III, financement AMOPA) en 1985

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Pascal a fait évoluer ses pratiques selon l'évolution des matériels et des connaissances.

Au lycée il a été initié à la programmation et à la résolution de calculs sur calculatrice Ti 57 (1979-1981)

En faculté (du DEUG au DESS) il a eu des notions de programmation en langages Cobol (Cobol - 85) et Pascal (Turbo Pascal).

Il a aussi découvert le traitement de texte, les tableurs et les logiciels de DAO (Adobe Illustrator), ainsi que le traitement sur MAC, PC de données d'analyses par fluorescence X (1982 - 1988) puis par thermoluminescence (1984 – 1988)

Il a utilisé diverses suites de logiciels de bureautique à partir de 1988 (sur MAC ou PC) puis les logiciels de base de données (File Maker) à partir de 1992

Il a été formé aux levés topographiques (1992-1996) sur théodolite laser Kern Swiss

Puis il a découvert l'intérêt des échanges de données dématérialisés par internet à partir de 1998 (sur MAC puis PC)

Il a utilisé l'internet à partir de 2005 (au moins via le site "archeologie.chartres.fr") puis a utilisé beaucoup les plateformes de publication sur internet depuis 2009 (comme *OpenEdition*, AdlFI), puis les référentiels comme Dublin Core.

Sur les chantiers de fouilles, il a pratiqué un doublement des photographies argentiques et numériques (2005-2015)

Il a suivi une formation en programmation File Maker 8 en 2007 mais il n'a finalement utilisé ce logiciel qu'en mode utilisateur de BD et non en mode programmation

Il a été sensibilisé au nouveau portail pour les DICT à partir de 2013

Il a suivi une formation en interne sur la en PAO en 2013 aussi.

Les autres formations qu'il a suivies concernent les logiciels libres GIMP et Inkscape en 2014.

Concernant les photographies, celles-ci sont désormais acquises seulement en mode numérique depuis 2016.

L'enregistrement informatique effectué directement sur le terrain s'appuie sur l'usage de tablettes tactiles pour l'enregistrement des US et des photographies depuis 2018 pour les opérations importantes, l'enregistrement sur papier étant conservé pour les petites opérations.

Il a suivi une formation en interne sur les SIG et le logiciel QGis en particulier en 2019.

Pascal affirme qu'il est d'un esprit curieux. Il a eu un parcours international et national qui n'a donc pas été très fortement géolocalisé sauf dans les dernières années où il s'est concentré sur le pays chartrain.

Sur l'effet générationnel, l'équipe de l'agglo présente une moyenne d'âge d'environ une quarantaine d'années pour plus d'une quarantaine de personnes.

Avec le passage du service de la ville à l'agglomération, le nombre d'agents n'a pas beaucoup évolué alors que les surfaces potentiellement menacées sur l'agglomération sont plus importantes que celles de la ville. Cependant l'espace rural est moins menacé (moins d'activité préventive car moins d'aménagements prévus) que celui de la ville de Chartres ou des gros bourgs de l'agglo.

Pour les plus jeunes de ses collègues, Pascal constate une meilleure pratique des différents instruments liés au monde numérique qui montre une facilité plus grande, donc un gain de temps, surtout sur un plan ergonomique.

Par ailleurs, ces agents ont souvent une confiance assez grande dans leurs pratiques numériques, mais qui peut se révéler source d'erreurs. A l'inverse les représentants des classes d'âge plus avancées ont souvent une confiance moins grande dans leurs pratiques numériques, ce qui les conduit à les contrôler plus souvent, le gain de temps en est réduit d'autant.

Concernant les produits auxquels ils parviennent, il y a là aussi une différence entre les générations. Les agents les plus âgés feront davantage confiance à des informations publiées dans des revues de rang A alors que les plus jeunes font autant confiance à des informations disponibles sur Internet sans forcément faire preuve d'une lecture critique, ou d'une recherche de croisement de sources d'informations ou d'une recherche de l'origine de l'information.

Sur les gains de temps que peut procurer l'usage du numérique sur le terrain, Pascal souligne trois points qu'il considère essentiels et incontestables :

Facilité des traitements statistiques

Accessibilité aux données grâce à la dématérialisation et aux bases de données

Rapidité de la communication tous azimuts

A l'inverse, il souligne les inconvénients suivants :

Perte de la précision d'une partie des informations de terrain par l'usage de formulaires de saisie qui visent à permettre une saisie plus rapide mais moins enrichie

Perte de données sur le long terme. La donnée numérique peut être plus rapidement perdue dès la sortie du terrain par rapport à la donnée acquise manuellement sur un autre support. Ainsi, avec le temps, la donnée manuelle semble plus pérenne que la donnée numérique. Des années 80 à aujourd'hui, soit en 40 ans, supports technologiques et systèmes informatiques n'ont cessé d'évoluer. Cela peut conduire à la difficulté de lecture de certaines données (obsolescence des matériels, incompatibilité des versions de logiciels... surtout avant 1995), à leur perte partielle ou du temps perdu à les "régénérer", voire à leur perte définitive si elles n'ont pas été au moins imprimées une fois! Le standard PDF/A apparaît seulement en 2005! Sans commentaire en comparaison de la documentation constituée sur papier/calque avec crayon ou même la pérennité reconnue jusqu'à aujourd'hui du film diapo Ektachrome produit depuis les années 50-60!

Tri des sources : l'information de base se trouve dans les SRA, voire à l'Inrap, et dans les services de collectivités ou chez les opérateurs privés. Mais il faut être capable de faire le tri dans les grandes masses d'informations d'emblée disponibles de façon dématérialisée...ou non et en tout cas hétérogènes. Le Consortium MASA (né en 2012) veut faciliter cette interopérabilité des données et leur diffusion en leur donnant plus d'homogénéité ce qui passera par une dématérialisation totale, une "redigestion" (création de référentiels et langages communs) au moins pour la création de corpus.

Pour parler de l'enseignement, Pascal souligne la place que la déontologie et l'exercice d'un esprit critique doivent dans les pratiques numériques actuelles.

Lors de sa formation à l'université, Pascal se souvient que ses enseignants insistaient sur l'esprit critique dont il fallait être capable face à des outils et des données numériques. Pascal précise qu'il ne connaît pas l'enseignement actuel dans les universités d'archéologie sur les pratiques numériques, mais il a le sentiment que l'enseignement actuel des jeunes archéologues ne les sensibilise pas beaucoup au développement d'un esprit critique par rapport aux outils et données numériques, celles qu'ils utilisent ou celles qu'ils produisent.

Il faut que les travaux qui se penchent sur ces formes de difficultés, ou de dérives, en particulier dans les MSH, poursuivent leurs investigations dans ces domaines.

Pour les opérations archéologiques du service de Chartres Métropole, selon la taille des opérations, un minimum d'enregistrement de terrain sera fait de façon nativement numérique pour des informations récurrentes ou des outils utilisant des modules informatiques (appareils photos numériques, topographie...). Mais Pascal invite ses collègues à utiliser une partie de leur temps pour produire des minutes de terrain qui complètent utilement les acquisitions dématérialisées. Ces relevés des minutes se prêtent à un travail de réflexion qui prend du temps qui ne va pas dans le même sens que la saisie rapide que permettent des formulaires de saisie numérique des données sur les unités d'enregistrement.

Pour Pascal, ce sont donc des pratiques hybrides qui sont mises en œuvre, non pas par manque d'outils numériques, mais par des choix conscients conditionnés d'une part par la nécessité d'une réflexion, du temps d'appropriation de la donnée, et d'autre part par la possibilité de saisir rapidement certaines données qui ne demandent pas beaucoup de réflexions.

Pascal reconnaît que si les formations aux outils numériques permettent de passer en revue les possibilités de tel ou tel outil, il est clair que les pratiques sur le terrain ne sont pas une mise en œuvre parfaite et complète de ce qui a été vu en formation. Les agents intègrent une partie de ce qu'ils ont appris et l'adoptent en l'adaptant (intégrant autant ce qui a été vu en formation que les compétences acquises ou développées visibles dans le même domaine chez les autres agents).

Concernant l'évolution des pratiques qui tend à reléguer les logiciels propriétaires au profit des logiciels libres, Pascal souligne que certains agents résistent à ces changements, considérant qu'ils ne

retrouvent pas dans les logiciels libres ce dont ils disposent sur les logiciels propriétaires qu'ils maîtrisent parfaitement.

De même, entre utilisateurs de Mac et de PC, Pascal se souvient d'opposition entre agents, avec des formes de réticence ou au contraire d'envie d'aller plus loin à l'occasion de changements de technologies ou de type de logiciels.

L'effet collégial l'emporte le plus souvent pour faire adhérer les plus rétifs aux nouvelles pratiques. En cela, l'usage d'outils numériques est véritablement un fait social avec son fonctionnement dynamique, qui évolue dans le temps...probablement trop vite pour certains. Derrière cela, il y a aussi une dimension économique puisqu'en matière de logiciels, il s'agit de ne plus avoir à payer des licences et à les remplacer par des licences gratuites.

Bien sûr, à terme, l'enjeu est celui d'une interopérabilité entre données et entre outils numériques.

3. **Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques**

Il faudrait viser à développer l'esprit critique et travailler à (re)donner une place à la déontologie dans les pratiques numériques des archéologues.

Il faudrait par exemple inviter les chercheurs à se poser davantage de questions dans ces domaines. Cela pourrait faire l'objet d'enseignements, de formations, que ce soit à l'université ou tout au long de la vie.

Les compétences numériques semblent suffisamment reconnues, que ce soit en France ou à l'étranger. Le jugement par les pairs et l'évaluation par les publications semblent en mesure de bien reconnaître les compétences numériques des chercheurs.

Concernant l'ouverture des données de l'archéologie, Pascal considère que c'est un vieux serpent de mer. Là aussi, il s'agit de faire preuve d'esprit critique et de pratiques respectueuse de principes déontologiques.

Pascal évoque l'exemple d'une découverte archéologique majeure faite par un ancien responsable de service que celui-ci mettait du temps à publier avec tous les éléments du contexte comme il se doit. Un autre chercheur, ayant eu connaissance des éléments de base de cette découverte, a fait une publication majeure, sans contacter l'inventeur mais en citant sa source.

Dans un autre exemple qui le concerne directement, Pascal a refusé de transmettre une information à un autre chercheur qui l'a sollicité pour publier une donnée, sans que celle-ci ait été validée dans un processus d'évaluation par les pairs. Il lui a transmis aussitôt après le processus de validation.

Pascal reconnaît que peu de personnes de son service connaissent suffisamment les dispositions législatives et réglementaires en vigueur concernant la propriété intellectuelle.

Pascal a fait la démarche d'échanger avec des professionnels d'autres champs disciplinaires confrontés à des problématiques similaires (archives, bibliothèques, musées, laboratoires) mais probablement en raison de son parcours académique et professionnel. Il a le sentiment que de telles pratiques pluridisciplinaires sont loin d'être systématiques dans la communauté des archéologues. Sur ce point, Pascal pense que les travaux en transversalité méritent d'être encouragés, avec des musées, des services d'archives, en allant vers davantage d'interopérabilité, et en s'appuyant sur des structures comme le Consortium MASA qui profitera aussi de ces échanges.

4. **Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner :**

Les contraintes majeures restent les mêmes, avant et après le numérique, ce sont surtout des contraintes économiques pour acquérir des données qui vont être détruites et dont on essaye de conserver au mieux le souvenir. Il est plus facile d'investir dans des logiciels et des serveurs que dans des postes

de personnels. Il convient donc de bien connaître les contraintes qu'imposent le numérique pour en mesurer la valeur et les enjeux.

Il faut s'interroger sur le cycle de des données archéologiques, selon le contexte culturel et sociétal dans lequel elles ont été acquises.

Il faudrait donc développer des études de nature épistémologique et de philosophie des sciences pour appuyer ces réflexions.

La diversité croissante des études archéologiques pose problème. Elle va continuer à croître alors qu'on n'aura peut-être de plus en plus de mal à gérer des savoirs, des données, des mobiliers, des documents qui prennent de plus en plus de place tant dématérialisée (sur les serveurs, les bases de données, le Cloud...) que physique (dans les CCE particulièrement). Faut-il tout conserver ? Si non, quels seraient les critères de sélection entre ce qui devrait être conservé et ce qui pourrait être éliminé. Ce genre de réflexions a déjà eu lieu pour les données physiques des CCE, mais les décisions (hésitations en échantillonnage et "ensilage") se sont déjà révélées inopérantes car les "collectes" sont de plus en plus massives pour répondre aux diverses sciences si bien que les problèmes sont récurrents (on condamne quelques *tegulae* et des fragments de clous en fer forgé gallo-romains d'un côté mais on prélève de plus en plus de "terres" vouées à des analyses diverses à réaliser dans un avenir plus ou moins proche). Il faudrait se tourner vers les services des archives qui ont déjà conduit ce genre de réflexions et qui ont fait des choix (parfois regrettés aujourd'hui avec le recul et l'évolution des besoins sociétaux) dont l'archéologie pourrait s'inspirer pour guider les siens dans la meilleure direction en gardant bien en vue la finalité du métier d'archéologue.

5. Autres points et commentaires

L'archéologue, outre la patience, doit cultiver un esprit curieux, critique et...visionnaire!

La révolution, en marche depuis les années 50, de la microélectronique et du numérique ne peut que l'y aider.

Entretien avec : François Giligny, Professeur d'Université, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne
Date de l'entretien : 11/01/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h30
Heure de fin de l'entretien : 12h15

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 54 ans
- Coopérant VSNA au Service des Monuments Historiques du Bade-Württemberg (1987–1988) et archéologue contractuel (1987)
- Doctorant allocataire de recherche et Moniteur de l'Enseignement Supérieur à l'Université de Paris 1 (1989-1992) puis ATER à l'Université de Paris 1 (1992-1994)
- Doctorat de Protohistoire européenne, oct. 1993, Université de Paris 1
- Archéologue Responsable d'opération à l'Afan (1994-1997)
- Maître de Conférences à l'université de Paris 1 de 1997 à 2009
- Habilitation à diriger des recherches, déc. 2007, Université de Paris 1
- Professeur des universités depuis sept. 2009 à Paris 1 Panthéon-Sorbonne, spécialité Théories et méthodes de l'archéologie, section 20 du CNU
- Création et co-Direction du Master 2 Professionnel d'archéologie de l'université Paris 1 (2006-2016).
- Co-direction du parcours du Master Patrimoine et musées « Valorisation et médiation du patrimoine archéologique » (VMPA), co-direction du parcours « Ingénierie de l'archéologie préventive et programmée » depuis 2016-2017
- Membre de l'équipe de recherche : UMR 8215 TRAJECTOIRES (Paris 1- CNRS), MAE, Nanterre

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

François a commencé à utiliser des dispositifs numériques pendant ses cours de licence en archéologie et les cours spécialisés de F. Djindjian (cours de méthodologie de DEA en informatique et mathématiques appliquées). Il a commencé à utiliser des logiciels de traitement de texte au début des années 1985/1986 et le langage de programmation FORTRAN ou les logiciels de la suite SAS pour les statistiques sur serveur IBM de l'université au centre de calcul du CNRS (CIRCE)

Il a suivi ses premiers cours sur les SIG en 1993-1994.

Pour la 3D, il n'a suivi aucun cours, il s'est largement autoformé. Il s'est aussi formé à la photogrammétrie et la lasergrammétrie avec ses collègues du laboratoire.

En 2014, il a pris la suite des cours de F. Djindjian, parti à la retraite.

Il a engagé une collaboration avec la société Digitage et a pu travailler sur la numérisation de collections de mobiliers archéologiques.

Le cours intitulé « archéologie numérique : du terrain à la réalité virtuelle » a été créé en 2008 failli être fermé en raison d'un manque d'étudiants. Des TD avaient été organisés avec l'Ecole des Mines par F. Djindjian mais cette expérience a été arrêtée, car trop difficile à suivre pour les étudiants.

Sur les cours de méthodologie qu'il assure actuellement, il a en charge désormais surtout la partie théorique sur la 3D et sur les statistiques, les aspects pratiques qu'il a assuré durant près de 15 années étant assurés par d'autres intervenants.

Aujourd'hui, le cours « archéologie numérique : du terrain à la réalité virtuelle » est désormais obligatoire pour les 3 masters professionnels dans lesquels François intervient et facultatif en master recherche en archéologie (en Patrimoine et musées « Valorisation et médiation du patrimoine archéologique », en archéologie « Ingénierie de l'archéologie préventive et programmée », en CRBC «Restauration des biens culturels »

Il a participé au suivi de mémoires de master en conservation restauration préventive où ces techniques numériques sont maintenant enseignées. François y croit beaucoup et considère que ces techniques doivent être maîtrisées absolument non seulement par les futurs archéologues, mais aussi en conservation-restauration. Il envisage d'ouvrir ce cours aux étudiants en histoire de l'art. François va donner la semaine prochaine une formation à la 3D dans le cadre de la nouvelle formation de l'EUR Archal. Même si cela ne concerne qu'une quinzaine d'étudiants, des doctorants pourront y participer.

François organise aussi des stages pour des étrangers notamment des médiateurs culturels en musée. C'est le cas de stagiaires égyptiens, en liaison avec deux autres universités européennes (projet Re-HeED: Reframing Heritage Education in Egypt) :

Pour des étudiants en master professionnel, les étudiants considèrent dans leur majorité qu'ils peuvent difficilement se passer de ces outils numériques.

Parmi les collègues de François, certains, qui partent à la retraite prochainement, considèrent que ces outils, n'apportent pas forcément une réelle valeur ajoutée, notamment la 3D. Mais ces réticences s'expriment de moins en moins.

Parmi les étudiants, il y a encore une certaine réticence dans les masters à la recherche, ce qui étonne François car ce devrait être surtout dans ces formations que les étudiants devraient être plus demandeurs. François trouve que certains étudiants manquent de perspicacité pour comprendre l'intérêt des outils numériques. Mais il n'a pas d'idée précise sur l'origine de ces réticences.

Concernant les usages des outils numériques, François considère que les étudiants en profil recherche (doctorants) semblent assez malins. Ils adaptent assez bien leurs usages des outils numériques à leurs besoins et à leurs contraintes. Certains étudiants disposent du certificat d'usage de drones et s'en servent pour leurs travaux de façon tout à fait adaptée. Pour certains, leurs compétences numériques leur permettent de se distinguer des autres. Ils observent que sur le marché de l'emploi il y a des opportunités d'emploi avec de telles compétences. C'est le cas aussi bien sur des chantiers programmés qu'en archéologie préventive.

François cite le cas d'une collègue responsable d'une opération d'archéologie programmée qui s'est révélée rétive à l'usage de la 3D probablement parce qu'elle sentait qu'elle pouvait perdre la main dans la maîtrise de cette technique pour leur terrain. Cette crainte ne semble pas exister chez la majorité des étudiants qui savent se servir de certains matériels, même très sophistiqués comme le scanner-laser.

François considère que l'archéologie n'a plus besoin de s'interroger sur elle-même comme une discipline moderne parce qu'elle a su adopter des techniques récentes. Dans les media, on voit très souvent des archéologues utiliser des outils et des méthodes numériques. François affirme que l'image des archéologues chez des responsables politiques et auprès du grand public, a bien évolué.

Dans l'ensemble, les étudiants sont bien formés pour utiliser correctement les outils numériques. En revanche, dans certains travaux de médiation et de valorisation, François a pu constater quelques cas de mésusages de certaines techniques numériques. François s'interroge ainsi sur l'utilisation de la technique de la 3D chez des sociétés de services dont les applications proposées en archéologie ou patrimoine de cette technique ne sont pas toujours justifiés.

François trouve qu'il y a beaucoup à gagner avec la 3D notamment dans certains domaines comme l'archéo-anthropologie et archéo-thanatologie dans l'étude des sépultures. C'est l'occasion de renouveler certains questionnements. François tient beaucoup à cet apport des techniques numériques au renouvellement des méthodes de l'archéologie. Les deux sont indissociables.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Sur la reconnaissance institutionnelle des pratiques numériques, les compétences numériques pourraient être probablement davantage reconnues dans les organisations professionnelles de l'archéologie.

Certaines institutions doivent avancer dans ce domaine en développant l'offre de formation continue des archéologues, notamment en collectivités territoriales.

François cite le cas de la mise en œuvre de techniques numériques dans des chantiers qui durent depuis plusieurs années ou dont les archives de fouille peuvent être exploitées autrement grâce à certains outils numériques. C'est l'occasion de renouveler les pratiques en cours sur des chantiers qui n'ont pas utilisé ces techniques jusqu'à maintenant. Des efforts de formation continue des responsables de ces chantiers leur permettraient probablement de mieux accepter et intégrer ces nouvelles techniques. François cite des travaux en cours d'étudiants avec le Ministère de la Culture sur les archives de fouille du Grand Louvre qui vont conduire B. Desachy à faire évoluer Stratibase et Le stratifiant et permettre de mettre au point une procédure de reprise de l'opérations qui n'ont pas été achevées ou n'ont pas été publiées.

Mais dans certaines publications traditionnelles de l'archéologie, les techniques numériques sont encore largement invisibles. C'est le cas des bulletins régionaux des SRA. Il reste donc à rendre davantage visibles ces techniques numériques dans l'ensemble des supports de publications des savoirs archéologiques récents. Des modules d'information et de sensibilisation seraient probablement utiles à mettre en œuvre pour amener des archéologues peu enclins aux outils numériques au moins à savoir les possibilités qu'offrent ces outils, sous réserve.

En matière de la recherche, l'ouverture des données de l'archéologie est fortement encouragée, tant à l'université qu'au niveau du CNRS.

Mais cela tarde parfois à se traduire dans les faits, ce qui peut révéler un certain conservatisme par les habitudes.

A l'université les étudiants sont formés aussi bien aux logiciels propriétaires qu'aux logiciels libres car c'est souvent indispensable lors de leur insertion professionnelle.

Pour l'ouverture des données de la recherche archéologique, François reconnaît qu'il n'a pas encore publié ses propres données en données ouvertes (c'est chose faite sur le Consortium HumaNum désormais avec le conservatoire 3D pour Paris 1 et le laboratoire Trajectoires : https://3d.humanities.science/). Cela demande du temps et nécessite de structurer les données avant de les publier en licence ouverte.

Au niveau du CNRA et du ministère de la Culture, il y aurait un besoin de réflexion sur des modèles de conservation à terme des données archéologiques et de les mettre à disposition en ligne de façon structurée.

Il manque donc un modèle institutionnel de structuration des données archéologiques numériques que le ministère de la Culture a lui-même beaucoup de difficultés à produire (cf. classeurs d'Anne Chaillou).

François croit en une production de données ouvertes sous forme collaborative. Pourtant il mentionne son projet de système d'information archéologique sur la vallée de l'Aisne qui ne rencontre pas le succès qu'il espérait.

François reconnaît que beaucoup d'archéologues ne connaissent pas les dispositions législatives et réglementaires en matière d'ouverture des données et des codes sources. Peut-être qu'il faudrait insister davantage sur ces points dans la formation à l'université des étudiants.

A quelques rares exceptions près, François constate que les archéologues sont encore assez loin des experts des sciences de l'information (chercheurs en informatique) peut-être parce que les archéologues sont très impliqués dans l'application des outils et non pas dans des problématiques de recherche en informatique. En matière de réalité virtuelle, des échanges sont déjà engagés comme les travaux auxquels participent J-B. Barreau. Ce sont donc des collaborations ponctuelles qui ont lieu. Peut-être qu'il conviendrait de développer davantage ces collaborations. Mais il ne faudrait pas que les archéologues soient contraints à des travaux préalables de numérisation de très grands volumes de données car l'archéologie ne traite que très rarement de tels volumes. Pour François, il n'y a pas de *big data* en archéologie. Il y a probablement plus d'intérêt à explorer des collaborations dans le domaine de la réalité immersive qui n'a pas les mêmes exigences.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

François souligne que ce sont surtout des difficultés institutionnelles, de formation et de meilleure valorisation des compétences numériques qu'il faudrait essayer de dépasser.

Pour François, en prenant son propre exemple, l'idée de fracture générationnelle n'existe pas. Des archéologues proches de la retraite ou déjà en retraite sont très à l'aise avec des outils numériques, alors que des jeunes archéologues le sont moins. Donc le critère de l'âge ne représente pas une difficulté.

Le risque existe de voir le travail sur les données numériques perçu comme une tâche en plus et non pas comme une évolution des tâches et des pratiques traditionnelles. Probablement la coexistence de méthodes et d'outils traditionnels et numériques continuera à être la règle dans la grande majorité des cas. Il cite le cas de la fouille sur le site de Vulci en Italie à laquelle il a participé avec Maurizio Forte[82]. Celui-ci voulait en faire un site d'expérimentation d'une archéologie sans papier. En fait, il a pu observer qu'une fouilleuse continuait à utiliser son carnet papier car elle n'arrivait pas à tout enregistrer sur tablette.

[82] Fondateur du DIG@Lab (for a digital knowledge of the past) à l'Université de Duke, Durham (Caroline du Nord) (http://diglab.duke.edu/)

Entretien avec : XXXXXXX, EFA
Date de l'entretien : 10/06/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 15h30
Heure de fin de l'entretien : 17h00

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 36 ans
- Voulait devenir paléontologue lorsqu'il était enfant
- A suivi un diplôme d'études professionnelles au Québec en mécanique automobile, un diplôme qu'il a obtenu en 2005, mais a travaillé dans le domaine des véhicules lourds
- A commencé à travailler dans ce domaine environ 8 ans
- A voulu changer de domaine et se tourner vers un travail plus intellectuel alliant travail de terrain et travail de laboratoire
- A repris des études, en commençant par une année de préparation de la licence en archéologie
- A suivi une licence en archéologie qui a duré de 3,5 ans à l'université Laval à Québec
- A fait un master en archéologie à l'université Laval à Québec en 2,5 ans jusqu'en décembre 2020
- A commencé un doctorat en décembre 2021
- Bénéficie d'un financement du gouvernement canadien (CRSH) pour un projet de recherche portant sur la mosaïque d'époque romaine pour la maison de Dionysos à Néa Paphos, Chypre
- Est membre de première année de l'EFA à Athènes où il se trouve depuis fin septembre 2021
- A participé à un chantier école avec l'université Laval au Canada ainsi qu'à diverses opérations de l'archéologie préventive
- A participé comme technicien de fouille sur un chantier de fouilles programmées en Guyane française sur le site de l'habitation Loyola[83] où il a été responsable de secteur la seconde année et de l'ensemble de l'opération la troisième année
- Il aide une collègue, ancienne membre de l'EFA, sur l'étude de céramologie sur le site d'Amathonte à Chypre

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

XXXXXXX affirme qu'il n'a pas un rapport très fort au numérique.

Sur le terrain, il n'a utilisé que la photographie numérique.

En fin de fouille, il a eu recours à une compagnie spécialisée dans l'enregistrement de photographies par drone en vue d'une restitution par photogrammétrie.

Lors de son mastère, XXXXXXX a découvert Adobe Illustrator à l'université.

[83] https://habitationloyola.org/

Mais pour les autres outils numériques, il a surtout bénéficié de la transmission de compétences d'une collègue qui maîtrisait Adobe Illustrator. Il a aussi beaucoup appris sur le tas en s'aidant de tutoriels sur Internet.

En octobre 2021, il a suivi une formation de 3 jours sur les humanités numériques, proposée à tous les nouveaux entrants du réseau des Ecoles Françaises à l'Etranger.

Pour l'usage des outils Adobe, XXXXXXX se dit autonome maintenant. Il peut aussi former des néophytes aux outils numériques qu'il maîtrise.

XXXXXXX n'a pas vraiment constaté que l'auto-apprentissage est le mode majoritaire dans le processus de formation des archéologues. C'est davantage la transmission entre collègues qui a prévalu.

XXXXXXX trouve que la photogrammétrie est un bon moyen d'enregistrement pour avoir une vue d'ensemble, et pouvoir travailler sous plusieurs angles.

La restitution est un autre domaine d'utilisation des dispositifs numériques. Il convient de distinguer entre ce qui a été trouvé et ce qui est restitué.

XXXXXXX considère que l'usage d'outils numériques peut être justifié scientifiquement lorsqu'il y a un travail de haute précision sur des bâtiments par exemple.

Mais il faut aussi concilier le travail de relevé traditionnel et le travail numérique. Les deux modalités devraient être complémentaires et non pas en concurrence.

XXXXXXX a le sentiment que les pratiques numériques se déploient mais sans être vraiment discutées.

Il considère que le numérique ne peut pas, ne doit pas se substituer aux pratiques et méthodes traditionnelles. Il faut faire du cas par cas, évaluer à chaque fois en quoi les outils numériques apportent un réel bénéfice par rapport aux outils et méthodes traditionnels.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

XXXXXXX pense qu'il faudrait accroitre la formation aux outils numériques à l'université.

Il faudrait aussi être capable de bien choisir les outils numériques nécessaires dans la formation proposée aux étudiants.

Pour les revues spécialisées sur le numérique en archéologie, il faudrait qu'elles soient mieux connues.

Développer des compétences numériques risque aussi de spécialiser ceux qui en disposent. Cela pourrait conduire à un risque de parcellisation de la communauté archéologique.

Il faudrait plutôt favoriser la diffusion des savoir-faire numériques entre archéologues de plusieurs façons pour rendre les collectifs de travail plus stimulants.

Lors de colloques, les présentations faites autour d'outils numériques ont l'air d'être réservées à des spécialistes, des experts, alors que les formations aux outils numériques peuvent recruter auprès de profils d'archéologues beaucoup plus variés.

Concernant la reconnaissance des compétences numériques en archéologie, Jean-François a le sentiment que plus on maîtrise d'outils numériques, mieux c'est reconnu par les pairs.

A propos du mouvement de la science ouverte, XXXXXXX s'y dit favorable. Mais il faut veiller au respect de la paternité des données et des publications.

A sa connaissance, il n’y a pas d’obligation à publier en *open data* ni *open access* les données et les publications archéologiques au Canada.

Pour les risques de pillage de sites ou de données archéologiques, la publication des données en *open data* n’est pas à l’origine de ce type de risque.

Pour XXXXXXX, les dispositifs numériques doivent permettre de faciliter l’interdisciplinarité entre l’archéologie et les autres domaines scientifiques avec lesquels elle collabore. Chacune des méthodes scientifiques a ses règles, ses protocoles, ses dispositifs de relevés. Le numérique doit pouvoir aider à faciliter ces transferts de savoirs entre disciplines différentes.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Une des difficultés majeures pour un déploiement harmonieux des pratiques numériques concerne la formation initiale qui est rarement à la hauteur des besoins des archéologues.
Il faudrait que le niveau des enseignants et intervenants à l’université sur les pratiques numériques soit relevé car il semble parfois trop faible.

Il faut veiller à s’assurer aussi ce que le niveau de formation et de compétence numérique des étudiants progresse au fur et à mesure de leurs études.

Entretien avec : Vincent Guichard, Directeur de l'EPCC de Bibracte
Date de l'entretien : 07/08/2021
Modalité de l'entretien : par téléphone
Heure du début de l'entretien : 14h
Heure de fin de l'entretien : 15h20

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 59 ans
- formation scientifique : classes préparatoires scientifiques puis Ecole Polytechnique
- 1988 : Docteur en spectrochimie (Paris VI)
- N'a quasiment jamais suivi de formation en archéologie
- A participé à des chantiers de fouille depuis 1973, d'abord en sauvetage « dans des conditions préhistoriques » au sein d'associations de bénévoles
- Premier contrat rémunéré en archéologie à la fin des années 1980 à l'Afan
- Thèse sur travaux en archéologie au début des années 1990 avec une bourse de thèse de l'université de Dijon
- A participé aux travaux de John Collis en Auvergne
- Est arrivé en 1996 à Bibracte
- En est devenu le Directeur général en 2001

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Le premier ordinateur de Vincent était un Apple IIC dans les années 1980, puis il a utilisé un MacPlus.

Il s'en est servi pour des usages très basiques (tableaux, sériations, ACP et surtout pour du traitement de texte).

Puis il a travaillé de 1990 à 1995 avec Collis (qui avait travaillé dès les années 1970 sur des cartes perforées sur son site d'Aulnat). A cette époque, l'équipe de Collis utilisait une base de données construite artisanalement sur un logiciel de bureautique. Première sensibilisation au même moment aux outils de cartographie avec une collaboratrice de service archéologique de collectivité anglaise qui utilisait AutoCad.

En 1995-1996 a organisé une fouille sur un tronçon autoroutier dans la plaine de Limagne en Auvergne, avec le support administratif de l'AFAN. Il a alors travaillé avec un topographe sur Autocad. Il a développé un petit système d'information avec FileMaker sans avoir suivi de formation.

Au même moment, lors d'un colloque de l'AFEAF en 1994 ou 1995, Vincent a eu l'occasion de visiter les locaux du *Winchester Archaeological Unit* (équipe de Martin Biddle). Cette entité avait mis en place un système de gestion très pragmatique de ses archives archéologiques (donnée de base du système = l'opération archéologique ; système fonctionnant essentiellement sans informatique) qui a inspiré ce qu'il a mis en place à Bibracte en y arrivant.

Dans la première partie des années 1990, Patrice Arcellin avait convaincu la Sous-Direction de l'Archéologie d'un petit démonstrateur des possibilités de la publication numérique sous forme d'un CD-Rom auquel Vincent a participé.

Lors de son arrivée à Bibracte, l'information n'était pas correctement organisée. En matière de relevés, Olivier Buchenschutz avait développé dans les années 1980 le système Arkeoplan qui n'a jamais contribué directement à la production des données de Bibracte au-delà de la phase d'expérimentation.

Au début des années 1990, un prestataire de services avait été commissionné de mettre en place un outil autour d'Oracle mais sans résultat, faute d'un cahier des charges pertinent.

Patrice Arcelin avait ensuite mis en place un système très basique sur FileMaker. L'architecture de bdB a été conçue en 1997 avec Raphäel Moreau (documentaliste de Bibracte) et Anne Chaillou (bourse de thèse), avec l'appui de Bruno Helly (directeur de thèse d'Anne).

En 1990, la production des données cartographiques de Bibracte s'appuyait concomitamment sur Autocad et sur Illustrator, sans résultat satisfaisant. En la matière, les pratiques de terrain ont été améliorées très progressivement sans être encore optimales (notamment sur le volet SIG). Le géomaticien de Bibracte, Arnaud Meunier, passe encore une partie considérable de son temps sur la rétrodocumentation, étape de vérification indispensable pour nourrir un SIG qui n'avance qu'à petit pas (voir récemment la publication sur ChronoCarto de l'ensemble des données de géophysique après un récolement méticuleux).

En 1996 est sorti le premier volume de la collection Bibracte, grâce à l'appui de moyens externes pilotés par Patrice Arcelin. Une cellule éditoriale a été mise en place en 1997, comprenant une secrétaire d'édition (qu'il a fallu former sur le tas) et le dessinateur du centre. Dans les années 2010-2011, Bruno Desachy, en détachement du Ministère de la Culture, a contribué à définir une inflexion de la stratégie basée sur une meilleure gestion du flux de données archéologiques, du terrain à la publication (cf. article dans les NDA). La chaîne opératoire et les fiches de poste ont ainsi commencé à être repensées.

Aujourd'hui, l'évolution a permis de faire que le rapport annuel d'activité, qui est publié en ligne sur HAL, est le sommaire et le mode d'emploi des données produites pendant la campagne de fouille de l'année passée, avec un contrôle renforcé sur la qualité de ces données (complétude et cohérence).

Lors de la publication d'une documentation de synthèse, les données primaires sont déjà publiées dans les rapports d'activité annuels, ce qui allège grandement le travail.

L'arrivée des nouvelles compétences numériques est liée aux départs à la retraite qui permettent de reformuler les profils de poste.

Une nouvelle étape devrait être franchie avec la création d'un poste d'ingénieur d'étude dédié aux enjeux numériques (gestion des outils numériques de l'établissement, relation avec les prestataires) au sein d'une cellule en charge de la gestion de l'information et des publications.

Pour Vincent, concernant la sécurité des données, il est certes plus facile de partager des données sous forme numérique que sous forme analogique. Il souligne que les données de l'archéologie doivent être maintenues à l'échelle séculaire (cf. la réutilisation quotidienne des données de fouille du XIXe à Bibracte) alors que les hypothèses de recherche sont souvent plus éphémères. Ce point est pour lui un problème majeur aujourd'hui, la mission première d'un responsable d'une institution patrimoniale comme Bibracte est la préservation durable des données.

Par ailleurs, le traitement massif de données est fortement consommateur d'énergie lorsqu'il s'appuie sur les nouvelles technologies. Il faudrait se pencher sur l'impact environnemental de cette consommation massive et tendre vers davantage de frugalité numérique, dans le cadre d'une démarche de responsabilité sociale et environnementale (RSE).

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

L'archéologie n'a pas encore terminé sa transition numérique qui va certainement continuer à réorienter les pratiques archéologiques au cours des prochaines années.

Les outils d'intelligence artificielle qui existent aujourd'hui doivent permettre de refondre les façons de faire, en permettant notamment de traiter des volumes de données considérables et avec une bien meilleure formalisation des résultats que ce qu'il était possible de faire jusque-là. « On fera alors davantage d'archéologie et moins de poésie ».

Il faut donc changer les métiers de l'archéologie (exemple les métiers de l'édition) et faire en sorte que les archéologues maîtrisent mieux les outils numériques.

Or il semble que le milieu universitaire ne remet pas beaucoup en cause ses conceptions traditionnelles des formations académiques des archéologues qui restent encore très centrées sur l'érudition. Il faudrait que l'université prenne davantage en compte le besoin d'évolution des profils nécessaires pour former aux nouvelles méthodes de l'archéologie.

De même la programmation du CNRA reste très périodisée et ne prend pas en compte les grands enjeux liés au déploiement du numérique en archéologie.

Dans ce paysage, l'Inrap semble avoir une stratégie plus affirmée.

L'offre de formation professionnelle existe mais elle s'est installée de façon très empirique. Elle ne semble pas répondre à une étude approfondie des besoins de la discipline. Il s'agit d'une offre bricolée, qui n'est pas en adéquation avec les véritables demandes de la profession. Il faudrait davantage développer l'encadrement et la formation par les pairs sur le terrain, en obtenant une reconnaissance institutionnelle du coaching que tous les archéologues expérimentés exercent peu ou prou.

Les nouveaux métiers de l'archéologie qui incluent de fortes compétences numériques sont encore insuffisamment reconnus et valorisés même si les choses ont commencé à changer depuis le début des années 2010.

Concernant l'ouverture des données, la réglementation relative à la propriété intellectuelle est solide, claire et (jusqu'à plus ample informé) compatible avec l'ouverture des données publiques. Mais elle est probablement encore insuffisamment connue des archéologues. Un accompagnement et des actions de formation dans ce domaine sont certainement nécessaires.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

La mutation numérique de l'archéologie est un défi passionnant.

Il existe aujourd'hui un ensemble d'outils qu'il faut surtout parvenir à faire fonctionner ensemble.

Il faut que des priorités soient données par les institutions de l'archéologie pour répondre aux défis liés au numérique.

5. Autres points et commentaires

Un point de détail qu'on n'a pas évoqué mais qui a son importance à Bibracte : la numérisation des données a la faculté de facilité et d'accélérer le partage de l'information avec le grand public. Il existe même des outils « hybrides » qui permettent de produire des informations directement accessibles au grand public sans traitement par les archéologues (ou moyennant un traitement minima) : cf. l'exemple typique du LIDAR

Entretien avec : Léa Hermenault, Université de van Amsterdam, Pays-Bas
Date de l'entretien : 11/02/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 15h00
Heure de fin de l'entretien : 17h00

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 33 ans
- 2009 : Double licence Histoire et Archéologie, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne Sorbonne
- 2010 : Licence 3 Cinéma et audiovisuel, Université Paris 3 Sorbonne-Nouvelle
- 2010 : Master 1 Recherche Archéologie médiévale et moderne, et Master 1 Recherche Histoire et Anthropologie des mondes médiévaux et modernes, Université Paris 1 Panthéon-
- 2011 : Master 2 Recherche Archéologie médiévale et moderne, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne
- 2012 : Master 2 Recherche Histoire et Anthropologie des mondes médiévaux et modernes, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne
- 2017 : Doctorat en archéologie médiévale et moderne, Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne
- Juin 2011-Août 2011 : technicienne de fouille. Archéologie préventive (Mission Départementale Archéologique de l'Eure)
- 2011-2014 : Doctorante contractuelle avec monitorat (chargée de TD pour les cours « Techniques documentaires » en L1, « Archéogéographie/Archéologie spatiale » en L3 et « Cartographie » et Doctorat)
- 2014-2015 : Obtention de la bourse Humboldt de la ComuE héSam (prolongation du contrat doctoral d'un an)
- 2016-2019 : enseignante vacataire à l'université Paris 1 Panthéon-Sorbonne (chargée de TD pour les cours « Histoire médiévale » et « Ecritures numériques de l'histoire » en L1, « Histoire médiévale » et « Histoire et statistiques » en L2)
- 2018-2019 : ingénieure de recherche contractuelle à la plateforme géomatique de l'EHESS pour le projet « Oronce Fine »
- 2019 : ingénieure de recherche contractuelle CNRS, projet Paris Time Machine
- 2019-2020 : post-doctoral researcher, Universiteit van Antwerpen, project « GIStorical Antwerp »
- depuis 2020 : post-doctoral researcher, Universiteit van Amsterdam, project ERC « Healthscaping Urban Europe »

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Le père de Léa est architecte et elle l'a toujours vu travailler avec un ordinateur. Elle a commencé à se servir de Corel Draw avant de se servir d'un logiciel de traitement de texte.

Elle se souvient de l'intérêt d'un tel outil dans ce qu'il permet dans l'expression d'une certaine créativité.

Ce n'est qu'en 3ème année de licence à Paris 1 en 2009 qu'elle a commencé à suivre une formation à des logiciels de base de données et de SIG. Mais ces enseignements étaient assez limités. L'enseignement de statistiques avec F. Giligny lui a fait découvrir les analyses factorielles. Elle a aussi suivi une formation à PhotoShop et Illustrator en Master d'archéologie puis, en fac d'histoire, aux SIG avec un point de vue différent de la façon d'enseigner ce type d'outil par rapport à la façon de l'enseigner en fac d'archéologie.

Elle a aussi passé beaucoup de temps pour s'autoformer aux SIG (GvSig, puis QGis) et aux bases de données (*Access* puis *OpenBase/Libreoffice Base*). Léa parle de « bricolage ». Elle ne s'est pas formée à FileMaker.

Elle a donné des cours en Ecritures numériques de l'histoire et en Histoire et statistiques qui lui ont fait toucher du doigt l'intérêt des processus d'enseignement.

Très vite, elle a commencé à donner des cours de cartographie par ordinateur à d'autres doctorants dans plusieurs disciplines dans le cadre des centres de formation de l'enseignement supérieur.

Léa a commencé ensuite à suivre les séances du séminaire Sitrada à partir de 2016, les samedis matin que Léa considère comme des formations.

A Anvers lors de son premier post-doc, Léa a donné des cours aux SIG.

Léa a appris sur plusieurs projets à se former à divers outils, de façon pragmatique.

Aujourd'hui, Léa sait qu'elle est identifiée dans son université où elle travaille aux Pays-Bas comme porteuse d'une forte compétence dans les outils numériques alors qu'elle trouve cela exagéré. Mais beaucoup de chercheurs qui la sollicitent ont une maîtrise très limitée des notions de données, des principes de la mise en forme des données, d'une conception de base de données. Le problème est que cela peut se traduire par un certain enfermement dans des compétences numériques.

Mais ce constat semble valoir davantage plus pour l'histoire où les outils numériques sont peu enseignés, que pour l'archéologie où les étudiants sont davantage formés. Ainsi par exemple ces derniers commencent à recevoir des cours de « Digital methods » dès la seconde année.

Léa souligne que les historiens avec lesquels elle est en contact, pensent que l'archéologie est une discipline dont le niveau de maîtrise des outils numériques est bien plus élevé qu'en histoire, et ils ne sont pas forcément conscients du potentiel heuristique qu'ont les réflexions méthodologiques.

Léa pense qu'il y a là des enjeux majeurs auxquels il convient de réfléchir autour de la donnée, et au-delà, autour de l'interdisciplinarité.

Léa insiste sur ces questionnements qui lui paraissent fondamentaux. Comment les savoirs historiques et archéologiques peuvent-ils dialoguer alors que leurs conditions de production sont assez différentes. Les historiens croient encore à l'idée que l'alignement des savoirs des archéologues doit se faire sur ceux des historiens. Aux Pays-Bas, il semble que la légitimité des savoirs archéologiques n'a pas atteint le même niveau de légitimité qu'ils ont pu atteindre en France. Cette différence est peut-être liée au fait qu'aux Pays-Bas, la rupture entre l'archéologie et l'histoire est beaucoup plus forte qu'en France où, historiquement, cette discipline est plus proche de l'histoire et de l'histoire de l'art. C'est aussi peut-être dû au fait que l'archéologie tardi-médiévale, moderne et contemporaine est sous-représentée par rapport aux périodes préhistorique, proto-historique et antique. A l'Université de Leiden par exemple, pourtant très réputée pour son département d'archéologie, il n'y a plus de chaire en archéologie médiévale depuis quelques années (le précédent prof est parti à la retraite et n'a jamais été remplacé). Les interactions possibles entre historiens et archéologues sont d'autant plus rares que la part de l'archéologie historique diminue à l'université. Pays-Bas, l'archéologie est perçue par les historiens de façon assez réductrice. De plus, les publications des archéologues sont souvent mal appréciées par

les historiens qui considèrent l'archéologie comme une discipline dont la scientificité ne relèverait pas du même régime que celle de l'histoire. L'archéologie est plus proche de l'anthropologie que ça n'est le cas en France.

Aujourd'hui aux Pays-Bas, l'archéologie semble se replier un peu sur elle-même. Il n'y a pas d'équivalent de l'Inrap. Les opérateurs de l'archéologie préventive sont confrontés à une baisse des prix. L'Etat délègue aux provinces et communes les financements des opérations.

En revanche, des efforts sont faits en termes de médiation, notamment par quelques musées, des parcs d'attraction archéologique (c'est une tradition), des expositions ponctuelles comme par exemple celles faites lors de la construction du métro d'Amsterdam qui a aussi bénéficié d'un site internet et d'un gros ouvrage d'inventaires des découvertes.

Dans les reportages sur l'archéologie qu'elle a vus, Léa n'a pas vu d'archéologues avec des tablettes. En revanche, pour des fouilles en milieu subaquatique, les outils numériques sont largement mis en avant, ainsi que pour les restitutions en 3D de sites archéologiques. L'université d'Amsterdam insiste ainsi bien par exemple sur le fait que les étudiants de licence apprennent à construire des modèles 3D dans le cadre de leur formation, à des fins de communication avec le public.

Il y a souvent des supports virtuels, beaucoup d'animations, de films qui sont proposés autour de l'usage d'outils numériques sur la diffusion des savoirs archéologiques.

Mais ces outils numériques sont aussi utilisés dans la restitution de savoirs historiques, y compris dans des restitutions en 3D, par exemple des reconstitutions de rues médiévales.

Manifestement, l'utilisation de SIG, et de reconstitution 3D s'imposent comme de nouvelles normes, par effet de mode.

Dans l'esprit des chercheurs, cela se traduit par une demande dans une utilisation croissante de ces outils numériques sans forcément percevoir la tendance à la normalisation des pratiques que cela implique.

Il y a un mot qui est assez symptomatique de cela, c'est celui de « mapping » qui est utilisé à toutes les sauces dans les présentations de projet de recherche. On (me) demande s'il serait possible de « mapper » toutes sortes de choses, mais sans qu'il s'agisse forcément de données à caractères géographiques. La carte (celle que l'on obtient après un travail sur le SIG) est mise sur le même plan que la « visualisation de données ». C'est une dérivation de sens qu'il me semble intéressante de noter, parce qu'elle montre aussi combien certaines personnes ont du mal à envisager la nature exploratoire de certains outils, et tendent à confiner ces derniers à leur fonctions « communicationnelles ». Ceci nous ramène encore une fois à ce risque que la recherche encourt (et donc on reparlera plus bas) selon moi : celui de passer à côté de la valeur heuristique de certains projets méthodologiques.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

De manière générale, les méthodes et outils numériques doivent être l'occasion de déclencher des réflexions épistémologiques et heuristiques qui manquent actuellement.

Cela pourrait être l'objet de formations à l'université que tout au long de la vie professionnelle.

Réfléchir à ces questions, serait l'occasion de sortir de nos réflexions trop souvent centrées sur nos disciplines.

Les actions de transmission des savoirs archéologiques et historiques mériteraient qu'on s'interroge davantage sur les conditions d'échange et de dialogue possible sur ces savoirs entre disciplines. Il faut donc développer les occasions de ce type de dialogue, aussi bien en archéologie qu'en histoire.

Léa a le sentiment que ces compétences numériques ne sont pas suffisamment prises au sérieux avant le master, au moins en histoire. Il conviendrait que ces compétences soient centrales dans nos réflexions et dans nos pratiques.

Concernant le mouvement de la science ouverte, Léa s'y dit favorable, que ce soit avec l'utilisation de logiciel ouverts ou de données en libre accès. Cela favorise la créativité, les échanges de savoir-faire, de données, entre les chercheurs. Cela peut aussi aider à mieux accepter d'assumer ses limites dans la maîtrise de certains outils numériques et de moins hésiter.

Aux Pays-Bas, les institutions publiques encouragent les publications en *open access*. Pour les données, il semble qu'il y ait davantage de frilosité. Léa l'a constaté lorsqu'elle était à Anvers en Belgique, où les chercheurs sont plus rétifs à la publication de leurs données en licence ouverte, surtout en Flandres.

Aux Pays-Bas, beaucoup de projets obtiennent des financements européens qui en contrepartie obligent à publier les données et logiciels en licence ouverte. Les universités ouvrent des postes de « data steward » et investissent dans des plateformes d'archivage à long terme.

Sur les collaborations avec des informaticiens ou porteurs d'une forte compétence en informatique, tous ceux avec lesquels Léa a eu l'occasion de travailler, ont tous eu à travailler dans des projets d'humanités ou en liaison avec les humanités.

Léa connaît quelqu'un qui travaille dans une structure de spécialistes en informatique qui peine à travailler avec des chercheurs en SHS (la structure, pas cette personne en particulier). Ils semblent qu'ils aient du mal à comprendre quels sont « nos » besoins. Il y a souvent un problème de traduction pour faire en sorte que les chercheurs de ces champs disciplinaires différents parviennent à se comprendre. Il faudrait probablement que des personnes capables d'assurer ce travail de traduction puissent intervenir dans ces projets lorsque ces difficultés émergent.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Léa considère que l'utilisation des méthodes et outils numériques peut conduire à ne pas s'interroger suffisamment sur l'intérêt réel à utiliser telle ou telle donnée, à se demander suffisamment la pertinence de la production et du traitement de telle ou telle donnée.

Il ne faudrait pas que la maîtrise de techniques numériques des chercheurs l'emporte sur la nécessité de s'interroger sur les biais et les limites de l'usage de ces méthodes et techniques. Il faudrait donc maîtriser *a minima* l'ensemble de la chaîne de traitement des données et pas uniquement une partie de cette chaîne. Léa cite l'exemple de la notion de rue au Moyen-Age qui ne peut pas se réduire à une polyligne dans une couche d'un SIG.

Entretien avec : Claudine Karlin, ingénieur de recherche hors classe CNRS (en retraite)
Date de l'entretien : 11/07/2022
Modalité de l'entretien : en présentiel
Heure du début de l'entretien : 15h30
Heure de fin de l'entretien : 17h15

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 80 ans

- Claudine a commencé ses études universitaires en 1960/61 à l'université de Paris 1, au Musée de l'Homme (dépendant du Museum d'Histoire Naturelle) avec André Leroi-Gourhan (ALG) comme professeur. Elle préparait une licence qui incluait quatre certificats (préhistoire, ethnologie, linguistique et anthropologie)

- Dès l'été 1961 elle participe au stage de fouille d'Arcy-sur-Cure, chantier école de ALG où elle travaille sur la grotte du Renne sous la direction de Michel Brézillon, mais surtout sur celle du Bison dirigée par le père Francis Hours, l'ensemble étant supervisé par ALG. Elle y reviendra jusqu'en 1963, dernière campagne.

- ALG, sur une suggestion du Père Hours, lui a proposé de partir au Pakistan travailler dans une mission archéologique (Mission J.-M. Cazals, Amri, 6 mois, 1961/1962), puis de partir travailler en Egypte sur les travaux préparatoires au barrage d'Assouan (mission J. Vercoutter, Mirgissa, 1963/1964). La notoriété des méthodes de fouilles ALG était déjà assez forte pour que les missions françaises à l'étranger viennent chercher des étudiants formés par lui.

- Toujours étudiante elle fait partie de l'équipe dirigée par M. Brézillon qui part début mai 1964 (elle revient de Mirgissa), évaluer l'intérêt du site de Pincevent qu'elle n'a plus quitté. Elle y assure jusqu'au début des années 2000 des directions de chantier et prend en charge l'étude du silex taillé.

- Elle intègre le CNRS dans l'équipe d'ALG en 1966, comme technicienne.

- Travaillant sur les techniques de taille du silex, elle participe aux missions Danièle Lavallée, d'abord au Pérou à Telarmachay, puis en Argentine à Tomayoc. Elle participe aux missions Manuel Gutierrez en Angola (Dungo) avec pour objectif, sur le modèle de Pincevent, la formation de cadres qui vont avoir à diriger des fouilles.

- En 1999, Claudine a participé à la création de l'UMR Arscan, en tant que sous-directeur aux côtés d'Anne-Marie Guimier-Sorbet.

- Au tout début des années 2000, la Direction de Pincevent a été transférée à des jeunes chercheurs[84]

- A l'occasion de la publication du niveau IV20[85], elle s'est interrogée sur la signification possible des vestiges matériels qu'étudient les archéologues, consciente qu'il y a un fossé entre le nomade préhistorique et l'archéologue universitaire parisien, qu'il est nécessaire de réduire ce fossé, que l'on ne peut élaborer des questions qu'à partir de sa propre expérience, que c'est donc en élargissant cette expérience qu'on peut peut-être poser des questions plus justes. Binford disait

[84] Bodu P. et al. (2006). Un dernier hiver à Pincevent : les Magdaléniens du niveau IV0 (Pincevent, La Grande-Paroisse, Seine-et-Marne), Gallia Préhistoire Dossier 48, 256 p., 176 ill. Cette publication rend compte des fouilles et de leurs résultats pour les années 1990 et 2000.

[85] Julien M., Karlin C. (Dir.) (2014). *Un automne à Pincevent, Le campement magdalénien du niveau IV20*, Société préhistorique française, Paris, 639 p. (http://www.prehistoire.org/shop_515-31884-0-0/m57-2014- un-automne-a-pincevent-le-campement-magdalenien-du-niveau- iv20-m.-julien-et-c.-karlin-br-collectif.html)

« les vestiges archéologiques ne parlent pas d'eux-mêmes ». Dans cette optique, en 1995, elle monte avec Francine David (fauniste, assistante d'ALG) un programme d'enquêtes chez des éleveurs-chasseurs de rennes nomades de Sibérie, en changeant les cultures (Dolganes, Koriaks), les saisons, les latitudes, pour essayer de distinguer ce qui relevait de contraintes, ce qui relevait de choix culturels : 3 missions au Taimyr, puis une au Kamtchatka. Suivront deux missions au Kamtchatka avec Sylvie Beyries (DR CNRS au CEPAM). Elle a cherché à mettre en relation ses observations et les résultats obtenus à Pincevent, dans une approche ethnoarchéologique. La publication du niveau IV20 est largement illustrée de documents rapportés de ces missions. Elle réalise avec S. Beyrie un film sur le travail des peaux au Kamtchatka.

- Sur le site de Pincevent, son expérience auprès de populations nomades lui a permis de relire rétrospectivement les découvertes de Pincevent
- Des questions nouvelles sont apparues du fait de ses missions qui lui ont permis d'avoir une vision différente des sites archéologiques et des questionnements archéologiques
- A été à plusieurs reprises élue ITA SNTRS-CGT au Comité National en particulier à un moment où ethnologues et préhistoriens siégeaient ensemble. Proche des ethnologues elle est intégrée au Comité de rédaction de la revue *Technique et Culture*, et participe aujourd'hui à celui des *Nouvelles de l'archéologie*
- En 2006, Claudine a pris sa retraite

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Dès la première année le site de Pincevent s'est révélé exceptionnel [86].

Au début du mois de mai 1964, avec plusieurs chercheurs, une toute petite équipe dirigée par Michel Brézillon, s'est rendue sur le site de Pincevent, alors objet d'une extraction de granulat. Les instituteurs qui suivaient les travaux pour sauver du gallo-romain ont vu apparaître des concentrations de silex taillé. Ils en avertissent une ancienne élève de Leroi-Gourhan, qui elle en averti ALG. C'était le type de site de plein air que cherchait ALG pour mettre en place la vision ethnographique qu'il ne pouvait vraiment développer à Arcy où les occupations sont contraintes par les parois rocheuses. Il pensait qu'en plein air les différentes activités allaient non pas se superposer mais s'étaler dans l'espace sans contraintes et donc permettraient une meilleure lecture des modes de vie préhistorique. Soulignons que dans ces années là il n'y avait quasiment pas de fouilles de plein air [87].

Claudine et Francine, entourées par la ronde de bulldozers, ont fouillé un foyer dès le premier jour où il s'agissait d'évaluer l'intérêt du site. Dès le début, l'intérêt du site a paru évident. L'équipe est rentrée à Paris chercher du renfort pour ce qui n'était alors envisagé que comme une fouille de sauvetage. Claudine est restée sur place pour surveiller les travaux des bulldozers en attendant l'équipe réuni en urgence par Brézillon et ALG. Pendant cette journée d'attente, le chauffeur de bulldozer, dont la machine est tombée en panne, n'a pas creusé là où il aurait dû. Cela a permis d'éviter de détruire un des foyers de l'habitation n°1.

Au vu de l'importance apparente du site, et de la notoriété d'ALG, le terrain a été acquis par l'Etat très rapidement.

Le site a fait alors l'objet d'une autorisation de fouille pérenne et a commencé à être équipé en conséquence (un bâtiment dit le musée, des hangars). Selon le souhait d'ALG c'était une école de fouille

[86] Une grande partie de l'entretien a concerné le site de Pincevent qui constitue encore aujourd'hui un site de référence dans l'histoire récente des méthodes de l'archéologie, surtout pour les fouilles préhistoriques

[87] « *Nos ancêtres habitaient des grottes* »

affiliée à l'enseignement de Paris 1. La notoriété d'ALG et très vite celle de Pincevent en tant qu'école de fouille, ont drainé de nombreux chercheurs et étudiants étrangers. Il a beaucoup été dit que Pincevent était exceptionnel, unique ; les fouilles de plein air qui se sont développées depuis ont montré que Pincevent était sans doute particulièrement bien conservé, mais ce qui le rendait exceptionnel c'était sans doute les conditions de sédimentation, mais aussi et surtout les méthodes développées par ALG pour l'exploiter et le temps long qui était accordé tant à la fouille qu'à l'étude.

Claudine Karin parle d'ALG comme du « Patron ». Tout le monde l'appelait ainsi, les préhistoriens comme les ethnologues, les chercheurs avisés comme les étudiants. Cela marquait la reconnaissance d'une filiation[88]. Mais elle n'a jamais senti de poids hiérarchique de sa part. « *Nous reconnaissions tous au Patron une valeur scientifique beaucoup plus efficace qu'une recherche d'autorité et comme nous le disions plus haut nous affichions fièrement notre filiation* ».

Dans l'équipe, Michel Brézillon a longtemps dirigé le travail de terrain et a formé Michèle Julien et Claudine qui deviennent vite les chefs de chantier. Dans les discussions avec le Patron, il apportait la contradiction. On lui doit la rapidité avec laquelle ont été publiées par ALG l'Habitation n°1 (1966), puis la section 36 (1972).

Leroi-Gourhan a développé sa méthode de fouille dans l'optique d'en faire l'outil qui allait lui permettre de regarder le terrain préhistorique comme un ethnologue.

D'abord mise en place d'une partition de l'espace à l'aide d'un carroyage avec des lettres et des chiffres qui permettait de localiser toute découverte. Des bandes alphabétique d'ouest en est. Des chiffres du sud au nord. Les bandes étaient ensuite divisées en carrés, dit sections, de 25 sur 25 m. qui portaient un numéro.

Chaque mètre carré disposait d'un dossier dans lequel se trouvaient, un plan de relevé sur papier millimétré (feuille A4) correspondant au mètre carré et où le fouilleur notait tous les petits vestiges qui auraient vite disparu à la fouille (esquille isolée de silex, tâche de charbon ou d'ocre,…) et une feuille de commentaires. Les fouilleurs étaient responsables de leur carré de fouille mais devaient toujours tenir compte de ce qui se passait à coté, ce qui amenait à des circulations des dossiers.

Ces photographies verticales par mètres carrés, tirées sur papier, rejoignaient très rapidement les dossiers de mètres carrés et étaient utilisées pour faire le démontage. Chaque vestige relevé était détouré sur la photo avec un numéro. Ce numéro était reporté sur une fiche d'inventaire propre au mètre carré, de 1 à X jusqu'à ce qu'il ne reste plus rien dans le mètre. Si le mètre était très chargé, une deuxième photo verticale étaient réalisée après un premier enlèvement, ou même des photos de quart de mètre carré dans les zones très denses, toujours au format A4. La liste numérotée des pièces relevées s'accompagnait de l'identification faite par le fouilleur-stagiaire, ce qui était une identification d'attente.

La fiche d'inventaire comportait outre la colonne du numéro de la pièce et la colonne d'identification, trois autres colonnes. Un colonne lavage : lorsque la pièce arrivait au lavage, le laveur cochait cette première colonne. Lorsque la pièce passait au marquage, le marqueur cochait la deuxième colonne. Chaque pièce portait le nom du site, l'année, le niveau, la section, enfin le mètre carré et son numéro : Pinc 1964, IV20 36 M89.2. La troisième colonne devait être cochée par celui qui rangeait les pièces, répartissant le matériel en fonction de sa nature et afin que chaque spécialiste trouve son matériel, le silex dans des boites, les pierres dans d'autres, les os partaient chez le Patron où Francine les traitait avant que tous les deux précisent les identifications. Cette fiche était renseignée au fur et à mesure du travail effectué. Elle devait permettre d'identifier les problèmes dans la circulation nécessaire des vestiges en limitant les recherches à des zones très précises : Une pièce non vue au lavage on allait sur

[88] cf. le reportage « Le patron, Vincent et la préhistoire » réalisé en 1971 par le réalisateur Daniel Karlin (le mari de Claudine) et le journaliste Marcel Trillat.

le chantier interroger le fouilleur et rechercher avec lui l'objet manquant, une pièce vue au lavage et au marquage qu'on ne retrouvait plus au rangement on commençait par voir avec le marqueur et avec lui tenter de retrouver le cheminement de la pièce et le moment possible de l'erreur.

Le Patron passait régulièrement pour voir comment progressait la fouille, mais seul le chef de chantier s'extirpait de la fouille pour lui faire un compte rendu ; les fouilleurs sur un réseau de planches posées sur des plots ne bougeaient pas. Le soir les planches qui permettaient de circuler et de travailler sans marcher sur le sol, étaient enlevées, le sol nettoyé. Le matin, avant de remettre en place ces planches, se déroulait une visite de chantier dirigée par ALG, avec tous les stagiaires. Le Patron réfléchissait tout haut sur ce qu'il voyait, demandait au chef de chantier comment il interprétait ce qu'il voyait, comment devait progresser la fouille. C'était un moment particulièrement formateur car il fallait suivre la pensée d'ALG, en discuter si nécessaire en s'appuyant sur notre compréhension du terrain que nous exploitions. Tous les fouilleurs, assistant à ces discussions, avaient une vue d'ensemble et pouvaient évaluer le travail à faire. En fonction de cette vue d'ensemble, on réinstallait le réseau de planches, ensuite les fouilleurs s'installaient sur les planches pour travailler. L'objectif était d'aller d'un objet à un autre en arrivant à la base de chaque objet mais sans jamais le faire bouger.

Quand la fouille était estimée terminée, le sol dégagé, une photographie de chaque mètre carré était prise à la verticale. ALG, lui, prenait des photos en oblique, pour trouver les meilleurs angles, pour « se faire l'œil », travaillant sur l'ensemble ou sur un détail. Dans le « musée » de Pincevent, construit en 1965, se trouvaient 2 salles d'expositions, une salle labo, le bureau du Patron où travaillait aussi Francine David sa secrétaire, doublé d'une petite chambre pour le Patron, et une petite pièce noire voulue dès le départ par ALG en tant que labo photo, qui servait au tirage des photos verticales.

A l'origine il avait été pensé que les argiles ne comportaient qu'un seul niveau, car lissé à la truelle les coupes donnaient l'impression d'une parfaite homogénéité. Il a fallu attendre le travail de Miche Orliac qui met en place un relevé de coupe au latex (voir article SPF) pour voir l'importance de la stratigraphie. Sur une coupe bien lissée, une couche de latex était étalée, puis de la tarlatane, puis encore du latex. Une altitude était portée sur le latex. Le latex était transparent sur les limons bien homogènes, mais retenait des grains de sable dans les couches sableuses. Ce système permettait de reconnaître les mêmes niveaux d'occupations humaines d'un bout à l'autre du site.

En 2014, lors de la publication du Niveau IV20 fouillé sur plus de 5000 m² [89], la documentation de la fouille des années 1964/65 a pu être reprise sans problème du fait de sa qualité et de sa rigueur et l'on a pu rendre au IV21 ce qui avait été enregistré comme du IV20. De même ont pu être remis en question des hypothèses émises par ALG dans la publication de la section 36, hypothèses élaborées à partir de l'étude d'un seul ensemble, 36V105/T112, alors que l'étude de tous les ensembles du campement du niveau IV20 ont conduit à émettre une autre hypothèse (voir « *Un automne à Pincevent* »).

Lors de la fouille de l'habitation n°1 en 1964, le travail était tel que l'habitation aux trois foyers a suscité un véritable émerveillement, justement parce qu'il n'y avait pas de palimpseste, mais que les vestiges se dispersaient ou se regroupaient dans l'espace donnant l'impression qu'une lecture à l'œil des activités magdaléniennes était possible, comme si les magdaléniens venaient de partir. La volonté de conserver et de montrer cette image d'une occupation magdalénienne a conduit à s'interroger sur les moyens possibles. Une conservation en place était impossible car en période d'étiage, le sol était au niveau de l'eau de la Seine, donc inondable en hiver. La solution d'un moulage, jamais tentée jusqu'à ce jour a été décidée. Michel Brézillon qui avait travaillé au Tassili et fait des relevés de gravure au latex, a importé cette méthode sur le site de Pincevent en l'aménageant en fonction de l'objectif.

Le sol est divisé en morceaux qui se recoupent, dessinés à la craie. Une équipe de « barbotineur » vérifie la solidité de chaque objet et supprime les contre-dépouilles. Une couche de latex est alors passé

[89]Julien M., Karlin C. (Dir.) (20014) *art. cit.*

sur le carré traité, suivi d'un film de tarlatane, puis de nouveau du latex. Une fois ce moule de latex déposé et solidifié, une chappe de plâtre était coulée maintenue par des planches. Lorsque la chappe était sèche, on l'enlevait puis on décollait soigneusement le latex qui était déposé sur sa chappe. On refaisait un cadre en planches pour maintenir le plâtre qui était coulé sur le moule en latex. Les plaques de plâtre ont été stockées dans un hangar. Puis en 1966 elles ont été assemblées en respectant les altitudes et mises en couleur dans une des salles du Musée. Ce moulage est classé comme le premier moulage de sol jamais réalisé. Quelques années plus tard, avec l'aide des mouleurs du Musée de l'Homme, un moulage en résine (plus léger qu'un moulage en plâtre et plus facile à manipuler) a été réalisé sur l'unité 27 M89[90]. L'inconvénient de cette solution était la toxicité des produits utilisés qui obligeait à beaucoup de précautions.

Concernant son opinion sur les usages des dispositifs numériques, Claudine évoque ses souvenirs du site de Pincevent qui constitue un exemple d'expérience pionnière d'usage de l'informatique sur le terrain.

Les premières expériences d'usage de l'informatique à Pincevent datent des années 1980 à l'occasion d'un financement du Ministère de la Culture qui a permis l'achat du premier ordinateur du labo alors installé rue de l'Amiral Mouchez. Le chercheur Ramiro March, membre de l'équipe travaillant sur les questions liées au feu, aux combustions, aux pierres chauffées, etc. qui s'était formé lui-même à l'informatique, s'est investi dans ce programme et a entrepris, en tâtonnant, une numérisation des données avec en ligne de mire une présentation pour les 30 ans de Pincevent.

En 1997, la première expérience d'usage de l'informatique sur le site même fut un échec total [91]. L'expérience élaborée par R. March et ses étudiants avait été tentée car on abordait un nouveau niveau et donc il n'y avait pas derrière des années d'enregistrement. L'idée était de détourer les objets directement à l'écran sur le terrain, à partir des photos numérisées de mètre carrés. Il fallait pour cela savoir zoomer sur l'endroit où on travaillait. Mais ça n'était pas au point du tout : il est vite apparu que seuls les fouilleurs confirmés savaient reconnaître les pièces sur l'écran et les détouraient correctement. L'équipe n'avait pas les moyens de multiplier les ordinateurs. De plus, celui qui disposait de l'appareil non seulement détourait mais remplissait aussi la feuille d'inventaire sur son ordinateur. Cela devait permettre un traitement informatique du matériel. Il a été proposé de préparer le détourage en laboratoire, mais le nombre d'erreurs a vite fait abandonner cette pratique. Enfin le séjour sur le terrain n'était pas particulièrement favorable aux ordinateurs.

Au-delà de ces remarques, plusieurs erreurs de fond ont voué cette tentative à l'échec.

La première est l'absence de réflexion collective pour que chacun fasse sien ce projet.

La seconde est qu'aucune discussion avec les membres de l'équipe n'a permis de réfléchir aux modifications que pourraient induire l'usage de cet outil informatique sur les pratiques de l'équipe.

La troisième est d'avoir plaqué l'informatique sur le système d'enregistrement existant et qui marchait si bien que beaucoup de personnes ne voyaient pas la nécessité d'en changer.

La quatrième est que ce projet fut conçu et mis en place par un seul chercheur qui maîtrisait la base de données alors que les autres en étaient exclus, faute de compétences, de discussions, d'explications, et de beaucoup de mauvaise volonté…. Il est vrai que, ne maîtrisant pas le logiciel choisi pour créer la base de données, les fouilleurs étaient dépossédés de cette base.

---

[90] Claudine ne sait plus la version aujourd'hui visible au Musée de Préhistoire de Nemours est cette version en résine ou celle en plâtre. Une version en résine a longtemps traînée dans les couloirs souterrains du Musée de l'Homme mais Claudine ne sait plus où elle se trouve.

[91] Cette expérience est décrite et commentée dans l'ouvrage de Philippe SOULIER "Pincevent 1964-2019, 55 ans d'ethnologie préhistorique", Mémoires de la SPF, Paris, 2021

La cinquième est que ce contexte a favorisé les tensions au sein de l'équipe, et braqué une partie des membres contre une autre.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Claudine reconnaît volontiers l'intérêt des dispositifs numériques[92]. Mais cela ne peut pas remplacer les innombrables manipulations qui créent un lien d'empathie entre les vestiges et le chercheur.

II faut veiller à ne pas tomber dans l'excès et ne pas vouloir tout attendre des appareils numériques qui travailleraient à notre place. Le problème c'est qu'il faut savoir ce qu'on veut, savoir comment organiser l'information à saisir en fonction des questions. C'est-à-dire qu'il faut avoir fait une bonne partie du chemin avant que la machine ne prenne le relais.

Les dispositifs numériques peuvent être utiles notamment pour la médiation numérique sur des sites ou des découvertes inaccessibles (grotte Cosquer), mais aussi pour d'autres sujets. Claudine mentionne un petit film réalisé à l'initiative de R. March avec un de ses collègues, de reconstruction 3D d'un nucléus où on voit les relations entre des éclats et leur bloc de rattachement, permettant d'illustrer la technique de taille.

Claudine souligne la nécessité de conserver les raisonnements propres aux SHS, notamment quand on évoque des sujets comme l'apprentissage, les savoir-faire, le nomadisme paléolithique ou la place des femmes dans les occupations préhistoriques et le partage des tâches dans les activités qui y ont eu lieu.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Lorsque quelques années plus tard le financement d'un projet de numérisation des archives de fouille de Pincevent dans le cadre d'un labex[93] est accepté [94]avec comme seule condition qu'il y ait une mise en ligne pour rendre accessibles les archives de Pincevent, ceux-là même qui avaient refusé le précédent projet, se sont opposés une nouvelle fois sous le prétexte, par exemple, que « *n'importe qui allait pouvoir utiliser ces données et les vrais chercheurs ne pourraient plus travailler* ». Il est intéressant de souligner que ce sont les jeunes qui ont pris en main Pincevent qui sont les plus réfractaires, « *comme si des comptes devaient se régler dans ces prises de positions* ».

Aujourd'hui, dans le cadre du labex *le passé dans le présent*, un programme MANA (Mémoires Archéologique, Numérique et Audiovisuelle), porté par Olivier Bignon-Lau, chercheur ArScAn (aujourd'hui TEMPS)[95] aujourd'hui en charge de Pincevent, est mis en place. Il réunit l'UMR ArScAn, le service des archives de la MAE, le Musée des Antiquité Nationales, le service des archives du Service archéologique de la DRAC Ile-de-France, le centre archéologique de Pincevent, le musée de Nemours, l'association Archéomédia. La numérisation de toutes les archives de Pincevent répond à une volonté de valoriser la mémoire de l'impact de Pincevent.

5. Autres points et commentaires

Une réflexion : est-ce que la difficulté pour que l'équipe accepte le numérique était peut-être due au fait que le système mis en place par le Patron était d'une grande efficacité qui ne suscitait pas le besoin d'améliorations au sein de l'équipe de fouilles ?

---

[92] Voir Françoise Audouze, très proche de Gardin et de la *New archaeology*. Elle se bat pour la publication de Verberie avec des niveaux qu'elle tente de restituer à partir de prises d'altitudes

[93] Sous réserve de confirmation

[94] Ce projet a associé le département des archives de la Maison René Ginouvès, une partie de l'équipe de Pincevent (les « anciens » qui avaient produit ces archives), le Musée de Préhistoire de Nemours, le laboratoire d'imagerie 3D de Bordeaux (Robert Vergnieux),

[95] Voir Olivier Bignon-Lau

Entretien avec : Valérie Koslowski, Conservatrice en Chef du Patrimoine, Musée Départemental de l'Oise
Date de l'entretien : 18/11/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h00
Heure de fin de l'entretien : 11h45

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 42 ans
- A fait des études d'archéologie à Paris 1
- Est allée jusqu'au diplôme supérieur de l'Ecole du Louvre (niveau des anciens DEA)
- A participé à des fouilles programmées pendant des années en antiquité et en préhistoire
- A participé à la fouille de l'abri Pataud aux Eyzies
- A passé l'agrégation d'histoire et a été professeure d'histoire dans l'enseignement secondaire pendant plusieurs années
- A eu plusieurs petits contrats de travail avec des collectivités et avec l'université de Paris 1
- A été reçue au concours de conservateur du patrimoine en 2009
- Est sortie de la formation de conservateur à l'Inp comme fonctionnaire de la Ville de Paris
- Est actuellement en détachement à la collectivité de l'Oise
- A participé au projet de rénovation du Musée de l'Homme
- A cette occasion elle a été conservatrice de l'abri Pataud pendant plusieurs années

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Valérie dirige un musée de site et un service habilité par le Ministère de la Culture.

Il y a 25 ans quand on fouillait un site, c'était surtout des dessins et des enregistrements de données. Dans ce domaine, on a l'habitude de dire aujourd'hui que les choses sont de plus en plus standardisées avec l'usage d'outils numériques. Dans les faits, les choses ne sont pas aussi simples. Ainsi il existe des pertes de données numériques. Valérie cite le cas du site archéologique du musée sur lequel la documentation d'archives papier est encore consultable alors que les archives numériques produites posent déjà des difficultés de relecture en raison de formats de données obsolètes.

L'obsolescence programmée constitue un problème majeur, notamment dans la réutilisation de données dans des formats qui ne sont plus réutilisables.

L'enregistrement numérique sur le terrain sur tablettes a montré ses limites. De plus, les modalités de l'enregistrement ne sont pas toujours facilitées par les dispositifs numériques que certains utilisateurs ont du mal à s'approprier.

Les mêmes observations peuvent être faites pour la photographie numérique. Ainsi on fait bien plus de photos en mode numérique qu'en mode argentique. Mais à la fin les traitements des photos posent des problèmes majeurs de places de stockage et de capacités de traitement. Les interrogations qui prévalaient avant en régime analogique, ont largement disparu en régime numérique. Lors de la formation sur le chantier école, il faut donc insister sur ce qu'est une bonne photo et de replacer le choix de faire une photo dans une problématique scientifique.

Pour autant les avantages numériques sont incontestables notamment en matière de valorisation. Cela suscite l'intérêt des financeurs. En contrepartie il faut investir massivement dans ce domaine.

Concernant la facilité à accéder à des données massives, notamment Lidar, Valérie s'interroge sur l'intérêt à accumuler des masses considérables de données dont une partie seulement est intéressante à exploiter.

Valérie souligne que le CRA semble acquis aux techniques numériques et qu'il semble mystifié par la technique.

Valérie considère qu'il y a un gap générationnel en matière de compétences numériques, les plus jeunes semblant adopter d'emblée les outils numériques et les données disponibles sur internet et les réseaux sociaux, ne serait-ce que parce qu'ils y ont été formés lors de leurs études. Pour autant, les plus jeunes semblent ne pas s'interroger sur les conséquences de certaines de leurs pratiques numériques comme par exemple la diffusion de photos de certaines découvertes sur les réseaux sociaux alors qu'elles peuvent alimenter le risque de voir ces photos exploitées par des détectoristes.

Valérie et son principal collaborateur, responsable d'opération, interviennent à l'UPJV et à l'Inp pour sensibiliser les étudiants sur ces sujets. Ils constatent tous les deux que les universités produisent beaucoup de techniciens de fouilles alors que dans le même temps les responsables d'opérations manquent cruellement. Il y a un déficit croissant entre les besoins de recrutement et le nombre et les profils des étudiants disponibles. Ce problème semble toucher toutes les régions.

Les étudiants sortant de l'université sont clairement dotés de fortes compétences numériques et savent compléter leurs formations par des tutos sur internet si besoin.

En revanche, pour les spécialistes de SIG, cette compétence nécessite une expertise qui n'est pas à la portée de tout archéologue sans formation adaptée. Mais cette règle pourrait évoluer prochainement.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Dans les collectivités locales, les SRA imposent leurs normes, notamment en matière de restitution des données. Il n'est donc pas possible de déroger à ces normes, comme l'Inrap peut parfois le faire du fait de son poids institutionnel.

L'évolution en cours est d'aller vers davantage de dématérialisation, y compris sur le terrain.

Mais pour un conservateur de musée, les archives de fouille les plus facilement accessibles restent celles des fouilles anciennes. Valérie cite le cas d'un rapport de fouille numérique des années 2000 qui n'est plus accessible alors que les rapports de fouille anciens restent accessibles sous forme non numérique. Les usages numériques nécessitent donc de discipliner l'archivage à long terme des archives de fouille. Il faut s'inspirer davantage des pratiques des archives nationales.

En archéologie, à chaque fois qu'une nouvelle technique apparaît, il y a une sorte de fascination pour cette technique. Ce fut le cas pour la photographie aérienne. Cela semble être le cas pour des analyses systématiques sur les sédiments de certaines structures archéologiques.

Lors de l'évaluation des compétences des agents de son service, les compétences numériques ne semblent pas être un sujet. Les demandes de formation ne posent pas de problème. Pour autant, pour la collectivité en général, les compétences numériques ne sont pas considérées comme un atout. De façon paradoxale, les données doivent être produites sous forme numérique de façon cohérente, mais les compétences numériques ne sont pas tellement valorisées pour autant.

Le mouvement de l'ouverture des données semble insuffisamment accompagné par les institutions de l'archéologie. Il manque un effort majeur d'information et de sensibilisation de l'administration centrale du Ministère de la Culture dans ce domaine. Les acteurs sont livrés à eux-mêmes et doivent

prendre en compte ces exigences en plus du reste. Mais cela manque de coordination, au niveau des SRA en particulier.

Le collectif des chefs de services archéologiques de collectivités est souvent sollicité pour donner des avis sur des nouveaux projets de bases de données sans que les justifications de ces projets soient clairement démontrées.

La pratique de beaucoup d'archéologues reste de faire par eux-mêmes sans forcément s'associer avec des experts des nouveaux domaines qu'ils explorent dont celui du numérique. Valérie cite le cas d'un chercheur qui a monté sa boîte privée en s'associant avec des spécialistes d'intelligence artificielle et qui a finalement renoncé.

Les archéologues ont souvent l'habitude de vouloir réinventer la roue. Lorsque les sociétés privées ou des experts du numérique ont besoin d'accéder aux corpus de données archéologiques, les archéologues ont souvent une posture de sachant, qui révèle peut-être des interrogations profondes sur leur position comme discipline scientifique et de légitimité. Valérie évoque sa propre expérience lorsqu'elle a travaillé au Musée de l'Homme où elle a pu concrètement constater ce genre de posture.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Comme elle l'a déjà évoqué, Valérie considère que la discipline archéologique aurait un intérêt à prendre davantage en compte les possibilités du numérique même si ceux-ci peuvent encore être critiqués et par certains archéologues.

Les discours sur le gap générationnel des compétences numériques sont caricaturaux. Dans la réalité, les pratiques sont plus diversifiées, mélangeant pratiques numériques et non-numériques pour toute les classes d'âge.

La pandémie a profondément remis en cause la tendance qui prévalait jusqu'alors d'une numérisation généralisée de la médiation des savoirs archéologiques. Maintenant, les élus et les publics ne veulent plus des mêmes choses. Ces derniers reviennent au musée en affirmant qu'ils ne veulent plus d'écrans. Il faut donc réviser les choix des dispositifs de médiation numérique en remettant des médiations humaines au cœur des dispositifs et des actions de médiation.

Entretien avec : Yann Le Jeune, Ministère de la Culture
Date de l'entretien : 21/09/2021 et 27/09/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 18h et 19h
Heure de fin de l'entretien : 19h et 20h

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 49 ans

- Il a commencé en 6ème à l'ouverture du club informatique. Il a utilisé des ordinateurs Comodore 64 et Vic 20. Il a aussi utilisé un Apple*II* dit Europlus, acheté par ses parents d'occasion (quand il l'a eu il avait 10 ans d'âge, modèle de 76 qu'il a eu en 1986) qu'il a encore. Il a passé un bac scientifique, option informatique. Il a suivi des études de géologie appliquée à Nantes (DEUG + License + Maîtrise), puis à Bordeaux (DEA), puis à Nantes (DESS d'archéologie) puis à Paris (environnement et archéologie). Il a commencé un DEA en paléoenvironnements et de paléoocéanographie, sur des séquences sédimentaires très récentes (- de 30 ans) mais plutôt sur des temps géologiques (il n'a pas pu l'achever). Il a continué à se servir d'outils informatiques. Il s'est ensuite inscrit en DESS métiers de l'archéologie à Nantes. Il s'est ensuite inscrit en DEA avec option micromorphologie (INA Paris Grignon et Paris I) avec Nicols Fedoroff et Marie-Agnès Courty. Il a travaillé sur des problématiques d'impact anthropique sur l'environnement sur le lac de Châlain.

- Il a ensuite fait son objection de conscience au SRA Ile-de-France qui lui a permis de mettre en place un réseau informatique local (serveur, bases de données avec Filemaker, etc.)

- Il a été contacté par le département de Seine Saint-Denis sur un emploi jeune (CDD de 5 ans) sur un poste de paléoenvironnementaliste. Il a continué à travailler sur des projets informatiques, notamment de médiation, notamment sur un projet de « réalité virtuelle » (VRML) sur le département sur des thématiques paléoenvironnementales. Il a découvert le logiciel GRASS. Il s'est mis à l'environnement Linux. Il a travaillé sur divers problématiques de zonage archéologique (potentiels et risques archéologiques) par périodes. Il a encadré un étudiant de l'EISTI pour des analyses d'images de carottages permettant de retrouver des rythmes sédimentaires.

- Il a été admis au concours de technicien de recherche du Ministère de la Culture. Il a occupé le poste du SRA de Picardie à Amiens. Il s'y est occupé de la mise en place de plusieurs dépôts archéologiques du département.

- Il a commencé à travailler seul sur le projet Ishtar en 2005-2006.

- Il est parti en détachement à l'ONF dans une cellule d'archéologie. Il a développé plusieurs outils sous Grass pour le traitement de données Lidar

- Il a passé le concours d'ingénieur d'étude. Il a été admis et a pris le poste au SRA Pays-de-la-Loire (PDL). Il a continué à travailler sur des outils numériques, notamment sur les zonages archéologiques jusqu'à la production des arrêtés. Il a aussi travaillé sur de la modélisation paléoenvironnementale. Il a poursuivi le développement d'Ishtar. A cette occasion, l'outil a été développé en python avec l'aide d'un développeur professionnel.

- Il a ensuite occupé un poste de cartographe à la DRAC PDL. Il a commencé à utiliser divers outils de traitement de données massives notamment avec R et Python. Il s'est investi dans l'application des données publiques en données ouvertes après la loi République numérique.

- Il a travaillé sur le portail *open data* du Ministère de la Culture. Mais la DRAC PDL a été frileuse dans la mise en œuvre de la loi sur l'ouverture des données, en particulier pour la publication des données sur les MH qui finalement ont été publiées.

- A cette occasion, il a fait connaissance de personnes à la Préfecture de région (SGAR) où a été ouvert un poste orienté données sur lequel Yann a été recruté. Il a occupé ce poste jusqu'en juillet 2021.

- Il a mis en place divers projets sur l'ouverture de données, des preuves de concept. Il a été chef de projet du développement du portail Data interne au ministère de l'intérieur notamment sur la traçabilité des finances de l'état (= #SMART[96]) et sur divers développements internes Python /Panda sur la datavisualisation surtout sur les finances de l'Etat. Il a aussi travaillé sur la modélisation de l'accès aux services publics et l'aide aux décisions apportées

- Le Département de Loire-Atlantique a ouvert un poste de géoarchéologue et de responsable des données archéologiques à Nantes (gestion et valorisation des données géographiques, 3D, Ishtar, *open data*, etc.) sur lequel il a été recruté depuis juillet 2021. Etant donné ses fortes compétences numériques, il les met en œuvre sur divers projets, notamment sur des questions de qualification des données. Il est souvent sur le terrain.

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Yann considère qu'il faut commencer par définir ce qu'on entend par archéologie comme science ou comme ingénierie.

La professionnalisation de l'archéologie a développé une ingénierie de l'archéologie qui s'appuie sur des techniques, des méthodes qui doivent être relativement carrées.

Pour autant les formations en archéologie sont faites par des scientifiques qui ne sont pas formés à l'ingénierie.

Yann lui-même est ingénieur d'étude du Ministère de la Culture. Mais le concours et le poste d'ingénieur de recherche ne correspond pas, pour Yann, à ce que devrait être un concours et un poste d'ingénieur.

L'archéologie est donc victime de cette « confusion des genres » entre discipline scientifique et pratique d'ingénierie.

On retrouve cette confusion à tous les étages :

- à l'université avec les rares ingénieurs d'études ou de recherche qui sont en fait des chercheurs placés là par défaut de postes de CR,

- dans les SRA, avec des conservateurs qui maîtrisent parfois fort mal l'ingénierie archéologiques,

- sur le terrain, où on appellera archéologue autant un technicien de fouille (qui a une thèse mais n'a pas trouvé de postes ailleurs) et un responsable d'opération (qui n'a pas obligatoirement publié grand-chose mais peut être un très bon ingénieur).

L'archéologie de terrain s'appuie sur l'acquisition de données qui doivent être particulièrement bien ordonnées. La gestion des données est donc au cœur de l'ingénierie archéologique pour laquelle il faut disposer d'une véritable stratégie de gestion des données.

[96] cf. http://youtu.be/gVFX-vq1x0M?t=2850

Or les formations en archéologie ne fournissent pas ces compétences d'ingénierie car elles sont prodiguées par des chercheurs. On notera quelques rares cas où c'est différent comme à Nantes par exemple avec Martial Monteil (ancien de l'Afan) qui connaît très bien cette ingénierie, mais c'est une exception qui confirme la règle. La majorité des enseignant a très très peu d'expérience de terrain et la majorité du temps en archéologie programmée (avec des méthodes pas toujours bien maîtrisées).

Yann a aussi le sentiment que tous les archéologues ne partagent pas tous la conviction de participer à un travail collectif. Cette limite se retrouve dans le manque d'engagement de la communauté des archéologues dans le mouvement de la science ouverte et en particulier des données ouvertes et des logiciels en *open source*. Le souci est surtout sur les données ouvertes, pour les logiciels c'est très secondaire et moins pertinent.

En citant le cas du logiciel FileMaker, très utilisé dans la communauté des archéologues, il faudrait que les archéologues comprennent que les données saisies avec cet outil comme avec tous les autres logiciels, doivent être ouvertes et donc ne pas rester dans un format de logiciel propriétaire.

De plus, il faut que les normes d'interopérabilité et de pérennité des données soient davantage connues des archéologues que ça n'est le cas actuellement. Il faut surtout qu'ils conçoivent que leurs données doivent vivre. Ne pas les garder pour eux. Or s'ils veulent publier ils doivent le faire (ne pas se faire « voler ») au moins pendant un temps (à définir, car non défini). Le manque de moyens pour la valorisation scientifique des opérations menées (une fois le rapport rendu) pousse à « garder sous le coude » pour des publications ultérieures qui ne viennent la plupart du temps jamais. La solution pourrait être :

- un délai de sanctuarisation des données pour publication (1 an?),
- des moyens automatiques (2 semaines post rendu de rapport ?) pour publier (que l'on ne lui parle pas de jours PAS). Sans cela, à moins de déposséder les RO de leurs données, point de salut.

Concernant les effets gadget, Yann a souvent constaté que les archéologues sont souvent friands de nouvelles technologies, surtout des outils qu'ils ne comprennent pas ou ne maîtrisent pas bien. Or, il manque souvent une réflexion sur la qualité des données et du modèle (ex. photogrammétrie, statistiques multivariées notamment, SIG, etc.).

Yann a donné des formations notamment aux SIG, aux traitements de données Lidar, à la photogrammétrie à l'université, à l'Inp, à l'ONF. Mais il souligne la nécessité pour les stagiaires d'être accompagné dans l'acquisition de certaines compétences numériques et données, en particulier les données 3D qui doivent être considérés comme de véritables projets en tant que tels.

Il y a une différence entre les dimensions d'ingénierie et de démarche scientifique. Ex. la pétrographie qui est une ingénierie qui peut être mobilisée par l'archéologie. Mais pour autant cela ne contribue pas à renforcer la scientificité de l'archéologie. L'image donnée à l'extérieur sera probablement plus « scientifique » mais pour autant l'archéologue ne pourra prétendre à être plus scientifique.

L'archéologie a besoin de science humaine.

Dans le domaine de la géoarchéologie, il est important que l'archéologie sache rester une science humaine car il s'agit bien d'essayer de reconstituer de paléoenvironnements mais en essayant d'imaginer comment les populations du passé ont vécu ces environnements. En ce sens, l'archéologie doit emprunter autant à l'anthropologie sociale qu'aux sciences de l'environnement.

Si les données archéologiques ne sont pas ouvertes et donc ne sont pas réfutables (cf. Karl Popper), l'archéologie ne peut prétendre être une science. Les archéologues doivent donc diffuser leurs données.

Certes pour la 3D, l'effet whaouhh est là mais c'est un effet d'image et non pas de scientificité. Pour autant, en termes de médiation, cela a un réel intérêt. Néanmoins, la 3D (laser, photogrammétrie, etc.) est un outil formidable en archéologie, encore sous-exploité (notamment en morphométrie/ sériation, etc.), utilisé la plupart du temps pour faire de la médiation ou au mieux des orthophotos.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Pour la géomatique en archéologie, Yann considère que cela n'a pas à être un métier mais bien plutôt une compétence. Les SIG devraient être une compétence de base au même titre qu'un logiciel de traitement de texte pour rédiger un texte. Pour écrire un texte on utilise un traitement de texte, pour faire de l'analyse spatiale on utilise un SIG. Or tous les archéologues font de l'analyse spatiale, mais encore trop peu sont formés aux SIG.

L'usage de logiciels de dessin comme Adobe ne peut plus suffire et n'est pas adapté à certains types d'analyses comme des analyses spatiales.

Dans l'équipe dans laquelle il travaille depuis juillet dernier, Yann constate que ses collègues savent tous utiliser un SIG. Ils savent aussi faire l'acquisition de données pour produire des modèles 3D.

Pour Yann, tous les archéologues devraient savoir utiliser des SIG et acquérir des données pour produire des modèles 3D, avec des outils simples disponibles pour la prise de vues mais pas forcément être experts pour la modélisation ou le traitement de modèles 3D.

Pour le résultat de traitement de données Lidar aérien, Yann pense que cela devrait un prérequis de tout archéologue de savoir utiliser des données Lidar (sans pour autant maîtriser tous les traitements possibles) quand l'Ign aura mis à disposition en *open data* toutes ses données Lidar à haute définition. Cela deviendra alors un prérequis pour toute opération archéologique sur le territoire métropolitain.

L'autre point important est la mise à disposition des données en *open data* des données archéologiques. Mais la plupart des archéologues ne connaissent pas les dispositions législatives et réglementaires dans ce domaine. Il y a donc un effet de « culture de l'*open data* » à enseigner à l'université d'abord en formation continue ensuite.

Sur le plan réglementaire, pour Yann, le problème majeur est d'arriver de passer des décrets actuels à des circulaires. Actuellement la loi République numérique manque encore de plusieurs décrets pour devenir totalement applicables dans les services de l'Etat.

Pourtant cette loi est très importante. Le Ministère de la Culture ne vient que très récemment de disposer d'un administrateur de données. Il n'est pas impossible qu'il se fasse dépasser/déborder par des structures plus agiles : INRAP, opérateurs privés, collectivités... . Il y a un gros effort d'information et de communication à faire.

La notion de *data archaeologists* ne peut donc être envisagée que s'il existe des masses de données archéologiques en *open data*. D'autres métiers nouveaux devraient ainsi apparaître en archéologie.

Yann considère que la valorisation des données est un autre point important. Pour le cinquantenaire d'Etiolles, un événement sera organisé d'ici l'automne 2022. A partir de la documentation d'Etiolles, il sera proposé de concevoir des jeux vidéos avec la participation d'archéologues, de médiateurs en jeux vidéos, etc. (*game jam*). Ce genre d'initiative doit permettre d'illustrer l'intérêt de l'archéologie pour la société ou du moins de valoriser de manière originale des résultats archéologiques (ce n'est pas une révolution non plus).

De même, on peut imaginer l'apparition d'applications de reconnaissance de vestiges archéologiques à l'image de ce qui existe déjà dans le domaine de la botanique. En fait c'est en cours de développement. Ce n'est pas juste une idée.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Yann considère que le problème majeur est celui de l'archivage des données numériques.

Il existe des solutions techniques mais elles ne sont pas faciles à mettre en œuvre dans les services de l'Etat ou chez certains des acteurs de l'archéologie.

Autre problème majeur, l'acquisition de données 3D. Comment peut-on archiver ces données ? Les pratiques numériques ont un poids important sur les plans écologique, financier et en ressources humaines pour gérer cela. Il faudrait s'interroger sur les pratiques numériques de l'archéologie qui sont déjà et qui seront probablement de plus en plus consommatrices de ressources numériques dont le coût écologique va croître.

Autre exemple : la photogrammétrie d'une coupe ne permet pas de produire autant d'informations que le relevé manuel. Idem pour le relevé pierre à pierre. Dans ce cas, le numérique peut impliquer une perte d'informations par rapport aux pratiques traditionnelles. Mais dans ce cas, il faut savoir combiner les deux méthodes. En tout cas ces nouveaux outils changent déjà les pratiques archéologiques (terrain, études, publications) et vont continuer à le faire. Ces changements rapides doivent être accompagnés durablement et autant que possible, notamment pour des populations d'archéologues parfois peu motivés par des changements de pratiques.

Entretien avec : Louis Marguet, étudiant en master 1 à l'université de Bordeaux
Date de l'entretien : 12/03/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h30
Heure de fin de l'entretien : 12h00

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 22 ans
- A fait un bac scientifique
- Avait un intérêt pour l'histoire avant le bac
- A découvert sur ParcourSup
- A fait une licence en histoire de l'art et archéologie à Lille III
- Pendant cette licence il a fait plusieurs stages dans différentes périodes historiques
- Il a préféré son stage en préhistoire
- Il a fait un stage de pétroarchéologie avec Mickael Guivarch au sein du labo de Rennes qui l'a convaincu de vouloir continuer en préhistoire
- Est arrivé en 2021 en master 1 de biogéosciences, parcours Préhistoire, géoarchéologie, zooarchéologie à l'Université de Bordeaux
- Souhaite continuer en Master 2 à Bordeaux
- Souhaiterait continuer en thèse en pétroarchéologie
- En mai il doit faire un stage de fouilles pendant 1 mois au Piage avec J-G. Bordes
- A prévu de participer à une fouille pendant l'été, peut-être sur le site de Bouyssonnie

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Louis utilise les outils de bureautique depuis ses études universitaires, essentiellement par auto-formation et suivi de tutoriels sur Internet

Louis a également suivi des cours de prise en main de Zotero et de QGIS lors de sa licence. Les cours de SIG ont été dispensé pendant 2 semestres toutes les semaines par un technicien de l'INRAP (topographe).

Louis reconnaît qu'il a parfois des difficultés à exprimer ses besoins et les difficultés qu'il rencontre face à l'utilisation de certains outils numériques

En licence Louis a suivi des cours toutes les semaines sur Photoshop pendant un semestre

Mais en l'absence d'heures d'enseignement en M1 sur les outils numériques, Louis a décidé de suivre cette année une formation individuelle avec un dessinateur en préhistoire de l'UMR PACEA de Bordeaux pour apprendre le dessin d'outils lithiques et prochainement des outils de DAO (Illustrator et PhotoShop) et de PAO

Pour Louis, les archéologues sont obligés de passer par des outils numériques, qu'ils soient réticents ou pas à ces outils. En revanche, parmi les enseignants, certains plus âgés montrent qu'ils ne sont pas adeptes de ces outils, mais certains autres sont très à l'aise y compris pour des chercheurs retraités, selon leur motivation et en s'y étant autoformé pour partie mais en ayant aussi suivi des formations

Louis n’a pas encore assez de recul pour se prononcer sur des éventuelles pratiques numériques sur lesquelles il aurait pu observer des limites, voire des erreurs du fait de l’utilisation d’outils numériques

Louis s’interroge sur la tendance en cours de l’archéologie d’évoluer vers une science naturaliste à l’aide d’un recours croissant à des méthodes et outils numériques, alors que les résultats obtenus semblent parfois très fragiles.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Louis pense que les formations en licence et en master sur les outils numériques sont insuffisantes. Il faudrait que ces formations soient plus nombreuses et ne se limitent pas uniquement à des formations à la maîtrise d’outils mais aussi à être formé à s’interroger sur les outils numériques, leurs limites, leurs biais, la qualité des résultats. Les discussions à ce sujet sont totalement absentes entre étudiants ou avec les enseignants-chercheurs. Des sensibilisations à ces domaines pendant les études seraient nécessaires.

Sur le domaine de la science ouverte, Louis n’a pas le souvenir d’avoir suivi d’enseignement sur ce sujet. Pour autant, Louis considère que l’archéologie doit s’inscrire dans ce courant.

Si les droits d’auteurs, Louis ne comprendrait pas pourquoi des chercheurs s’opposeraient à ce mouvement de la science ouverte.

Louis pense qu’il serait utile d’échanger, voire de collaborer avec des chercheurs en informatique. Louis cite l’exemple d’un chantier sur lequel il a travaillé sur lequel il y avait des spécialistes en imagerie mais pas en archéologie, qui ont produit la photogrammétrie d’une grotte, qui ont utilisé des drones, mais c’était dans le cas d’une prestation de service.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Louis considère qu’il ne comprend pas bien plusieurs des logiciels qu’il utilise. Sa génération est dans une relation de consommation, d’utilisation pour l’essentiel, sans avoir besoin de comprendre ce que sont les outils numériques, comment ils fonctionnent.

Il faudrait que les actions de formation et de sensibilisation à l’université soient plus importantes.

Un autre problème est celui du coût des logiciels payants que les étudiants n’ont souvent pas les moyens d’acheter. Le plus souvent ils en font des copies illicites (licences « crackées »). Il faudrait que ces logiciels soient gratuits pour les étudiants. A noter que l’offre des logiciels libres est une alternative qui a un succès grandissant chez les étudiants.

Entretien avec : Ludovic Mevel, CNRS
Date de l'entretien : 23/09/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 16h15
Heure de fin de l'entretien : 17h50

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 43 ans
- A commencé par un DEUG d'histoire à Paris 7, maîtrise puis DEA à Nanterre en Préhistoire
- Thèse entre 2003 et 2010 sous la direction de Jaques Pélegrin
- A fait un post-doc entre la France et l'Allemagne entre 2011 et 2014
- A eu un contrat sur une fouille préventive du CG Pas de Calais et de l'Inrap en 2014
- Entré au CNRS en 2014
- Spécialisé dans les assemblages lithiques de la fin du paléolithique, plutôt dans le Bassin Parisien, Jura, Allemagne centrale et septentrionale

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Ludovic n'a suivi aucune formation à l'université sur les outils numériques. Il s'est donc formé lui-même sur le tas et tardivement à ces outils. Il était initialement un peu rétif mais probablement en raison d'un manque de formation initiale.

Dès lors qu'il a été en contact avec des chercheurs plus aguerris aux outils numériques, il en découvert tout l'intérêt. Le degré de précision des données produites de façon numérique est beaucoup plus contrôlable que les données non-numériques.

Dans le domaine de l'étude de l'outillage lithique, les outils ont longtemps été limités à des bases de données, sans trop réfléchir à la façon dont elles pouvaient répondre à d'autres questionnements.

Ludovic se considère encore comme un utilisateur de certains de ces outils numériques. Mais ce type d'outils apporte des avantages incontestables.

Ludovic a suivi quelques formations de courte durée (photogrammétrie) sur certains outils mais souvent cela s'est fait au contact d'autres chercheurs (SIG, Ishtar, etc.).

Ludovic a le sentiment des formations à ces outils seraient nécessaires dans le parcours académique, au moins pour les enseignements dans lesquels il intervient à Nanterre. En tant qu'encadrant d'étudiants, Ludovic a le sentiment qu'ils ne sont pas particulièrement formés à ces outils.

Pour les autres périodes que le paléolithique, peut-être que les étudiants sont davantage formés.

Concernant les facilités des jeunes générations à utiliser des outils numériques et à l'idée d'une fracture générationnelle dans l'usage des outils numériques, Ludovic considère que ce n'est pas le cas. Certes il a l'impression que les jeunes arrivent à adopter assez vite les écrans tactiles et les applications. Mais peut-être que cela serait tout aussi rapide avec des chercheurs moins jeunes. Tout dépend des actions de formation et d'accompagnement.

De plus, il faudrait que ces actions de formation s'adressent aussi bien aux jeunes qu'aux moins jeunes générations.

Pour les non-experts de ces outils, comme Ludovic, l'usage de ces outils reste limité. Il n'est donc pas possible de parler de révolution mais plutôt d'une évolution.

Ludovic considère que l'utilisation des outils numériques et leur développement participent d'une forme de sécurisation de la donnée. On peut donc en accumuler de plus en plus, sans pour autant être sûr qu'elles sont totalement fiables (ex. photogrammétrie). Mais on peut au moins les tracer de façon plus certaine et elles sont et seront interrogeables pendant longtemps.

Ludovic considère qu'il y a encore trop peu de ponts avec les disciplines des sciences de l'information, par manque de contact, de rencontres en réseaux entre chercheurs des divers champs disciplinaires. A titre d'exemple, Ludovic a eu l'idée de contacter des chercheurs en informatique pour des projets de remontage lithique. Mais il constate que cela ne fonctionne pas, au-delà des premiers échanges stimulants.

Concernant les fiches de postes et les définitions des métiers, que ce soit au CNRS et au Ministère de la Culture, l'Inrap, Ludovic a le sentiment que ces institutions ne bougent pas ou peu. Pourtant les chercheurs font remonter les besoins en compétences numériques à l'occasion de la création du nouveau laboratoire à Nanterre. Mais les profils de poste d'ingénieur de recherche actuels restent en-deçà des besoins réels en recherche et développement des laboratoires. Mais Ludovic garde espoir pour que les lignes bougent même si cela ne concernera que très peu de postes.

Ludovic pense que les archéologues s'adaptent assez facilement à de nouveaux outils, même s'ils les utilisent en deçà de leurs possibilités. Or les archéologues font déjà tellement de choses, doivent être porteurs de tellement d'autres compétences que l'adoption de ces outils risque de se traduire par une responsabilité de plus à assumer, sans y être aidé. C'est ce qui a fait que Ludovic était un peu rétif au début qui craignait de voir les outils numériques lui rajouter du travail.

Aujourd'hui, Ludovic n'a plus ce type de crainte et il apprécie les avantages considérables des outils et données numériques, qui ne lui prennent pas de temps que ça.

Dans des discussions avec des chercheurs un peu âgés qui considèrent que ces outils font perdre du temps sur le terrain, si c'est parfois vrai, les gains en temps après le terrain sont tellement considérables que les quelques inconvénients dans l'appropriation de ces outils sur le terrain doivent être minorés. S'il y avait plus de postes dans le traitement des données primaires, peut-être raisonnerait-il autrement. Mais en l'état, Ludovic considère que les outils numériques lui sont très utiles et même indispensables.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Pour accompagner les pratiques numériques, des guides de bonnes pratiques seraient les bienvenus.

Ludovic considère qu'il faut surtout s'interroger sur le contrôle de la qualité des données produites et parfois mises en ligne. Les risques de dérive pourraient être une approche trop quantitative de l'archéologie. Ces débats déjà anciens semblent être à nouveau d'actualité avec l'usage massif du numérique en archéologie. Cela pourrait être en particulier le cas dans le domaine de compétence de Ludovic – l'étude des systèmes techniques lithiques – ou il ne faudrait pas que des approches très quantitatives (très développées chez nos collègues anglo-saxons) prennent le pas sur les approches plus qualitatives. Les deux approches sont nécessaires sans que l'une prenne le pas sur l'autre.

Il serait intéressant pour les archéologues de se rapprocher de chercheurs d'autres champs disciplinaires et non naturalistes qui seraient plus critiques sur les approches quantitativistes et enclins à des réflexions sur les limites méthodologiques. Mais les échanges ne seraient pas forcément simples à animer. Dans les postes à créer, il faudrait qu'une partie des compétences requises et du temps de travail soient consacrés à ce type d'animation interdisciplinaire pour accompagner les archéologues dans l'évolution de leurs pratiques scientifiques.

Le « bricolage » qui est la règle d'apprentissage et de travail des archéologues depuis des décennies, trouve là ses limites.

Les CTRA pourraient être des lieux d'évaluation des compétences numériques mais elles ne s'y prêtent pas.

Ce pourrait être le rôle du CNRA ou d'un comité de ce type : plus dégagé du travail de fond sur les dossiers mais animé par des experts qui le pratique et le maitrise. Il faut absolument éviter le top/bottom… dérive que l'on s'en poindre, par exemple, derrière la belle initiative de la Science ouverte (cf. publication en *open access*) qui me parait être trop piloté par des personnes qui ne maitrisent pas forcément l'ensemble des tenants et aboutissants[97]

L'ouverture des données pourrait être l'occasion de mieux évaluer leur qualité. Mais il faut commencer par les outils.

Concernant les rapports d'opération archéologiques, il s'agit d'une littérature grise considérable mais qui ne relève pas de publications scientifiques.

Les données produites dans ces rapports pourraient relever davantage des *data papers* qui reste une pratique très limitée en archéologie à ce jour en France. Pourtant, les données sont dans ce type de support et elles mériteraient d'être mieux valorisées.

Ludovic se dit favorable à la publication des données archéologiques en données ouvertes mais la question est de savoir quelles données ouvrir. Concrètement, Ludovic ne voit pas quel intérêt pourrait recouvrir la publication de ses propres données qui relèvent d'approches qualitatives, en dehors d'un certain contrôle de la donnée primaire qui n'est pas non plus inutile. Mais il faut aussi éviter les obligations, les injonctions à tout publier. Il faudrait donc trouver les bonnes pratiques dans ce domaine.

La production des illustrations seraient peut-être plus intéressantes à rendre accessibles à tous plutôt que les données elles-mêmes. Pour sa discipline, Ludovic considère que c'est un enjeu sérieux. La donnée primaire se trouve en général sur ce type de support. Le seul « biais », serait qu'elle serait lisible qu'avec un certain niveau d'expertise. Mais après tout, c'est aussi le cas pour nombres de données primaires.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

La principale difficulté est le manque criant d'interlocuteurs experts dans une connaissance et une maîtrise avancées des outils numériques et pour mieux répondre aux besoins en R&D.

Cela permettrait probablement de mieux accompagner l'évolution des pratiques et les risques de mésusages de certains outils numériques.

Il faudrait aussi disposer de méthodes harmonisées de production et d'archivage des données numériques qui actuellement sont souvent produites de façon désordonnée.

Ludovic craint que les besoins sur la récupération des volumes considérables de documentations produites sans les outils numériques, ne puissent pas être intégrées dans les nouvelles pratiques numériques et les bases documentaires accessibles à l'aide des outils numériques actuels et futurs.

[97] cf. : https://prospectives21.sciencesconf.org/browse/session?sessionid=63859

Entretien avec : Nicolas Minvielle, EFR
Date de l'entretien : 08/06/2022
Modalité de l'entretien : en présentiel
Heure du début de l'entretien : 09h30
Heure de fin de l'entretien : 11h00

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 35 ans
- A voulu faire de l'archéologie avant d'entrer à l'université
- A toujours souhaité travailler sur la période médiévale
- A commencé une licence d'histoire à l'université de Grenoble
- Pendant ses trois années de licence d'histoire, il a régulièrement participé à des chantiers de fouille pendant l'été
- A suivi ensuite un master d'histoire à Grenoble
- Le sujet qui lui a été proposé pour la thèse ne l'a pas intéressé, il n'est donc pas commencé de thèse tout de suite
- Il a travaillé en CDD chez Archeodunum pendant 2 ans, dans le cadre de deux contrats cours, aux côtés de vacations dans l'archéologie programmée.
- Il a commencé une thèse en 2012 jusqu'en 2017 sur la production d'argent et de cuivre dans le Languedoc médiéval avec un contrat doctoral à Aix-Marseille puis comme ATER
- Il a ensuite obtenu un contrat de post-doc avec le Labex Med sur Aix-Marseille, ce qui lui a permis de mûrir son projet de recherche
- Il est rentré en septembre 2020 à l'EFR sur un deuxième post-doc qui va durer jusqu'en août 2023

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Nicolas se souvient avoir eu un ordinateur chez lui lorsqu'il était au collège.

A l'université, il n'a eu qu'un seul cours d'initiation à l'informatique très limité sur MapInfo mais il n'en a pas retiré grand-chose.

Pendant sa thèse, il a suivi un cours sur ArcGis avec un collègue très compétent, puis un autre sur Autocad pour des besoins de DAO. Aujourd'hui, il utilise le plus couramment, divers logiciels comme par exemple la suite Adobe, dont Illustrator et Photoshop, puis des outils de traitement des levés topographiques, etc.

Nicolas souligne qu'il n'a jamais été incité à utiliser des outils numériques. C'est donc de sa propre initiative qu'il s'est formé aux outils numériques dont il se sert. C'est toujours en partant de ses besoins, que ce soit sur le terrain ou lors des études, qu'il s'est formé aux outils numériques qu'il utilise. Il parle de « bricolage », mais reconnaît que ce mode d'apprentissage et de pratique numérique n'est peut-être pas toujours le meilleur.

Il ajoute que le constat des manques de formation aux outils numériques à l'université n'est pas propre à son université, ni à son parcours académique.

Pour Nicolas, il existe un vrai problème de compétences numériques, souvent absentes chez les personnels enseignants.

Même s'il n'a jamais suivi de formations à des outils numériques, Nicolas a eu parfois à recourir à des tutoriels sur Internet.

Nicolas a délivré quelques formations depuis qu'il est à l'EFR, notamment sur le sujet des réseaux, prochainement sur celui des SIG.

Pour Nicolas, il semble que les enjeux et l'intérêt des pratiques numériques ne sont pas encore suffisamment prises en compte par les responsables des institutions de l'archéologie, ni par les communautés d'enseignants à l'université.

La question est de savoir quel niveau de compétences numériques il faudrait proposer aux étudiants et aux chercheurs d'atteindre.

Dans l'ensemble, Nicolas a le sentiment que les outils numériques sont utilisés surtout dans un mode de consommation. Pour les professionnels qui viennent des sciences autres que les SHS, ce sont souvent là que se situent des compétences numériques, statistiques, etc. qui manquent en archéologie.

Concernant les pratiques numériques, Nicolas souligne qu'il a identifié des cas de confusion entre l'usage des outils numériques et les problématiques scientifiques auxquels ces outils doivent permettre de répondre. Il cite le cas de la photogrammétrie, qui parfois peut être considérée comme suffisante en elle-même alors qu'il faut distinguer entre acquisition et interprétation. La photogrammétrie ne répond qu'aux besoins de levés, d'acquisition de données, alors que l'interprétation, elle, ne peut pas être faite uniquement par la photogrammétrie.

Nicolas souligne aussi que les gains de temps des levés numériques sur le terrain impliquent en réalité des temps considérables de traitement des données en post-fouille.

Cette division du travail par le numérique constitue un problème. Pour Nicolas, l'ensemble des étapes d'acquisition et de traitement des donnés devrait être fait par les mêmes personnes et non en distinguant ceux qui acquièrent de ceux et ceux qui traitent les données. La pression temporelle de l'archéologie préventive induit souvent ce genre de dérive.

Nicolas considère qu'il ne faut pas déconnecter les pratiques numériques des autres pratiques de l'archéologie. De plus, il faudrait inciter les archéologues utilisant des outils numériques à s'interroger sur l'impact de ces outils et leur permettre de ne pas en avoir une pratique aveugle.

Il n'apprécie pas la notion d'humanités numériques. Il considère que le numérique est seulement un changement de forme des données mobilisées par les humanités. En cela, la révolution numérique est une notion qui emprunte aux techniques du marketing. Ces changements ne sont souvent que de façade. Pour autant, il reconnaît que beaucoup d'appels à projets incitent à proposer des projets innovants dans lesquels les chercheurs sont inviter à annoncer en quoi leurs projets pourront apporter comme innovations.

Au-delà, le numérique est parfois utilisé pour montrer que la discipline archéologique se renouvelle, se modernise, même si elle utilise parfois des outils qui ne sont pas si modernes que cela (ex. géophysique).

Certes, l'archéologie est souvent confrontée à la nécessité d'acquérir des données parce qu'elle détruit son objet de recherche au fur et à mesure de la fouille. Mais cela ne doit pas justifier des pratiques numériques déraisonnables, insuffisamment encadrées.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Pour Nicolas, il faudrait que toutes les universités proposant des formations en archéologie intègrent mieux la formation aux méthodes et outils numériques, en y ajoutant des modules d'initiation à la réflexivité.

Lors de leurs parcours de formation à la recherche, les étudiants devraient aussi être mieux accompagnés dans leurs apprentissages numériques.

Pour Nicolas, le Ministère de la Culture est à la traîne. Il lui revient de mieux gérer et stocker les données numériques de l'archéologie. Pour illustrer son propos, Nicolas donne l'exemple de ses pratiques de sauvegarde de ses données sur ses disques durs personnels.

Le Ministère de la Culture devrait pouvoir faire le lien entre les opérateurs, les archéologues et les services de l'Etat pour la gestion et l'archivage pérenne des données archéologiques.

HumaNum pallie de fait aujourd'hui à cette situation, mais ce n'est pas son objet.

Sur le processus d'institutionnalisation des pratiques numériques, Nicolas a le sentiment que ces pratiques sont suffisamment visibles (il existe des revues, des publications, des événements concernant ce domaine). Mais elles sont souvent trop cloisonnées.

Lors des processus de recrutement, il existe des postes parfois entièrement dédiés aux compétences numériques (avec la notion d'humanités numériques). Mais pour Nicolas, les compétences numériques devraient être davantage présentes dans tous les recrutements, tous les postes de chercheurs ou d'enseignants en archéologie.

Nicolas est favorable à l'ouverture des données de l'archéologie, le Ministère l'est également. Il y incite et tous les discours sont cohérents, mais la pratique est encore difficile.

Le problème est que trop de chercheurs considèrent encore que les données leur appartiennent. C'est probablement lié au fait qu'il n'existe pas de formation à ce sujet.

Il faudrait aussi que les archéologues soient formés au droit d'auteur, à ce qu'ils peuvent demander et à ce qu'ils ne peuvent pas faire avec leurs données, notamment pour la publication des données.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Le principal risque lié aux développements des pratiques numériques est le cloisonnement.

Le terme de technicien de fouille n'est pas adapté. Il faudrait souligner que tout technicien de fouille est un archéologue qui doit savoir faire aussi bien un relevé à la main qu'un relevé numérique, aussi bien dégager une structure qu'être associé à sa compréhension.

Certes, il faut bien que certains archéologues soient capables de faire preuve de compétences numériques de haut niveau et d'une expertise spécialisée dans certaines pratiques numériques. Mais celles-ci devraient être largement diffusées au reste des archéologues, pour que ceux-ci.

Il faudrait aussi réfléchir aux fait que les pratiques numériques ne sont pas uniquement le fait des plus jeunes générations.

Entretien avec : Bruno Morandière, Réseau des EFE
Date de l'entretien : 18/02/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h
Heure de fin de l'entretien : 12h

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 52 ans
- A fait une licence et une maîtrise de mathématiques entre 1989 et 1992
- Il a suivi ensuite un DESS en ingénierie d'images à Lyon 1 en 1993
- Il a fait un stage à la Maison de l'Orient et de la Méditerranée (MOM) à Lyon sur une base de données images en mode client-serveur à destination de l'archéologie
- Il a travaillé comme libéral pendant deux ans et vendait ses prestations auprès du CNRS
- Puis il a créé une société, SGBI, avec trois collègues du CNRS dans le cadre de la valorisation par le CNRS de l'outil développé
- En parallèle, il a fait un DEA à l'ENS de Lyon en informatique en 1996
- En 1997, il a commencé une thèse sur la reconnaissance de manuscrits anciens qu'il n'a pas terminée
- Il a travaillé pendant 2 ans dans le traitement de signal (sons) dans une société privée. Il y a travaillé pour développer un outil permettant de modifier la coloration du son en temps réel
- En 2003, le Président de l'Université de Lyon 2 lui a proposé de mettre en place le programme Persée dont il a été responsable du pôle recherche et développement entre 2003 et 2012
- En 2005, il est devenu ingénieur de recherche à Lyon 2 puis à l'ENS en 2011 puis au CNRS au 2012
- Depuis 2012 jusqu'en 2019, il a été responsable du pôle informatique de la MOM
- Depuis 2019 il est détaché du CNRS auprès du Réseau des EFE où il est chargé de mission pour la transition numérique des EFE
- Il a donc travaillé avec des archéologues à différents moments mais de façon discontinue

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Depuis la 6ème Bruno a toujours été attiré par les mathématiques, son enseignant de mathématiques étant équipé d'un ordinateur TO7. Ses parents lui ont ensuite acheté un ordinateur personnel.

Même s'il ne se dit pas informaticien, Bruno souligne qu'il a toujours aimé l'informatique parce qu'il y retrouve l'esprit logique des mathématiques.

Au cours de sa carrière, il a donné plusieurs cours sur les données à des étudiants en archéologie, en L3 à Lyon notamment. Mais il a arrêté devant le manque d'intérêt de certains étudiants et parce qu'il n'appréciait pas vraiment cela.

Dans ses fonctions actuelles, Bruno assure des formations auprès des professionnels du réseau des EFE. Il fait parfois intervenir des professionnels. Mais il avoue ne pas aimer cette activité.

En revanche il aime bien les ateliers, dans lesquels il y a une forte interactivité.

Dans les professionnels de l'archéologie avec lesquels il a eu l'occasion de travailler, Bruno souligne la grande diversité des pratiques et des niveaux de maîtrise des outils numériques.

Bruno mentionne que pour lui ce n'est pas systématiquement lié à un effet générationnel.

Dans certains cas, Bruno a eu à faire avec des jeunes archéologues qui n'avaient pas tous un niveau de compétence numérique minimal. Bruno pense qu'il y a un manque de formation en numérique dans les filières de formation universitaire en archéologie. Ainsi, les étudiants en L3 qu'il a rencontrés ignorent tout du XML alors que cela devrait faire partie du socle commun aux étudiants en SHS.

Bruno pense que c'est un problème dans les maquettes des enseignements universitaires. Aujourd'hui il semble qu'il faille faire un double cursus archéologie et humanités numériques alors que ce devrait être dans les enseignements en archéologie que ces compétences devraient pouvoir être acquises.

La mise en place de formation aux nouveaux entrants du ResEFE a pour objectif de proposer un socle commun autour de la question de la gestion des données, de la science ouverte, etc.

Parmi les apprenants, beaucoup se forment par eux-mêmes en recourant à des ressources en ligne (tutoriels, MOOC) mais avec parfois un manque de maitrise dans les notions de base de certains outils numériques comme les bases de données.

Bruno cite l'exemple récent d'un chercheur au sein du réseau des EFE, qui l'a sollicité pensant que tel outil numérique lui serait utile alors que ce n'est pas le cas. La distinction entre les divers types d'outils n'est pas toujours faite par les apprenants. Il convient de leur proposer un accompagnement pour faire connaitre les possibles.

L'exemple de FileMaker souvent utilisé en archéologie est un exemple emblématique des mésusages de ce type d'outil par des utilisateurs qui ne maîtrisent pas les bases.

Certains chercheurs se sont mis au numérique parce qu'ils voient ce que cela peut leur apporter. Il semble qu'ils n'adoptent pas ces pratiques numériques par conformisme, en voulant adopter une sorte de marqueur de modernité de la discipline et des pratiques professionnelles.

Au niveau du réseau des EFE, il y a un choix d'orienter les pratiques de recherche vers la science ouverte ce qui implique d'inciter les chercheurs à adopter des pratiques numériques, en utilisant des grilles de services numériques qu'ils doivent adopter, de mettre en œuvre systématiquement des plans de gestion de données.

De l'avis de Bruno, il n'y a pas de résistance forte, revendiquée aux outils numériques. Mais il y a ici ou là des chercheurs qui ne savent pas trop comment s'orienter dans l'offre de formation, ou qui semblent ne pas être particulièrement adeptes d'outils numériques.

En matière de recrutement, il semble que les compétences numériques ne sont pas un critère essentiel. En revanche pour le versement des données aux archives sous forme numérique, cela devient incontournables. Demain, le versement formalisé des données sera imposé et devra respecter des formes dictées par la réglementation en vigueur.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

La formation initiale des archéologues devrait évoluer en matière de compétences numériques. De même, l'accompagnement des archéologues dans leurs pratiques numériques est indispensable pour compenser les manques actuels. Il faut donc augmenter le soutien à la recherche. A l'échelle du réseau des EFE, la fonction de Bruno répond à des réels besoins mais il faudrait compléter la capacité d'intervention parce que les besoins sont plus importants que ce que Bruno peut assurer seul. Bruno a pu faire constat

Le problème majeur est celui de la limite entre les compétences numériques que les archéologues doivent acquérir et celles des informaticiens qui peuvent les accompagner dans leurs projets numériques.

L'organisation de rencontres comme celles initiées en 2021 par le réseau des EFE, l'Inrap et Bibracte permet de partager les expériences, de croiser les réalisations, les limites, les manques, les besoins d'accompagnement.

A l'occasion de l'évaluation récente par l'HCERES, un effort important a été porté sur les productions numériques du réseau des EFE. Toutes les écoles ont décidé de mettre d'importants moyens sur les outils et les méthodes numériques. Pour autant, Bruno pense qu'il reste un manque lors de l'évaluation individuelle des chercheurs sur leurs compétences. Des travaux sont en cours pour que le travail numérique du chercheur soit valorisé en complément de ses productions.

Concernant le mouvement de la science ouverte, Bruno a toujours été convaincu de l'intérêt de celui-ci. En revanche, Bruno constate très peu d'appétence chez de nombreux chercheurs. De fortes résistances s'expriment, même si les chercheurs comprennent les enjeux de ce mouvement. Pour Bruno, il s'agit d'un enjeu politique qui devrait se traduire dans l'attribution de moyens aux chercheurs. Peut-être la période actuelle est celle d'une transition douce où les responsables ne veulent pas imposer de décisions trop fortes et laissent le temps aux chercheurs de venir par eux-mêmes à l'ouverture de leurs données.

Dans la répartition des compétences entre archéologues et spécialistes des sciences et techniques de l'information, c'est aux organisations de la définir. Ce n'est pas le rôle de Bruno d'en décider. Aujourd'hui, il est contreproductif de laisser faire les archéologues dans le niveau de compétences numériques qu'ils décident d'acquérir, souvent par eux-mêmes.

Ainsi, sur le terrain d'opérations archéologiques, les archéologues s'appuient sur des topographes. Si les archéologues veulent faire de la 3D, ils se débrouillent souvent pour apprendre à faire eux-mêmes de la photogrammétrie ou parfois en s'appuyant sur le topographe. Ce devrait être le rôle d'une cellule d'accompagnement que de recueillir les besoins et d'y répondre.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Comme cela a déjà été indiqué, la formation initiale des archéologues sur les questions relevant du numérique est généralement insuffisante.

Concernant le droit des données archéologiques, il reste une difficulté car les données sont de droit français mais elles concernent des fouilles réalisées sur le sol des pays étrangers.

Le mouvement de la science ouverte peut poser problème dans certains cas car les autorités locales ont leur mot à dire sur la publication des données concernant les fouilles sur leur territoire.

La difficulté majeure évoquée par Bruno concerne les moyens alloués à l'accompagnement de la recherche. Ce n'est pas le cas uniquement du réseau des EFE mais c'est général dans les projets numériques en SHS dans lesquels Bruno a eu à intervenir.

En France, la TGIR HumaNum est un véritable atout. Peu de pays sur lesquels les chercheurs du réseau des EFE en disposent.

Sur les moyens alloués aux opérations scientifiques, notamment sur les missions, Bruno a le sentiment que ces moyens sont en diminution même si ce n'est pas systématique. Pour autant, les moyens diminués d'un côté ne sont pas réaffectés sur les moyens informatiques.

5. Autres points et commentaires

Bruno indique un point qui n'a pas été abordé c'est le fait que les archéologues lui semblent peu organisés en réseau. Ainsi, sur leurs pratiques numériques, il n'y a que peu d'échanges réguliers,

formalisés sans que Bruno puisse en connaître les raisons. Il y aurait peut-être des choses à améliorer dans ce domaine.

Entretien avec : Florence Mousset, Ministère de la Culture
Date de l'entretien : 27/08/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h30
Heure de fin de l'entretien : 11h40

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 59 ans
- A commencé comme bénévole sur des chantiers programmés (abbaye de Maubuisson dans le Val d'Oise, Etiolles, Pincevent, etc.)
- DEA d'histoire de l'art et de l'archéologie à l'université de Paris 1 en 1988
- Contractuelle à partir du milieu des années 1986, puis à l'Inrap jusqu'en 2007
- Quelques autres contrats courts avec le milieu associatif
- En 1996, en CDI à l'Afan comme gestionnaire de mobiliers archéologiques à Metz (expérimentation de plateau technique de SRA de Lorraine pendant une dizaine d'années)
- En 2007, a passé le concours de technicienne de recherche
- En 2017, a passé le concours d'ingénieur d'étude
- Devenue responsable de la gestion de l'ensemble des mobiliers archéologiques en Ile-de-France depuis juillet 2019 pour le projet de CCE (étude de faisabilité en cours) (NB : la gestion des collections est un métier relativement récent, moins d'une dizaine d'années)
- A suivi des formations avec des laboratoires de restauration sur des problèmes de corrosion active et passive
- A donné des cours à l'université de Nancy sur la régie des collections

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Florence a commencé à se servir toute seule de FileMaker et continue à s'en servir aujourd'hui.

Elle a suivi une formation sur FileMaker il y a une dizaine d'années.

Elle n'a pas donné de formations à des outils numériques.

Mais ce mode d'autoapprentissage est largement la règle dans sa communauté des régisseurs de collections qui souvent se montrent leurs outils, se transmettent leurs solutions applicatives.

Aujourd'hui, l'offre de formation est très disparate. Certaines collectivités locales ont su offrir des formations numériques à leurs agents. Mais d'autres collectivités et certains opérateurs publics et privés continuent à laisser leurs agents se débrouiller seuls.

La DRAC IDF devrait passer sur l'application Ishtar pour le partage des données sur les collections mais pas pour la régie. Le problème avec cette solution est qu'elle n'est pas spécifiquement adaptée aux besoins de l'IDF.

Pour les données personnelles, la question est actuellement posée de la façon de gérer ces données qui ne peuvent pas être ouvertes par la loi.

Florence Mousset considère qu'il n'y a pas d'homogénéité dans les outils numériques. Sur le terrain, on voit chaque archéologue avec sa propre base de données. Il y a donc une disparité des outils et des processus de travail, notamment selon la période chronologique, la zone géographique, etc.

Pour la gestion de la documentation, les volumes de données à gérer sont considérables (données de photogrammétrie, modèles 3D, etc.). En prenant l'exemple de la photographie numérique, Florence souligne le processus de l'explosion documentaire.

Sur le terrain, les appareils de photographie numérique permettent de produire des quantités de plus en plus considérables de photographies, surtout en préventive. En post-fouille, aucun tri ne semble fait et toutes les photographies sont versées lors du versement aux services de l'Etat. Il n'est pas possible de conserver toutes les photographies sur les serveurs du Ministère. Il faut donc faire des tris. Le problème est que ces tris risquent d'être faits par des personnes qui ne seront pas archéologues.

Néanmoins, sur les photographies d'objet, un tri semble être fait pour des raisons esthétiques.

Concernant les pratiques et les compétences numériques selon les classes d'âge, il semble que les étudiants en master ne craignent pas les outils numériques mais cela ne veut pas dire qu'ils s'en servent correctement d'emblée. Ils sont capables rapidement de faire de la saisie numérique de données, mais quand il s'agit de faire ce même enregistrement sur des fiches papier, il semble rencontrer des difficultés. Ils semblent utiliser les outils numériques avec facilité et rapidité, mais sans forcément une exigence de qualité, ce qui oblige parfois à un important travail de reprise, de correction.

Pour les moins jeunes, Florence confirme qu'elle entend certains collègues affirmer qu'ils ne sont pas à l'aise avec les outils numériques. Ils s'en servent quand ils n'ont pas le choix mais ne s'en servent pas s'ils en ont la possibilité.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Florence souligne que les outils numériques doivent rester des outils. Sur les bases de données, il faut disposer de solutions solides mais pas d'usines à gaz. Certains outils, trop complexes, doivent représenter une aide mais pas une fin en soi. Il faut que les outils doivent être adaptés aux missions des agents.

Mais les volumes de données gérés sont devenus tels qu'il n'est plus possible de se passer d'outils numériques.

Il serait souhaitable de plateformes de données capables de prendre les données provenant de solutions différentes par le biais de fichiers d'échange.

Le numérique doit aussi contribuer aux activités en matière d'Enseignement Artistique et Culturelle.

Les maquettes de formation universitaire comme les formations au cours d'une carrière professionnelle doivent évoluer sur les outils numériques. Au niveau universitaire, il faudrait éviter de former des spécialistes au numérique qui perdraient les compétences de base de l'archéologie. Pour pouvoir travailler sur des outils numériques, il faut maîtriser la chaîne opératoire complète de l'archéologie.

La vision dématérialisée du mobilier archéologique ne remplacera jamais la relation directe à l'objet. Il faut continuer à pouvoir accéder à la matérialité de l'objet, de son poids, de sa rugosité. La 3D d'objets a un intérêt pour des objets fragiles ou des collections périssables. Il devient ainsi possible de manipuler virtuellement les objets mais cela ne permet pas d'accéder à la totalité des caractéristiques physiques de l'objet. Les bénéfices des analyses non-invasives d'objets sont indéniables mais il ne faut pas en faire un mode de restitution majoritaire. Ces deux modes de représentation et de manipulation sont complémentaires mais ils ne doivent pas se substituer l'un à l'autre.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Le numérique ne doit pas prendre le pas sur le reste. Les difficultés avec le numérique sont surtout l'absence de formation et d'accompagnement. Le Ministère se doit de mettre en place des outils numériques mieux adaptés aux besoins des utilisateurs.

Concernant la gestion des données archéologiques numériques, qui sont devenus considérables, les serveurs disponibles ne sont pas suffisants.

A ce jour, le sujet de l'archivage pérenne des données archéologiques au sein du Ministère, semble ne pas suffisamment pris en compte.

L'accompagnement proposé pour les agents dans l'évolution de leurs compétences numériques est insuffisant.

Les programmes nationaux de dématérialisation des documents administratifs vont rendre encore plus obligatoire des compétences numériques conséquentes pour pouvoir se servir des données numériques qui en proviendront.

Or, en prenant l'exemple de l'application Patriarche, il est clair que celle-ci est vieillissante, n'a pas évolué depuis des années. Une nouvelle version d'ARP devrait être déployée mais l'information à ce sujet ne circule pas suffisamment.

Les programmes nouveaux comme Ishtar peuvent répondre à une partie des besoins mais cet outil n'est pas adopté par tous les SRA. Certes il est *open source* mais il y a quand même des coûts de développements, de serveurs, etc. Or les gestionnaires de collections ne travaillent pas tous de la même façon. Ishtar devrait donc être vu comme un outil de partage des données et non pas comme un outil unique pour la gestion des collections.

Le séminaire récent du Mont Beuvray a permis de souligner les besoins en postes. Mais il ne sera pas possible d'obtenir un poste à temps plein de gestionnaire du mobilier dans chacun des SRA, de même pour la gestion de la documentation.

Le discours officiel annonce que les outils numériques doivent faire gagner du temps et limiter donc les besoins en personnels. Mais dans les faits ce n'est pas le cas. Les outils numériques trop complexes génèrent des temps d'adoption et d'adaptation parfois trop longs.

Concernant l'ouverture des données de l'archéologie en *open data*, Florence se dit partagée. D'un côté, elle considère cela dangereux pour la localisation des sites archéologiques, qui ouvre des risques de pillage par les détectoristes. Pour autant, l'archéologie étant financée essentiellement sur des budgets publics, il serait normal que les données qui en proviennent soient mises à disposition de tous.

Concernant les données mises en ligne à tous sur des solutions comme Ishtar, il faut veiller à ce que les données personnelles ne soient pas diffusées, conformément à la loi. Mais le risque d'un accès frauduleux à ces données n'est pas à exclure. De même certains objets pourraient ne pas être diffusées pour éviter de choquer le public (ex. données d'anthropologues concernant des squelettes).

Entretien avec : Laïla Nehmé, CNRS
Date de l'entretien : 14/06/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h30
Heure de fin de l'entretien : 12h25

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 55 ans
- A fait une licence d'histoire option archéologie puis un master et un DEA d'archéologie des périodes historiques. Parallèlement, étude de langues sémitiques anciennes à l'Ecole des Langues Orientales Anciennes à l'Institut Catholique de Paris
- A commencé à participer à des chantiers de fouille, dont le chantier école de Paris 1 avec Paul Van Ossel en 1986. La même année, avec Jean-Marie Dentzer à Bosra (Syrie).
- A soutenu une thèse d'archéologie en 1994 à l'Université Paris 1 sur l'espace urbain de Pétra de l'époque nabatéenne à l'époque byzantine à travers les sources archéologiques et épigraphiques
- A été recrutée en 1995 au CNRS comme chargée de recherche
- A soutenu une HDR en épigraphie en 2013 à l'EPHE
- Est devenue directrice de recherche au CNRS en 2014 (DR2)
- Est devenue directrice de recherche de première classe (DR1) en 2022 à l'UMR 8167 Orient & Méditerranée, Equipe Mondes sémitiques.
- Assure depuis 2002 la direction de la mission archéologique de Hégra/Madâin Salih en Arabie Saoudite

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Laïla n'a jamais suivi de formations portant sur les outils numériques pendant son cursus universitaire.

Elle s'est formée toute seule. Elle a acheté un MacPlus en 1986 sur lequel elle a rédigé son master.

Laïla rappelle la fracture, de moins en moins sensible cependant, entre les utilisateurs de certains logiciels n'existant que sur PC (ex. Autocad) et les utilisateurs de Mac.

Elle souligne qu'elle a souvent fait l'apprentissage de logiciels par elle-même mais qu'à partir d'un certain temps d'investissement, il lui semble préférable de déléguer certaines tâches pour se consacrer plutôt à des tâches pour lesquelles elle est moins facilement remplaçable. Il s'agit surtout d'une optimisation du temps et des compétences.

Aujourd'hui, les modalités d'apprentissage aux outils numériques ont beaucoup évolué. Les plus jeunes lui semblent plus autonomes car ils peuvent s'appuyer sur les nombreuses ressources disponibles sur Internet (tutoriels, forums, réseaux sociaux). L'enseignant n'est plus le seul transmetteur du savoir.

Pour Laïla, la pression exercée sur les professionnels de l'archéologie pour un usage de plus en plus systématique des outils numériques suppose de consacrer beaucoup de temps à continuer de se former, au détriment d'un temps qui pourrait être passé à un travail plus scientifique. L'accélération induite par le numérique a des effets pervers. Par exemple, assurer une veille scientifique dans un domaine pointu suppose de lire énormément d'articles, mais la facilité avec laquelle on a désormais accès aux ressources

numériques a pour conséquence que l'on saisit beaucoup de *références* bibliographiques mais qu'on en *lit* finalement très peu.

Pour ce qui est de l'enregistrement des données archéologiques sur le terrain, elle pense qu'il est important de maintenir des pratiques traditionnelles : cahier de fouille *versus* enregistrement des données sur tablette. Une des raisons est que les outils numériques imposent une uniformisation des modalités de l'enregistrement de terrain, qui diminue la part de subjectivité et surtout qui a pour conséquence que certaines informations disparaissent parce que non conformes à la grille de saisie.

Ainsi, Laïla observe que certains archéologues sont encore attachés à produire des rapports d'opérations de façon traditionnelle et leurs résultats restent de grande qualité.

Sur certains projets sur lesquels elle intervient ou dont elle a connaissance, Laïla remarque que l'enregistrement numérique devient parfois une finalité en soi, il n'est plus fait pour répondre à une problématique scientifique définie *a priori*. Pour Laïla, il ne faut pas confondre exhaustivité et qualité. Dit autrement, la quantité d'information que permet de gérer le numérique n'est pas en elle-même une garantie de qualité.

Laïla est membre de la Commission des fouilles au Ministère des affaires Etrangères. Elle a remarqué que certains rapports d'opération ne contiennent quasiment plus de relevés de terrain manuels, ils sont remplacés par des clichés photogrammétriques. Or les deux sont, au mieux, complémentaires, le relevé pierre-à-pierre étant le seul à offrir une *interprétation* du chantier archéologique.

Pour elle, la photogrammétrie doit être un outil au service de la science et pas une finalité en soi. Elle vient par exemple de compléter la lecture d'une inscription grâce à la 3D d'un bloc inscrit mais ne considère pas pour autant que tous les blocs devraient faire l'objet d'une restitution 3D. Il faut le faire au cas en fonction des besoins.

Laïla évoque le temps nécessaire pour déchiffrer des inscriptions de façon traditionnelle, avec l'œil et parfois avec les doigts. Elle évoque l'anecdote d'une épitaphe qu'elle a pu déchiffrer le jour anniversaire de la mort de la personne décédée. Cet épisode illustre, pour elle, ce que peut être une expérience sensible dans le rapport à la matérialité du vestige archéologique qu'il n'est pas possible de vivre avec les copies numériques de ce dernier.

Laïla souligne que les archéologues ne doivent pas devenir des technocrates mais doivent rester des scientifiques qui doivent veiller à toujours utiliser des dispositifs techniques dans une optique de recherche et non pas uniquement dans l'objectif de produire des données numériques.

Elle évoque l'étude en cours d'un fragment de tissu qui a pu récemment être identifié comme étant de la soie sauvage. Une piste supplémentaire serait d'entreprendre une analyse protéomique (fondée sur l'analyse des protéines dont le fil de soie est porteur). Les résultats attendus seraient de produire des informations nouvelles sur l'origine géographique de cette soie. Le même type d'analyses pourrait être fait sur des cuirs afin de connaître leur origine : ovins, caprins ou camélidés ? Dans ce cas, le progrès technologique permet de répondre à une question qui était posée depuis longtemps. Ces deux exemples illustrent les interactions étroites qui existent entre science et technique, certaines techniques pouvant susciter de nouvelles pistes de recherches.

Laïla évoque un projet de bases de données d'inscriptions nabatéennes dans lequel elle a décider de se lancer après plusieurs années d'hésitation, mais qui l'a fait s'interroger sur la pertinence et la pérennité de cet outil et l'a convaincue de la nécessité de maintenir une publication papier

Le problème de nombreux projets numériques est qu'ils s'inscrivent dans une vision court-termiste comme y poussent aussi les évaluations de l'HCERES ou encore les projets financés sur l'ANR.

Laïla n’a pas le sentiment que la photogrammétrie soit considérée comme une parole divine, irréfutable. Elle pense que c’est un mode de restitution, de présentation devenue incontournable du paysage, de la réalité archéologique, complémentaire d’autres et qui ne prétend pas imposer une nouvelle forme de scientificité.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Laïla a du mal à répondre sur les formations actuelles des archéologues à l’université. Elle sait qu’il y a des formations aux SIG sur QGis, mais elle ignore si les étudiants ont des formations sur les bases de données, la photogrammétrie, etc.

Pour elle, il faudrait que soit acquis à l’université un socle de compétences numériques.

Mais il faut maintenir un équilibre entre ces compétences et les compétences archéologiques.

Laïla reconnaît que lorsque les missions archéologiques ont des moyens importants, cela permet de faire intervenir des spécialistes des outils numériques et donc de déléguer des tâches techniques souvent répétitives. Mais elle sait que c’est rarement le cas. Le reste du temps, les archéologues doivent se débrouiller seuls avec leurs compétences numériques quand ils en ont.

Laïla se dit très favorable au mouvement de la science ouverte. Elle rappelle que beaucoup d’archéologues considèrent encore que les données doivent rester confidentielles. Laïla se bat contre cette conception, et a dû parfois imposer ses vues aux tutelles saoudiennes de la mission qu’elle dirige. Pour elle, les données n’ont d’intérêt que si elles sont diffusées. Dans la plupart des cas, la paternité est respectée par les licences ou par les utilisateurs eux-mêmes.

Pour les missions à l’étranger, l’archéologie est un instrument de la diplomatie culturelle. Il est souvent difficile d’obtenir l’autorisation de mettre en ligne des données ou des publications. Laïla reconnaît cependant que dans certains cas, la publication de certaines données est sensible. C’est le cas notamment des cartes archéologiques résultant de prospections, dont la précision de la géolocalisation des points a intérêt d’être dégradée pour éviter les pillages.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Concernant les risques de nouvelles divisions du travail par les outils numériques, Laïla insiste sur le fait qu’il ne faut pas qu’il y ait de coupure entre ceux qui fouillent et ceux qui enregistrent sur tablettes.

Laïla parle d’emballement numérique dans certains cas.

Le relevé exclusivement numérique risque de donner l’illusion à certains de penser pouvoir se passer des méthodes traditionnelles de relevé. Or, il y a des risques de perte de la qualité de l’information collectée et de son interprétation.

Sur la notion de modernité qui serait liée aux pratiques numériques, Laïla pense que la question se pose surtout pour la génération des 20-25 ans.

Pour autant, elle estime que dans la plupart des cas, le choix d’adopter des pratiques numériques est le résultat de choix raisonnés et de choix concernant le temps qu’on accepte de passer à acquérir et à pratiquer des outils numériques.

Entretien avec : Grazia Nicosia, Musée du Louvre
Date de l'entretien : 05/11/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 15h
Heure de fin de l'entretien : 16h30

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 49 ans
- A passé une maîtrise en conservation-restauration à l'école d'Avignon en 1996, puis a suivi un master 2 en muséologie (VAE) en 2008, puis s'est spécialisée en conservation préventive (master 2 à Paris 1) en 2013
- A passé une certification de *risk manager* sur l'évaluation et la gestion des risques
- Est devenue acheteuse publique pour participer à la rédaction des appels d'offres au Musée du Louvre
- A travaillé comme salariée d'un SARL en conservation-restauration puis à son compte pendant une dizaine d'années comme conservatrice-restauratrice
- Actuellement en CDI au Musée du Louvre

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

A partir du moment où elle a commencé à travailler dans le domaine de la conservation-restauration, Grazia a observé que les outils numériques sont vite devenus indispensables.

Pour l'essentiel, elle s'est auto-formée à Excel et FileMaker.

Lors du master de conservation-préventive, Grazia a suivi une formation d'une journée sur chaque outil numérique, après quoi il s'agissait de se rendre dans les collections et de faire une saisie de test avec FileMaker et Excel sous forme de TD encadrés par les enseignants.

Grazia a suivi une formation aux macros sur Excel au Louvre.

Elle a aussi suivi une formation aux statistiques à l'Université de Cergy dans le cadre de son doctorat en cours.

Grazia a toujours voulu faire un doctorat. Elle a toujours été proche de l'Inp. C'est ainsi qu'elle a vu l'appel à projets de l'Inp pour le dispositif de la thèse par le projet.

En termes de mobiliers archéologiques, Grazia parle de collections.

Dès 1996, elle a commencé à utiliser des logiciels de traitement de texte pour saisir les compte-rendu de constat d'état. Elle a le sentiment d'avoir été dans le vent.

Grazia a suivi des cours de photographie qui lui ont permis d'apprendre comment positionner un objet, orienter la lumière, etc.

Lorsqu'elle a arrêté le constat d'œuvres pour passer aux constats de collections, Grazia s'est servi de bases de données.

Lorsqu'elle était dans le secteur privé, Grazia n'a jamais été accompagnée. Mais elle avait des bases suffisantes pour pouvoir s'approprier les nouveaux outils, notamment les outils numériques lorsqu'ils sont devenus disponibles.

Arrivée au Louvre, Grazia s'est aperçue d'une différence entre les personnels qui maîtrisent les outils numériques et ceux qui ne les maîtrisent pas ou pas bien. Elle s'en aperçoit surtout lors des réunions.

Pour la photogrammétrie, Grazia s'est fait expliquer la méthode par des agents du Louvre et des prestataires qui maîtrisent cette méthode.

L'utilisation du modèle 3D dans le suivi des collections lui semble compliquée à maîtriser.

Dans son service, une base de données est en cours de construction sur les aspects environnementaux de certaines activités.

Dans le cadre des marchés qu'elle gère, Grazia a transmis son savoir-faire de façon informelle sur une journée à des collègues et des prestataires, plus jeunes ou de son âge.

Pour installer des logiciels sur son poste, elle est obligée de demander à la DSI du Louvre. Cette contrainte forte dissuade beaucoup d'agents de découvrir les possibilités que permettraient d'autres outils que ceux qui leur sont mis à disposition.

Grazia considère que les discours sur les compétences numériques par âges (l'« effet de génération ») est largement contestable.

A l'échelle de l'établissement du Louvre, il y avait environ 60 bases de données sur les collections. Aujourd'hui, après une dizaine d'années d'évolution depuis 2007, il n'y a plus qu'un seul outil Museum +, à quelques exceptions près.

Pour le Musée du Louvre, il y a d'un côté des services très performants en innovation numérique avec des projets renouvelés, performants et d'un autre côté des pratiques très professionnalisées dans des services moins adeptes du numérique. Les échanges peuvent donner lieu parfois à des malentendus.

La stratégie de mise en commun des données autour d'un même outil a permis les croisements des visions et des façons de décrire les objets patrimoniaux.

L'apparition des directions supports sous la présidence de J-L. Martinez, a beaucoup contribué à ces nouvelles façons de travailler (ex. réserves mutualisées du musée à Liévin).

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques :

Grazia considère que l'évolution des pratiques vers le numérique ne peut être remise en cause.

Pour autant, il conviendrait que les pratiques numériques fassent davantage l'objet de pratiques réflexives.

Certes l'évaluation des compétences numériques n'est pas forcément faite par des personnes elles-mêmes très compétentes dans ce domaine. Mais globalement, ces compétences sont souvent reconnues.

A l'échelle de l'établissement du Louvre, il existe une stratégie numérique qui s'appuie sur un groupe de travail. Mais Grazia est la seule dans son service à avoir eu l'envie de s'y intéresser.

Dans son rôle d'interface entre œuvres et temps, Grazia pense être peu au fait des dispositions du mouvement de la science ouverte.

En matière d'ouverture des données, il existe déjà une partie des données accessibles sur le site du Louvre (vérifier le statut des données). Mais l'ouverture des données du Louvre ne fait pas encore l'objet d'un mouvement d'ouverture massif. La masse documentaire est telle qu'il semble qu'il n'y a pas d'intérêt à tout publier en données ouvertes. La question reste de savoir quelles sont les données rendues accessibles à tous et celles qui ne le seront pas.

A part ses directeurs de recherche à l'université de Cergy, elle a peu de contacts avec des informaticiens. Elle n'est sollicitée que depuis peu de temps pour ses compétences numériques. Elle pourrait être intéressée à participer à un projet pluridisciplinaire en collaboration avec des informaticiens mais elle constate que ces projets sont difficiles à mettre en œuvre et parfois n'associent pas assez les experts métiers.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Grazia parle de « souffrance numérique » pour désigner le fait que les matériels et logiciels sont souvent obsolètes.

Pourtant Grazia travaille dans un établissement qui dispose de moyens budgétaires importants.

Dans son cas, Grazia aimerait disposer d'un matériel plus performant qu'actuellement.

De même, elle aimerait disposer d'un disque dur externe mais cela lui est refusé.

La DSI est très vigilante en termes de sécurité informatique mais cela se traduit par des contraintes fortes pour disposer de nouveaux logiciels ou pour accéder à des ressources extérieures au réseau informatique.

Il conviendrait peut-être que le numérique soit davantage pris en compte comme essentiel et non pas marginale, accessoire.

Dans ce domaine, il faudrait réfléchir profondément à la mémoire numérique du Louvre, pas seulement sur les données métiers mais aussi sur l'ensemble des archives produites par le musée.

Même s'il existe un agent chargé des archives numériques au musée qui fait des préconisations, certains agents peuvent ne pas les suivre.

Entretien avec : Federico Nurra, INHA
Date de l'entretien : 14/03/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h30
Heure de fin de l'entretien : 16h00

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 41 ans
- A un parcours académique atypique
- A fait une maîtrise en archéologie, puis un mastère spécialisé en géomatique et un doctorat en architecture et urbanisme
- Auparavant, il a commencé comme pompier pour payer ses études à la faculté d'archéologie
- Son parcours professionnel a commencé à travailler en archéologie assez tardivement
- Lors d'une sorte de révolution urbanistique et paysagère en Sardaigne, lancée par un gouvernement régional de gauche en 2006, des projets d'histoire des paysages
- Il a lancé son activité professionnelle à travers une société libérale qu'il a créée en 2010
- Il a ensuite été chercheur à l'université puis docteur à l'Université de Sassari en Sardaigne
- Pendant son doctorat, il a pu se rendre en France dans le cadre du programme Erasmus à l'Inrap à Tours entre novembre 2014 et mai 2015 pendant 6 mois
- Il est ensuite revenu en Sardaigne pour travailler
- A la DST de l'Inrap un poste de chargé de développement du projet Ariadne a été créé à l'Inrap où il a été recruté. Il a ensuite travaillé sur le projet européen NEARCH
- Après 3 mois de chômage, il a été recruté en novembre 2018 comme ingénieur d'étude chargé des ressources documentaires et numériques d'étude à l'INHA où il est devenu directeur du service numérique de la recherche en 2021

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Federico pense que l'archéologie au sens large est l'un des domaines où le numérique s'est le mieux développé d'une façon très adaptée aux besoins des métiers.

Mais, au niveau institutionnel, et pas seulement en France, on a tardé à intégrer les avancées de la réalité de terrain dans les pratiques de l'archéologie. En particulier, Federico cite les bases de données, les SIG, la 3D, le BIM pour l'archéologie du bâti.

Il suffit de voir le succès des conférences du CAA depuis plusieurs années pour en être convaincu. Mais pour autant, sur le plan institutionnel, les directions des organisations de l'archéologie ont toujours été réticentes à reconnaître les possibilités du numérique beaucoup plus considérables que celles qui ont été reconnues.

Dans son cas personnel, en 2003 Federico avec un ami à développer une base de données sous MS Access pour développer une application de gestion des personnels de la caserne des pompiers où il a travaillé.

En même temps, il faisait ses études en archéologie et il a adapté cet outil au domaine de l'archéologie.

Il a aussi découvert tout le potentiel de GoogleMaps même si au début de l'ouverture de ce service, la qualité de résolution des images était de faible qualité. Son mémoire universitaire a porté sur l'utilisation de ces images satellitaires et du logiciel *open source* The Gimp, pour identifier des sites inconnus.

L'année suivante, il est parti à Sienne et s'est formé à la géomatique et au traitement d'images satellitaires mais d'une façon plus méthodique. Il a complété ses compétences numériques sur divers outils. Enfin, il a découvert le développement Web (HTML, JSS, Javascript, PHP).

Aujourd'hui, Federico considère qu'il continue à être dans une sorte de formation permanente, y compris dans son poste actuel. En tant que chef de service, il a eu l'occasion de recruter une personne pour le remplacer dans son poste précédent. Il a recruté une personne maîtrisant le langage Python. Il en a profité pour se mettre lui-même à ce langage. De plus, dans le cadre du programme AGORHA de l'INHA, qui comporte plusieurs briques et mobilise diverses technologies, il a souhaité garder une sorte de contrôle sur le travail réalisé et sur les produits livrés. Il essaie donc de consacrer une partie de son temps à compléter ses compétences numériques, même s'il ne peut pas prétendre aussi compétent qu'un spécialiste des différents langages. Il apprend au contact de ses collègues et de certains des prestataires qu'il fait intervenir.

Il a suivi de nombreuses formations pour obtenir des certifications comme utilisateur et comme formateur. Il a été professeur associé pendant 2 ans en topographie antique à l'université en Italie. Il a ainsi pu faire de nombreux ateliers pratiques à la géomatique, mais aussi à d'autres outils numériques.

A l'INHA il assure aussi des formations sur l'identité numérique des chercheuses et des chercheurs.

Lorsqu'il a commencé à travailler avec des historiens de l'art, il a découvert que finalement les niveaux de compétences numériques des archéologues étaient plus importants que ce qu'il pensait jusque-là.

Actuellement, Federico collabore avec l'université de Lund en Suède. Il observe que les compétences des archéologues dans d'autres pays européens comme la Suède est assez bonne mais aussi de voir que le mouvement de l'ouverture des données est largement engagé dans les pays nord-européens, plus que dans les pays du sud de l'Europe et même en France.

Federico a le sentiment que les historiens de l'art semblent davantage engagés dans ce mouvement que les archéologues.

Pour Federico, il est aujourd'hui aussi important pour les archéologues de savoir utiliser des nouveaux numériques qu'un crayon. Il ne s'agit pas que chacun soit un spécialiste de ces outils numériques mais au mois qu'il sache s'en servir un minimum. Certes il faut reconnaître la liberté du chercheur dans le choix de ses méthodes et outils. Mais le risque existe que les archéologues qui ne se forment pas au numérique, ne soient plus en mesure de faire correctement leur métier.

Il faut donc que la formation des archéologues aux outils numériques soit engagée dès l'université. Il faut aussi que les institutions de l'archéologie prennent la dimension de cette nécessité pour la formation tout au long de la carrière.

Il faut aussi qu'il existe des postes d'ingénieur d'étude et de recherche qui fasse la passerelle entre les archéologues qui ne sont pas très à l'aise avec les outils numériques et ceux qui le sont.

Federico fait une différence entre l'informatique qui regroupe les matériels et logiciels et le numérique qui sont les pratiques sociales qui s'appuient sur les moyens informatiques.

Mais si les pratiques numériques qui se développent génèrent de nouvelles normes sociales, le risque existe que les acteurs sociaux qui n'adoptent pas ces nouvelles pratiques soient discriminés par les autres acteurs sociaux qui en sont porteurs.

Les pratiques numériques ne devraient pas être à l'origine de distinction dans les groupes de chercheurs. Cette hétérodoxie devrait être une source de richesse. Federico pense que les pratiques numériques sont contraignantes seulement si on reste dans un cadre stérile qui n'autorise pas les critiques. Les pratiques numériques doivent être observées et critiquées pour pouvoir évoluer dans un sens qui ne soit pas dogmatique.

Federico souligne que les outils numériques ne doivent pas être considérés comme pouvant faire bien ou mal ce qu'on leur demande de faire. Elles ne feront que ce que notre pratique et notre maîtrise de ces outils nous permettront d'en faire.

Il est donc essentiel de connaître et maitriser les techniques et méthodes numériques pour savoir ce que nous pouvons en attendre et mieux en obtenir ce que nous souhaitons. Pour prolonger notre pratique sociale par des outils numériques, nous devons donc en déconstruire les principes pour en maîtriser les usages au mieux.

Federico souligne qu'il faut à tout prix éviter les effets de mode en matière numérique. Pour autant, il a cédé lui-même à l'effet de mode des SIG lorsqu'il a fait le choix de suivre un master en géomatique. Il reconnaît que l'adoption de certaines méthodes et techniques numériques se justifie par le fait de devoir trouver un emploi. Le principe de réalité et les contraintes économiques peuvent expliquer des choix dans les compétences développées et les pratiques numériques adoptées.

Aujourd'hui, utiliser les réseaux sociaux pour échanger des savoirs archéologiques peut aussi apparaître comme un effet de mode.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Comme l'a déjà dit Federico, il serait fondamental que dans toutes les sciences humaines soient intégrés des cours sur ce qu'une donnée numérique, structurée tout en sachant les limites de cette approche.

Federico souligne les pertes des mémoires et thèses dont les corpus de données ne sont plus aujourd'hui exploitables parce qu'elles n'ont pas respecté les exigences d'interopérabilité et de pérennité de l'information sous forme numérique.

Il faudrait davantage valoriser les réalisations numériques. Ce sont les institutions, les états qui doivent investir non seulement dans des infrastructures numériques (réseaux, serveurs) mais aussi dans des services de dépôt des données et de valorisation des productions numériques (partage des données et des rapports sous forme numérique).

Federico pense que le mode de la communication directe doit rester prioritaire. La numérisation totale de la communication nous isole. L'objectif de la conception capitaliste du monde est de maintenir une certaine atomicité des acteurs sociaux pour maintenir leur capacité à s'insérer dans les processus de production.

Il faudrait donc proposer de former les étudiants à la critique des modes de communication numérique qui imposent des contraintes parfois trop fortes dans la nature des échanges des savoirs entre les individus.

Ainsi, il faut s'interroger sur la façon dont l'accès aux savoirs archéologiques pourrait demain être rendu accessible à tous par l'ouverture généralisée des données. Federico pense que tous les savoirs ne peuvent pas être accessibles uniquement par les données. Il faut donc maintenir les autres modes d'accès aux savoirs archéologiques qui sont riches d'un autre rapport à ces savoirs, en utilisant des personnes, des contextes qui fabriquent les savoirs eux-mêmes et notre rapport à ces savoirs.

Federico pense qu'il faut s'interroger sur l'intérêt qu'ont les autres disciplines (notamment les sciences environnementales) à accéder aux savoirs archéologiques tels qu'ils sont produits aujourd'hui et qui se limitent parfois à leurs seules données numériques.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Si l'objectif des politiques patrimoniales en matière d'usage du numérique, consiste, à terme, en la destruction du patrimoine sous sa forme numérique parce que celui-ci ne disposera pas de toutes les conditions de sa pérennité comme objet patrimonial, il faut s'interroger.

Pour pallier ce risque, il faut donc développer, dès l'université, une formation à cette prise de conscience pour permettre aux archéologues de ne pas s'intéresser uniquement à l'apprentissage d'outils numériques mais bien à tous les aspects du passage de savoirs traditionnels à des savoirs numériques.

Federico considère que la production des savoirs archéologiques est aujourd'hui à trop court terme, surtout pour l'archéologie préventive qu'il considère presque comme la fin de la discipline. Il faut veiller à ce que les outils numériques ne servent pas uniquement à faire de l'archivage stérile de données, sans grand intérêt.

Il faut davantage travailler sur la notion de paradonnée, qui décrit l'ensemble du processus de production, de traitement et de partage des données qui seul permet de pouvoir utiliser les données en en connaissant toutes leurs dimensions.

Les moyens nécessaires pour atteindre ces objectifs sont des moyens économiques, politiques, et pas seulement des moyens scientifiques. Les pratiques numériques des archéologues doivent donc être replacées dans une dimension plus large et ne pas se limiter à des pratiques purement techniques, normées.

Entretien avec : Raphaël Orgeolet, EFA & Aix-Marseille Université
Date de l'entretien : 28/01/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h30
Heure de fin de l'entretien : 16h40

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 46 ans
- A commencé par faire des études d'histoire à Nanterre après une année d'études littéraires supérieures. A commencé une maitrise d'histoire à Paris 10. Il a choisi de quitter l'histoire pour aller vers l'archéologie à Paris 1. Il s'est spécialisé dans la Grèce, en suivant les enseignements de spécialistes au milieu des années 1990.
- Ce goût pour la Grèce est lié en grande partie à des origines personnelles (lointains ancêtres grecs) et le souvenir de vacances en Grèce qu'il a passée en Grèce
- Ses parents se sont rencontrés sur un chantier archéologique en Grèce
- Il passe le concours d'enseignement du secondaire (CAPES) et devient enseignant dans le secondaire
- Après un arrêt maladie, il entame un DEA à Clermont-Ferrand puis quitte l'enseignement secondaire et se spécialise dans le Néolithique & Bronze ancien en Grèce où il se rend régulièrement pour participer à des fouilles
- Il devient ATER à l'Université de Clermont-Ferrand
- Il a gardé un goût pour la transmission des savoirs et une certaine attitude par rapport aux savoirs pour inviter à se situer dans le processus de production des savoirs
- Devenu enseignant du secondaire détaché dans le supérieure (PRCE) il devient ensuite recruté comme Maître de Conférences à Aix-Marseille en septembre 2013 spécialisé dans l'âge du bronze méditerranéen
- Son laboratoire est à Aix-en-Provence
- Membre de l'Ecole Française d'Athènes (EFA) depuis septembre 2016
- Habituellement il est 15 jours en Grèce dans l'année universitaire et 2 mois pendant les campagnes de fouille du chantier de Kirrha[98] dont il assure la direction
- Depuis 2020, il est en délégation au CNRS pour préparer son HDR qui porte sur les fouilles de Kirrha

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Dès l'enfance, Raphaël a eu un ordinateur dans sa chambre. Il n'a cessé depuis de bidouiller avec ce type d'appareil.

Les formations qu'il a suivies ont été très limitées. La première a concerné Excel à l'université de Paris 10. Mais pour l'essentiel il s'y est autoformé.

[98] Kirrha est considéré comme un gros chantier (par exemple : 55 fouilleurs en 2018) https://www.efa.gr/fr/recherche/sites-de-fouilles/grece-centrale/kirrha

Il a également suivi une formation au traitement statistique au traitement de données sur des datations. Mais il n'a pu mettre en œuvre cette formation depuis.

Raphaël se dit assez rétif aux formations. Il a du mal à supporter les effets pédagogiques des enseignants. Il s'intéresse peu aux formations proposées.

Pour l'essentiel, Raphaël se forme seul aux outils. Même pendant les formations effectuées par des archéologues auprès d'autres, Raphaël n'y assiste pas. C'est plus tard qu'il s'y met seul. Il se sent plus maître de son calendrier et de l'avancement de ses apprentissages.

Raphaël a eu l'occasion, de façon marginale, de transmettre certaines de ses compétences numériques dans quelques-uns de ses cours. Il souhaiterait pouvoir le développer davantage à l'avenir.

Mais Raphaël ressent que l'enseignement par l'université à ces outils numériques reste aujourd'hui insuffisant. Mais le problème est que l'université manque de praticiens.

Raphaël considère qu'il n'y a pas de place pour de l'injonction numérique. La place du numérique doit être celle que les utilisateurs veulent bien accorder à ces outils. Le numérique doit rester un outil et non une fin en soi.

Sur la réflexivité, Raphaël a le sentiment que l'usage d'un outil numérique par son utilisateur ne peut pas être vécu comme une injonction. Il convient que les institutions n'imposent pas de recourir à des outils numériques si ceux-ci ne sont pas justifiés par des besoins clairs. A titre d'exemple, Raphaël cite certains projets financés par l'ANR qui ont visé à la production de bases de données alors que celle-ci ne se justifiait pas. Pour Raphaël, les bases de données créées par les autres ne sont pas toujours réutilisables par d'autres que ceux qui les ont conçues.

Le numérique est peut-être un indice pour mesurer si tel ou tel chercheur est encore dans le coup. Raphaël cite l'exemple d'images photogrammétriques et de modèles numériques.

A l'échelle d'une carrière professionnelle, il est difficile de dire si tel ou tel outil numérique relève d'un effet de mode ou pas. Sur les SIG, Raphaël pense que ces outils ont véritablement commencé à se déployer dans le milieu universitaire depuis moins d'une dizaine d'années. Pour la photogrammétrie et les modèles 3D, c'est encore plus récent. Mais dans l'ensemble, leur mise en œuvre semble à peu près raisonnée.

Dans la politique de communication vers le grand public, cela semble faire partie des outils incontournables.

Pour expliquer l'engouement pour le numérique de l'archéologie, on peut peut-être évoquer le goût pour les restitutions en 3D qui permettent, dans certains cas, de donner un effet de réalisme reconstitué qui joue beaucoup aussi sur le registre des émotions. Ces reconstitutions 3D ont comme conséquence que le spectateur consommateur de ces produits de médiation est comme prisonnier d'une certaine vision imposée par le concepteur de la restitution (sorte d' « effet-tunnel »). Cette tendance est peut-être liée aux financement privés de plus en plus conditionnés en ce moment par ces types de restitutions à privilégier.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Raphaël considère qu'à l'université, il conviendrait que des praticiens soient davantage présents dans les enseignements.

Il pense que le numérique ne devrait pas être trop mis en avant dans la production de données scientifiques. Il devrait être moins présenté en tant que tel.

En revanche, Raphaël trouve qu'il manque de référents numériques dans les universités.

Il évoque l'exemple de Luc Sanson, de l'Inrap, dont il aimerait qu'il soit plus répandu.

Raphaël est globalement favorable à l'ouverture des données. En prenant l'exemple du site de Kirrha, Raphaël souligne comme ce site a produit des données de fouilles considérables auxquelles il aimerait accéder alors qu'il ne le peut pas, contrairement à ce que la loi grecque impose.

Pour autant, Raphaël craint que les données qu'il a produites puissent être exploitées par d'autres avant qu'il ait pu les exploiter, ce qui lui demande souvent plusieurs années. Or les moyens nécessaires ne sont pas disponibles et ne le seront probablement jamais. Il faudrait donc que soit mis en place un embargo avant l'ouverture des données. Si un financement public pour l'archéologie devenait conditionné par l'ouverture des données, il faudrait discuter des modalités avec les producteurs de ces données.

Il semble que la notion de science ouverte soit encore peu connu, notamment à l'université. Il semble qu'une discussion autour de ce sujet va prochainement être lancée par l'EFA.

Au laboratoire où travaille Raphaël, il semble que d'autres sujets sont jugés prioritaires que l'ouverture des données. Un jeu institutionnel semble concentrer les décisions et les moyens alloués que l'ouverture des données.

Concernant la reconnaissance et la valorisation des compétences numériques, Raphaël a le sentiment que le thème des humanités numériques semble constituer une nouvelle mode pour la création de nouveaux postes. Cette notion, un peu fourre-tout, semble l'emporter sans forcément qu'il y ait une forte réflexion sur les contours des compétences nécessaires.

Mais il est clair que les compétences numériques ne rentrent pas dans l'évaluation.

A l'EFA, des recompositions de postes permettent de recruter des profils différents avec des compétences nouvelles, notamment numériques, lors du remplacement de personnels partant à la retraite.

Il faudrait une assise institutionnelle et des moyens pour s'imposer et mettre en relation les membres de la communauté archéologique pour mieux échanger sur leurs pratiques numériques, leurs compétences, leurs besoins en accompagnement, etc.

Certaines collaborations avec d'autres champs disciplinaires comme ceux des sciences de l'information, pourraient être utiles à explorer.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

La principale contrainte que voit Raphaël est l'inadéquation entre l'offre numérique des institutions de l'archéologie et les besoins des archéologues. Il faudrait que le numérique institutionnel soit davantage à l'écoute des besoins numériques des acteurs.

La plateforme Huma-Num, mal connue de Raphaël, pourrait constituer une solution pour héberger un serveur cartographique pour permettre la publication et la partage de données cartographiques dans les domaines de recherche de Raphaël. Il faudrait que l'information sur l'offre d'Huma-Num soit davantage connue.

La circulation de l'information, de la parole, des pratiques est fondamentale. A ce titre, la rencontre de novembre 2022 entre le réseau des EFE, l'Inrap et Bibracte était très intéressante de ce point de vue.

Entretien avec : XXXXXXX**, Service Archéologique Interdépartemental**
Date de l'entretien : 26/08/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 15h30
Heure de fin de l'entretien : 17h30

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 59 ans
- DEUG Arts Plastiques, licence d'histoire de l'art contemporain, master en 1985 de conservation-restauration des biens culturels à l'université de Paris 1
- Contrats courts soit à l'Afan, soit au CNRS, vacations en collectivités territoriales, dans un laboratoire de l'EDF travaillant sur des objets archéologiques du Titanic
- Est conservatrice-restauratrice dans un service archéologique de collectivité territoriale depuis 1989, d'abord comme vacataire, contractuelle, puis titularisée après réussite au concours d'attaché de conservation–restauration en 1999

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

XXXXXXX a connu l'époque des photographies argentiques, de l'enregistrement sur support papier. Elle perçoit le développement des pratiques numériques plutôt de façon positive, par l'essor de la photographie numérique et des bases de données, mais aussi des SIG dont l'un des intérêts majeurs est de pouvoir disposer sur le terrain des plans de fouille au fur et à mesure de l'avancement du chantier.

A côté des avantages indéniables du numérique, XXXXXXX tient à souligner certains effets induits, notamment en matière de gestion des volumes considérables de données, notamment de la gestion des photos très nombreuse permises par le numérique.

Le numérique est censé aussi faire gagner du temps mais parfois il en fait perdre. Ainsi, en matière de DAO, le temps de travail est parfois considérable, et pas forcément moindre que le travail de dessin manuel.

Le danger est que le temps de travail de traitement sur les données impose des temps de travail en post-fouille beaucoup plus considérables que ce n'était le cas auparavant.

Dans la collectivité dans laquelle XXXXXXX travaille, les investissements en matière de formation aux logiciels et d'accompagnement à leur utilisation ont toujours été réalisés. Il a fallu parfois justifier le bien fondé des demandes d'achat de licences mais habituellement les demandes ont été satisfaites.

Le fonctionnement en réseau des ordinateurs présente un avantage considérable en matière d'accès partagé à une même base de données, pour partager les données indépendamment des lieux et des postes de travail. Ce n'était pas le cas dans les années 1990, avant de pouvoir bénéficier du réseau de la collectivité (en 2003).

Du fait de sa compétence avancée sur la base de données développée sur FileMaker, XXXXXXX a assuré des formations de ses collègues (et pour d'autres professionnels du patrimoine en dehors de la collectivité).

XXXXXXX assure aussi une formation à l'université de Paris 1 dans le cadre du master de Conservation-Restauration des Biens culturels (CRBC) (entre 12 et 15 heures/an).

XXXXXXX estime que les jeunes étudiants à l'université, entre 20 et 25 ans, sont nés avec le numérique. Ils semblent très à l'aise avec les outils numériques. Il n'y a donc pas de problème avec le

numérique en tant que tel. Mais il faut souligner que toute formation à un logiciel nécessite ensuite de pratiquer ce logiciel juste dans la continuité de la formation.

Or à l'université, très souvent les étudiants n'ont pas la possibilité de pratiquer sur les logiciels sur lesquelles ils ont suivi la formation. XXXXXXX n'a donc pas trop d'illusions sur le niveau de compétence sur ce logiciel en particulier des étudiants qu'elle forme à l'issue de la formation, même si quelques éléments méthodologiques généraux puissent rester dans leur esprit (et c'est l'essentiel). Rares sont les cas d'étudiants qui ont l'opportunité de mettre en œuvre les compétences acquises lors de la formation, dans le cadre de leur mémoire de stage.

Les difficultés que rencontrent des étudiants avec des logiciels de type tableur ou même Filemaker pour les formules, sont parfois liés à des lacunes en mathématiques ou statistiques plus que sur le logiciel. Il faudrait donc revoir les formations en ce sens, pour pallier des lacunes.

Il faut prévoir un séquencement dans l'apprentissage des compétences numériques (avoir le temps de développer des réflexes et d'automatiser la navigation dans les menus) et non pas vouloir en apprendre trop en une fois.

XXXXXXX a eu l'occasion d'assister à des démonstrations de progiciels de bases de données pour la gestion de collections, mais le système actuel du Service reste le mieux adapté pour le moment.

A la fin des années 1990, les logiciels de bureautique ont été abandonnées par la collectivité au profit de la Suite *OpenOffice*. Mais il y a probablement eu des problèmes qui ont conduit au retour à la Suite Microsoft Office.

XXXXXXX ne connaît pas de solution *open source* en matière de bases de données utilisable par des non informaticiens. Pour l'instant, FileMaker n'est donc pas remis en cause. Il y a même un contrat de maintenance avec un prestataire de service.

La licence de FileMaker en réseau permet ainsi aux 15 agents du service de se servir de l'application développée pour l'inventaire des sites, la gestion des collections (dont la conservation-restauration) et la documentation archéologique, avec e ce logiciel. Filemaker est utilisé par d'autres directions parmi les services de la collectivité.

La collectivité locale a commencé à travailler à la fin des années 1990 sur le SIG. En 2000, les premiers résultats ont été produits. Les usages se sont ensuite largement développés. Aujourd'hui, un agent du service utilise ce logiciel pour produire des modèles 3D. Cela permet notamment de reporter les études après les phases terrain des opérations.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Il est difficile de répondre et de prendre de la distance sur ces sujets. Il faudrait du temps pour réfléchir à des thèmes, mais en même temps l'évolution est tellement rapide que les suggestions ou les choix qui pourraient être proposés aujourd'hui risquent d'être remis en cause assez vite.

On minimise souvent le temps nécessaire pour que les utilisateurs d'outils numériques soient à l'aise avec ces outils. Pour XXXXXXX, les résistances qu'on peut observer dans ce domaine sont compréhensibles. Elles ne sont pas propres à l'informatique. Mais la vitesse des changements est telle qu'il est difficile de laisser le temps aux utilisateurs d'acquérir suffisamment de nouvelles compétences numériques.

XXXXXXX ne pense pas que l'archéologie change fondamentalement dans ses objectifs. Ce qui change peut-être ce sont ses modes d'interprétation.

Lors de la discussion sur la construction de thesaurus pour l'application sur FileMaker, XXXXXXX souligne le temps de discussion nécessaire pour obtenir des consensus.

En matière de termes des périodes chronologiques, XXXXXXX mentionne la difficulté qu'il y a à conduire des recherches avec des données saisies dans une même base de données mais avec des classifications et des limites chronologiques de périodes qui ne sont pas les mêmes, qui ont évolué dans le temps (ex. découpage du Moyen-Âge). Il faut donc pouvoir assurer les changements nécessaires qui tiennent compte des changements dans les dénominations. Pour les autres types de solution, notamment pour l'imagerie, XXXXXXX pense que le numérique ne modifie pas fondamentalement la discipline en tant que telle, même si cela présente des avantages indéniables pour les représentations.

XXXXXXX pense qu'on ne peut pas parler du numérique en général. Ainsi quand on a des bases de données sur la stratigraphie, où les informations sont très découpées, les enregistrements sont très analytiques mais pas assez synthétiques. A l'inverse, d'autres préfèrent une approche plus synthétique et moins analytique. En cela, la question mérite d'être posée : l'usage de bases de données de type analytique ne serait-il pas une façon de présenter les observations de façon plus objective ? Autrement dit, l'usage du numérique ne serait-il pas là pour servir aussi l'intention d'affirmer la scientificité de l'archéologie, de même que de présenter les données comme des données exhaustives. Ainsi, l'usage de statistiques dans certains des rapports de fouilles apparaît parfois plus comme un affichage de scientificité que comme un apport réel à la compréhension du site. Cette dérive est propre à toutes les sciences humaines, pas uniquement à l'archéologie

XXXXXXX constate aussi que le diagramme stratigraphique dans les rapports de fouilles n'est plus systématique alors qu'il existe des outils numériques pour produire ces diagrammes.

XXXXXXX n'est pas particulièrement adepte des modèles numériques en 3D, qu'on peut manipuler virtuellement, que ce soit pour des objets archéologiques ou des sites en raison de l'effet « mal de mer »,. Le seul intérêt est pour des besoins de conservation de certains objets, les plus fragiles, ou pour tester des hypothèses de restitution (par exemple de bâtiments disparus).

Plusieurs bases de données nationales d'objets existent : certaines sont tellement anciennes dans leur conception que leur interrogation n'est pas pratique pour des besoins de recherche (ex. Joconde). Mais il semble qu'on manque de bases de données en français pour faire des comparaisons sur des objets, comme cela est possible par exemple avec la base de données en anglais des Roman Imperial Coins.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

XXXXXXX souligne que, pour les outils numériques comme pour tout nouvel outil, il faut toujours un certain temps pour faire le tri et retenir ce qui est véritablement intéressant et utile. Là-dessus, XXXXXXX pense que ce n'est pas une difficulté : le tri se fera avec le temps. XXXXXXX évoque une analogie entre la pratique du numérique et la recherche archéologique, qui parfois trouve des vestiges et parfois n'en trouve pas. De la même façon, des chercheurs développent de nouveaux outils numériques ou des nouveaux usages d'outils numériques, parfois leurs applications aux problématiques archéologiques peuvent se révéler utiles, mais parfois ils n'aboutissent à aucun bénéfice réel ou aucune avancée majeure.

Il faut non seulement continuer à offrir des formations mais aussi, aux nouveaux arrivants, en interne, des formations pour mieux les accompagner dans leur appropriation et leur maîtrise d'outils.

Il faut aussi savoir ne pas se précipiter sur les derniers outils à la mode et chercher davantage à stabiliser les outils existants. Ainsi, en matière de bases de données, les nouvelles versions n'apportent pas forcément de réelles avancées en termes de fonctionnalités et de bénéfices. Il faut toujours penser en termes de besoin à satisfaire et ne pas les perdre de vue, même si cela n'empêche pas de temps en temps d'explorer de nouveaux outils, de nouveaux usages.

XXXXXXX mentionne les difficultés qui ont émergé pour certains utilisateurs d'outils numériques dans la collectivité dans les années 1990. Il ne leur a pas été si simple de s'approprier ces outils. Pour

XXXXXXX, il s'agit en partie d'une question de génération, même si certains individus peuvent remettre en cause cette distinction entre classes d'âges.

XXXXXXX évoque ses difficultés avec le téléphone portable, qu'elle a du mal à s'approprier, perçu tout d'abord comme peu utile et contraignant pour elle dans la mesure où elle se déplace rarement. Ce n'est que lors du confinement qu'elle en a perçu les avantages.

Le stockage de données numériques prend de la place sur des serveurs de la collectivité comme pour toutes les organisations professionnelles de l'archéologie. Or, le protocole de versement des données aux services de l'Etat, qui produit des masses de données considérables nécessite de nouveaux espaces de stockage.

De même, le problème de l'interopérabilité entre données et entre versions différentes de certains logiciels pose des problèmes importants. Sur ce sujet, la réflexion ne se limite pas à l'archéologie (cf. réflexions en cours aux Archives de France).

De façon liée, le fait de ne plus produire d'archives en versions papier et de faire le choix de ne produire que des archives numériques induit le risque de les voir disparaître définitivement si elles ne sont pas archivées de façon pérenne.

Le temps passé devant les écrans est aussi un problème important, notamment le temps qu'on passe à lire des mails.

La qualité des textes écrits sur traitement de texte semble aussi perdre en qualité (fautes, coquilles, etc.). Le numérique procure une fausse sécurité. On pense pouvoir corriger ultérieurement les textes qu'on rédige. Mais finalement on ne les corrige pas. Des textes sont ainsi publiés avec des erreurs parce qu'il n'y a plus de correcteurs, même quand les documents sont partagés. En ce sens, le numérique peut avoir contribué au changement du rapport à l'écrit parce que les textes ne sont plus autant pensés avant d'être rédigés qu'avant. Les volumes considérables de documents descriptifs peuvent parfois masquer la faible part d'interprétation dans les textes rédigés. Il faudrait que les textes synthétiques et interprétatifs soient distingués des textes descriptifs.

En citant l'exemple des rapports d'opération, XXXXXXX souligne qu'ils ont beaucoup évolué en trente ans. Leur qualité graphique a beaucoup progressé mais ils ont aussi beaucoup augmenté en volume sans que la part des textes de synthèse ait forcément gagné en qualité.

Le rôle des rapports de fouille a également évolué : il est passé de document d'étape synthétique, en attendant la monographie de site exhaustive qui devait nécessairement s'en suivre, au document final devant présenter la totalité de données même en l'absence de publication ultérieure. L'inflation récente de la documentation à but descriptif s'inscrit dans cette dernière conception.

5. Autres points et commentaires

Des chercheurs ont souvent une relation étroite avec leurs outils en général, et avec leurs bases de données, leurs fiches d'enregistrement en particulier. Ils considèrent que c'est leur propriété intellectuelle.

Cela peut expliquer aussi la difficulté pour certains chercheurs à changer d'outils ou à accepter un modèle élaboré par d'autres.

Entretien avec : Damien Pesesse, Université de Rennes
Date de l'entretien : 10/02/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 9h30
Heure de fin de l'entretien : 11h10

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 41 ans
- A commencé à s'intéresser à l'archéologie très jeune.
- A participé à ses premières fouilles dès 15 ans
- A commencé ses études d'histoire à l'université, puis en anthropologie, puis en archéologie à Aix en Provence à partir de 2003 jusqu'à sa thèse terminée en 2008
- A eu une très brève expérience d'archéologie préventive après la thèse avec le service archéologique de la ville d'Aix-en-Provence
- Pendant 5 ans, il a occupé divers emplois d'ATER et a fait plusieurs post-docs avant d'être recruté comme enseignant-chercheur à l'université de Rennes 2 en 2013

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Damien n'a jamais suivi de formation en bureautique. Il ne maîtrise aucun logiciel, çà peine 2-3% du Pack Office ou encore d'Adobe

La seule formation qu'il a suivie en 2021 fut à QGis, une formation très courte

Jusqu'à maintenant, Damien voit bien les limites qu'il rencontre à ne pas savoir utiliser plusieurs outils numériques

Il refuse de passer trop de temps à se former. Il s'appuie sur des collègues qui disposent d'une maîtrise plus grande des outils numériques. Ainsi, sur la fouille de Bouyssonnie, il s'appuie sur d'autres qui maitrisent davantage ces outils.

Pour les étudiants auxquels il s'adresse, Damien évoque l'intérêt d'acquérir des compétences numériques. Il n'a donc pas de discours technophobe.

Sur les autres chercheurs qui maîtrisent les outils numériques et les mettent en œuvre, Damien considère qu'ils ont tendance à mettre en œuvre une sorte de hiérarchie et de normativité implicite.

Cette critique des pratiques numériques n'est pas limitée à l'archéologie, elle peut s'appliquer à un ensemble de domaines.

La question peut être posée de l'espace qui existe pour pouvoir contourner, adopter des pratiques limitées des outils numériques. Il faudrait faire apparaître cette ligne de fracture, constituer cet espace.

Aujourd'hui, beaucoup de gens ont un regard critique mais cette critique prend une ampleur différente et une forme différente selon les acteurs.

Chez les archéologues, la plupart du temps, le discours qui prévaut est celui d'une sorte de neutralité de la technique, alors que toute technique porte des valeurs, embarque des principes.

Le numérique est souvent un marqueur de la nouvelle « modernité » et de la « professionnalisation » de l'archéologie et des pratiques des archéologues. Mais force est de constater que les archéologues ne s'appliquent pas à eux-mêmes les méthodes d'analyse qu'ils mettent en œuvre sur les pratiques révélées.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Damien considère qu'il faudrait proposer aux étudiants enseignements épistémologiques autour de ceux concernant les pratiques numériques mais lorsqu'il l'a proposé à l'université, Damien a été confronté au refus de ses collègues.

Damien cite un nouvel axe épistémologique de l'équipe de Préhistoire créée récemment au CReAAH 6566, dont il attend qu'elle puisse produire des études intéressantes dans ce domaine.

Dans les commissions de recrutement au CNRS ou à l'université, Damien pense qu'il faudrait que des candidats disposant de compétences épistémologiques puissent être recrutés alors qu'aujourd'hui de telles candidatures sont rejetées.

Concernant l'ouverture des données, Damien y est favorable. Mais il faudrait que les archéologues soient sensibilisés à l'intérêt de cette ouverture, aux enjeux. Dans les faits, malgré les discours, la réalité des pratiques est très éloignée. Il manque des financements.

Dans les relations de collaboration qu'il pourrait être souhaitable de susciter entre archéologues et chercheurs en informatique, Damien considère que cela pourrait être utile mais il ne sait pas comment cela pourrait être encouragé.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Damien considère qu'il est en souffrance numérique complète, par refus de la normativité et de la positivité qu'imposent les outils et pratiques numériques.

En prenant l'exemple de publications sur des traitements bayésiens de données en préhistoire, Damien constate qu'il n'y a aucune réflexion sur ce que ces traitements font aux conditions de la production de savoirs qu'ils prétendent produire.

Entretien avec : XXXXXXXX**, archéologue dans un institut public d'archéologie au Luxembourg**
Date de l'entretien : 11/05/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h00
Heure de fin de l'entretien : 15h50

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 33 ans
- A commencé ses études en 2006 à l'Université de Liège. XXXXXXXX voulait faire un parcours archéologique classique sans spécialisation. XXXXXXXX voulait privilégier les aspects méthodologiques. Mais suite à des échanges avec des collègues de l'Université de Liège, XXXXXXXX a pu travailler sur un projet concernant l'archéologie numérique, projet très interdisciplinaire, qui lui a beaucoup plu.
- Jusque-là, XXXXXXXX n'avait suivi qu'une formation aux outils de levés géomatiques
- XXXXXXXX a commencé par se former seule à divers outils numériques dont les SIG
- En 2012, XXXXXXXX a décidé de suivre une formation M2 d'archéomatique à Tours
- Dans ce cadre, XXXXXXXX a fait un stage dans un laboratoire d'archéologie de l'Université de Cologne le CoDArchLAB (*Cologne Digital Archeology Lab*)[99], où XXXXXXXX a travaillé sur un projet de SIG sur le site de Pergame
- XXXXXXXX est rentré(e) en 2012-2013 à l'université de Liège où XXXXXXXX a travaillé sur un projet de modélisation prédictive des données archéologiques lancé par l'AWAP (à l'époque SPW) et réalisé par l'unité de géomatique de l'Université de Liège
- En 2014, XXXXXXXX a obtenu une bourse pour un doctorat à l'université de Heidelberg qu'XXXXXXXX doit prochainement terminer. XXXXXXXX travaille sur la modélisation conceptuelle de l'information archéologique au sein des SIG
- Peu après avoir obtenu cette bourse, XXXXXXXX a commencé à travailler au sein du projet HeiMAP de l'université d'Heidelberg. Le projet envisageait le développement d'une plateforme digitale de visualisation et de manipulation des cartes historiques, et pour lequel XXXXXXXX travaillait sur la modélisation de la base de données
- XXXXXXXX a commencé à travailler dans son poste actuel au Luxembourg en 2018.
- XXXXXXXX est employé(e) d'Etat
- Depuis 3 semaines, XXXXXXXX est responsable d'un service et est en charge de la cartographie et de l'inventaire du patrimoine archéologique au sein d'un institut public d'archéologie créé en 2011 et qui compte environ 35 personnes.

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

En matière de pratique et de formation aux outils numériques, XXXXXXXX a commencé par donner un cours de SIG pour des étudiants M1 d'archéologie au *Cluster of Excellence Asia and Europe in the Global Context* de l'Université de Heidelberg en 2014 ainsi que des interventions ponctuelles sur l'archéomatique dans le cadre du cours d'archéométrie à l'Université de Liège en 2013 et 2014.

[99] https://archaeologie.phil-fak.uni-koeln.de/en/institute/study-areas/archaeoinformatics/codarchlab

XXXXXXXX a ensuite donné un cours de SIG dans le cadre d'un *workshop* pour le chapitre allemand du CAA en 2017. Il était destiné à des débutants : étudiants, professionnels de l'archéologie

Pour son activité actuelle, il n'existe pas de diplôme de *bachelor* ni de master en archéologie à Luxembourg.

Concernant les pratiques numériques des archéologues de manière générale, XXXXXXXX pense que c'est une histoire de génération, mais aussi de motivation. XXXXXXXX ajoute que, contrairement aux agents les plus âgés, les plus jeunes n'hésitent pas à dire qu'ils ne disposent pas de compétences numériques. Ils ne cherchent donc à masquer leurs difficultés par d'autres arguments comme le font souvent les plus âgés.

XXXXXXXX évoque les réticences des archéologues qui ont peur face aux changements impliqués par des outils numériques ou qui considèrent qu'ils ne leur servent à rien. Mais XXXXXXXX pense que ce n'est pas un argument sincère. La véritable raison est qu'ils ne sont pas à l'aise avec l'outil numérique. Le problème est que certains archéologues ne veulent pas évoluer dans leurs pratiques et ont ainsi des grandes difficultés d'accomplir certaines tâches sans aide.

Beaucoup d'archéologues demandent des formations. Si XXXXXXXX pense qu'il ne faut pas forcément que tous les archéologues aient le même niveau de compétences numériques, XXXXXXXX pense néanmoins qu'il faudrait une base de compétences numériques communes à tous les archéologues.

XXXXXXXX constate que beaucoup de jeunes archéologues n'ont pas bénéficié de formations universitaires sur des outils numériques. Ils ne sont pas assez formés à la sortie de l'université. Le manque de compétences numériques des archéologues n'est donc pas uniquement le fait des archéologues eux-mêmes.

XXXXXXXX pense qu'il faut faire attention à ne pas creuser l'écart entre des archéologues très innovants avec des pratiques numériques très avancées et des archéologues qui souhaiteraient continuer à pratiquer de façon traditionnelle.

Au Luxembourg, les opérations d'archéologie préventive sont actuellement assurées par 4 opérateurs privés.

Pour l'archéologie préventive, la plupart des levés topographiques sont faits par des non-archéologues Pour la plupart des opérateurs privés d'archéologie préventive, les levés sont faits soit par des sociétés externes soit par des personnels détachés des cellules de topographie des groupes auxquels ces opérateurs appartiennent.

Pour les archéologues qui sont spécialisés dans une méthode numérique, ils y voient une autre façon de créer des savoirs archéologiques. Pour certains, la possibilité de publier des données sur le Web sémantique ouvre la possibilité de nouvelles façons de rendre les données accessibles au plus grand nombre. Mais si l'étape du Web des données paraît incontournable, XXXXXXXX reconnaît que cette conviction est partagée par très peu de personnes. La majorité des archéologues pense que les modèles traditionnels actuels de partage et de création des savoirs archéologiques sont suffisants.

Au niveau du Ministère de la Culture, XXXXXXXX pense qu'il y a conscience qu'il faut avancer dans le sens d'une évolution des métiers et des compétences des archéologues vers les pratiques numériques.

XXXXXXXX mentionne un projet interdisciplinaire qui va s'appuyer sur une collaboration entre son employeur actuel et plusieurs partenaires culturels et qui utilisera le *Linked Open Dat*a.

En matière d'ouverture des données, il existe des lois au Luxembourg qui promeuvent ce mouvement, notamment sur le Geoportail.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Concernant la formation aux compétences numériques, XXXXXXXX considère qu'il faut que les archéologues soient mieux formés tout au long de leur vie. Mais les cursus traditionnels des archéologues à l'université devraient intégrer davantage de formations aux outils numériques.

XXXXXXXX aimerait que pour les employeurs, dans le secteur public ou privé, les profils des archéologues expriment davantage les besoins en compétences numériques requises et que les compétences thématiques ne soient plus jugées suffisantes. XXXXXXXX pense aussi que les compétences numériques des archéologues pourraient leur permettre une mobilité professionnelle que peu d'archéologues ont actuellement lorsqu'ils n'ont pas ces compétences. XXXXXXXX considère que son propre parcours illustre les possibilités offertes à des archéologues de pouvoir changer de projet, d'employeur, de poste dès lors qu'ils ont des compétences numériques.

XXXXXXXX pense que les notions de métadonnées, cycle de vie des données, les principes FAIR, le PGD, doivent faire partie des sujets abordés en formation dès l'université.

Les archéologues doivent aussi évoluer sur plusieurs points comme par exemple le fait qu'ils sont pas propriétaires de leurs données mais que ces données sont des données publiques. Pour permettre à ces données d'être partagées, elles nécessitent d'être documentées à l'aide des métadonnées et PGD.

Il faudrait aussi une stratégie d'archivage à long terme qui garantit la durabilité des données et leur réutilisabilité.

XXXXXXXX évoque aussi les paradonnées qui sont nécessaires pour mieux comprendre les problèmes à l'origine d'un manque de qualité de certaines données.

Toutes ces notions devraient être largement abordées à l'université.

Il faudrait surtout rendre très concret les notions de métadonnées, paradonnées, qui peuvent paraître parfois trop théoriques.

Concernant l'ouverture des données, XXXXXXXX considère que les archéologues produisent et travaillent avec des données sensibles. Mais XXXXXXXX pense aussi que conserver intégralement les données archéologiques sans les publier, ne ferait pas disparaître pour autant les risques de pillage.

Au Luxembourg, il existe une notion de zone d'observation archéologique et une sous-zone pour délimiter les zones de patrimoine archéologique connu ou supposé. Dans la ZOA, une vigilance particulière doit être portée lors de l'évaluation archéologique des projets d'aménagement. La législation va évoluer. Il est prévu que la zone d'observation archéologique soit régie par un règlement grand-ducal. La zone d'observation archéologique est composée de deux zones : la zone d'observation archéologique sera définie sur base des sites archéologiques connus ou supposés et une sous-zone ou l'existence des sites archéologiques ne peut pas être exclue. A quelques exceptions près, les aménageurs sont obligés de solliciter l'institution où XXXXXXXX travaille pour l'instruction d'une demande d'aménagement- Des zones, considérées comme complètement fouillées, ne font pas partie de la ZOA. Dans ces zones, son institution ne devra pas être sollicitée pour l'instruction des dossiers des projets d'aménagement.

XXXXXXXX a le sentiment que le manque de collaboration des archéologues avec des spécialistes des sciences de l'information est lié au fait que les archéologues considèrent que les outils numériques qu'ils utilisent, quand ils y sont formés, ne nécessitent pas de savoir-faire spécifique de métiers autres que les leurs. Or, pour XXXXXXXX, même s'ils doivent acquérir des compétences numériques solides, les archéologues ont aussi besoin des savoir-faire d'informaticiens. Mais les conditions du dialogue ne sont pas faciles à réunir.

Parmi les sujets de collaboration possible, il pourrait y avoir des questions concernant la qualité de l'information archéologique (incomplétude, imprécision, incertitude).

Concernant la quantité des données numériques produites, notamment sur les projets utilisant des données Lidar, XXXXXXXX a eu l'occasion de s'interroger sur la quantité d'information nécessaire en fonction des besoins de recherche. Ce point renvoie à la nécessité d'avoir conscience des possibilités techniques d'outils numériques mais surtout de savoir s'en servir de façon justifiée, adaptée sur le plan méthodologique et pour répondre à des objectifs scientifiques bien définis.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Pour XXXXXXXX, l'un des risques est de voir apparaître une archéologie à deux vitesses, l'une très engagée dans les pratiques numériques, l'autre beaucoup moins, voir résistante aux outils numériques.

Une prise de conscience politique des enjeux d'une archéologie engagée de façon raisonnée dans des pratiques numériques est nécessaire.

Il faut aussi veiller aux risques de perte d'une partie des données archéologiques numériques qui ne sont pas sauvegardées correctement. Il faudrait que les autorités publiques décident d'investir dans des moyens humains supplémentaires (et pas seulement techniques), pour assurer le changement des habitudes de travail et aller vers un archivage sécurisé et pérenne des données.

Pour les archéologues qui sont les plus craintifs quand il faut changer d'outils numériques et de pratiques de travail, il faut veiller à les accompagner de manière très pédagogique.

Il faut aussi une stratégie numérique qui donne le cap, qui fixe les objectifs, qui s'appuie sur des protocoles et des normes précises. Ces stratégies devraient s'imposer aux archéologues pour que les changements dans les pratiques des archéologues, considérées comme indispensables par les institutions, ne puissent plus être des options mais des obligations.

Entretien avec : Geneviève Pinçon, Centre National de Préhistoire (Ministère de la Culture/ Direction générale des patrimoines et de l'architecture/ Sous-direction de l'archéologie)
Date de l'entretien : 03/08/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h et 16h30
Heure de fin de l'entretien : 11h et 17h

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 62 ans
- DEA d'archéologie et licence de géographie à Paris 1-Sorbonne, docteur en préhistoire depuis 2020
- Elle travaille actuellement au Ministère de la Culture, comme Directrice du Centre National de la Préhistoire à Périgueux

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Dans les années 1985-1990, elle a commencé comme chargée d'étude (vacataire) au Musée d'Archéologie Nationale (MAN) pendant 9 ans où elle a initié et réalisé le vidéodisque analogique de la salle Piette (art mobilier paléolithique) et contribuait au système descriptif et à l'enrichissement de la base de données de référence sur l'art paléolithique (CID Breuil). Elle a initié et réalisé des bases de données interactives sur Minitel sur les tombes à chars, sur l'Atlas des grottes ornées et les films archéologiques.

Parallèlement, pour compléter son salaire, elle est secrétaire de la Société préhistorique française (SPF) où elle va notamment informatiser l'annuaire des membres (à l'époque 1500 membres).

Elle n'a pas été titularisée au MAN n'ayant pas eu connaissance de la liste d'aptitude pour passer conservateur.

Elle a en charge en 1991 l'étude scientifique de l'abri sous-roche magdalénien ornée du Roc aux Sorciers (Vienne) à la demande de S. de Saint-Mathurin, inventeur des sculptures pariétales.- La même année, elle a été recrutée comme chef de projet télématique à la DSI du Ministère de la Culture en postulant et en passant les différents entretiens (deux entretiens par société de recrutement puis un entretien par la responsable du service du service informatique du ministère), comme chef de projet télématique pour créer le 36 14 Joconde avec des requêtes dynamiques dans les bases de données nationales sur Minitel (Joconde, Mérimée, Palissy, etc.), la réalisation du 36 13 Dialogues pour la mise en ligne de données ressources humaines du ministère (postes à pourvoir par exemple) et le suivi du 36 15 Culture pour la mise en ligne de l'événementiel culturel du ministère.

Fortement impliquée dans les nouvelles technologies, elle a demandé à être intégrée au bureau en charge de la veille technologique, notamment pour développer les premières pages du site internet du Ministère en 1995 sur le réseau Renater.

Elle a développé avec Mohan Danabalou (informaticien au ministère également) les liens dynamiques dans les accès entre les bases de données nationales permettant ainsi de relier le bâtiment aux archives, aux objets qu'il renferme ou aux illustrations qui le concerne et vice-versa

Elle a souhaité se former aux langages informatiques dont Java et était prête à s'engager dans la recherche et la veille informatique avec l'accord du chef du département informatique du ministère.

A la lecture du poste vacant de responsable de l'Atlas du patrimoine, elle postule et est recrutée en 1999 à la Sous-Direction de l'inventaire où elle est chargée de la cartographie et de ce projet. Après une analyse de l'état des lieux de la cartographie dans les services patrimoniaux des DRAC (SRA, CRMH,

UDAP), elle propose le projet d'Atlas des patrimoines au début des années 2000 construit sur le l'*open source*, interopérable et prenant en compte les données réglementaires et documentaires de façon structurée avec une charte cartographique minimale partagée. Elle réalise en même temps que la plateforme cartographique de l'Atlas des patrimoines (http://atlas.patrimoines.culture.fr), plusieurs atlas nationaux pour le rapport au parlement, la cour des comptes, le patrimoine mondial etc. et permet au ministère de la culture d'être lisible face aux autres ministères comme membre du CNIG. Elle contribue à la création du Géoportail avec l'IGN et le BRGM et est à l'initiative du développement de l'API IGN permettant l'accès de leur fonds de carte sur les plates-formes cartographiques interopérables.

La DSI du Ministère n'étant pas favorable à l'*open source* et n'allant pas jusqu'à la création du catalogue de données géographiques du ministère de la culture en ligne et partageable par tous, elle pense à quitter ce poste. En 2010, elle est sollicitée pour postuler à la SDA comme chef du bureau en charge notamment de la BDD Patriarche, de la Carte Archéologique et des documents d'urbanisme. Elle gère le centre national d'archéologie urbaine et encourage participe à l'utilisation de la chronochorématique sur l'étude des villes de façon interdisciplinaire.

Après plusieurs années, elle constate qu'elle ne parvient pas à faire évoluer Patriarche. C'est trop tôt pour la DSI de redévelopper Patriarche en permettant aux différentes briques logicielles SIG/ BdD / Requêteur d'évoluer indépendamment.

En 2014, lors du départ à la retraite du Directeur du CNP, elle est invitée à postuler à sa succession

Devenue directrice du CNP, elle peut allier son expertise archéologique, technique et managériale. Elle met en place divers outils numériques dans le domaine de la recherche, la conservation et de la médiation des grottes ornées, notamment en s'appuyant sur la 3D et la réalité virtuelle.

Geneviève fait plusieurs constats.

Pour elle, les liens entre archéologie et nouvelles technologies sont très étroits

L'archéologie est une discipline où on peut oser des nouvelles technologies aussi bien pour engranger des informations que pour les traiter, les restituer et les partager.

Dans le domaine de la réalité virtuelle, le CNP en charge de la mise en œuvre de la politique nationale des grottes ornées et de l'art rupestre accompagne et encourage l'innovation dont tout le domaine l'archéologie peut profiter.

A chaque fois, il est nécessaire de faire une traduction des savoirs archéologiques auprès des publics et pour cela tous les outils disponibles (notamment numériques) sont bienvenus

L'archéologie n'est pas une discipline très ancienne, elle est très influencée par la société et le contexte dans lesquels elle se développe

L'archéologie est une science qui se fait en équipes qui doivent être transdisciplinaires permettant d'associer des compétences et des rôles différents et complémentaires. Le numérique facilite l'agrégation des données et des expertises et leurs traitements croisés.

Le numérique ne doit rien enlever du métier de l'archéologue qui doit rester critique vis-à-vis des technologies qu'il utilise.

Mais il faut rappeler que l'archéologie s'appuie sur des artefacts matériels en contexte, c'est très concret. Des chercheurs semblent avoir perdu « le sens de l'objet ». Ils font des analyses approximatives. L'exigence scientifique n'est plus la même aujourd'hui. Pourquoi ? Ainsi certains chercheurs proposent de nouvelles catégorisations pour pouvoir être identifiés à travers leurs publications qui prétendent apporter des nouveautés alors que ce n'est pas toujours le cas. Le contexte de la recherche semble difficile aujourd'hui (peu de poste, concurrence entre chercheurs, …) et laisse beaucoup de place à la

« communication » pour se faire valoir, même si les résultats ne sont pas toujours originaux et spectaculaires.

Les sites archéologiques, surtout les plus connus, sont monopolisés par certains chercheurs ce qui est un danger, un risque d'appropriation restreignant toute confrontation scientifique.

Le numérique ajoute du flou du fait de la quantité des données. Certains chercheurs souhaitent par ce biais arriver au plus vite à la médiation qui pourtant ne relève pas en premier lieu de leur métier

En même temps, certains experts notamment en art pariétal, semblent ne pas être au fait des nouvelles possibilités du numérique et du coup ne les utilisent pas pour ce qu'elles pourraient leur apporter.

Certains jeunes chercheurs ne s'appuient pas assez sur les publications de référence, et vont souvent trop vite.

La recherche ne prend plus assez son temps…

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Il faut élargir les équipes d'archéologues avec des jeunes qui ont ces compétences numériques et qui assurent une veille technologique au côté des archéologues.

L'archéologue n'a pas la possibilité d'avoir des compétences dans tous les domaines. Il convient qu'il sache s'entourer d'experts de différents domaines aussi bien scientifiques que techniques.

Le CNP contribue fortement à l'apprentissage depuis 5 ans, mais il faudrait que ces personnes formées puissent être embauchées dans des équipes.

On risque de perdre en qualité car les équipes pluridisciplinaires sont obligées aujourd'hui, du fait du manque de postes CNRS, Université, …, de faire appel à des prestataires scientifiques ou techniques. Cette formule de prestations risque d'aboutir à la juxtaposition d'analyses si l'archéologue manque de vigilance.

Il faut aussi des formations, des sensibilisations pour certains archéologues qui pourraient aller plus loin. Mais pour la majorité des archéologues, il faut qu'ils soient plus formés à l'informatique (cf. les enseignements de Djindjian suivies par Geneviève).

Il faudrait que les formations en archéologie intègrent davantage de compétences numériques mais Geneviève constate que les compétences en archéologie des étudiants en archéologie sont déjà un peu contraintes, aussi est-ce possible ?.

Dans les fiches de postes, il faudrait que les compétences numériques soient prises en compte et valorisées.

Il faudrait aussi inciter les archéologues à élargir leurs compétences numériques, par des formations adaptées, qui permettraient d'aller plus vite, de gagner en légitimité auprès des professionnels et faciliteraient les échanges avec les experts techniques.

D'autres formes de valorisation seraient envisageables mais il est toujours difficile au ministère de la culture de laisser partir des agents plusieurs jours pour des colloques, tant leur charge du travail est importante.

Les publications qui s'appuient sur du numérique doivent aussi être favorisées. Les données ouvertes devraient devenir une norme en archéologie.

Malheureusement, on constate que les équipes publient souvent de leur côté sans connaître ou sans vouloir faire référence aux publications d'autres équipes.

Tous se disent favorables au partage de leurs savoir-faire mais dans les faits ils n'y contribuent pas vraiment.

Malgré les nouvelles dispositions législatives et réglementaires en matière d'ouverture des données (science ouverte), plusieurs acteurs institutionnels ont du mal à s'engager concrètement dans ce genre de démarche à part quelques initiatives isolées. Pour aller dans ce sens, il faudrait que certains outils soient refondus comme par exemple Patriarche.

Il serait utile de collaborer davantage avec d'autres disciplines dont celles des sciences de l'information, tout comme il faudrait davantage travailler en partenariat interinstitutionnel, notamment avec certains acteurs majeurs de l'archéologie comme l'Inrap.

Il faudrait aussi disposer de plateformes de publications numériques capables de mettre à disposition les données avec des fonctionnalités de visualisation 3D dynamique.

De même il faudrait favoriser l'investissement dans des serveurs de diffusion et de partage des données.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Il faut appliquer une déontologie scientifique dans ce domaine comme dans le reste de la recherche archéologique. Il faut former les acteurs concernés car la déontologie n'est pas innée. Une fois que chacun a acquis des règles déontologiques, il sera possible de mieux travailler avec des outils numériques (qualité des outils, des traitements, des résultats présentés). L'évaluation faite du travail réalisé ne prend pas suffisamment en compte l'exigence de la qualité scientifique.

5. Autres points et commentaires

L'archéologie est une science pour laquelle le numérique est incontournable, mais depuis cet entretien, nous pouvons noter des évolutions comme la prise en compte de l'archéologie comme une science ouverte.

Entretien avec : Bernard Pinglier, Université de Saclay
Date de l'entretien : 22/03/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 18h
Heure de fin de l'entretien : 19h30

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 52 ans
- Bernard est Ingénieur en électronique de SUPELEC
- Il a aussi un diplôme spécialisé dans les brevets d'invention
- Il a été enseignant en électronique en coopération en Côte d'Ivoire entre 1991 et 1993
- Revenu en France, il a été recruté à l'Inpi comme examinateur de brevets, puis est devenu ensuite chef du service informatique jusqu'en 2005
- Il est devenu DSI de l'Inrap en janvier 2006 où il resté en poste jusqu'en décembre 2021
- A l'Inrap, il a essentiellement travaillé sur divers systèmes d'information, notamment ceux concernant les données archéologiques, depuis l'enregistrement jusqu'à la diffusion et l'exploitation
- Il rappelle que la DSI de l'Inrap est une structure de soutien des agents et des différentes directions du Siège et en région
- A son initiative, le périmètre de la DSI a été étendu à l'ensemble du cycle de vie des données archéologiques ce qui n'était pas le cas initialement
- Depuis janvier 2022, Bernard est DSI à l'Université Paris-Saclay

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Bernard a découvert l'univers du numérique lors de ses études supérieures. Il en a fait son domaine de compétences principales et de pratiques professionnelles.

Bernard voit l'Inrap comme une structure qui produit de la donnée archéologique

Si le nouveau projet de refonte des systèmes d'information scientifique de l'Inrap s'est vu attribuer des moyens conséquents, Bernard a le sentiment que la gouvernance de l'institut n'a pas encore complètement pris conscience des enjeux actuels de la production de connaissances sous forme numérique dont l'Inrap est à l'origine. Aujourd'hui, ces données constituent sa richesse première.

Sur l'enregistrement de données de terrain, Bernard reconnaît que s'il y a eu quelques avancées, les archéologues continuent à pouvoir faire encore comme ils le veulent. Dans ce domaine, quelques systèmes ont émergé (SysLAT, EDArc) mais aucun d'entre eux n'a réussi à s'imposer.

Si on peut concevoir que les systèmes d'enregistrement sont adaptés aux besoins de ceux qui s'en servent et qui les conçoivent parfois, il n'en reste pas moins que les difficultés et les coûts de reprise et de remise en forme en aval dans le cycle de vie des données sont considérables.

La liberté que prennent une partie des archéologues dans le choix de leurs outils est peut-être excessive par rapport à ses conséquences sur l'ensemble du cycle de vie des données.

Dans le rapport au travail, Bernard note une différence entre les agents de l'Afan qui ont construit l'Afan puis l'Inrap dans des luttes sociales et les agents les plus jeunes qui ont peut-être moins d'affect dans leur relation au travail.

Sur certaines pratiques numériques comme l'usage de la 3D pour la reconstitution de sites, de monuments, de vestiges, Bernard souligne la nécessité de pouvoir distinguer entre les usages gadgets et ceux qui participent à la compréhension du terrain, qui permettent de revenir sur une modélisation de données pour faire ressortir des choses qui n'avaient pas été vues initialement.

Concernant l'usage de tablettes pour l'enregistrement de données sur le terrain, la photogrammétrie, le Lidar, Bernard souligne qu'il ne faut pas faire une confiance aveugle en l'outil numérique, mais essayer de l'utiliser pour gagner du temps et mieux répondre à des problématiques scientifiques.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Concernant la formation et l'accompagnement des archéologues aux outils numériques, Bernard pense que la formation universitaire dans ce domaine n'est pas forcément à étendre. C'est surtout dans des actions de formation professionnelle pour des archéologues en activité que des efforts devraient être faits.

Il faudrait mettre en place des systèmes qui ne demandent pas aux archéologues de mettre les mains dans le cambouis.

En matière d'ouverture des données, Bernard considère que cette évolution est dans les gènes de l'Inrap, par ses missions de service public. Les essais d'ouverture de quelques jeux de données de l'Inrap ont montré les limites dans la prise de conscience du rôle de producteur de données qui est devenu l'une des missions de l'Inrap. L'ouverture des données archéologiques doit être considérée comme une obligation. Mais l'Inrap ne doit pas être seul à s'engager dans cette voie. De plus, il faut que les données soient structurées dans le respect des principes FAIR. Il faudrait que les décisions de la gouvernance des autorités de l'archéologie soient davantage volontaristes dans ce domaine.

Sur les codes sources, Bernard s'y dit aussi favorable en tant que citoyen. De la part d'un organisme public, ce devrait être une règle, mais dans le respect des principes du logiciel ouvert.

Concernant les collaborations entre l'archéologie et d'autres champs disciplinaires en matière de numérique, Bernard n'a pas de point de vue particulier à exprimer.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Bernard souligne la nécessité d'assurer la pérennité de la donnée archéologique sous forme numérique. Pour lui c'est un enjeu majeur. Il faudrait faire en sorte que cette donnée soit réutilisable par les prochaines générations.

Beaucoup de facteurs peuvent mettre en fragilité la donnée numérique de l'archéologie. Il faut donc non seulement des formats de données de réutilisation des données mais aussi l'écosystème qui permette de sécuriser et de protéger les données de l'archéologie.

Il semble que la conscience de la fragilité de la donnée n'est pas encore été prise par les acteurs de l'archéologie. Cela n'a pas été suffisamment bien relayé auprès de la gouvernance de l'Inrap.

Entretien avec : Anaïs Pinhède, Chartres Métropole
Date de l'entretien : 25/01/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 15h00
Heure de fin de l'entretien : 17h00

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 32 ans
- Dès ses 5 ans elle se souvient qu'elle a toujours eu envie de faire de l'archéologie
- Elle a commencé par des études de lettres, après une prépa littéraire, elle a fait une double licence à Paris 1 où elle a rencontré B. Desachy, Q. Borderie et J. Gravier
- Elle a suivi un master Archéologie à Paris 1 en 2012 où elle a travaillé sur l'informatisation des DEPAVF (Synthèses archéologiques urbaines)
- Elle souhaitait commencer une thèse mais pas sans financement
- Elle a reculé son entrée dans la vie professionnelle
- Elle a fait un master professionnel à l'IAE à Lille en un an où elle a découvert des disciplines très différentes de l'archéologie (RH, compatibilité, audit)
- Elle a fait son stage de master au sein du Service Archéologique de la Ville de Chartres où elle avait déjà fait son stage de master d'archéologie et où elle connaissait plusieurs archéologues chartrains qui lui avaient déjà servi de tuteurs.
- Elle a suivi le montage administratif des opérations
- En 2013, elle est devenue technicienne de fouille dans le Service Archéologique de la Ville de Chartres avec plusieurs CDD en 2014 puis renouvelé pour 3 ans
- Elle était encadrée par D. Joly et F. Fouriaux qui lui a proposé de travailler sur un poste de topographe
- Lors de son entretien, il lui a été proposé de se présenter sur un poste d'archéologue de terrain mais avec la charge de développer et alimenter le SIG archéologique du Service Archéologique de la ville de Chartres
- Elle a passé le concours de la fonction publique territoriale en 2016 comme attachée de conservation auquel elle a été admise. Elle a réussi à être titularisée en 2019 après un an comme fonctionnaire stagiaire en 2018 après le passage de la ville de Chartres à Chartres Métropole

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Anaïs a découvert les outils numériques lors de son master à Paris 1. Initialement, elle ne pensait pas travailler sur des outils numériques, estimant ne pas avoir l'esprit adapté.

Finalement au contact des collègues mentionnées ci-dessus, elle s'y est mise.

Pour l'application de cartographie qu'elle a eue en charge à Chartres en même temps qu'elle était technicienne de fouilles, Anaïs a dû travailler sur une solution libre, en devant travailler aussi sur SysDa, sous FileMaker, développé comme l'outil unique contenant l'ensemble des données archéologiques. Elle a réussi à travailler avec cette application avec une connexion ODBC mais qui s'est révélée laborieuse.

En 2015, lors du départ à la retraite de D. Joly, celui-ci reste encore dans les locaux pour accompagner le nouveau directeur à assurer ses fonctions. Il reste aussi pour finir ses rapports des opérations anciennes dont les rapports n'avaient pas été terminés. Aujourd'hui, SysDa est toujours sous FileMaker. Mais le nouveau directeur, arrivé en 2021, a proposé à Anaïs de superviser l'ensemble des données archéologiques du service et de proposer une transformation de la solution actuelle en liaison avec un chef de projet de la DSI et plusieurs collègues du Service. Ce projet est conséquent car SysDa gère aussi bien les aspects scientifiques qu'administratifs des opérations et des mobiliers archéologiques. Le premier objectif est de permettre de reprendre la main sur un outil qui n'était géré jusque-là que par un seul administrateur.

Par ailleurs, les collègues archéologues d'Anaïs utilisaient Adobe Illustrator comme outil de dessin. Des échanges avec des collègues de plusieurs autres collectivités territoriales et avec l'Inrap, ont permis d'aboutir à des formations au SIG (QGis) à partir de 2017

Progressivement de plus en plus d'archéologues du service de l'agglomération ont été formés au logiciel de SIG même si beaucoup de ses collègues se sont d'abord déclarés rétifs, voire résistants au numérique. Anaïs ne pensait pas avoir à faire à ces réactions.

Anaïs a bien conscience à quel point l'outil SysDa était devenu un enjeu de pouvoir et que son évolution n'est pas simple tant que cet outil est assimilé à son concepteur.

Concernant l'évolution nécessaire de SysDa, un travail de refonte de l'ergonomie doit être fait. Même si FileMaker n'est pas le meilleur outil, il serait trop risqué de le changer entièrement pour les collègues qui en ont l'habitude. La migration prendra du temps et Anaïs hésite encore sur les modalités de ce changement de solution logicielle et d'architecture.

Anaïs a suivi plusieurs formations pour passer le volet cartographique sur une solution libre autour de Postgresql/Postgis.

Anaïs constate que sa formation à Paris 1 en particulier sur les aspects de méthodes et de pratiques sur des outils numériques, lui a permis d'être bien initiée. Mais elle a constaté que c'était surtout de l'initiation et qu'elle a dû se former elle-même en plus. Elle n'aime pas trop se lancer dans l'utilisation d'un logiciel sans en connaître surtout les bases théoriques, contrairement à plusieurs de ses collègues.

Elle a pu suivre des formations au CNFPT.

Anaïs a eu aussi l'occasion de donner des TD de bases de données à l'université de Nantes.

Pour accompagner l'évolution des compétences de ses collègues, Anaïs produit des supports de formation et les associe à l'évolution de leurs compétences.

Anaïs considère que l'offre de formation initiale et de formation continue aux outils numériques doit évoluer et étoffer leurs offres.

Mais elle sait que plusieurs de ses collègues n'ont pas la même disposition à suivre des formations.

Pour Anaïs, l'utilisation des outils numériques en archéologie « *rend l'archéologie un peu bankable* ». En prenant l'exemple des données 3D ou encore des sites cartographiques, Anaïs souligne que ces formes de présentation des données archéologiques peuvent servir un certain discours promotionnel. L'air du temps est plutôt de faire valoir des compétences et des outils techniques. En citant le dernier colloque de l'ANACT, auquel elle a participé et communiqué, Anaïs évoque des présentations de plusieurs collectivités qui ont présenté l'usage de nouvelles technologies comme la réalité immersive pour attirer de nouveaux publics. Si elle reconnaît l'intérêt de la plupart des outils numériques dont les SIG, Anaïs note que l'usage de certains d'entre eux comme la photogrammétrie, échappe parfois à une analyse de leur réelle nécessité.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

A propos des compétences numériques requises dans des fiches de postes en particulier en collectivité territoriale, Anaïs a le sentiment qu'elles sont bien identifiées. Pour autant, dans nombre de services archéologiques proposent des postes qui demandent des compétences numériques en même temps que toutes les autres compétences de bases des archéologues. Il n'est pas possible d'être compétent au même niveau dans tous ces domaines. Anaïs a le sentiment que cela crée des profils trop multi-compétences ou qui ne deviennent possibles qu'après 20 ans d'expérience.

A propos des lieux de rencontres possibles entre archéologues investis dans les pratiques numériques, Anaïs indique qu'il en existe déjà mais que peut-être d'autres pourraient voir le jour et être plus visibles. Certains des lieux actuels restent un peu confidentiels comme les ateliers Sitrada ou pas aisément accessibles parce qu'ils se déroulent les samedi matin.

Concernant l'ouverture des données, Anaïs indique que plusieurs de ses collègues sont frileux et expriment leur crainte de voir leur donner « volées ». Anaïs est souvent conduite à leur expliquer les principes des licences et des aspects vertueux de la mise en ligne et du partage des rapports d'opération par exemple. Mais le Chef du Service Archéologique y est favorable. C'est pourquoi le Service a récemment commencé à publier en ligne depuis le second semestre 2021 pour les nouveaux rapports numérisés. Dans sa fiche de poste, la troisième mission est d'accompagner les différentes composantes de la direction de l'archéologie dans une démarche d'ouverture des données scientifiques et culturelles.

Pour les données spatiales, Anaïs envisage de permettre le partage des données sur la plateforme GEO de la plateforme *open data La Fabrique numérique du passé* animée par Laurent Costa.

Anaïs aimerait accéder en licence ouverte aux modèles de données, aux choix faits par leurs concepteurs.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Anaïs considère qu'il faudrait que les formations initiales donnent bien les bases théoriques et pratiques de l'utilisation des outils numériques en archéologie et que des cursus spécialisés sur certains domaines comme celui de Tours, soient plus nombreux.

Des retours d'expériences, des échanges de pratiques devraient être plus nombreux.

Les institutions ont un rôle à jouer dans ce domaine et favoriser leur organisation.

Les échanges de données devraient être aussi encouragées.

Le problème est que les formations ponctuelles ne sont pas toujours reconnues par les services de formation. Mais les budgets de formation alloués aux services archéologiques laissent une certaine souplesse pour s'y inscrire au fil de l'eau.

Pour Anaïs, qui a été recrutée l'an dernier sur un poste de gestionnaire des données archéologues et spatiales, sa fiche de poste officielle permet de reconnaître officiellement et clairement ses compétences. Mais dans beaucoup de cas, de nombreuses fiches de poste des archéologues de collectivités ne reconnaissent pas suffisamment leurs compétences. Or il faut que ces compétences soient rendues légitimes par des fiches de poste.

Entretien avec : Stéphane Pouyllau, CNRS-Huma-Num
Date de l'entretien : 31/01/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h15
Heure de fin de l'entretien : 12h20

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 48 ans
- Il commence des études d'histoire à l'université de Bordeaux-Montaigne au milieu des années 1990
- Il est initialement plutôt attiré par l'histoire contemporaine parce qu'il a apprécié un cours d'un de ses enseignant sur les relations européennes
- Il fait alors l'impasse sur les sciences de l'antiquité et l'histoire médiévale
- Puis il retourne totalement son parcours académique à l'occasion d'une rencontre avec Gérard Louise, enseignant d'histoire médiévale, qui lui a permis de faire des cours stages d'archéologie en Normandie
- En 1997, pour sa maîtrise, il fait de l'archéologie du bâti sur les grandes maisons fortes médiévales en Aquitaine
- Toujours en 1997, il est intégré dans l'équipe d'Ausonius, créée en 1993
- Robert Vergnieux étant arrivé à Ausonius, il engage un travail en partenariat avec lui pour utiliser des techniques 3D sur une maison forte médiévale d'Aquitaine, sous la double tutelle de Gérard Louise et de Robert Vergnieux
- En 1997-1998, il poursuit ce travail en DEA
- En 1998, il travaille sur un programme d'informatisation des programmes de recherche de la maison de l'archéologie au centre Pierre Paris, sur des financements régionaux de la Région Aquitaine et universitaire.
- Il est ensuite intégré dans une équipe regroupant des chercheurs de périodes différentes, des médiévistes, des antiquisants, des spécialistes en égyptologie
- Tout le travail s'y fait en commun, au-delà des différences de spécialités
- Après son DEA, Gérard Louise souhaitait qu'il fasse une thèse. Or son DEA était déjà très numérique. Il pense ne pas pouvoir continuer ainsi en thèse
- Il commence à faire de la photogrammétrie, ou encore divers relevés numériques mais de façon « bricolée » (photos argentiques scannées et dessin vectorisé de pierre à pierre)
- Une proposition d'article issu de son DEA ayant été refusé parce qu'il y avait « trop de technique » selon son évaluateur, il fait alors le choix de ne pas s'inscrire en thèse
- Il doit faire son service militaire qu'il parvient à faire en tant que scientifique du contingent.
- Il peut participer à un des premiers financements européens sur des projets d'humanités numériques
- Il abandonne l'archéologie et s'investit dans diverses techniques, notamment sur les bases de données, la 3D en ligne (format VRML sur Internet, alors en plein développement)

- Sur divers financements, il peut participer à plusieurs projets et logiciels concernant des bases de données
- Il est ainsi associé à un premier redéveloppement de SysLAT avec l'équipe de Michel Py dans un autre environnement que celui d'origine (Macintosh)
- Il participe au développement de plusieurs briques de ce que sont devenus les systèmes d'information archéologique plus tard
- Ces divers projets lui permette de tisser un réseau de relations avec le milieu de l'archéologie (SRA d'Aquitaine, Ministère de la Culture, services de collectivités territoriales)
- Au milieu de 2001, il créé une société qui lui permet de travailler pendant 2 ans pour faire du conseil en bases de données
- Un ami lui permet de rencontrer le directeur de la société Cdiscount pour travailler pendant 6 mois en *freelance*
- Robert Vergnieux lui suggère de passer plusieurs concours du CNRS où il est admis en 2002. - A cette époque, le CNRS recherche des profils comme le sien.
- Il intègre le centre Alexandre Koyré auprès de Dominique Pestre pour monter un service pour l'informatisation des projets de recherche en histoire des sciences et techniques.
- Il s'agit d'une UMS CNRS-Museum où il travaille de 2002 à 2009
- Son équipe travaille progressivement pour tous les laboratoires d'histoire des sciences et techniques de France. Cette équipe fonctionne déjà comme une sorte de mini TGIR
- La Direction du département SHS du CNRS l'a repéré après une publication dans une revue anglaise de l'université d'Oxford qui a été primée
- La présidente et la directrice des SHS du CNRS lui demandent de présenter sa vision sur le numérique
- Un an après en 2009, le directeur d'Adonis lui demande de rejoindre la TGIR
- De janvier 2012 à mars 2013, il est le directeur de la TGIR Corpus-IR
- Il travaille avec Marc Renneville du Centre Alexandre Koyré sur le projet de ce qui est devenu Huma-Num qui est créé en 2013
- En 2020, il quitte la direction technique d'Huma-Num
- Il souhaite se recentrer sur la R&D
- Il propose de créer le HN Lab dont il est chargé

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Pour Stéphane, il y a deux grandes périodes de l'informatisation des SHS et de transformation de ces disciplines : début des années 1970, et fin des années 1990 - début des années 2000.

Stéphane parle d'évolution assez continue avec des phases d'accélération et non pas de révolution. Les disciplines SHS se mettent à la page des techniques qui leur sont disponibles.

Il a eu l'occasion d'en discuter avec plusieurs autres chercheurs. La période des années 1950 est celle d'une première informatisation mais pour lui, ce processus n'a pas pris. Il est resté isolé. C'est dans les années 1970 que ce processus a vraiment déclenché un changement.

A l'occasion d'une mission à Cornell University, lors d'une discussion avec les responsables de la bibliothèque d'histoire des sciences, ceux-ci lui ont souligné qu'il existe des liens assez intimes entre les techniques des SHS et celles de l'informatique.

Les pools d'édition scientifique dans les universités américaines qui ont été créés dans les années 1960, ont constitué une première étape avec l'émergence des premiers gros ordinateurs. Cette première étape a été suivi par une autre avec l'arrivée des réseaux dans les années 1970 pendant lesquelles l'informatisation a bénéficié de financements massifs. Mais en France, les réseaux de type Transpac ont « limité » cette évolution.

Il s'est passé la même chose avec la micro-informatique dans les années 1980 qui a permis aux utilisateurs de se défaire du point de blocage des réseaux Transpac et a permis aux utilisateurs de se réapproprier l'informatique, en particulier pour l'édition.

Dans les années 2000, le Web a été un autre moment de cette évolution.

Ce cycle d'appropriation et de désappropriation peut encore se vérifier aujourd'hui.

Ainsi, pour l'archéologie, la photogrammétrie est une autre de ces techniques dont le développement est en cours.

Dans l'émergence d'une technique, comme dans toutes les sciences, celle-ci devient légitime quand on en énonce les limites, quand elle peut être critiquée de façon consensuelle par les communautés qui s'en saisissent.

Par ailleurs, une technique doit trouver sa place dans un processus de recherche qui doit être considéré comme un continuum. Elle devient alors académique parce qu'elle accepte d'être critiquée et qu'elle trouve sa place au bon moment dans un processus de recherche.

Stéphane mentionne un article dans lequel il est énoncé que quand une technologie arrive dans un processus de recherche et qu'elle n'y est pas correctement intégrée, cela créé une déresponsabilisation du chercheur par rapport à cette technologie.

En prenant l'exemple Zotero, Stéphane souligne que cet outil est souvent perçu par les chercheurs comme adapté à leurs besoins alors que ce n'est pas toujours le cas. Cela témoigne cependant du fait qu'il a su trouver sa place dans les processus de recherche.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

De façon générale, le mouvement des humanités numériques va trop loin dans la construction de la chaîne des outils mis en œuvre. Cela ne veut pas dire que les outils sont mauvais mais que leur intégration n'est pas bonne dans le processus de recherche.

L'accompagnement des chercheurs sur ces techniques numériques est donc essentiel. Cet accompagnement doit est capable de modéliser la technique. Il faut aussi comprendre comment la discipline fait de la science avec la technique. Il faut ensuite que la technique fasse l'objet d'une standardisation en l'intégrant dans les canons, les standards internationaux (différent du processus de normalisation). Il faut enfin que la réflexivité s'exerce.

Stéphane constate que les jeunes chercheurs affirment un peu vite qu'ils n'en ont pas les moyens alors qu'il n'y a jamais eu autant d'argent sur des projets numériques en SHS.

Concernant la formation aux techniques numériques, c'est un vrai souci que de jeunes chercheurs n'y soient pas formés (ou ne s'y forme pas comme on apprend à aller appréhender une bibliothèque, etc.)

Au Canada où il a l'occasion de donner des enseignements, Stéphane a pu constater que les étudiants avaient une quarantaine d'heures de cours sur la modélisation des connaissances pour constituer une base de données.

En France, il faudrait que les enseignants du supérieur prennent conscience qu'ils ont une vraie responsabilité de ne pas former les étudiants à ces techniques numériques. Mais les étudiants doivent aussi faire en sorte que les maquettes pédagogiques évoluent. C'est donc l'ensemble de la communauté pédagogique qui porte cette responsabilité.

Stéphane cite l'exemple d'une maquette d'une université française sur laquelle il a eu l'occasion de se prononcer et dans laquelle les humanités numériques étaient très largement absentes.

Au concours du CNRS, les compétences numériques sont largement reconnues dans les organismes de recherche. Il existe une offre de formation continue. Les grilles de promotion prennent en compte ces compétences. En revanche, dans les universités, c'est plus contrasté. Certains savoir-faire numériques ne sont pas forcément très bien reconnus et limités à des métiers très techniques.

A l'université, l'opposition entre technique et scientifique est encore présente.

Dans les organismes de recherche, c'est moins le cas, notamment au CNRS parce que les labos sont plus volatiles et que les chercheurs bougent beaucoup plus qu'auparavant.

Il semble que dans les SRA et les services de collectivités territoriales les compétences numériques sont davantage reconnues.

Aujourd'hui Stéphane est de plus en plus en contact avec des sociétés privées, qui lui demandent des conseils pour les accompagner.

Sur les quelques contacts qu'il a eus avec des archéologues, Stéphane a eu des réactions relativement négatives sur l'ouverture des données et sur la science ouverte de façon générale. Mais il pense que c'est largement le fait d'une méconnaissance des dispositions législatives et des principes généraux.

Ce problème est général aux SHS, mais en archéologie c'est particulièrement le cas en raison des risques de pillage des sites et des nécessités de protection du patrimoine.

Pour Stéphane, le mouvement de la science ouverte doit surtout remettre en cause l'appropriation privée par les archéologues de leurs données. Le mouvement de la science ouverte en archéologie doit conduire les chercheurs à se poser la question de leur responsabilité dans la pérennité et les échanges des données.

Au-delà de la formation, c'est le processus de structuration et d'adaptation de la science ouverte qui doit primer. Les archéologues doivent en être les acteurs au risque de subir demain une injonction politique à la diffusion de leurs données.

Il faut que les communautés archéologiques se saisissent du moment dans lequel nous sommes pour prendre le mouvement de la science ouverte d'une façon qui leur convienne et non pas qu'ils le refusent au risque de le subir demain.

Les archéologues doivent davantage se prêter au principe de vérifiabilité de leurs travaux par la publication de leurs données.

Sur le rapprochement des communautés entre les archéologues avec les communautés des sciences de l'information, Stéphane indique qu'il y est favorable sur le principe. Pour autant, en pratiques, il a pu constater plusieurs cas montrant la limite de ce genre de rapprochement. Les collaborations sont souvent plus avantageuses pour les informaticiens que pour les archéologues. Il faudrait que les collaborations soient plus clairement établies avec des bénéfices pour les deux communautés et que chacune dispose du même niveau de pilotage des projets.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Aujourd'hui, pour la France, il y a un risque réel d'institutionnalisation des HN comme discipline qui serait dommageable à l'ensemble de l'édifice des HN. Il faut passer ce moment et les risques qui leurs sont liés en jouant sur trois leviers. Pour cela, il faut viser trois actions :

1. une petite « révolution culturelle » dans la capacité de la discipline à reconnaître que les techniques numériques font partie des critères d'évaluation par les pairs.

2. La formation initiale doit aussi évoluer, dès les premières années. Il ne faut pas attendre les masters ou doctorats pour que les étudiants s'approprient les techniques numériques.

Ce qui est important c'est de savoir quand utiliser la bonne technologie.

3. Sur l'administration de la recherche, on se trouve à un moment où les SHS doivent réfléchir aux infrastructures techniques, documentaires et éditoriales dont elles ont besoin. Les infrastructures nationales pluridisciplinaires sont un peu sur la pente descendante. Il faudrait peut-être penser à des infrastructures numériques disciplinaires pour faire en sorte que chaque discipline s'approprie l'administration de ces techniques numériques, au risque de voir la maîtrise de ces techniques leur échapper.

Stéphane se dit attentif à la façon dont plusieurs disciplines SHS se sont crispées sur les HN. Le risque existe de voir se créer des départements en HN, qui revendiqueraient un label fort mais qui pourraient ne plus être autant admis par les disciplines dont ils seraient issus.

L'idée d'un profil professionnel de « Digital Humanist » risque de faire émerger des comportements d'isolement de certains chercheurs qui se reconnaitraient entre eux, mais qui risqueraient de fonctionner en milieu fermé, avec des pratiques de type clanique.

Sur les projets de science participative en SHS, Stéphane pense qu'ils ouvrent des perspectives très riches mais ils demandent beaucoup de moyens humains et de temps d'encadrement.

Entretien avec : Michel Py, Directeur de recherche du CNRS, en retraite
Date de l'entretien : 07/08/2021
Modalité de l'entretien : par téléphone
Heure du début de l'entretien : 11h
Heure de fin de l'entretien : 12h

1. **Informations générales sur la personne interrogé**[100]

- 74 ans
- Licence ès Lettres classiques, Maîtrise d'enseignement de Lettres Classiques
- 1970-1974 : Chargé de mission au Musée Archéologique de Nîmes
- 1973 : Doctorat de IIIe cycle d'Histoire
- 1975 : Attaché de recherche au CNRS
- 1981 Chargé de recherche au CNRS
- 1987 : Doctorat d'Etat
- 1988 : Directeur de recherche de 2e classe au CNRS
- 1982-1994 : Membre de l'UPR 290 du CNRS « Civilisations Protohistoriques de la France
- Méditerranéenne »
- 1995-1998 : Directeur de l'UMR 154 « Sociétés de la Protohistoire et de l'Antiquité en
- France méditerranéenne », Montpellier-Lattes.
- 2001 : Directeur de recherche de 1ère classe au CNRS
- 1999-2002 : Membre de l'UMR 154 « Sociétés de la Protohistoire et de l'Antiquité en France méditerranéenne », Montpellier-Lattes.
- 2002-2011 : Membre de l'UMR 5140 « Archéologie des Sociétés Méditerranéennes », Montpellier-Lattes.
- 2011 : Directeur de recherche de classe exceptionnelle au CNRS

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Michel Py a pris contact avec l'informatique en 1980 lors de séminaires au Centre Archéologique du CNRS à Valbonne

Il a suivi 5 semaines de formation sur Hewlett-Packard

Il se souvient que le premier Apple II est arrivé en 1981. C'était surtout les préhistoriens qui s'intéressaient à ces outils pour des traitements statistiques.

Après les séminaires, Michel Py s'est acheté à Paris son premier Apple II (30 000 francs de l'époque) qui fonctionnait avec 2 diskettes de 140Ko.

Michel Py a alors écrit ses premiers programmes en Basic.

2 ans après sont apparus les premiers Macintosh, sur lesquels Michel Py a rédigé sa thèse d'Etat

[100] D'après le CV sur Academia (https://cnrs.academia.edu/MichelPy/CurriculumVitae)

Avec les premiers Macintosh, l'un des premiers concepteurs Bill Atkinson a développé Hypercard à partir du milieu des années 1980.

En 1984, Michel Py l'a utilisé pour lancer les premiers fichiers d'US, de céramiques, de comptages.

En programmant Hypercard, Michel Py s'est aperçu des possibilités considérables que comportait cet outil.

Peu d'archéologues se sont mis à la programmation. Or, pour Michel Py, il est beaucoup plus efficace que ce soit les archéologues qui développent des programmes plutôt que des informaticiens

Avec les manuels, Michel Py s'est formé lui-même à la programmation.

Lorsque Apple a décidé de ne plus publier Hypercard, une autre solution Supercard a été proposée par des Allemands. Cette solution a été rachetée par une entreprise qui a fait évoluer cette solution sous le nom de Revolution puis LiveCode. Aujourd'hui, SysLAT est encore sous LiveCode. Le langage reste simple. Il produit lui-même des exécutables pour tous les systèmes d'exploitation.

Aujourd'hui, SysLAT fonctionne sur réseau (serveurs HumaNum). Les droits de propriété sur le code ont été transférés par Michel Py au CNRS et à l'université.

SysLAT a été utilisé à l'étranger en Grèce (école d'Athènes), en Italie, en Espagne. En France, c'est dans le Midi que SysLAT est beaucoup utilisé, de même que dans l'ouest.

Le principe de SysLAT ajoute à la collecte des données divers outils d'exploitation dont la rédaction du rapport de fouille, la production de traitements, de tableaux.

SysLAT s'appuie sur la méthode de Harris, mais en la complétant.

SysLAT est beaucoup utilisé dans des sessions de formation sur le terrain.

Michel Py considère que les archéologues ne sont pas suffisamment formés à la programmation informatique. Il a rencontré une grande frilosité chez nombre d'entre eux.

Pourtant il y a une grande différence entre utiliser une machine clé en mains et utiliser une machine personnalisée en fonction de ses propres besoins.

Michel Py n'a jamais voulu céder face à la machine.

Pour Michel Py, une des dérives dans l'usage des outils numériques, ce sont les SIG qui sont des outils de géographe. Il vaut mieux utiliser des Systèmes d'Information Archéologique (SIA) adaptés aux problématiques des archéologues, éventuellement en les connectant à des SIG. C'est le cas de l'usage de SysLAT au centre archéologique de l'Inrap à Nîmes.

Michel Py affirme que « les épiciers étaient en avance sur les archéologues, parce qu'ils gèrent leurs stocks de façon informatisée, ce que ne font pas les archéologues sur leurs propres données » (mobiliers, prélèvements, etc.).

Disposer des outils qui permettent de renseigner les données de façon systématique est un des apports majeurs de l'informatique. Celle-ci a aussi permis l'exhaustivité, en passant du fossile directeur à une approche systématique et exhaustive de tout ce qu'il y avait dans les US. L'informatique a ainsi permis de bouleverser les raisonnements archéologiques par une approche quantitative. La réalité archéologique est mieux démontrée par une telle approche qui lui permet de se rapprocher des sciences expérimentales.

L'informatique est un marqueur d'une scientificité accrue de l'archéologie.

De même, les classifications (céramique, monnaie) qui ont été réalisées ont permis de normaliser les classifications qui prévalaient jusqu'alors. Mais il reste du travail à faire pour permettre une généralisation de ce type de pratiques.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

La formation en archéologie des archéologues doit primer mais il faudrait étendre leur culture générale avant de développer leur culture informatique. Leurs compétences numériques doivent être renforcées par l'expérience, notamment en la pratiquant sur le terrain, grâce à l'usage des tablettes. L'usage de l'informatique en archéologie ne doit donc plus être exceptionnel mais systématique.

Les jeunes en général sont doués pour les outils numériques du fait de leur maîtrise des jeux vidéo. Ils n'ont pas les mêmes craintes face à l'informatique.

Il reste peu de logiciels archéologiques qui soient ergonomiques. L'Inrap a demandé à Michel Py de développer SysLight. Cette application permet de guider les utilisateurs, de simplifier les procédures.

Il ne faut pas que les applications soient trop lourdes à utiliser (ex. application développée à Tours).

Il faut que l'archéologie s'adapte à son contexte, notamment celui de l'archéologie préventive. Pour autant, il ne faut pas non plus que l'archéologie programmée soit laissée de côté.

A Lattes, le site programmé a permis d'expérimenter le temps nécessaire pour un ensemble de procédures. Ce n'est pas possible de faire ce genre d'expérimentations en archéologie préventive.

A la lecture des CV de jeunes archéologues, Michel Py constate qu'il y a toujours une partie concernant la maîtrise de logiciels. Mais il faudrait que les étudiants soient davantage formés pour étendre les outils numériques qu'ils manipulent.

L'informatique et l'archéologie évoluent très vite. Il faut donc actualiser les compétences. C'est pourquoi il faudrait aussi étendre l'offre de stages de formation professionnelle en informatique et archéologie comme ce qui a eu lieu dans les années 1980.

En fin de carrière, il faut que les chercheurs soient mieux reconnus selon leur niveau de maîtrise d'outils numériques, de même que les formateurs dans ce domaine. Or la reconnaissance des compétences numériques est souvent insuffisante.

L'Inrap pourrait jouer un rôle central dans l'offre de formation professionnelle dans ces outils.

En matière d'ouverture des données archéologiques, Michel Py ne comprend pas pourquoi les rapports d'opération ne sont pas accessibles de façon publique. Le risque que les données soient « volées » ne tient pas. Les données archéologiques sont publiques. Elles doivent être accessibles à tout le monde.

Michel Py vient de publier sur HumaNum tous ses documents en libre accès et toutes ses publications sur Academia.

Michel Py a proposé que soit créé un compte public sur SysLAT pour que les données soient publiées en accès ouvert sans être modifiables.

Pour les codes logiciels, Michel Py considère qu'il ne faut pas les ouvrir. Il a connu des expériences malheureuses dans ce domaine. En revanche il faut établir des échanges entre développeurs et utilisateurs pour leurs besoins puissent être pris en compte.

Dans le cadre de programmes scientifiques collaboratifs, on peut imaginer une ouverture des données pour que des informaticiens puissent aller plus loin que ce que peuvent en faire les archéologues. Mais il faudrait que le Ministère de la Culture ait une vision claire sur ce sujet.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Michel Py se dit désespéré par l'image donnée de l'archéologie dans certains reportages à la télévision (exemple d'un reportage sur les Celtes, diffusé récemment sur Arte).

Il faut arrêter de ridiculiser l'archéologie en adoptant des mises en scène de type cinématographique.

Le public est passionné par l'archéologie. Mais il ne faut pas lui imposer des visions totalement ineptes, notamment sous l'influence des anglo-saxons qui sont adeptes de ce genre de dérives. En France, Michel Py considère que ce type de dérive existe aussi, notamment pour la 3D, la « réalité augmentée » qui est en fait une « réalité diminuée ». L'archéologie est une science sérieuse, qui a sa fierté d'être une science. Ce n'est pas un divertissement.

5. Autres points et commentaires

Il faut être positif et non pas critique dans les commentaires sur l'histoire de l'archéologie et de l'informatique.

Entretien avec : Christine Redien-Lairé, SRA Nouvelle-Aquitaine, CCE de Poitiers
Date de l'entretien : 17/01/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h00
Heure de fin de l'entretien : 11h50

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 55 ans
- Son père était analyste programmeur chez IBM. Elle a baigné très tôt dans l'informatique et a donc découvert très tôt les ordinateurs.
- Elle a suivi une formation d'historienne de l'art
- Elle est diplômée d'une licence d'histoire de l'art et d'archéologie de l'Université des Sciences Humaines de Tours en 1989
- Elle a été salariée de l'Afan mise à disposition de l'Etat à partir de 1987
- Elle a passé le concours du Ministère de la culture en 2002, pour les personnels de la carte archéologique nationale
- La cartographie a eu une vraie valeur ajoutée pour la production des cartes réglementaires
- Elle a travaillé sur le Plan Jouve de numérisation des diapositives au service régional de l'inventaire, en particulier sur l'indexation des archives qui, pour elle, est indispensable avant leur numérisation et n'est pas encore compris par tout le monde
- Elle a aussi géré les droits d'auteur sur les photos aériennes, ce qui l'a conduite à se former au traitement des photos sur PhotoShop
- Elle a travaillé au Service régional de l'Inventaire de Poitou-Charentes, en particulier sur les archives de La Rochelle
- Elle est revenue au SRA de Poitou-Charentes pour la gestion des mobiliers archéologiques et la gestion du statut du régime de propriété des mobiliers
- Elle est maintenant chargé au CCE de Poitiers dès 2009 sur des chantiers de gestion de collections
- Elle a travaillé sur des lots de photos de mobiliers ce qui permet de faciliter de partager les photos des mobiliers aux chercheurs, de proposer un premier constat d'état et de conserver une traçabilité du mobilier, ainsi qu'une valorisation du mobilier

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Christine a connu les programmes SIGAL, DRACAR, puis PATRIARCHE avec le module de cartographie et de SIG avec ArcView auquel elle a été formée dans les années 2000

En Poitou-Charentes, elle a envisagé travaillé sur la base de données ALIENOR pour le mobilier archéologique pour finalement abandonner cette option.

Les décrets de 2004 sur les inventaires de mobiliers avec les responsables d'opération pour mieux gérer la propriété des mobiliers l'ont conduite à réfléchir à la nécessité de mettre au point un outil permettant de mettre à disposition les données auprès des chercheurs et des étudiants.

Son besoin était de pouvoir savoir où le mobilier est stocké et pouvoir accéder au rapport de fouille correspondant

Elle en est venue à utiliser la base de données Ishtar, développée en région Pays-de-la-Loire

Aujourd'hui plusieurs CCE de la région Poitou-Charentes (32 lieux de stockage de mobiliers archéologiques) utilisent Ishtar

Elle a aussi créé une base Access (son père faisait partie de l'équipe des développeurs d'Access) permettant de gérer la localisation du mobilier y compris en post-fouille et les échanges réglementaires par courrier avec les propriétaires des terrains et du mobilier. Elle est la seule utilisatrice de cette base de données à ce jour. Le jour où elle partira, personne n'aura été formée. Les données pourraient être récupérées mais l'ensemble des procédures ne pourront pas transférées en l'état à d'autres car la base de données correspond à son point de vue. Elle reconnaît que cette base de données correspond à sa propre pratique.

Christine a été formé à la photogrammétrie lors de la formation test à l'Inp en 2016. Dans ce domaine, les jeunes semblent peu formés mais il existe des applications sur appareils mobiles qui permet de faire des restitutions 3D simples et parfois suffisantes. Le rendu 3D est souvent très attractif.

Si les anciens chercheurs se sont largement formés par eux-mêmes, Christine constate que les jeunes ont une facilité numérique incroyable. Leur cerveau semble avoir une logique informatique que Christine n'a pas. Les jeunes ont l'habitude d'aller voir des tutos sur Youtube. L'offre pléthorique des outils numériques fait aussi que des équivalences existent entre divers logiciels.

La formation initiale à l'université des jeunes archéologues semble avoir correctement évolué et des modules de formation à divers outils numériques sont proposées.

Christine forme parfois de bénévoles, dont certains sont âgés, à l'utilisation de tableurs sur des chantiers de collections.

Sur la photogrammétrie, Christine constate que tout le monde en fait mais que peu de personnes réfléchissent assez sur les données à stocker. A ce jour, les chercheurs rendent aussi bien les données brutes que les données restituées.

De même pour le Lidar, Christine remarque que de plus en plus d'opérations demandent des données de ce type mais est-ce bien utile à chaque fois.

Il semble donc qu'il y ait des phénomènes de mode sur les nouveaux outils numériques (appareils photo, photogrammétrie), face auxquels il faut davantage réfléchir aux bien-fondés et aux données les plus utiles à stocker.

Les données saisies il y a quelques années commencent déjà à poser des problèmes de stockage et de récupération. C'est le cas des de la grotte du Roc-aux-Sorciers, la première restitution en 3D date de 1995 mais les données ne sont déjà plus utilisables aujourd'hui.

Il conviendrait que les responsables d'opération choisissent mieux les données qu'ils versent aux SRA. Or les SRA n'ont pas les moyens de gérer ni de faire le tri des données numériques à conserver.

Sur les formats des données à respecter pour garantir la pérennité, il faudrait réfléchir sur qui et comment faire pour assurer cette pérennité.

Christine considère que le numérique permet d'élargir les champs de recherche.

Pour autant, elle pense que des pratiques numériques peuvent cohabiter avec des pratiques traditionnelles. Cela doit rester le choix des archéologues, surtout sur le terrain. Tout le monde n'est pas forcément à l'aise avec les outils numériques. Mais pour les inventaires, il faut procéder à la saisie numérique des données. C'est sous cette forme que les données sont les plus faciles à utiliser.

La principale interrogation que rappelle Christine sur les pratiques numériques de l'archéologie est le problème de la conservation des données numériques.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Il faudrait davantage s'interroger sur la pérennité des données numériques. On peut lire des archives du XIVème siècle, alors qu'on ne peut déjà plus relire des listings imprimés ou des disquettes des années 1980.

Dans ce domaine, Christine considère que c'est à l'Etat de garantir la pérennité des données en édictant des bonnes pratiques, en imposant des normes, en mettant en place des serveurs.

Christine se demande s'il n'est pas déjà trop tard pour réfléchir à ces besoins. Il y a déjà beaucoup de passif dans ce domaine. Par exemple, ne faudrait-il pas imprimer les données présentes sur les CD de données pour continuer à disposer d'une restitution des données sous une forme traditionnelle ?

Ce sujet n'a pas encore été traité dans le cadre du réseau RIGMA qui est relativement récent (2015).

En région, les SRA ne maîtrisent pas directement leurs outils informatiques qu'ils utilisent. Ils dépendent des informaticiens dans les DRAC. Christine pense que le problème des informaticiens c'est qu'il faut régulièrement leur rappeler que c'est un outil au service des agents et pas l'inverse.

Parfois, il faut convaincre les informaticiens que certains logiciels sont indispensables dans l'activité quotidienne des agents.

Concernant la reconnaissance des compétences numériques, Christine évoque son expérience d'une prestation de photogrammétrie numérique qui a été externalisée alors qu'elle aurait pu la réaliser elle-même. Elle a donc eu le sentiment que ses compétences dans ce domaine n'ont pas été reconnues au sein de son service notamment lors des entretiens annuels d'évaluation, alors qu'elles sont davantage reconnues en dehors de son service. Christine considère que la reconnaissance des compétences des agents et leur investissement dans leur activité est insuffisante de façon générale. Même les formations suivies et les nouvelles compétences acquises semblent insuffisamment reconnues, alors que pour certains agents, cela peut représenter une véritable remise en cause des pratiques précédentes.

En matière de dispositions législatives sur l'ouverture des données publiques, Christine reconnaît n'a pas été informée. Elle se souvient que ce sujet avait déjà été évoquée lors de la Carte archéologique nationale avec les détectoristes.

Sur la base Ishtar, les lieux de conservation et de stockage des mobiliers sont saisis. Si ces données étaient diffusées de façon large, cela pourrait poser des problèmes. Il serait possible de diffuser une localisation générale du lieu de stockage mais sans donner tous les détails.

Concernant les droits d'auteur sur les données archéologiques, Christine rencontre des responsables d'opérations qui ne souhaitent pas fournir toutes leurs données de terrain mais probablement sans que cela respecte les dispositions réglementaires.

L'information sur les disposition législatives et réglementaires en matière de science ouverte et de diffusion des données publiques n'est quasiment pas diffusée au sein des SRA.

Concernant les programmes et applications comme Ishtar ou la base de données qu'elle a développée sous Access, Christine considère qu'elles devraient être ouvertes parce qu'elles ont été développées dans le cadre de missions de service public par des agents publics.

Concernant les nouvelles dispositions à venir avec les prochaines ordonnances sur la production des inventaires de la SDA, Christine affirme qu'elle a été associée à ces travaux. Le temps d'échange et de préparation des nouvelles ordonnances a permis à Christine de comprendre comment fonctionne la

préparation de nouveaux textes réglementaires. Cela n'est pas forcément le cas des agents prescripteurs qui eux sont beaucoup moins souvent associés à ces travaux. Pour le mobilier, ces nouvelles ordonnances devraient faciliter les choses tant dans les formes des inventaires qui vont être les mêmes à l'échelle nationale que dans les contenus. Ces nouveaux inventaires vont correspondre à Ishtar. Ils seront donc plus faciles à produire avec cette application. Pour autant, le choix des applications de gestion des mobiliers sera laissé à l'initiative des SRA. Dans l'ensemble, les gestionnaires semblent plutôt favorables à ces nouvelles dispositions, alors que chez les opérateurs cela sera plus difficile à s'y mettre, car cela demandera du temps pour produire les inventaires selon les nouvelles normes.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

La pérennité des données numériques est le point le plus problématique. Il faudrait que l'administration prennent davantage conscience de ce problème ? Il faudrait que des investissements importants soient réalisés en matière de serveurs, de postes dédiés à ces tâches, etc.

Pour Christine, ce devrait être aux services de communication et de documentation des DRAC d'en être chargés avec un appui des archives départementales.

Pour rappel, le mobilier et les minutes de terrain sont conservés dans les CCE. Parfois ils sont déposés à des musées. Habituellement, les archives départementales sont destinataires d'une copie du rapport d'opération.

La cogestion des collections de mobiliers entre l'Etat et l'Inrap depuis 2 ans, a été confirmée pour 5 ans après une phase d'expérimentation. Pour le CCE de Poitiers, qui est effectif depuis 2015, cette cogestion se passe très bien. C'est Ishtar qui est utilisé aussi bien par les personnels du SRA que par les personnels de l'Inrap.

Dans les prochaines années de sa vie professionnelle, Christine espère pouvoir trouver de nouveaux projets. Selon les besoins, elle se dit prête à se former à de nouveaux outils numériques.

Entretien avec : Maxime Seguin, SRA Corse
Date de l'entretien : 19/08/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 16h10
Heure de fin de l'entretien : 17h35

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 36 ans
- 2010 : Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes (ESGT-CNAM) : Ingénieur Géomètre Topographe spécialisé en Géomatique, SIG, Topométrie de précision et Géodésie
- 2010 – 2011 : Ecole Nationale des Sciences Géographiques (ENSG-IGN), Mastère spécialisé : Photogrammétrie, Positionnement spatial et Mesures de Déformations (PPMD)
- 2011 – 2015 : Université de Provence (Aix-Marseille I) : Master Recherche Archéologie Médiévale : Archéologie du bâti et photogrammétrie numérique
- A travaillé 2 mois chez EVEHA en 2010 comme topographe archéologue sur une fouille préventive
- A ensuite travaillé comme topographe en CDD à l'Inrap à partir de 2012 puis en CDI à partir de 2014
- Depuis l'automne 2018, en congés de mobilité. Embauché sur un CDD de 2 ans comme géomaticien auprès du DRAC puis ingénieur d'étude au SRA de Corse depuis novembre 2020. Le CDD a été renouvelé en 2020 pour 3 ans.
- Ses activités consistent en des prescriptions et le contrôle scientifique et technique des opérations d'archéologie pour la Corse du Sud ainsi que la gestion de la carte archéologique (encadrement des chargés d'études : 2 ETP).
- Ne fait plus de levés topographiques sur des opérations programmées mais uniquement pour les activités de recherche au sein du SRA.

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Maxime a commencé à travailler sur des chantiers programmés à partir de 2006, comme fouilleur puis comme responsable de secteur. A utilisé des enregistrements sur fiches papier dont les données étaient ensuite saisies dans SysLAT pour la gestion des images et des inventaires d'US

Lors de ses formations, Maxime a été formé à de nombreux matériels (du théodolite optomécanique au scanner-laser), à divers logiciels (Autocad, Covadis, GeoMensura, QGis, MapInfo, GeoConcept), aux modèles conceptuels de BDD, à divers langages (VisualBasic, C++), à des outils de photogrammétrie, à la télédétection et au traitement d'image.

A l'Inrap, Maxime s'est autoformé à divers logiciels libres par conviction dont MicMac (ENSG), RTKLib (traitement des données GNSS) et GNU Gama (calculs topométriques)

Maxime a créé en grande partie et est intervenu dans la formation en photogrammétrie numérique à l'Inrap (MicMac et MetaShape), formateur niveau 1 de QGis, formation en statistiques univariées, nuage de points (CloudCompare).

Depuis qu'il est en Corse, Maxime a continué à assurer quelques formations. Il recommencera peut-être en 2021

Maxime constate que les usages numériques en archéologie sont globalement faits n'importe comment. Beaucoup d'archéologues veulent souvent faire par eux-mêmes dans ce domaine. Il y a un côté gadget, autogestion, anarchiste.

Beaucoup d'outils numériques sont devenus faciles à utiliser, ce qui peut expliquer cette situation. Mais aussi l'autoformation qui est largement la règle, reproduit certains travers dans ce domaine.

Maxime a l'impression que les archéologues ont peur de se faire déposséder d'aller voir des gens qui savent faire. Les archéologues semblent avoir besoin de s'approprier les techniques de façon générale.

Le numérique masque parfois la vacuité des raisonnements et de l'enregistrement de terrain de base tel qu'il devrait l'être.

Le sujet n'est pas facile à aborder avec tous les archéologues, même s'ils en sont parfois conscients.

Les formations universitaires dans les masters recherche et professionnelle sont globalement insuffisamment dotés en nombre d'heures de formation et notamment sur les outils numériques. C'est l'autoformation qui devient la règle dès l'université. Tout le monde en semble conscient mais la situation semble ne pas évoluer dans le bon sens.

L'assignation des compétences numériques par classes d'âge sont largement infondées. Les plus jeunes savent peut-être se servir d'outils comme consommateurs mais ne cherchent pas à savoir comment ces outils fonctionnent.

Il n'y a qu'une portion limitée des personnes qui sont vraiment intéressés à savoir comment ces outils fonctionnent, les autres étant des utilisateurs-consommateurs.

Le numérique semble souvent un marqueur de « scientifisation ». Il semble que nombre d'archéologues confondent outil et finalité.

Le numérique n'a pas révolutionné l'archéologie et ne le fera pas. Certes, le numérique permet de gagner du temps sur les relevés, mais il n'y a pas de nouveau changement de paradigme depuis Harris et Wheeler.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Il faut développer l'offre de formation au numérique dans les parcours académiques et professionnels

Il n'est pas nécessaire que tous les archéologues acquièrent un haut niveau de compétence numérique (bases de données, photogrammétrie, etc.) mais qu'ils disposent d'un vernis suffisant pour pouvoir apprécier les meilleurs outils numériques adaptés à leurs besoins.

La communauté archéologique doit continuer à s'organiser, à partager des expériences dans des rencontres utilisateurs.

Dans le milieu académique, les animations de réseaux comme le réseau ISA semblent en voie de disparition, sont devenus moins dynamiques.

Mais le numérique en archéologie ne devrait pas forcément faire l'objet de revues spécialisées. Maxime considère que beaucoup de publications n'ont pas d'intérêt parce qu'elles ne présentent rien de neuf.

Concernant l'identification et la reconnaissance des experts en matière de numérique, en prenant l'exemple de l'Inrap, il semble que la reconnaissance des compétences n'est pas faite de façon adaptée. Il faudrait une répartition plus élargie des topographes sur les différentes catégories et échelons, et non pas les cantonner à une ou deux catégories.

Les fiches métiers des topographes pourraient être calées sur les fiches métiers d'ingénieurs d'étude et de recherche au CNRS car les compétences acquises aujourd'hui sont souvent de niveau plus avancé que les fiches métiers de techniciens des topographes de l'Inrap.

Concernant les mouvements d'ouverture des données de la recherche, il semble qu'il y ait un gros problème dans les SHS de manière générale. Les chercheurs semblent encore beaucoup dans une conception d'appropriation de leurs données. Les choses semblent commencer à évoluer. Mais il reste beaucoup de chemin à parcourir pour obtenir toutes les données des opérations archéologiques. Les versements des données se font de façon limitée.

Sur les codes sources logiciels produits par la recherche publique, ils devraient être ouverts.

Maxime se demande s'il ne va pas y avoir un essor des brevets sur les développements logiciels.

Manifestement, il y a un problème de formation aux réglementations en vigueur en matière de propriété intellectuelle et d'ouverture des données publiques, y compris pour les agents des services de l'Etat.

De façon plus générale, il semble qu'il y ait un manque de culture numérique et de culture scientifique générale chez de nombreux archéologues, ni d'histoire des sciences et techniques.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

En prenant comme exemple les levés en photogrammétrie, Maxime souligne que les règles de l'art ne sont jamais respectées intégralement parce que les conditions de travail sur le terrain ne le permettent pas pour l'archéologie préventive. En revanche, cela paraît moins compréhensible pour l'archéologie programmée.

Maxime cite les problèmes de méthodologie de certains levers effectués en lasergrammétrie qui ne sont pas assez précis ni documentés par certains.

Maxime mentionne aussi le fait que les données publiques sont parfois déposées sur des serveurs à l'étranger sans en connaître les implications.

Pour Maxime, certains archéologues cherchent à se faire reconnaître pour leurs compétences numériques, mais sans forcément en avoir le niveau revendiqué.

Le manque d'assurance, de compétences, de savoirs explique peut-être que certains archéologues se réfugient dans des niches de chrono-compétences et des niches de spécialités techniques ou technologiques.

5. **Autres points et commentaires**

Maxime reconnaît qu'il a une vision un peu négative de la situation même s'il reconnaît que des archéologues travaillent très bien avec des outils numériques.

Il faut que les archéologues soient curieux sur les nouveaux outils et les nouvelles méthodes, mais aussi qu'ils sachent dire stop quand ils ne savent pas et savoir s'adresser aux experts.

L'archéologie est avant tout un travail d'équipe qui doivent être capables de discuter entre eux des méthodes et des résultats.

Les SRA qui organisent la recherche archéologique sur le territoire français, devraient se saisir de tous les aspects concernant les données et pouvoir exercer un contrôle scientifique et technique plus fin, mais les moyens humains et les formations ne sont pas au rendez-vous. De plus, la SDA n'apporte pas l'aide nécessaire dans ce domaine et ne dispose pas de moyens d'action, ni l'inspection. L'INP n'est également pas au rendez-vous sur ces questions, que ce soit pour la formation initiale ou pour la formation continue. Les conservateurs (toute discipline confondue) se retrouvent donc ensuite à la merci

de prestataires peu scrupuleux et dans l’incapacité de rédiger un cahier des charges ou de contrôler le service rendu.

Entretien avec : Olga Spaey, Laboratoire IKER (CNRS UMR5478), Université Bordeaux-Montaigne et Université de Cantabrie
Date de l'entretien : 07/07/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h30
Heure de fin de l'entretien : 16h15

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 28 ans
- A commencé des études de Beaux-Arts, en Dessin, puis a décidé de s'inscrire également à l'université, pour suivre des cours d'histoire de l'art et d'archéologie en parallèle (Académie Royale des Beaux-Arts de Bruxelles et Université Libre de Bruxelles), où elle a fait un master (sous l'encadrement de Marc Groenen) au cours duquel elle s'est spécialisée en art pariétal paléolithique
- A terminé ses études en 2018
- A ensuite obtenu un supplément du master qui lui a permis d'être professeure d'histoire, d'histoire de l'art et arts plastiques pendant un an dans l'enseignement secondaire en Belgique
- A obtenu en 2021 une bourse de doctorat dans le cadre d'un projet de recherche conduit par l'institut de recherche IKER (Centre de recherche sur la langue et les textes
- Basques) rattaché à l'université Bordeaux-Montaigne
- A déménagé récemment en Espagne, à Santander

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Olga a un parrain informaticien qui lui a offert un ordinateur à l'âge de 10 ans. Ella a donc été familiarisée tôt avec le numérique. Ses parents ont cependant limité son usage, qui a surtout été ludique.

Lors de ses études aux Beaux-Arts, Olga a commencé à être formée à quelques logiciels (Suite Adobe, Illustrator et Photoshop), mais la formation était très limitée. Elle s'est alors largement autoformée à l'aide de tutoriels sur Internet.

Pour sa formation à la station totale et à la photogrammétrie, Olga a bénéficié d'un apprentissage sur des chantiers de fouille.

Avant de commencer sa thèse actuelle, elle a fait de nombreuses recherches préparatoires sur la recherche de style dans l'art pariétal.

Pour sa thèse, Olga a surtout besoin de maîtriser les statistiques et des SIG. Elle suit des formations exclusivement en ligne.

Parmi les chercheurs avec lesquels elle travaille actuellement, certains sont formés aux SIG.

Quand elle observe les pratiques numériques des chercheurs avec lesquels elle travaille, Olga constate que, selon les individus, les compétences numériques sont très variables, y compris sur des logiciels de bureautique de base comme Word.

Olga dit son envie de pouvoir partager son intérêt pour les outils numériques qu'elle maîtrise à travers des cours qu'elle pourrait donner ou si elle devient enseignante un jour.

Mais elle a le sentiment que l'enseignement à des outils numériques n'est pas toujours très adapté aux besoins réels de maîtrise de ces outils.

Par ailleurs, Olga a le sentiment que le numérique est systématiquement associé à des valeurs d'innovation, de modernité. Il est souvent affirmé qu'il est indispensable de maîtriser les outils numériques pour produire des nouveaux savoirs, mettre au point de nouvelles méthodes.

Olga est d'accord avec l'idée que la « fracture générationnelle » est une construction tout à fait contestable. En revanche, il existe des affinités, des dispositions individuelles qui peuvent s'exprimer autour de l'appropriation d'outils numériques.

Pour ce qui est de la diffusion du patrimoine, le numérique offre, selon Olga, de nouvelles possibilités, comme avec l'utilisation des lunettes 3D permettant une immersion totale. De tels systèmes seraient selon elle à combiner avec la visite, sur place, de certains sites, pour garder les sensations et l'émotion de la présence *in situ*.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Il faudrait faire évoluer les formations aux outils et méthodes numériques en insistant sur les avantages mais aussi les limites, voire les contraintes, les biais de certains d'entre eux.

Dans son domaine de recherche, Olga se dit favorable à l'ouverture de certaines données et de certains résultats, en mettant en place des plateformes viables sur le long terme.

Olga évoque sa sensibilité à l'impact écologique du numérique ainsi que de ses déplacements sur ses terrains de recherche. Même si souvent son envie de faire de la recherche est plus forte, elle peut parfois s'interroger avant de se déplacer sur de longues distances pour visiter des sites ou se rendre à des colloques par exemple (surtout dans le cas de l'utilisation de l'avion).

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

En archéologie, Olga s'interroge sur le danger de l'apparente objectivité des outils numériques : dans certains cas, comme pour le relevé, l'utilisation des photos donne l'impression que notre subjectivité disparaît, ce qui n'est en réalité pas le cas.

Olga considère que le numérique peut apporter de nouvelles connaissances, mais qu'il convient de rester prudent, pour ne pas tomber dans la recherche d'une objectivité à tout prix, où les données numériques remplaceraient le sens (comme si l'archéologie devait passer dans le « camp des "sciences dures"» pour renforcer sa légitimité).

Selon Olga, il est important d'assumer que la recherche en archéologie se fait à travers notre regard, moderne, et dès lors biaisé par essence. Essayer de gommer cet aspect des choses ne rendra pas notre regard plus objectif.

Olga pense qu'un retour fréquent, durant la recherche, aux objectifs généraux de celle-ci permettrait de ne pas se perdre dans les résultats numériques, les statistiques ou autres résultats « déshumanisés ».

Ces résultats, créés sur base de problématiques et de critères dictés par notre regard et nos conceptions actuelles, doivent être considérés avec prudence. Leur potentielle dimension arbitraire doit être gardée à l'esprit.

Il faut du recul et l'intégration de points de vue extérieurs.

Entretien avec : Pierrick Tigreat, SDAVO
Date de l'entretien : 04/11/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h30
Heure de fin de l'entretien : 12h20

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 37 ans
- a suivi une licence d'histoire de l'art et archéologie à l'Université Paris-Sorbonne en 2002-2005 puis est passé à Paris I où il a suivi un Master d'archéologie des périodes historiques en 2006-2007 sous la direction de Joëlle Burnouf, les tutorats scientifiques de Danielle Arribet-Deroin (MCF Paris I), Paul Benoit (PRE Paris I), Ronan Pérennec (RO CD29)
- a participé au programme PIREN-SEINE comme chargé d'études entre mars 2008 et déc. 2011
- a rejoint l'Inrap à partir de 2012 pour des grands projets d'aménagement linéaire à la base du Grand-Quevilly (Seine-Maritime), la liaison autoroutière A 150
- a rejoint le CD de l'Oise de mars 2013 à déc. 2014 sur la fouille de Passel (Oise)
- puis archéologue à l'association les Amis du Vieux Château de Brie-Comte-Robert, Groupement REMPART d'avr. 2015 à mars 2018 ;
- a intégré le SDAVO en avril-mai 2018 en tant qu'archéogéographe puis en août-octobre 2018 en tant qu'archéologue
- nov. 2018-févr. 2029 archéologue au CD de Seine-Saint-Denis
- depuis mars 2019 agent contractuel sur emploi permanent où il occupe le poste d'archéogéographe.

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Pierrick n'est pas un natif numérique. Il a découvert l'informatique en accédant à un PC fixe. Pendant son Master, il a découvert davantage d'outils numériques, notamment des BD relationnelles (FileMaker et Access) et il a vu apparaître les diaporamas avec Microsoft PowerPoint avec l'utilisation continue des rétroprojecteurs. Il n'avait pas d'ordinateur portable jusqu'au niveau Master. Leur utilisation par des étudiants était encore extraordinaire en amphithéâtre en Licence.

En Master, il a suivi un TD sur les outils numériques (SIG, bases de données) mais c'était sur les logiciels choisis par l'université (MapInfo pour les SIG, FileMaker pour les BD). Il s'est formé au fil de ses travaux de recherche à la modélisation et la conceptualisation des bases de données. C'est grâce à cette autoformation qu'il a développé ses compétences numériques actuelles et qu'il peut assurer les missions de son poste actuel.

Fort de ses compétences en SIG, Pierrick assure des formations en interne auprès de ses collègues au SDAVO après avoir suivi une formation pour devenir formateur interne au Département (méthodes pédagogiques, développement de la formation à distance, etc.). Les formations régulièrement animées chaque année représentent *a minima* un volume de quatre jours sur deux sessions.

Pierrick insiste sur le fait que ce travail de formation et d'accompagnement représente une charge de travail mais il souligne que son employeur lui a laissé du temps, cela faisait partie de ses objectifs de l'année 2021

Actuellement Pierrick accompagne le déploiement sur téléphones portables des agents une application mobile sur 123SurveyforArcGIS pour enregistrer des découvertes et observations sur le terrain.

Pierrick continue à suivre des formations qui lui sont accordées par son employeur comme des celles du CNFPT, de l'EHESS, de l'ENSG, etc. Entre 2019 et 2021 il a participé à divers événements :

- Journées de la recherche de l'IGN ;
- Journées de l'Anact,
- Géomatique au service de l'archéologie ;
- Le paysage comme trace : un laboratoire pour le concept de résilience ;
- Les parcellaires agraires selon l'archéologie préventive ;
- PAO;
- Nouveaux outils en archéologie. Recherche, valorisation et enjeux.

Pierrick considère que les usages du numérique sont « universels » quel que soit l'employeur.

Pierrick ne se dit pas géomaticien, parce qu'il ne maîtrise pas le langage Python, ni PostGis. Mais il maîtrise ce qu'il considère comme utile à ses besoins et à ses activités : cartographie, analyse et d'intégration des données géographiques, etc. Il a des notions dans de nombreux domaines mais il ne se revendique pas comme un professionnel travaillant à l'étude de la géomatique et de ses logiciels.

Comme beaucoup de ses collègues, Pierrick expérimente de nouveaux outils numériques, notamment dans le cadre de sa formation personnelle.

En matière de SIG, il considère que si l'usage de QGIS se justifie ou ArcGIS lui est imposépar son employeur. Par exemple, il utilise QGIS dans le cadre de l'archéologie du temps libre. Membre de la mission cimetière croisé d'Atlit (Israël), Centre de recherche Français à Jérusalem (Israël), Ministère de l'Europe et des Affaires Etrangères/CNRS, il collecte et traite les données géographiques (photographies aériennes, photogrammétrie, numérisation). Il rédige le cahier des charges et réalise la conception du projet SIG, les analyses spatiales et la création de cartes.

Au sein du SDAVO, Pierrick gère et enrichit la carte archéologique départementale en s'appuyant sur un schéma des données bien établi. Il assure aussi la gestion des données archéologiques dans le SIG et le transfert des données.

Dans les relations du SDAVO avec d'autres organisations de l'archéologie (ex. Inrap), Pierrick a réussi à imposer des formats précis lors de la récupération des données (shapefile pour les données spatiales).

Sur les données de fouille anciennes, notamment numériques, le SDAVO s'interroge sur l'archivage pérenne des données, notamment celles provenant de la photogrammétrie.

En 2020, une étudiante en alternance a travaillé sur diverses solutions possibles.

Une exploration des solutions proposées par Huma-Num a été engagée.

Pierrick souligne que le versement des données à l'issue des opérations continue à être effectué sur CD et DVD car l'Etat n'a pas les serveurs nécessaires pour pouvoir faire un archivage numérique de qualité alors que le Département dispose, de son côté, des serveurs nécessaires sur lesquels sont stockées et archivées toutes les données produites lors des opérations ainsi que les données spatiales. Cela a permis à Pierrick et à ses collègues de travailler à distance sans problème lors des confinements. Cela a

aussi montré l'intérêt de couches de données communes, partagées par tous les utilisateurs et producteurs de données.

De plus, le SDAVO dispose d'un ordinateur adapté pour faire tourner correctement les logiciels de photogrammétrie comme Agisoft Metashape Professionnel.

Pierrick considère que l'usage du numérique en archéologie ne supprime pas les supports traditionnels. Il cite le carnet de terrain comme le moyen de travail « indéboulonnable » de l'archéologue.

Concernant le déploiement du numérique dans son service, Pierrick constate une mixité des pratiques, qui mélangent usages de dispositifs numériques et non-numériques. Dans le fonctionnement du service, c'est le RO qui gère la phase de post-fouille. Les CDD accroissement temporaire d'activité, eux, interviennent surtout en phase terrain. L'usage du numérique est souvent limité à la phase post-fouille car sur le terrain la diversité des acteurs, des compétences, de la maîtrise de la sémantique, fait qu'il est impossible de leur imposer l'usage de dispositifs numériques communs comme par exemple un seul système d'enregistrement numérique sur tablette.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Pierrick considère que dans la pratique les usages du numérique vont continuer à s'accroître, ne serait-ce que parce que les archéologues sont assez sensibles à l'innovation. Mais il y a souvent une diffusion de l'innovation par une première étape d'expérimentation. C'est le cas de la photogrammétrie. Beaucoup d'archéologues l'utilisent mais peu l'utilisent de la même façon. Il manque donc encore une rationalisation de ce genre de pratique numérique dans une chaîne opératoire.

Ce constat peut être fait pour toutes les innovations méthodologiques autour du numérique en archéologie. Pierrick pense que c'est en raison des particularismes de l'archéologie comme science humaine.

Il faut d'autant plus faire attention à l'accompagnement, à la formation des acteurs pour éviter de leur faire croire que le numérique peut se substituer aux méthodes traditionnelles de l'observation et de l'enregistrement de données.

Dans l'ensemble, les archéologues sont sensibles à l'introduction du numérique dans leurs pratiques mais cela leur demande parfois beaucoup de temps.

Or l'archéologie préventive ne laisse que peu de temps à la formation continue et à la réflexion. Seul l'Inrap semblerait avoir les moyens d'investir massivement dans ce genre de formation et de conduire ce genre de réflexion.

Sur les recrutements d'archéologues au SDAVO, Pierrick souligne qu'une série de compétences numériques sont indispensables. Ils sont indiqués dans les fiches de postes et évalués lors des entretiens. De plus, comme 90% des données archéologiques sont géoréférencées, des compétences en SIG sont souvent nécessaires.

Sur le dessin d'objet, le numérique a bouleversé les façons de faire. Des conventions ont été édictées lors du passage à la DAO. Aujourd'hui, on est revenu à des publications beaucoup plus simplifiées, qui témoigne d'une perte du niveau des exigences attendues. Aujourd'hui, plein d'archéologues ne maîtrisent plus le dessin d'objets. Ils se satisfont du décontourage des objets sur photos et de l'ajout d'une échelle. Il faudrait corriger cette tendance.

Seul le dessin de vestiges lithiques continue à imposer un niveau d'exigence dans la précision du dessin qui passe souvent par le dessin manuel avant de le refaire sous un format numérique. Ce n'est plus le cas pour le dessin de céramiques dans le contexte de l'archéologie préventive.

Concernant l'ouverture des données, le SDAVO fonctionne avec des conventions (ex. Etat, Inrap, etc.). Pierrick considère qu'il n'est plus possible de prétendre faire de la science aujourd'hui si les données ne sont pas rendues accessibles à au moins un autre archéologue. Ainsi, il pourrait être introduit des débats contradictoires sur le même site archéologique. Pierrick constate que, depuis une dizaine d'années, le mouvement de l'ouverture et du partage des données prend de l'ampleur en archéologie. En ouvrant les données de l'archéologie, on respecte la diversité des acteurs et des pratiques de l'ensemble de la communauté archéologique. L'ouverture des données archéologiques intervient à un moment où les masses de données sont devenues telles qu'il n'est plus possible de penser pouvoir les traiter seul avec des moyens limités. Il faudrait s'ouvrir à d'autres champs disciplinaires comme les mathématiques et les statistiques qui ont largement disparu des pratiques de l'archéologie.

Ce manque d'échanges explique que les archéologues utilisent des outils numériques, des modules de certains logiciels sans réfléchir ni maîtriser les principes sous-jacents (ex. discrétisation des classes dans un SIG, modèles 3D, etc.). Le découpage traditionnel entre les compétences de l'écriture dans les sciences humaines et les compétences mathématiques et statistiques ou encore d'écriture en code informatique semble encore très prégnant dans la distance qui demeure entre une partie des archéologues et des chercheurs d'autres champs disciplinaires. Mais les choses évoluent, notamment en matière de géoarchéologie ou d'archéométrie.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Dans leur ensemble, les outils numériques adoptés par les archéologues facilitent leur travail.

Du fait de la part prédominante de l'archéologie préventive, il manque des actions et des moyens pour davantage d'expérimentations dans la découverte des apports possibles de nouveaux outils numériques. Du coup, beaucoup d'archéologues prennent sur leur temps personnel pour découvrir des outils numériques et développer leurs compétences parce qu'ils manquent de temps pour le faire de façon officielle et visible.

Les besoins majeurs concernent aujourd'hui la conservation des compétences des archéologues, que ce soit dans les compétences numériques ou autres. Cela passe aussi par un travail de veille constante, qui doit être accepté par les employeurs, qui permet de se maintenir à niveau, de progresser dans ses pratiques, de découvrir ce que font d'autres et dont on peut s'inspirer. Sans ce travail de veille, on risque d'être déconnecté des évolutions et des nouvelles possibilités offertes par les nouveaux outils numériques disponibles. L'employeur de Pierrick l'a bien compris et veille à ce qu'il anticipe les évolutions technologiques et techniques de son emploi.

Il manque des sites sur lesquels un travail de veille permettrait de se tenir informé sans avoir à passer soi-même trop de temps à faire cette veille.

Le numérique appelle aussi des moyens matériels indispensables mais qui doivent correspondre aux besoins clairement identifiés et des compétences dans la maitrise de ces outils.

5. Autres points et commentaires

Parallèlement aux opérations d'archéologie préventive, selon les thématiques retenues dans le cadre du projet scientifique du service, Pierrick participe activement à quatre projets de recherche de la Préhistoire à l'époque contemporaine. Ils renvoient aux orientations nationales de la recherche. Cette participation à des projets scientifiques est définie selon une triple orientation :

- enrichir la connaissance sur l'évolution de l'espace géographique de l'actuel Val d'Oise et de son occupation humaine ;
- organiser les savoirs et leur accessibilité ;
- diffuser les données.

Le cadre de projets de recherche permet de développer des compétences et de mettre en place de nouveaux protocoles. Il a été mis en œuvre les outils harmonisés, base de données et système d'information géographique, au sein du projet collectif de recherche « Matières premières du Bassin parisien : les silex cénozoïques d'Île-de-France » coordonné par Pierre Allard, chargé de recherche au Centre national de la recherche scientifique et directeur du laboratoire PréTech, « Préhistoire et Technologie ».

Au sein du PCR « Territoire et terroirs du Néolithique dans le Val d'Oise et ses marges », coordonné par Jean-Gabriel Pariat, SDAVO, il a été composé les bases d'un standard à adopter pour un format de cartes et animé des ateliers cartographiques.

Il a aussi été soutenu l'avant-projet sur le site archéologique d'Epiais-Rhus à l'initiative de Claire Besson, Service régional d'archéologie d'Île-de-France et Bruno Desachy, conservateur du patrimoine et maître de conférence associé à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, notamment l'axe sur les outils numériques partagés.

Enfin, une importante contribution a été faite au rapport de PCR « Archéologie des conflits contemporains en Île-de-France et Centre-Val de Loire » dirigé par Gwénaël Mercé, Institut national de recherches archéologiques préventives, spécifiquement à partir de l'analyse des données LiDAR.

Entretien avec : Leticia Tobalina, Casa Velasquez
Date de l'entretien : 13/09/2021 et 25/11/2021
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 19h/15h00
Heure de fin de l'entretien : 19h45/15h30

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 32 ans
- Licence d'histoire en Espagne, master en archéologie et en enseignement, licence en histoire de l'art, thèse en co-tutelle (Université de Navarre et université de Pau en 2019), master en humanités numériques à Séville (en ligne) en 2020-2021
- a participé à plusieurs chantiers d'archéologie programmée et préventive
- a travaillé pendant ses études, vacataire aux université de Pau et de Clermont-Ferrand
- assistante ingénieur à Clermont-Ferrand
- depuis le 1er septembre membre de la Casa de Velasquez, projet de recherche sur les dynamiques de peuplement dans l'antiquité tardive dans la péninsule ibérique, gestion des données, gestion de l'incertitude

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

Leticia considère qu'à l'université, les étudiants et les enseignants maîtrisent plutôt bien les outils de bureautique. Mais certains outils sont très peu connus des étudiants. Par exemple, Leticia a pu observer dans des rapports d'étudiants que le traitement de texte est utilisé parfois pour faire des tableaux alors qu'un logiciel comme Excel serait bien mieux adapté.

Depuis quelques années, des efforts importants de formation ont été faits en particulier à l'université et en archéologie préventive (Inrap).

En matière de SIG, les usages de certains utilisateurs ne sont pas toujours adaptés (utiliser QGis au lieu d'un logiciel de dessin).

En matière de publication, la production des références bibliographiques dans les revues ne s'appuie pas toujours sur des fichiers de mise en forme de bibliographie.

En matière de bases de données, en humanités en général, les utilisateurs pensent qu'une base de données sert comme un tableur. Un autre exemple est l'utilisation de FileMaker très largement répandue en archéologie alors qu'il ne s'agit pas d'un véritable SGBD.

Leticia pense donc que les utilisateurs ne sont pas suffisamment formés, ne savent pas de quoi il s'agit.

A partir de son expérience comme enseignante en SIG à l'université, Leticia a pu vérifier qu'il valait mieux commencer sur papier la modélisation d'une base de données avant de passer à l'outil numérique. Cette démarche a eu plus de succès que d'utiliser un outil numérique trop tôt.

Leticia pense qu'il y a deux groupes dans les relations des chercheurs avec le numérique. D'un côté, certains considèrent que c'est seulement un outil. Dun autre côté, d'autres pensent que ce n'est pas qu'un outil. Leticia s'inclut dans ce groupe. Pour elle, ce n'est pas qu'un outil car elle peut travailler autrement que sans ce type d'outil. Leticia pense que, si le changement de paradigme lié au numérique n'est pas

encore atteint aujourd'hui, il pourrait le devenir. Les questions de recherche ne sont plus les mêmes qu'avant. L'essor des nouveaux outils comme l'intelligence artificielle pourrait y contribuer directement dans toutes les sciences humaines.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Leticia pense qu'il faudrait augmenter les usages numériques en archéologie, mais de façon raisonnée et pas seulement parce qu'il s'agit d'une mode.

Il faut accroître l'offre des formations, en augmentant les volumes d'heure consacrées aux outils numériques. Mais il faudrait que les formations soient moins techniques ? Elles devraient mieux expliquer comment ces outils peuvent servir dans la recherche, comment il peut contribuer à renouveler les questionnements scientifiques.

Il y a encore trop peu de revues sur les humanités numériques. Il y a des manifestations consacrées aux usages des outils numériques dans plusieurs disciplines des humanités mais en archéologie ces manifestations restent trop rares.

Les modèles utilisés dans les outils ne sont pas assez explicités à part dans quelques publications (cf. X. Rodier).

Les langages informatiques posent des problèmes de communication entre archéologues et informaticiens.

Leticia pense que l'ouverture du code source pose problème. Les logiciels *open source* nécessitent des financements. Or si les financements ne sont pas réunis, les logiciels ne sont plus maintenus.

Concernant l'ouverture des données archéologiques, Leticia pense que c'est problématique car les données archéologiques peuvent être sensibles. Elles pourraient exposer des sites au risque de pillage. Il faut donc ouvrir les données en gardant les droits d'auteur et en limitant les risques de pillage des sites.

Leticia considère que les archéologues ont beaucoup bricolé en développement informatique. L'avenir pour les archéologues serait qu'ils s'adressent à des informaticiens pour développer les logiciels et les applications et qu'ils arrêtent de vouloir développer eux-mêmes leurs outils. Mais cela nécessite que les archéologues soient mieux formés aux principes de base de la modélisation informatique. Beaucoup de programmes disciplinaires risquent d'échouer si les archéologues ne s'associent pas davantage à des experts du développement de logiciels ou à la conception et la mise en œuvre de bases de données.

Sur la 3D, Leticia constate qu'il y un boom sur l'usage de cette technique avec des usages qui ne se justifient pas forcément, notamment avec la reconstitution de la céramique. Certains archéologues oublient de replacer l'usage de cette technique dans une problématique scientifique.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Leticia pense que le problème majeur est celui de la formation des archéologues aux possibilités des outils numériques.

Les archéologues restent souvent trop de leur côté. Ils ont réussi à s'ouvrir progressivement aux géographes, mais pas assez à d'autres disciplines comme l'informatique.

Leticia a déjà pu observer que le numérique peut introduire des différences dans les pratiques numériques. Il faudrait imposer une saisie des données selon un « minimum numérique » pour pouvoir respecter les exigences d'interopérabilité pour permettre que les données entre bases de données soient échangeables au minimum.

Certes on ne peut pas forcer que tous les archéologues soient formés au numérique, mais il faudrait des formations minimales. Des archéologues experts du numérique, devraient pouvoir aider les autres pour les accompagner dans leurs pratiques.

Il faut investir davantage dans les formations et les accompagnements sinon le numérique risque de poser davantage de problème dans le fonctionnement des équipes, dans la communauté archéologique et dans les échanges avec d'autres communautés.

Sur la 3D, Leticia elle constate qu'il y a une sorte de dérive dans un usage trop systématisé de cette technique. Mais celle-ci nous fait perdre une partie des connaissances sur les fouilles. Les archéologues se lancent souvent dans cette technique avec un nombre trop limité d'heures de formation et trop peu de pratiques. Il en fut de même que lorsque les SIG se sont développés en archéologie.

Lors de la reconstitution en 3D de fouilles, certains archéologues ne font pas la différence entre ce qui existe encore et qui reste visible et ce qui est reconstitué et donc imaginé. Il faudrait introduire des différences dans les modes de rendu.

De façon générale, il faudrait émettre des guides de « bonnes pratiques » permettant de disposer de principes et de règles à suivre, reconnues par les communautés d'usagers.

5. Autres points et commentaires

Du fait de son expérience dans divers pays en Europe, Leticia peut souligner que les pratiques numériques en archéologie au Portugal sont moins développées.

Leticia a l'impression qu'en Espagne il n'y a pas les mêmes habitudes de réflexions théoriques et critiques qui sont plus présentes en France ou en Amérique du Sud, différences qu'on retrouve dans les différences dans les réflexions sur les usages des dispositifs numériques dans les humanités.

Sur les relations entre informaticiens et archéologues et sur leurs pistes de collaboration possible, Leticia a organisé récemment un séminaire en Espagne. Il en est ressorti que ces communautés se connaissent encore mal. Mais une partie des membres des communautés de l'informatique ne sont pas encore disposés à travailler avec des chercheurs des humanités et dans l'autre sens les archéologues ne sont pas tous disposés à travailler avec des informaticiens. Il conviendrait de favoriser des dialogues entre ces communautés notamment lors de projets de recherche en commun. Mais il faut que les informaticiens ne soient pas considérés par les archéologues uniquement comme des techniciens. De plus, ceux-ci ne sont pas toujours associés aux publications.

En Espagne, il n'existe pas de postes d'ingénieur de recherche en informatique. L'essentiel des postes consistent en des postes de techniciens. Ils ont des possibilités d'évolution limitées. Pour autant en France, l'existence de postes d'ingénieur de recherche en informatique ne suffit pas à faire que les communautés de l'informatique et de l'archéologie travaillent davantage ensemble.

Entretien avec : XXXXXXXXXX, réseau des Ecoles Françaises à l'Etranger
Date de l'entretien : 08/06/2022
Modalité de l'entretien : en présentiel
Heure du début de l'entretien : 18h50
Heure de fin de l'entretien : 19h50

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 31 ans
- Titulaire d'un diplôme de l'histoire de l'art et de l'archéologie avec une spécialité en archéologie gréco-romaine à l'Université Catholique de Louvain en 2014
- A commencé une thèse en archéologie romaine en 2014 grâce à une bourse du Fonds national pour la recherche scientifique, thèse que XXXXXXXXXX a soutenue en 2017
- A réalisé un post-doc en 2017 puis un second post-doc à Louvain en 2018
- En 2019, XXXXXXXXXX a obtenu un contrat de 3 ans à l'EFR qu'il termine fin août 2022
- Devrait retourner ensuite à Louvain pour un nouveau post-doc

2. **Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées**

XXXXXXXX pense faire partie de la génération qui dispose de facilités avec l'outil numérique en général.

XXXXXXXXXX n'a suivi aucun cours pendant ses années de formation universitaire. XXXXXXXXXX s'est autoformé pour l'essentiel.

A l'EFR, XXXXXXXXXX a quand même suivi une formation sur les SIG, une autre sur la cartographie, une autre en géomatique (GPS, stations totales).

Depuis 2019, XXXXXXXXXX assure une formation sur la restitution graphique de la peinture fragmentaire. Pour cela, XXXXXXXXXX utilise Adobe, Corel Draw, PhotoShop.

A l'université de Louvain, XXXXXXXXXX a assuré aussi une formation à la photogrammétrie, modélisation 3D (Metashape, MeshLab, CloudCompare, Blender).

Dans la profession de l'archéologie, la plupart de ses collègues se sont formés sur le tas, sauf pour certains collègues spécialisés comme pour l'enregistrement des données de fouille, la topographie, la géomatique.

Sur la restitution graphique, son domaine de prédilection, XXXXXXXX n'a pas beaucoup d'interlocuteurs compétents.

XXXXXXXX pense que l'usage d'outils et de méthodes numériques fait partie de l'ADN des professionnels de l'archéologie, même si dans les faits, il reste à faire des progrès pour la formation.

3. **Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques**

XXXXXXXX pense qu'il reste encore beaucoup à faire dans la formation initiale des professionnels de l'archéologie. Il faudrait qu'il y ait davantage d'heures de formation aux outils numériques à l'université.

Il faudrait disposer d'offres de formations plus étoffées pour la formation continue, de la part de certains établissements d'enseignements.

Il serait peut-être utile de développer encore davantage des réunions, des colloques entre experts autour des pratiques numériques dans les métiers de l'archéologie. Il commence à exister des colloques, des associations nationales et internationales qui reconnaissent l'importance croissante de la place des outils et méthodes numériques.

Les fiches de postes y font parfois référence, mais souvent de façon assez vague.

Il n'y a pas encore de reconnaissance suffisamment forte des compétences numériques, en tout cas pas dans le domaine d'activité et de compétence de XXXXXXXX.

XXXXXXXX se dit favorable au mouvement de la science ouverte, mais il y a une différence à maintenir entre les données brutes et les données traitées, les secondes étant plus intéressantes à publier que les premières.

Par ailleurs, l'archéologie a besoin d'un temps pour l'interprétation des données qui ne correspond pas à la temporalité et l'idée d'une publication immédiate des données brutes.

Il serait utile qu'un dialogue puisse s'établir entre les archéologues et les informaticiens, spécialistes du développement d'outils numériques pour être capable d'avoir une pratique plus raisonnée de ces outils.

Sur un chantier en Italie placé sous sa responsabilité, XXXXXXXX a cherché à se servir d'une base de données pour la saisie des données de terrain. Mais XXXXXXXXXX a renoncé car aucune solution numérique ne le satisfaisait. De plus, la surintendance impose un formalisme dans la restitution des données qui doit être prise en compte lors de la saisie des données.

En Italie, l'institut pour le catalogage et la documentation devrait imposer prochainement une plateforme et des fiches à remplir pour tous les mobiliers archéologiques.

XXXXXXXX voit que les pratiques interdisciplinaires se multiplient. XXXXXXXXXX pense que les pratiques numériques peuvent y contribuer.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

XXXXXXXX considère que les évolutions, les adaptations nécessaires dans les méthodes de travail liées aux outils et pratiques numériques valent l'investissement. Mais cela doit être pris en compte dès la formation initiale à l'université, et lors des parcours professionnels.

Les outils numériques doivent être mieux connus, être rendus mieux accessibles aux étudiants et professionnels de l'archéologie lorsqu'ils veulent s'approprier concrètement les outils qu'ils ont un intérêt à mettre en œuvre.

Sur les fouilles universitaires sur lesquelles XXXXXXXXXX est intervenu, la hiérarchisation au sein des équipes de travail est déjà là. Le numérique pourrait renforcer ce processus déjà existant ou en faire apparaître de nouveaux, de façon plus ou moins visible. XXXXXXXX précise ne pas avoir encore observé de tels processus de hiérarchisation qui serait liée au numérique sur les opérations.

Entretien avec : Line Van Wersch, Chargée de cours d'archéométrie et archéologie médiévale et post-médiévale à l'Université de Liège
Date de l'entretien : 02/05/2022
Modalité de l'entretien : en présentiel
Heure du début de l'entretien : 14h00
Heure de fin de l'entretien : 16h00

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 41 ans
- S'est intéressée à l'archéologie par une sensibilisation dans son milieu familial (visites de nombreux sites archéologiques et musées)
- Lors du choix de ses études en archéologie en 1998, ses parents n'y étaient pas forcément favorables
- A fait 2 années de bachelier puis 2 années de licence puis une année de DES
- A voulu travailler dans la recherche assez tôt
- A participé à de nombreux chantiers comme bénévole surtout en préhistoire et en médiéval en Belgique et en France
- A la sortie des études, a été embauchée par une association RPAW, à mi-temps
- a pu trouver une bourse pour son doctorat, après avoir fait plusieurs mois comme enseignante dans le secondaire
- Après son doctorat disposé d'un contrat de travail pendant 2 ans dans la structure chargée du patrimoine en Flandres, *onroerend erfgoed*, (équivalent d'un service régional de l'archéologie) : elle s'est occupée de l'étude du matériel en vue de la publication des fouilles de la basilique de Tongres
- A obtenu une bourse de post-doctorat à l'Université de Bourgogne
- A travaillé ensuite en Belgique à l'université de Louvain-la-Neuve durant 4 ans
- A été embauchée par l'université de Leiden pendant 2 ans à mi-temps et à mi-temps en France (CEM Auxerre)
- A assuré des suppléances de cours à Namur et Louvain-la-Neuve
- A décroché une bourse Marie-Curie qui a débuté en juin 2021 (pour 4 années)
- A été recrutée à l'université de Liège pour un poste d'archéologie médiévale qui a débuté en septembre 2021

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Par le contexte familial, Line a toujours vu des ordinateurs à la maison. Line a commencé a utilisé un ordinateur pour ses devoirs scolaires mais sans que cela ait été obligatoire ni qu'elle ait eu de cours d'informatique

A l'université, Line n'a suivi qu'un seul cours d'informatique, en licence, qui portait sur le traitement d'image.

Pour sa thèse, elle s'est mis à utiliser plusieurs programmes (traitement d'image, traitement de texte, bases de données). Mais elle s'est formée seule ou au contact d'amis parce qu'il n'y avait aucun cours proposé par l'université à l'époque.

Il y 4-5 mois, dans le cadre de son post-doctorat Marie-Curie, Line a pu suivre une formation proposée par le catalogue de formations du CNRS qui s'est beaucoup étoffé. Elle a suivi notamment une formation à QGis donnée par Laurent Aubry.

En tant qu'enseignante en archéologie, elle tente de former les étudiants aux logiciels de traitement et retouche d'image (The Gimp), de mise en page (suite Adobe) et de dessin (Inkscape).

Line donne notamment un cours des techniques de documentation graphiques à raison de 2h par semaine sur un quadrimestre.

Cette formation s'adresse aux étudiants de M1. Il n'y a pas d'enseignements en licence même si cela va peut-être échanger prochainement.

Line constate que les étudiants ne savent pas toujours utiliser certains logiciels de base en bureautique. Leurs pratiques numériques sont largement influencées par les usages qu'ils font des smartphones.

Le confinement a bouleversé le paysage de l'enseignement. Il a fallu basculer dans le numérique en un temps très court et trouver des ressources numériques vers lesquelles orienter les étudiants.

Line souligne la nécessité de maintenir une certaine expérience sensible sur site et de pouvoir, outre la vue, mobiliser les divers sens.

A l'université de Liège, il existe un master de 2 ans où il est proposé de se former aux méthodes de l'archéométrie.

Line souligne la nécessité de maintenir une capacité des étudiants et des chercheurs à faire un usage raisonné, réfléchi des méthodes de l'archéométrie et des méthodes numériques.

Line s'interroge sur le fait que les pratiques numériques ne doivent pas conduire l'archéologie à se conformer aveuglément aux pratiques des sciences « dures ».

Concernant l'employabilité des archéologues en Wallonie, elles sont limitées. En choisissant l'archéométrie, les étudiants ne cherchent donc pas à trouver tout de suite un poste. S'ils trouvent des financements, les étudiants en archéométrie continuent pour faire de la recherche. D'autres cherchent à se spécialiser sur des sujets précis pour y trouver un emploi.

Line a le sentiment que pour certains étudiants et chercheurs les méthodes numériques et celles de l'archéométrie, peuvent apparaître comme synonyme d'une archéologie plus « scientifique ». Il faut d'autant plus veiller à porter un regard critique sur ce type de croyance.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Line souligne que les outils numériques sont souvent indispensables. Mais elle pense qu'il faut surtout réfléchir à des formations à de bonnes pratiques de ces outils, qui inviteraient à exercer un esprit critique vis-à-vis des outils et des méthodes numériques.

Il faudrait repartir des bases, par exemple la structuration de l'information, du discours, de la réflexion et de techniques de base de l'archéologue, le vocabulaire spécifique aux pratiques numériques.

Par ailleurs, pour certaines formations en archéométrie, il faudrait davantage appel à des personnes qui interviennent sur le terrain pour présenter comment les méthodes de l'archéométrie doivent faire avec les conditions réelles.

Line souligne l'intérêt à utiliser et donc à enseigner aussi à l'usage de thesaurus pour pouvoir partager les savoirs.

Concernant le mouvement de la science ouverte, Line pense que l'archéologie et les archéologues doivent s'engager dans ce mouvement mais pas n'importe comment. Tous les chercheurs n'y sont pas prêts. Parmi les plus rétifs à ce mouvement, il semble que ce sont surtout les personnes plus âgées. Line cite un projet dans lequel il est proposé une formalisation des données pour différents types d'analyses qui sont ensuite ouvertes sur Internet.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Les principales difficultés sont des usages critiques des méthodes et techniques numériques et de l'archéométrie, seule permettant un dialogue entre disciplines.

Line cite l'exemple d'un relevé en lasergrammétrie dont les données ne peuvent être utilisées et présentées que sur certains logiciels et matériels.

Il faut aussi dépasser l'aspect ludique et de communication que semblent privilégier les projets de présentation et de valorisation des résultats de recherches.

Il faut travailler en amont dans le montage des projets avec des chercheurs de disciplines différentes.

Entretien avec : Muriel Vanruymbeke
Date de l'entretien : 02/05/2022
Modalité de l'entretien : en présentiel
Heure du début de l'entretien : 11h00 (interruption entre 13h et 14h pour un déjeuner partagé)
Heure de fin de l'entretien : 17h45

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 55 ans
- A commencé l'archéologie en 1984 à 17 ans (et demi ☺) à l'université de Liège
- A étudié les langues orientales en même temps
- Avait une vision classique de l'archéologie
- A eu Marcel Otte comme enseignant. Celui-ci avait de l'archéologie une vision anthropologique et il orientait ses enseignements dans ce sens
- A aussi suivi des enseignements d'Ohnan Tunca qui avait un goût pour l'usage de modèles en archéologie
- A fouillé en Syrie en automne 1989
- La guerre du Golfe en 1990 – 1991 a interrompu toute possibilité de se rendre de nouveau sur le terrain
- A répondu à une annonce d'une offre d'emploi d'une commune pour un poste de conservateur d'un musée régional à Marche-en-Famenne
- A été recrutée dans ce musée et y a travaillé pendant 10 ans
- Sur le chantier de fouille de Terqa (Tell Ashara) en Syrie, où Muriel a travaillé en 1989, Ohnan Tunca et Olivier Rouault avaient prévu d'utiliser un ordinateur sur le terrain pour encoder les informations essentielles. C'est la première fois que Muriel a été confrontée à la question de la modélisation des données archéologiques.
- S'est sentie à l'aise avec les ordinateurs dès ses premiers usages
- A pu faire acheter un ordinateur par son premier employeur pour encoder l'inventaire des collections muséales.
- A espéré que les musées de Wallonie utilisent le même programme pour produire des inventaires harmonisés de leurs collections. Cet espoir ne s'est concrétisé qu'à la fin des années 1990
- Est devenue membre de l'ICOM et s'est intéressée à la section de l'ICOM qui travaillait sur la documentation
- A quitté le monde des musées pour poursuivre sa carrière dans le monde de la recherche - A repris des études (DES interuniversitaire en études et gestion du patrimoine culturel)
- Aa suivi les cours de télédétection, de topographie et de SIG qui sont des disciplines avec lesquelles elle ne se sentait pas naturellement à l'aise.
- A souhaité prolonger ces études par une thèse.
- En 2006-2007, elle a engagé une thèse sur des données du Haut Moyen-Age, croisées avec des données de géomorphologie

- Pendant ses études, elle a eu des contrats pour développer des projets utilisant des SIG sur des sites archéologiques
- Elle s'est rapprochée du réseau ISA et a suivi les publications autour des outils SIG appliquées au patrimoine archéologique
- En 2010, elle a eu un poste d'assistante scientifique en bibliothèque qui lui a pris beaucoup de temps. Elle n'a pas pu avancer sur sa thèse comme elle aurait voulu. Mais elle a découvert à cette occasion les nouveaux modèles conceptuels des données des bibliothèques (FRBR, FRAD, FRSAD)
- S'est de nouveau intéressée au CIDOC-CRM que le monde des bibliothèques a beaucoup plus investi que nombre d'autres domaines du patrimoine culturel
- A coordonné, pour l'ULiege Library, la migration des opérations de circulation des ouvrages lors de la migration de l'OPAC Aleph vers l'OPAC Alma. Cette migration vers Alma avait, notamment, pour objectif de permettre une intégration plus souple avec les nouveaux modèles orientés *Linked Open Data*
- A ensuite traversé un moment difficile qui a été l'occasion de réfléchir sur le sens et les valeurs de son travail. Les résultats de cette réflexion l'ont conduite à changer de poste. Elle travailla alors à la coordination du projet TerraMosana[101] pendant 4,5 ans qui s'est terminé en févier 2022. Ce projet consistait à mettre en valeur le patrimoine culturel par la mise en œuvre de techniques de réalité virtuelle et réalité augmentée
- A pu avancer en même temps sur sa thèse qu'elle a soutenue fin 2021
- A découvert le *story telling*
- Après la fin du projet Terra Mosana, elle a postulé à une offre d'emploi à l'université du Luxembourg (C2DH) [102]. Elle y travaille à la conception d'une exposition virtuelle sur la seconde guerre mondiale au Luxembourg
- Cite l'exposition virtuelle en cours sur la céramique chinoise du musée Guimet qui n'est pas mentionnée du tout dans le musée lui-même
- Souligne que l'exposition virtuelle impose une suprématie quasi-exclusive du sens de la vue sur les autres (à part un peu de son pour celle du Musée Guimet citée précédemment)
- Se demande si les musées ne sont pas en train de faire mauvaise route en pensant qu'il faut offrir des contenus numériques alors que les publics visés sont déjà en train de se lasser (peut-être en raison des deux années d'épidémie ou bien parce que les spectateurs ne resteront pas fidèles à ce type de consultation)
- Cite la thèse d'Eslam Nofal sur la *Phygitall heritage*. Muriel a rencontré ESlam dans le cadre du projet Terra Mosana. Sa thèse, soutenue à la KULeuven, est antérieure à son arrivée dans le projet Terra Mosana

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Pour l'essentiel, Muriel s'est autoformée aux outils numériques qu'elle a utilisés.

[101] https://www.news.uliege.be/cms/c_10425304/fr/terra-mosana-raconter-l-evolution-du-territoire-en-3d
[102] Centre for Contemporary and Digital History

Elle n'a suivi des formations que pour l'apprentissage des SIG, de la télédétection et de la topographie. Elle a suivi des cours dans le cadre de la formation des géométrologues de l'Université de Liège.

Elle a hésité à suivre le cursus de l'Université de Tours à la fin des années 2000.

Muriel a formé des gens à un logiciel de bibliothéconomie lorsqu'elle travaillait en bibliothèque. Elle a aussi travaillé sur le passage d'un système SQL à un système plus souple et plus ouvert.

Elle a eu l'occasion de donner des cours d'archéométrie qui permettaient de sensibiliser les étudiants aux outils mais elle ne les y a pas véritablement formés.

Muriel souligne que les étudiants en archéologie de Liège ne sont pas formés aux SIG ni aux BDD relationnelles.

Elle ne pense pas que l'archéologie, lorsqu'elle se précipite en massivement sur les outils digitaux, soit exclusivement dans un effet de meute (et non de mode).

Muriel évoque l'idée que l'usage du numérique, qui pourrait s'avérer une pratique dictatoriale est, fort heureusement, tempéré par le désordre et la désobéissance.

Muriel n'a pas le sentiment que les archéologues soient nombreux à avoir gâché un site avec des usages incorrects d'outils numériques.

Elle pense que des erreurs peuvent se produire indépendamment des outils utilisés, numériques ou non. Elle cite un exemple où des erreurs d'interprétation peuvent se commettre : comme le cas de la datation d'un site où des tertres d'orpaillage ont été datés dans les années 1970, de la fin de la Tène. La datation sur plusieurs charbons de bois était correcte mais l'interprétation archéologique ne reposait pas sur une stratigraphie enregistrée et publiée. On ne sait donc toujours pas où étaient exactement situés les charbons de bois prélevés dans la stratigraphie du tertre.

Si les outils numériques doivent permettre de faciliter le travail des utilisateurs, il faut surtout que la formation aux outils numériques les aide à connaître autant les possibilités que les limites de ces outils, voire leurs biais.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Pour Muriel, le point le plus important est la formation à l'esprit critique et contradictoire des archéologues. Elle cite le cas de J-P. Donnay, ancien enseignant en géographie de l'université de Liège, dont le regard critique appelait les étudiants à une grande vigilance. Celle-ci est nécessaire si l'on veut atteindre un certain niveau de qualité.

Il faut des gens qui montrent le bon exemple et qui forment à de bonnes pratiques des outils numériques.

Muriel mentionne son travail de thèse qui a consisté, notamment, à s'interroger sur l'usage des SIG en archéologie dont elle considère qu'ils ne sont pas nativement adaptés au traitement des données archéologiques.

Il faut des gens qui s'interrogent sur les limites des outils numériques

Muriel souligne la grande faiblesse pour l'archéologie que constitue l'absence d'une véritable épistémologie de la discipline. Le raisonnement archéologique est insuffisamment éprouvé, validé et décrit.

Pour Muriel, il n'existe pas de SIA (système d'information archéologique) qui traduirait l'ensemble de la chaîne de questionnement qu'implique tout travail de recherche.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Il faut tempérer par un certain désordre ce qui pourrait apparaître comme une dictature du numérique.

Muriel cite la thèse d'Anne Chaillou de 2003. A la lecture cette thèse, elle pensait qu'elle aurait un effet majeur sur l'évolution de la réflexion de la communauté archéologique. Mais cela n'a pas été le cas.

Muriel évoque l'importance traditionnelle et académique pour les archéologues d'être spécialisés et identifiés sur une période chronologique. Ce constat prouve, pour elle, l'importance de la datation semble donc l'emporter sur l'importance du spatial.

Pour Muriel, l'archéologie n'est pas du tout prête à s'inscrire dans le mouvement de la science ouverte. Beaucoup d'archéologues craignent le pillage de sites. En Wallonie par exemple, il n'est pas possible pour le grand public, d'accéder aux données de l'inventaire des biens archéologiques, notamment sur le plan cartographique.

Muriel n'est pas très confiante dans l'évolution de l'archéologie vers une mise en questionnements sur ses principes. De façon générale, Muriel n'est pas optimiste pour le court terme. Elle craint un appauvrissement de la discipline.

En prenant l'exemple du monde des bibliothèques qu'elle a connu, Muriel souligne que sur une durée de quelques années, seule une partie des personnels ont accepté se soumettre au « diktat digital » et ont pu évoluer dans leurs métiers. Les autres, qui n'ont pas adopté de pratiques numériques, ont vu leur poste disparaître. Avec eux, les façons traditionnelles de faire des notices bibliographiques ont disparu. Le risque est qu'un processus similaire ait lieu pour l'archéologie.

En Belgique, une distinction est bien établie entre l'archéologue académique qui enseigne et est moins présente sur le terrain, et l'archéologue de terrain qui travaille dans l'administration et qui n'a pas les mêmes objectifs, les mêmes discours ni les mêmes postures que le premier type. Il pourrait être enrichissant d'inviter les archéologues académiques à plus s'interroger sur les impacts épistémologiques des évolutions de la discipline notamment autour des usages numériques.

Entretien avec : Quentin Verriez, Bibracte
Date de l'entretien : 19/01/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 10h00
Heure de fin de l'entretien : 12h50

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 31 ans
- Vocation de devenir archéologue dès l'âge de 7 ans
- A suivi une licence d'archéologie à l'université de Lyon en 2008
- A commencé un master à Lyon mais il l'a très rapidement abandonné car il a eu la chance de pouvoir commencer à travailler en préventive dès ses années de licence
- Cette arrivée sur le marché de l'emploi de l'archéologie était déjà une sorte d'aboutissement
- Il a donc considéré inutile de poursuivre ses études
- Il a fait 1,5 an chez un opérateur d'archéologie préventive (Antea en Alsace) et plusieurs autres petits contrats chez d'autres opérateurs
- Il lui a été proposé de prendre la responsabilité d'opération chez Antea
- Après une expérience malheureuse d'une collègue responsable d'opération, il a ressenti le besoin de reprendre ses études
- Il a donc refusé la responsabilité d'opération et a donc pu suivre un master à l'université de Besançon en alternance au sein d'Antea
- Mais ce projet n'est pas allé jusqu'au bout. Il a alors quitté Antea
- Il a terminé son master sur un corpus de céramiques du premier âge du fer
- La céramologie n'était pas son choix privilégié mais il lui a été dit qu'il trouverait facilement du travail dans cette spécialité
- Il voulait travailler sur le premier âge du fer. Il a commencé à travailler avec un collègue sur un site de hauteur fortifié avec peu de stratigraphie avec un corpus de 48000 tessons de céramiques très fragmentées sur laquelle il était difficile de faire de la typologie. Son collègue l'a conduit à travailler plutôt sur une approche de technologie de la céramique (fabrication de la céramique)
- Il a rencontré des difficultés dans ce travail. Il a contacté un spécialiste de la technologie céramique qui lui a expliqué qu'il ne pourrait rien faire de ce corpus
- Il a fini son master en expliquant ce qu'il aurait pu faire sur son corpus mais que l'état du corpus ne lui avait pas permis de faire ce travail
- Après ce master, il avait décidé de ne plus jamais retouché à de la céramique
- Il est alors parti travailler en 2015 sur la fouille de Bibracte dirigée alors par Matthieu Thivet, nouvel ingénieur de recherche à l'université de Franche-Comté
- Ce fut à cette occasion qu'il a découvert l'intérêt de l'utilisation d'un drone
- Il a ressenti l'envie de se mettre à l'usage de technologies numériques appliquées à l'archéologie

- Après une discussion avec Matthieu Thivet, celui-ci a accepté qu'il s'engage dans un nouveau master
- L'université de Franche-Comté a refusé cette nouvelle inscription en master
- Pour autant il n'a pas souhaité s'inscrire dans une autre université
- Matthieu Thivet a alors accepté qu'il commence une thèse en CIFRE à Bibracte à partir de 2018 sous la direction de Pierre Nouvel (université de Franche-Comté à Besançon)
- Il prévoit de présenter son mémoire à l'été 2022 pour une soutenance avant la fin de 2022
- Son intérêt pour les technologies numériques ne repose pas sur une ambition ou un calcul pour trouver un emploi mais par intérêt, par curiosité et par souci de réflexion sur les pratiques numériques en archéologie
- Son intérêt dans son sujet actuel de recherche est lié à son souhait de faire en sorte que les usages numériques répondent aux besoins de collègues tout en réfléchissant à ces usages

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Quentin a eu l'habitude de découvrir les outils numériques de l'archéologie par lui-même ou parce qu'on lui en a parlé. Il a souvent eu besoin d'être initié à ces outils mais ensuite il s'est autoformé la plupart du temps. Pendant cette phase de découverte, il commence par adopter les outils sans beaucoup d'esprit critique. Celui-ci se développe dans un second temps. Dans certains cas, Quentin est allé jusqu'à rejeter certains outils et méthodes numériques lorsqu'il a considéré que les usages posaient trop de problèmes ou se révélaient peu pertinents. Ce fut le cas de la 3D, lorsqu'il a travaillé à Bibracte quand il s'est rendu compte que les temps d'acquisition et de traitement devenaient excessifs par rapport à leur intérêt scientifique par rapport à d'autres méthodes et outils numériques. Aujourd'hui il considère que la 3D n'apporte pas tant que cela de données qui seraient plus pertinentes que des relevés en 2D de qualité.

Quentin n'a suivi qu'une seule formation à un outil numérique, d'une semaine, pour apprendre le langage Python.

En 2018, Quentin, avec plusieurs collègues, a proposé une formation au catalogue du CNRS. Mais cette formation n'a pas pu être mise en œuvre.

En tant qu'encadrant du chantier école de Bibracte de 2017 à 2020, Quentin a formé au dessin à la main plusieurs jeunes (13-17 ans). Mais peu d'entre eux s'y sont mis. En revanche, lorsqu'il les a formés aux logiciels de dessin, tous s'y sont mis. Quentin pense que cela est dû à la classe d'âge, une génération qui semble très à l'aise avec le numérique en général. A cette occasion Quentin a découvert qu'il adore transmettre et partager sa passion avec d'autres. Il trouve cela très valorisant.

A partir de là, il a eu l'occasion de former plus ou moins formellement plusieurs collègues à la photogrammétrie sur le terrain. Depuis 2021, il donne des cours en licence à l'université de Bourgogne sur les bases de données en archéologie et des cours à l'université de Besançon sur les méthodes et pratiques de l'archéologie de terrain. Si possible, Quentin aimerait continuer à intervenir dans ce cadre-là.

Quentin fait le constat aujourd'hui d'une très large diversité au sein de la communauté de l'archéologie sur leurs relations aux outils numériques. Certains sont des « bricoleurs » et deviennent de vrais spécialistes du numérique, d'autres sont des consommateurs d'outils qui doivent fonctionner. D'autres encore sont moins à l'aise avec tout outil numérique et restent rétifs.

Quentin souligne que pour lui ce n'est pas forcément lié à l'âge. Certes la plupart des plus jeunes ne semblent pas craindre ces outils numériques mais d'autres montrent aucun intérêt à ces outils. Certains archéologues de l'archéologie préventive refusent de se servir d'outils numériques. Quentin pense que les discours qui affirment qu'il suffit d'attendre la prochaine génération pour que les usages numériques soient généralisés en archéologie sont erronés. Il faut continuer à porter attention aux pratiques numériques dans la discipline sinon le risque est de voir la majorité des archéologues se servir des outils les plus ergonomiques, les plus simples à utiliser en apparence. Il faut donc que les archéologues continuent à garder une capacité d'esprit critique et à l'exercer sur leurs outils et sur leurs pratiques numériques.

Cela ne remet pas en cause l'intérêt d'outils bien conçus, simples à utiliser et les échanges possibles de données entre outils. Mais le plus important est pour les archéologues de continuer à réfléchir aux raisons et aux objectifs scientifiques conduisant à l'usage de tel ou tel outil numérique.

Quentin est très attentif aux usages numériques de certains de ses collègues. Parmi eux, certains semblent faire beaucoup de bruit pour pas grand-chose. Quentin s'inclut aussi dans le lot de ces pratiques parfois excessivement enthousiastes. Sur la photogrammétrie, Quentin s'aperçoit, à l'occasion de la rédaction d'un chapitre de sa thèse sur le sujet, que beaucoup de personnes se définissant comme photogrammètres ne maîtrisent pas si bien les exigences méthodologiques de cette technique. Ils ne s'interrogent pas suffisamment sur les problèmes que posent ces pratiques insuffisamment rigoureuses. Cela soulève le problème de l'identité professionnelle de ceux qui se définissent comme spécialiste de telle ou telle technique ou méthode alors qu'il n'en maîtrise pas correctement ni entièrement toutes les compétences ni toutes les exigences. Manifestement certains des outils numériques donnent facilement l'illusion d'une sorte « d'intelligence artificielle » (ex. prise de vue automatique d'image par des appareils photos numériques) et peuvent faire croire que ces outils sont porteurs d'une sorte de « révolution technique » et qu'il faut l'adopter sans esprit critique. Quentin nuance toutefois ce constat, car il est bien conscient qu'il est souvent nécessaire d'afficher une spécialité pour débloquer des opportunités professionnelles (embauche ou évolution).

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Si Quentin considère qu'il faudrait renforcer la capacité à exercer un esprit critique dans la mise en œuvre d'outils et de méthodes numériques, il faudrait commencer par changer de regard sur ces dispositifs. L'idée que les outils numériques fonctionnent sans avoir à trop s'interroger sur la façon dont ils fonctionnent doit être remise en cause, surtout quand ils sont très opaques. De même, il faut casser l'idée que les outils numériques peuvent remplacer les humains. Ils doivent rester des outils consacrés à l'automatisation de tâches rébarbatives, répétitives mais ils ne feront jamais le travail d'interprétation à la place des humains. Ainsi, Quentin ne croit pas au dessin automatique en archéologie car le dessin est déjà une interprétation. Aucun outil ne pourra jamais remplacer le raisonnement ni la capacité d'expertise des archéologues dans le travail de dessin, de reconnaissance des stratigraphies, des structures, des formes de céramiques, etc. Il convient donc de veiller aux limites des usages de certains outils numériques, certes pertinents, mais qui ne doivent pas être présentés comme pouvant se substituer aux tâches à réserver aux êtres humains. Il faut donc continuer à veiller à des usages réfléchis des outils numériques, qui doivent pouvoir être soumis à l'esprit critique. Quentin considère donc qu'il faudrait faire évoluer notre regard sur ces outils en les remettant à leur place d'outils.

Il serait utile de réfléchir au fait que les outils numériques ne devraient pas forcément faire l'objet de spécialistes mais devraient faire partie de l'ensemble des outils à la disposition de tous les archéologues. Cela devrait passer pas forcément par des formations à ces outils mais par des formations à ce que ces outils permettent et être capables de conserver un regard critique sur leur mise en œuvre.

Par analogie avec la formation de futurs ingénieurs en développement en informatique, Quentin pense que la formation initiale aux outils numériques des archéologues devrait être faite pour lui

permettre de savoir quel outil ou quelle méthode numérique mettre en œuvre sans forcément à savoir s'en servir lui-même comme expert. Les pratiques numériques des archéologues ne devraient donc pas être des chasses gardées de certains d'entre eux mais des compétences générales.

De façon liée, il faudrait que ces compétences numériques générales soient davantage reconnues, demandées, valorisées dans les parcours professionnels des archéologues, sans pour autant être trop contraignantes pour les professionnels concernés.

En matière d'ouverture des données de l'archéologie, Quentin considère que ces données doivent être publiées sous licence ouverte et en libre circulation, dans le respect de la paternité des données. Quentin se dit assez optimiste sur le chemin que prend l'archéologie dans ce domaine. Il y a 5 ans, beaucoup de professionnels de l'archéologie se crispaient sur le sujet. Aujourd'hui, Quentin pense que l'habitude de trouver et de partager de l'information par l'internet conduit beaucoup d'archéologues à modifier leur point de vue et à accepter peu à peu l'idée de voir leurs données publiées sous licence ouverte. Cela a un d'abord mérite majeur pour des raisons pratiques car il devient possible d'accéder aux données de l'archéologie sans plus être contraint par les horaires d'ouverture des SRA. Pour autant, des risques existent d'être de moins en moins confrontés aux paires. Il y a donc un risque d'isoler les chercheurs et de tuer l'émulation scientifique.

De plus, les craintes de vol de données semblent disparaître peu à peu. Le partage de l'information dans le respect de la paternité de l'auteur semble plutôt favoriser la circulation de l'information. Dans ce domaine, les formations à l'université devraient intégrer que l'information est aujourd'hui majoritairement accessible et qu'il devient rarement indispensable de se rendre en salle de lecture de bibliothèques pour accéder aux publications et aux données. La connaissance née de la mise en relation entre des données. La diffusion large des données de l'archéologie ne pourra donc qu'être vertueuse dans la production de nouvelles connaissances scientifiques. Pour autant, il faut abandonner l'idée de prétendre à l'exhaustivité dans l'accès à l'information, illusion que pourrait donner l'accès à l'internet. Sur la législation sur l'ouverture des données, il y aurait un important travail à faire pour simplifier les conditions à respecter dans la publication des données scientifiques, et de dédiabolisation de ce mouvement de l'ouverture des données scientifiques.

Quentin constate que l'archéologie a encore peu de collaborations avec les professionnels du traitement de l'information. Lors de son travail sur la techno-céramique, Quentin s'est interrogé sur l'absence de collaborations avec des informaticiens et d'autres experts du traitement de l'information. Aujourd'hui encore, il trouve qu'il y a trop peu d'échanges avec ces experts. Quentin pense que les archéologues ne se sentent peut-être pas assez légitimes pour se rapprocher d'autres disciplines parmi lesquelles les sciences de l'information. Les expériences engagées par Bibracte avec des experts de l'informatique comme par exemple avec SOGETI (filiale de CAP GEMINI) pour le développement d'une application d'enregistrement de terrain intégrant le contrôle de cohérence et le tracé du diagramme de Harris n'ont pas abouti. Un autre projet annexe à Bibracte numérique qui consistait à créer un lac de données, permettant de générer un thesaurus propre à l'archéologie par un jeune chercheur pendant un contrat d'un an. Le problème est que le travail n'a pas pu aboutir car il manquait les questions à poser au lac de données. Or Bibracte et les autres participants du projet n'étaient pas encore prêts à répondre à cette étape du travail à ce moment-là.

Bibracte s'est aussi engagé dans le projet avec un ingénieur de la MOM, Miled Rousset, sur les questions de thesaurus, en utilisant et en adaptant *OpenTheso*.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Pour Quentin, la contrainte majeure c'est de remettre de l'humain dans les pratiques numériques. C'est celle à laquelle il essaie de contribuer dans sa thèse. La majorité des verrous réside dans la méconnaissance des objectifs et des compétences des uns et des autres. En citant l'exemple de bdB, la base de données de Bibracte, Quentin pense que le modèle logique de cet outil est très abouti, mais qu'il

mériterait d'évoluer sur le plan pratique. Il fonctionne sans discontinuer depuis la fin des années 1980, ce qui est remarquable pour un outil numérique. Pour autant, il est sous exploité du fait de difficultés dans le dialogue, les échanges entre les acteurs.

La capacité pour les acteurs de l'archéologie à mieux formuler leurs besoins, leurs questionnements, leurs problèmes rencontrés, les difficultés à dépasser avec tel ou tel outil ou méthode, doit d'abord viser à désacraliser les outils numériques et leurs experts. Le risque est de continuer à voir ces pratiques numériques et les outils peu interrogés, peu critiqués, peu remis en cause. Quentin parle d'une sorte d'omerta, de silence maintenu sur ce type de risques. Il faudrait transmettre aux archéologues une capacité à produire une vision sur l'avenir de leurs métiers en s'appuyant notamment sur une mise en œuvre de façon prudente et critique des outils numériques.

Entretien avec : Olivier Vrielynck, Agence Wallonne du Patrimoine, Direction Scientifique et Technique
Date de l'entretien : 03/05/2022
Modalité de l'entretien : en présentiel
Heure du début de l'entretien : 10h30
Heure de fin de l'entretien : 12h45

1. **Informations générales sur la personne interrogée**

- 49 ans
- A fouillé à l'âge de 16-17 ans sur un chantier à Tournai, dirigé par son professeur d'histoire
- A commencé des études de physique par envie de suivre une formation scientifique
- A la fin de ses études en physique, il a commencé un master en archéologie qu'il a fait entre 1995 et 1998
- A voulu faire une thèse mais n'a pas trouvé de bourse de thèse
- A enseigné les sciences et les mathématiques dans une école technique
- A continué à faire des fouilles bénévolement
- En 1999, a eu un contrat avec une association d'archéologie préventive sur les travaux d'un gazoduc
- En 2000, a eu un nouveau contrat sur le même genre de projet d'aménagement
- En 2002-2004, a travaillé en sous-traitance pour l'archéologie wallonne
- A travaillé sur un site majeur de cimetière mérovingien de Bossut-Gottechain (commune de Grez-Doiseau)
- En 2004, a été recruté sur concours par l'administration wallonne
- L'ancien inspecteur général du Patrimoine l'a encouragé à postuler
- Une fois nommé, il a pu être détaché à la direction de l'archéologie
- A appris à fouiller des tombes mérovingiennes et s'est spécialisé sur cette période
- A participé, entre 2010 et 2015, à plusieurs missions de quelques jours sur un chantier archéologique en Italie[103]
- Coordonne aujourd'hui les partenariats scientifiques (datations C14, archéomagnétisme)
- Continue à intervenir sur des chantiers mais plus comme responsable d'opérations
- Est aussi spéléologue et intervient dans le cadre d'une équipe d'intervention sur les effondrements de terrains
- En 2018, une fusion des services du département du patrimoine et de l'institut du patrimoine wallon a eu lieu
- Aujourd'hui, l'agence du patrimoine est constituée par une direction du support administratif, une direction stratégique, une direction de coordination opérationnelle, des directions

[103] Bulletin 2017 de la Société spéléologique de Namur et du spéléo-club de l'Université catholique de Louvain, p. 46-59.

opérationnelles de zone, une direction scientifique et techniques, une direction de la promotion du patrimoine et une direction de la formation aux métiers du patrimoine

- L'ensemble de l'administration du patrimoine représente environ 300 personnes
- 80% du budget de la direction est consacré à la restauration du patrimoine
- Un budget d'environ 2-3 millions d'euros par an, est consacré à l'archéologie (chantiers, restauration du mobilier, sous-traitance…)
- La lisibilité du service de l'archéologie est devenue très limitée

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Olivier n'a vraiment découvert l'informatique que dans les années 1990 lors de ses études.

Lors de ses travaux sur l'évaluation du chantier du cimetière mérovingien, il a découvert ce qu'est une station totale. Grâce à deux de ses collègues, il y a été formé. Mais depuis ce sont souvent ses collègues qui font les levés topographiques

Plusieurs outils pour la prise de vue numérique aéroportée ont été utilisés par l'administration régionale. Sur le chantier du Grognon à Namur, qui a eu lieu en 2017-2018, un drone a aussi été utilisé.

Un relevé Lidar a été effectué sur toute la Wallonie. Sur ces données, il a pu identifier des structures archéologiques en naviguant sur les données avec le logiciel QGis. Il avait suivi une formation à ArcGis auparavant mais il n'a pas eu l'occasion de s'en servir. Par moments il utilise aussi GoogleEarth. Olivier a eu aussi l'occasion d'utiliser du Lidar sur les tombes ardennaises[104].

Depuis 2018, un Code du patrimoine a été publié. Mais ce Code du patrimoine est déjà en cours de refonte et l'archéologie préventive semble perdre du terrain.

La Wallonie possède un site de cartographie en ligne (wwww.walonmap.be) accessible à tout le monde, qui comporte une couche sur le patrimoine archéologique mise en ligne à l'occasion de la publication du nouveau code du Patrimoine. La couche comportant l'interprétation des données de Lidar est également disponible. Au sein de son service, il existe un topographe qui est compétent dans l'usage des outils numériques, que ce soit pour la topographie ou pour d'autres types.

Olivier observe que les pratiques numériques ne sont jamais exclusives (sauf dans de rares cas comme par exemple des relevés photogrammétriques pour des relevés de grottes).

Dans la plupart des cas, ces pratiques sont plutôt hybrides.

Avant de décider de choisir tel ou tel outil et méthode, Olivier évalue les coûts et bénéfices.

Pour la topographie, la station totale est souvent indispensable.

Dans certains cas en milieu souterrain, Olivier fait des relevés avec un distance-mètre laser, un clinomètre et une boussole. Dans d'autres cas, des autres membres du club de spéléologie qu'il fréquente, ont « bricolé » un dispositif de relevé adapté aux contraintes des relevés en milieu souterrain.

A son avis, les compétences numériques des archéologues ne sont pas essentielles pour que au point de les exiger lors de leur engagement. Olivier ne connait pas d'archéologues très « handicapés » par une méconnaissance de ces outils. Pour autant, Olivier constate que le niveau des compétences numériques

[104] VRIELYNCK O. & DRAILY C., à paraître. L'apport du lidar et des orthophotos à la cartographie des tombelles ardennaises. In : L'âge du Fer au regard de l'archéologie wallonne et des régions limitrophes. Journée en l'honneur d'Anne Cahen-Delhaye (2019).

des archéologues a tendance à progresser, soit parce qu'ils suivent des formations, soit qu'ils se forment eux-mêmes soit qu'ils bénéficient d'un transfert de compétences de la part de leurs collègues.

Le topographe du service, qui est archéologue de formation, souhaite souvent que soient utilisés des dispositifs numériques très récents, mais sans être toujours capable de justifier l'usage de ce genre d'outil en termes scientifiques.

Olivier a le souci de la publication de la donnée archéologique. Il essaie donc de faire en sorte que les données numériques soient exploitables dans un but scientifique, ce qui n'est pas toujours le cas, notamment pour les données 3D. L'utilité de certains relevés peut tout à fait se justifier pour une diffusion auprès du public. Ce que l'administration wallonne fait assez peu.

En termes d'archives, Olivier considère que « le service en est à la préhistoire ». Il n'y a pas d'obligation réglementaire pour le versement des archives de fouille. De même, il n'y pas d'obligation dans l'accessibilité des archives de fouille.

La bibliothèque du service du patrimoine, qui n'a plus de bibliothécaire, est actuellement quasi à l'abandon. Quelques agents consacrent une petite partie de leur temps pour l'ouvrir sur demande et pour faire le minimum en termes de suivi des échanges entre bibliothèques ou d'encodage des nouvelles entrées.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

En matière d'évolution des pratiques numériques des archéologues, Olivier considère qu'elles évoluent d'elles-mêmes. Mais ce n'est pas un réel problème en région wallonne, l'administration étant ouverte au développement de ces pratiques. Mais Olivier se dit curieux et ouvert à toute nouveauté ou développement numérique susceptible de faciliter le travail des archéologues. Pour une opération de fouille des années 1980 sur laquelle il travaille actuellement, Olivier peut travailler sur les archives de fouille sur support papier qu'il a numérisées lui-même.

L'un des bénéfices majeurs de l'informatique que souligne Olivier est la facilité d'accéder aux archives de fouille lorsqu'elles sont numérisées et publiées.

Olivier montre ensuite un appareil photographique numérique (OlymusTG5) capable de prendre des vues de détail (entre macroscopie et microscopie. lI s'en sert pour faire des photographies de perles mérovingiennes. A partir de la photographie, il produit des dessins numériques avec Adobe Illustrator.

Les progrès numériques facilitent grandement la recherche, et permettent une plus grande autonomie du chercheur qui a moins besoin d'un photographe, d'un dessinateur et d'un infographiste qu'auparavant. Ce qui ne signifie pas qu'il peut s'en passer, ces métiers restent indispensables.

Par ailleurs les données publiées sont de plus en plus précises et de meilleure qualité, que ce soient les plans de terrain, les dessins ou les photos.

Les progrès numériques facilitent donc la diffusion des publications et la qualité des données publiées. La quantité aussi, ce qui n'est pas toujours une bonne chose…

Olivier regrette le fait que le projet d'inventaire des compétences et des moyens techniques du service du patrimoine qui avait été envisagé, n'a pas pu être mené à bien en raison des problèmes de dysfonctionnement du service qui n'invitent pas au partage des savoir-faire ni des équipements.

Concernant l'ouverture des données, Olivier s'y dit favorable. Il considère que l'archéologie doit faire le choix de l'ouverture des données. Mais il a l'impression que beaucoup de ses collègues n'y sont pas favorables. Olivier craint que l'archéologie préventive disparaisse à terme. Pour freiner ce mouvement, Olivier considère que l'ouverture des données doit permettre aux publics de s'approprier les savoirs archéologiques qui leur seront mis à disposition.

Olivier évoque aussi le fait que le détectorisme vient d'être autorisé en Wallonie mais il souligne que la majorité des archéologues y sont opposés.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Olivier a le sentiment que les étudiants en archéologie ne sont pas assez formés aux pratiques de terrain.

Pour autant, ce n'est pas un problème insurmontable. Dans son service, si les agents le souhaitent, ils peuvent obtenir des formations assez facilement. Mais ce n'est pas leur hiérarchie qui va les inciter ou les obliger à se former à tel ou tel outil numérique.

Le problème des données de l'archéologie est qu'elles sont souvent très lourdes en taille de fichiers, surtout pour la photogrammétrie. Or il n'y pas de réflexions actuelles sur les besoins d'une gestion raisonnée des archives numériques qui risquent de ne plus être disponibles dans quelques années. L'archivage numérique est donc devenu un problème majeur. Pour la sauvegarde des données, le service dispose d'un serveur mais qui n'est pas géré de façon très rigoureuse. Olivier a dû utiliser parfois un disque dur externe personnel pour sauvegarder les données de ses opérations.

La diffusion de l'information sur les compétences et les moyens techniques des personnels du service est un autre problème important.

Concernant la perception de l'archéologie par le grand public et les institutions politiques, Olivier a le sentiment qu'ils lui portent un intérêt limité.

Si une « révolution » advient dans les méthodes d'investigation, ce sera peut-être dans les techniques numériques d'investigation du sous-sol qui pourraient mieux évaluer le potentiel archéologique. D'une part parce que les archéologues pourront mieux choisir les sites qu'ils fouillent. D'autre part parce que cela devrait permettre une meilleure protection du patrimoine archéologique. Il est plus facile de détruire un site archéologique invisible qu'un site dont le plan s'affiche sous vos yeux et dont le potentiel est évident.

Entretien avec : Josef Wilczek, Sorbonne Université
Date de l'entretien : 06/01/2022
Modalité de l'entretien : en visio
Heure du début de l'entretien : 14h00
Heure de fin de l'entretien : 16h30

1. Informations générales sur la personne interrogée

- 36 ans
- De nationalité tchèque
- A commencé à faire de l'archéologie à 18 ans en Tchéquie après le baccalauréat
- A intégré la licence en archéologie puis le mastère puis s'est spécialisé sur l'étude des Celtes.
- Pour le mémoire de licence, il a étudié un lot de 2000 céramiques celtiques, qu'il a commencé à dessiner à la main et à enregistrer dans un tableau simple.
- Il a continué ce travail en mastère mais pour un lot de 3000 céramiques d'un autre site de la Tène.
- Il a souhaité changer de méthode et s'est orienté sur un traitement statistique et l'utilisation d'un SIG.
- A l'époque ces méthodes n'étaient pas beaucoup enseignées à l'université. Il s'est formé lui-même en explorant aussi les modèles d'approvisionnement.
- Entre 2008 et 2010, il a utilisé un scanner 3D pour tenter de faire une classification des tessons.
- Il s'est aussi investi dans l'utilisation de SIG dans la modélisation de territoires (dynamiques de production matérielle, circulations de biens et d'objets de consommations).
- En 2010, il a travaillé pour sa thèse sur une classification automatique des formes de mobiliers.
- Pour des raisons personnelles, il a voulu faire sa thèse en France en mobilisant plusieurs méthodes. Mais ses trois projets de thèse ont été refusés.
- Il est reparti en Tchéquie où il a eu l'opportunité de réfléchir sur des méthodes innovantes dans l'enseignement de l'archéologie.
- Il a aussi été chargé d'enseignements sur la 3D. Il a ainsi pu explorer l'usage d'un scanner 3D terrestre pour l'enseignement et pour le terrain.
- Il a fini sa thèse en cotutelle en Tchéquie et en France avec Fabrice Monna et a pu obtenir une bourse de thèse.
- Il a participé à plusieurs missions avec Fabrice Monna autour de l'application de la 3D et de la photogrammétrie.
- Il a continué à développer un logiciel de dessin automatique des tessons archéologiques (Computer-assisted Drawing of Archaeological Pottery - DACORD[105]), puis un logiciel pour

[105] http://www.archeo.ens.fr/DACORD-Computer-assisted-Drawing-of-Archaeological-Pottery.html

l'attribution des tessons aux types à la base de la forme (Computer-assisted Shape Classification of Archaeological Pottery Fragments - RACORD[106]).

- Il a aussi travaillé sur la classification automatique de haches du Bronze, sur des fibules, etc.
- La thèse aurait dû être liée à la question de la production et de la diffusion des céramiques sur un oppidum. Finalement sa thèse a regroupé plusieurs publications sur les différentes méthodes qu'il a eu l'occasion d'explorer pendant toutes ces années.
- Il a obtenu un post-doc en Tchéquie. Il a participé à la maquette d'un nouvel enseignement sur les humanités numériques.
- Il a souhaité revenir en France pour des raisons personnelles.
- Il a essayé de trouver du travail en archéologie.
- Finalement il a suivi un enseignement en informatique à Dijon
- Enfin il a été recruté comme maître de conférences à Sorbonne Université en juin 2021 sur un poste d'archéologie numérique.

2. Point de vue sur les pratiques numériques en archéologie : histoire, accompagnement, formations, pratiques, outils, valeurs associées

Josef s'est beaucoup formé lui-même aux divers outils numériques qu'il a utilisés. Même s'il y avait quelques cours de SIG à l'université, c'est surtout par lui-même et au contact de collègues qu'il s'est formé. Ce fut le cas notamment pendant le doctorat qu'il a appris les possibilités de certains logiciels.

Josef s'est souvent entendu dire que ses compétences numériques lui donnaient un profil trop technique. Mais finalement son recrutement récent à l'université prouve que les choses bougent dans l'appréciation de l'intérêt d'un profil comme le sien.

Certains archéologues ont un usage raisonné des outils numériques. A l'inverse, d'autres ont un usage qui manque de recul sur leurs possibilités et leurs limites. D'autres ont produit beaucoup de données numériques sans toujours avoir le temps de les traiter dans leurs parcours.

Des laboratoires qui disposent de financement importants achètent des matériels chers comme des scanners 3D mais ces matériels ne sont pas ou très peu utilisés. Il y a donc parfois des investissements injustifiés dans ce domaine. C'est le cas aussi pour des microscopes à haute définition pour la tracéologie. Ces outils semblent donc parfois achetés sans avoir au préalable défini clairement les questionnements scientifiques qui en justifient l'achat.

Dans certains cas, les budgets sont obtenus et dépensés sans forcément qu'ils soient justifiés. Dans d'autres cas, ce sont les enseignements qui ne sont pas adaptés car une partie des étudiants ne découvrent l'intérêt de certains des outils numériques trop tard dans leur parcours. Les premiers temps de la recherche sont souvent consacrés à la production des données et moins à leur traitement. Les possibilités des outils sont donc souvent insuffisamment connues ou ne sont découvertes que tardivement. Il faudrait que les étudiants découvrent certaines de ces possibilités plus tôt dans leur parcours académique, dès la licence 3. Cela leur permettrait d'ouvrir leur curiosité et surtout de mieux orienter la définition de leur mémoire de recherche, savoir à qui s'adresser pour mieux connaître les possibilités de tel ou tel outil. Actuellement beaucoup trop d'outils numériques sont mal connus, voire pas connus du tout. C'est le cas

[106] http://www.fabricemonna.com/2021/05/07/larticle-a-computer-tool-to-identify-best-matches-for-pottery-fragments-par-josef-wilczek-vient-detre-publie-dans-journal-of-archaeological-science-reports/
https://github.com/jwilczek-dotcom

de l’enseignement de la 3D qui ne dispose pas pour l’instant d’un cours ni d’un TD dédié à Sorbonne Université.

L’usage d’outils numériques ne devrait pas beaucoup changer les pratiques des archéologues dans les prochaines années. Pour autant il semble les images produites avec des outils numériques ne sont plus beaucoup interrogées dès lors qu’on peut les produire rapidement. Mais le plus gros problème est l’absence de questionnement scientifique certains des usages d’outils numériques. On constate alors des usages qui s’auto-justifient set qui ne sont pas justifiés par une question scientifique.

3. Evolutions souhaitables de l'archéologie et des archéologues en matière de compétences et de pratiques numériques

Josef souligne la forte différenciation faite en France entre archéologie préventive et archéologie programmée qui se traduit par des pratiques en partie différentes dans l’usage de certaines méthodes et certains outils numériques.

Il faudrait essayer de faire disparaître cette différenciation pour mieux transférer certaines pratiques entre ces deux types d’archéologie.

Fournir les codes logiciels et/ou les données dans les publications va probablement se développer dans les prochaines années.

Josef se dit favorable à l’ouverture de la connaissance, y compris pour l’ouverture des données archéologiques. En France, la publication des rapports d’opération a été rendue obligatoire assez tôt, ce qui est un point positif. Il faudrait surtout que les publications sortent au plus tôt après la fin des fouilles et que les chercheurs ne puissent pas conserver leurs données durablement. Les connaissances archéologiques doivent rendues accessibles à tous car elles sont un bien commun.

Il faudrait davantage reconnaître les pratiques des archéologues en matière d’ouverture des données et des codes logiciels. Mais il ne faudrait plus que ce soit vu comme un travail d’informaticien et que cela ne soit plus aussi mal reconnu par les archéologues ou par les employeurs publics.

L’archéologie aurait certainement un avantage à s’ouvrir plus à l’ouverture des données, des publications et des codes logiciels, surtout dans les activités de recherche. Encore faut-il qu’ils soient informés et formés aux obligations réglementaires et aux possibilités dans ce domaine, ce qui est trop peu le cas pour l’archéologie.

Sur les relations entre spécialistes de l’informatique et les archéologues, certains étudiants commencent à suivre des doubles cursus en informatique et en archéologie. Des collaborations plus poussées pourraient être favorisées. Josef connait des informaticiens qui ont travaillé avec des archéologues et qui souhaiteraient poursuivre ces collaborations parce qu’ils ont trouvé des pistes intéressantes d’applications de certains outils. Cela prouve un début de changement dans les relations entre ces deux communautés.

4. Difficultés, contraintes, verrous, risques à contourner

Face aux limites dans l’usage d’outils numériques par les archéologues, il pourrait être utile que leurs formations évoluent, à l’université et dans leur parcours professionnel, vers davantage de compétences dans le maniement d’outils et de méthodes numériques. Mais cela ne devrait pas être obligatoire. Cela devrait rester une possibilité laissée à l’appréciation et la volonté des archéologues.

Les problèmes et difficultés dans l’ouverture des données pourraient aussi trouver une issue par des propositions de formation à propos du mouvement de la science ouverte, des possibilités qu’offrent les licences de publication des données et des codes logiciels.

En résumé de la seconde partie

La seconde partie regroupe les notes de tous les entretiens réalisés avec 107 personnes, dont 43 avec des agents de l'Inrap et 64 avec des personnes en dehors de l'Inrap.

Une synthèse de ces entretiens a été proposée dans le premier volume. Elle a gommé les particularités des réponses pour retenir ce qui nous a semblé être les éléments les plus prépondérants. Par principe, cette synthèse ne devait pas isoler un témoignage en particulier mais au contraire trouver, pour chacun des thèmes abordés pendant les entretiens, ce qui pouvait être commun à la majorité des réponses apportées.

Que celles et ceux qui ne se retrouveraient pas dans la synthèse proposée considèrent que celle-ci est le résultat de choix que nous assumons. Nous soulignons qu'il s'agit d'un exercice particulièrement difficile à réaliser au vu de la quantité et de la richesse des entretiens réalisés et

Nous tenons de nouveau à remercier toutes les personnes interrogées du temps qu'elles ont bien voulu nous consacrer pour ces entretiens et pour la relecture et la correction de nos notes.

Nous espérons avoir respecté l'esprit qui a prévalu pendant ces entretiens et la confiance qui nous a été accordée à cette occasion.

Toutes les personnes interrogées souhaitant que les notes les concernant soient supprimées ou corrigées, peuvent nous contacter à l'adresse : christophe.tuffery@inrap.fr.

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Exemples d'archives de fouille des Rivaux déposées au CCE des Martres-de-Veyre 10
Figure 2 : Page de garde de l'un des rapports de fouille des Rivaux (campagne 1984)..... 11
Figure 3 : Page de couverture recto et verso du premier des cahiers de fouilles.....
des Rivaux (1972-1982) 12
Figure 4 : Page de couverture recto et verso du second des cahiers de fouilles.....
des Rivaux (1982-1990) 12
Figure 5 : Divers modèles de fiches d'enregistrement de terrain utilisées aux Rivaux..... 13
Figure 6 : Deux modèles de fiches d'enregistrement de mobiliers archéologiques 13
Figure 7 : Photographies de 1975 du chantier des Rivaux montrant l'usage de fiches standardisées pour l'enregistrement des mobiliers et des structures archéologiques..... 14
Figure 8: Exemple de plan de répartition du mobilier archéologique réalisé.....
avec le programme RIVALO (source : rapport de fouilles de la campagne de 1987) 15
Figure 9 : Exemple de tableau d'inventaire du mobilier archéologique réalisé .....
avec le programme RIVALO (source : rapport de fouilles de la campagne de 1987) 16
Figure 10 : Emulation d'un Apple IIe et affichage d'un jeu de données du programme RIVALO 17
Figure 11 : Evolution dans le temps de l'usage des différents supports de.....
l'enregistrement de terrain entre 1970 et 1990..... 17
Figure 12 : Page d'accueil de l'application ArcheoText..... 19
Figure 13 : Etapes de mise en œuvre de l'application ArcheoText..... 20
Figure 14 : Exemple de double page de l'un des carnets de fouilles..... 23
Figure 15 : Exemple de double page montrant des différences dans l'état du support 23
Figure 16 : Exemple des différents types de contenus de pages du cahier de fouilles 24
Figure 17 : Exemple d'une page entière et de son contenu graphique isolé..... 24
Figure 18 : Page présentant un schéma dessiné en s'appuyant sur le fond à petits carreaux 25
Figure 19 : Résultat du traitement du fichier..... 25
Figure 20 : Exemple de trois pages présentant des notations ayant utilisé trois types de .....
crayons différents 26
Figure 21 : Deux types de traitements réalisés avec Adobe Illustrator pour faire disparaître.....
les écritures du verso de la page..... 26
Figure 22 : Comparaison entre la fonctionnalité de correction Gamma de PhotoFiltre.....
et celle de vectorisation simple d'Adobe Illustrator..... 27
Figure 23 : Comparaison d'une même page dans sa qualité de numérisation d'origine et .....
dans sa version allégée en niveaux de gris 28
Figure 24 : Suivi de l'avancement de la transcription des pages et des contenus 29
Figure 25 : Formulaire d'affichage et de transcription d'une page entière 30

Figure 26 : Liste déroulante permettant la navigation entre les pages 31
Figure 27 : Bloc réservé à l'affichage d'une page numérisée et de sa transcription 31
Figure 28 : Formulaire d'affichage et de transcription d'un contenu détaillé 33
Figure 29 : Formulaire de saisie des données sur les carés de fouille 34
Figure 30 : Comparaison entre deux niveaux de zooms d'affichage d'une même page 35
Figure 31 : Affichage d'une saisie en cours de données à l'aide de l'outil de reconnaissance vocale sur un PC sous Windows 10 35
Figure 32 : Affichage de la liste des carrés de fouille 36
Figure 33 : Liste de tables affichées dans le logiciel DBBrowserforSQLite 37
Figure 34 : Affichage dans DBBrowserforSQLite de la table T_Pages 37
Figure 35 : Affichage dans DBBrowserforSQLite d'une requête SQL et de ses résultats 38
Figure 36 : Autre affichage dans DBBrowserforSQLite d'une requête SQL et de ses résultats 38
Figure 37 : Affichage dans QGis du fichier issu d'une requête SQL puis exporté au format SQLite. . 39
Figure 38 : Résultat de la segmentation d'une page entière par la plateforme eScriptorium 40
Figure 39 : Résultats de la reconnaissance automatique des écritures d'une page entière ..... du carnet de fouille avec la plateforme eScriptorium 41
Figure 40 : Résultats de la reconnaissance automatique des écritures par la plateforme eScriptorium .... avant et après correction en utilisant le modèle LECTAUREP 41
Figure 41 : Résultats de la reconnaissance automatique d'éléments textuels présents dans un graphique par la plateforme eScriptorium 42
Figure 42 : Résultats de la reconnaissance automatique d'éléments graphiques considérés..... comme des écritures manuscrites par la plateforme eScriptorium 42
Figure 43 : Exemple de résultat de transscription d'une page du cahier de fouilles ..... avec le logiciel Transkribus 43
Figure 44 : Affichage dans le logiciel Notepad++ des données de transcription au format .XML 44
Figure 45 : Affichage dans le logiciel Excel du fichier .XML d'exportation des données ..... de transcription ..... <<<<<<<<<<<<44
Figure 46 : Exemple de graphique issu du traitement dans Excel des données d'exportation 45
Figure 47 : Exemple de résultat de publipostage entre les données de transcription du fichier..... d'export pour une des pages du cahier de fouille 45
Figure 48 : Page d'accueil de l'application en ligne AnaText 2.3 et affichage des données ..... de transcription d'ArcheoText au format .TXT avant les traitements textométriques 46
Figure 49 : Affichage des résultats de l'analyse textométrique avec l'application AnaText 2.3 .....
des données de transcription d'ArcheoText 47
Figure 50 : Autre affichage des résultats de l'analyse lexicométrique avec l'application AnaText 2.3 ... des données de transcription d'ArcheoText 47
Figure 51 : Affichage dans la liste des couches de QGis des tables de la base de données SQLite..... 49
Figure 52 : Affichage dans QGis des données de la table des pages après jointure avec la couche ..... des carrés de fouilles 49
Figure 53 : Affichage des données de mobilier provenant du programme RIVALO 50

Figure 54 : Zoom sur un carré de fouilles et affichage des données descriptives d'un des mobiliers provenant du programme RIVALO 50
Figure 55 : Lien entre la couche des données sur les carrés de fouille dans QGis et des données de transcription dans ArcheoText 51
Figure 56 : Lien entre la couche des données sur les carrés de fouille dans QGis et les fichiers des pages des cahiers de fouille publiés sur Nakala 51
Figure 57 : Photographie noir et blanc de la couche 4 dans le carré F12, géoréférencée dans QGis 52
Figure 58 : Affichage dans QGis avec l'extension TimeManager de l'avancement de la fouille par carrés entre 1970 et 1982 à partir des données de transcription d'ArcheoText 52
Figure 59 : Vue en perspective du contexte géographique du site des Rivaux avec la couche de données au format WMS de l'Ign 53
Figure 60 : Vue en perspective des contours de la fouille et des carrés fouillés entre 1970 et 1990 par rapport à la topographie actuelle 54
Figure 61 : Affichage de la chronologie des campagnes de fouille dans le logiciel Aeon Timeline 55
Figure 62 : Affichage de la campagne de 1974 avec les dates de début et de fin de la campagne 55
Figure 63 : Affichage du mode tabulaire du logiciel Aeon Timeline 56
Figure 64 : Affichage de la campagne de 1972 avec dans le panneau de droite, des liens vers deux pages du cahier de fouille pour la campagne de 1972 publiées sur Nakala 56
Figure 65 : Affichage dans le navigateur Web (en bas à droite) de l'un des fichiers publiés sur Nakala avec lequel un lien a été établi depuis Aeon Timeline 57
Figure 66 : Affichage de la liste des acteurs et de leurs rôles respectif pendant différentes campagnes de fouille 57
Figure 67 : Page d'accueil du site de la StoryMaps sur les archives des Rivaux 58
Figure 68 : Principales dates de l'histoire des fouilles sur le site des Rivaux 59
Figure 69 : Animation vidéo des contextes géographiques du site avec diverses cartes, photographies aériennes et archives photographiques 60
Figure 70 : Affichage d'une interface cartographique permettant de naviguer dans les environs géographiques du site et du dépôt de fouilles 60
Figure 71 : Affichage du plan synthétique de localisation des différents locus du site 61
Figure 72 : Affichage d'une animation montrant l'avancement dans le temps et l'espace de l'ouverture à la fouille des carrés selon les campagnes de fouille 62
Figure 73 : Plan de la fouille reconstitué avec QGis 63
Figure 74 : Image montrant le site des Rivaux en 1986 extraite du documentaire vidéo sur « Le Peuplement préhistorique du Puy-en-Velay » (source : Service du Film de Recherche Scientifique, Canal-U) 63
Figure 75 : Fenêtre sur un navigateur cartographique affichant les formations géologiques à silicites environnant le site des Rivaux (WFS des travaux du GDR SILEX) 64
Figure 76 : Affichage de la collection des pages entières publiées sur Nakala 66
Figure 77 : Affichage de la collection des contenus détaillés publiés sur Nakala 67
Figure 78 : Affichage dans Nakala d'une page entière et des divers outils d'affichage proposés 67
Figure 79 : Affichage dans Nakala du détail d'une page entière grâce à l'outil de zoom avant 68

Figure 80 : Affichage des métadonnées et des autres éléments d’une donnée publiée dans Nakala..... 69
Figure 81 : Affichage du détail des métadonnées d’une donnée publiée sur Nakala 69

TABLE DES MATIERES

1ERE PARTIE : L'APPLICATION ARCHEOTEXT : DES METHODES ET DES TECHNIQUES DES HUMANITES NUMERIQUES POUR REVELER LA DIMENSION ANTHROPOLOGIQUE D'ARCHIVES DE FOUILLE 3

A. A l'origine d'ArcheoText : des projets et des échanges 5

B. Les archives de fouille du site archéologique des Rivaux (Haute-Loire) 8

C. Les principes de l'application ArcheoText 18

D. Les étapes de la mise en œuvre d'ArcheoText sur les cahiers de fouille des Rivaux 19

E. La numérisation des archives de fouille 20

F. Les principales fonctionnalités d'ArcheoText 28

F.1. Menu Gestion 28

F.2. Menu Enregistrements 29

F.3. Menu Listes 36

G. Stockage des données en base de données *SQLite* 36

H. Les essais d'utilisation de solution de reconnaissance automatique d'écritures 39

H.1. La plateforme *eScriptorium* basée sur le logiciel *Kraken* 40

H.2. La plateforme *Transkribus* 43

I. Quelques utilisations des données de transcription issues d'ArcheoText 43

I.1. L'export des données et leur réutilisation dans des tableurs 43

I.2. Les traitements textométriques des données de transcription des pages 46

I.3. Les traitements de données dans leur dimension spatiale avec le logiciel *QGis* 48

I.4. Les traitements de données dans leur dimension temporelle avec le logiciel *Aeon Timeline* et l'application *StoryMaps* 54

I.4.1. Le logiciel *Aeon Timeline* 54

I.4.2. L'application en ligne *StoryMaps* d'Esri 58

I.4.3. Commentaires sur les deux solutions de publication 65

I.5. La publication des données et métadonnées sur *Nakala* 65

I.6. Dispositions juridiques pour la diffusion de données à caractère personnel 70

I.7. La valorisation de l'application ArcheoText 71

2EME PARTIE : LES NOTES DES ENTRETIENS AVEC LES PROFESSIONNELS DE L'ARCHEOLOGIE 73

A. Précisions sur la publication des notes des entretiens 74

B. Les notes des entretiens avec des agents de l'Inrap 76

C. Les notes des entretiens avec des personnels en dehors de l'Inrap 208

TABLE DES FIGURES 414

TABLE DES MATIERES 420