

Université des Antilles



Thèse présentée par Henri TAULIAUT

Sous la direction de Monsieur le Professeur Dominique BERTHET

Session 2019

**Arts biologique et numérique en relation avec le vivant chez les artistes
contemporains de la Caraïbe et du continent américain**

Thèse en

Arts plastiques et sciences de l'art

Spécialité : arts caribéens

Laboratoire d'accueil :

CRILLASH équipe d'accueil 4095

Université des Antilles



Thèse présentée par Henri TAULIAUT

Sous la direction de Monsieur le Professeur Dominique BERTHET

Session 2019

**Arts biologique et numérique en relation avec le vivant chez les artistes
contemporains de la Caraïbe et du continent américain**

Thèse en

Arts plastiques et sciences de l'art

Spécialité : arts caribéens

Laboratoire d'accueil :

CRILLASH équipe d'accueil 4095

Résumé

L'objectif principal de ma thèse est de déterminer si les artistes du numérique et du Bio art du continent américain et de la Caraïbe, travaillant sur le vivant avec des moyens digitaux, ont des pratiques artistiques contemporaines spécifiques, par rapport à celles produites en Europe et en Occident en général. Cette thèse présente dans sa première partie les concepts principaux que sont le *vivant* et le *numérique*, ainsi que les définitions de l'art numérique. En même temps, est présentée une brève chronologie de l'art numérique, montrant son émergence en Europe en Amérique et partout dans le monde à partir de la seconde moitié du XX^e siècle. La seconde partie s'attache véritablement au travail de certains artistes : Joachim Fargas, Natascha Vita-More, Nicolas Reeves et Vera Silvia Bighetti. Ce groupe d'artistes réalise des œuvres que l'on peut assimiler aux problématiques et à la production artistique occidentale. Enfin, la troisième partie concerne le travail des artistes qui ont une production qui se détache de la vision naturaliste et matérialiste du monde prônant le *dualisme* et la séparation entre nature et culture, chère à Descartes. Ces artistes se nomment Michel Pétris, Carlos Estrada, André Éric Letourneau et Gilberto Esparza. Ils créent et proposent, tous, des œuvres qui ont la particularité d'être hybrides en ce sens qu'elles sont la rencontre entre différentes cultures, entre différentes techniques, entre différents domaines. Ces œuvres sont des hybridations entre l'art, la science et une spiritualité animiste (généralement). Ces créateurs proposent de nouveaux paradigmes artistiques contemporains non-occidentaux.

Abstract

Do the digital and bio art artists of the American continent and the Caribbean, working on the “living” with digital means, have specific contemporary artistic practices, compared to those which are produced in Europe and in the West in general? This thesis presents in its first part the main concepts that are the “living” and the “digital”, as well as the definitions of digital art. At the same time, we will present a brief chronology of digital art, showing its emergence in Europe, in America and around the world from the second half of the 20th century. The second part focuses on the work of the following artists: Joachim Fargas, Natascha Vita-More, Nicolas Reeves and Vera Silvia Bighetti. This group of artists produces artworks that can be assimilated to Western’s issues and artistic production. Finally, the third part concerns the work of artists who have a production that stands out from the naturalist and materialistic vision of the world, advocating dualism and the separation between nature and culture, dear to Descartes. These artists are called Michel Pétris, Carlos Estrada, André Éric Letourneau and Gilberto Esparza. All create and offer artworks that have the particularity to be hybrid as they are the encounter between different cultures, different techniques and different fields. These works are hybridizations between art, science and an animist spirituality (mostly). These creators propose new non-Western contemporary artistic paradigms.

Remerciements

Je remercie chaleureusement, Dominique Berthet, mon directeur de thèse, pour son soutien et sa patience, Annabel Guérédrat pour son aide cruciale dans la réalisation de cet ouvrage. J'adresse de profonds remerciements, aux artistes de cette thèse, car ils et elles, ont bien voulu partager, avec moi, des informations sur leurs passionnantes démarches artistiques. Enfin, je remercie mes amis et collègues artistes et autres qui ont contribué, à la création de ma thèse, je cite Marvin Fabien, Marielle Bompuis, Bruno Creuzet, Eddy Firmin, Martine Potoczny, Olivia Berton, ainsi que tous les autres. Enfin, je fais un clin d'œil à ma famille et à mes enfants.

Sommaire.....	6
Introduction	7
I^{ère} Partie : Le vivant, le numérique et l’art numérique : Généalogie et définitions.....	12
Chapitre 1 : les notions.....	13
Chapitre 2 : Généalogie et catégorisation de l’art numérique.....	85
II^e Partie : Arts numériques chez les artistes contemporains du continent américain et du bassin caribéen.....	140
Chapitre 1 : Écosystème végétal ou humain comme corps de l’œuvre	141
Chapitre 2 : Le matérialisme poétique et l’anthropophagie virtuelle.....	198
III^e Partie : Émergence de nouveaux paradigmes : l’art comme nouvelle forme de vie.....	248
Chapitre 1 : Le vivant : code et transfiguration.....	249
Chapitre 2 : Hybridités.....	306
Conclusion	353
Bibliographie.....	363
Index auteurs.....	374
Index Artistes/Œuvres citées.....	378
Annexes.....	380
Table des matières.....	385
Table des illustrations consulter volume N° 2	390

Introduction

Champs théoriques

Cette thèse a pour objectif d'étudier des œuvres contemporaines d'artistes ayant le vivant pour questionnement principal. Nous avons préféré le terme « le vivant » à celui de la vie, car cette notion est plus simple à définir et surtout elle a moins de connotations métaphysiques. Après ce choix, la question des définitions du vivant se pose. On peut en définir trois catégories : la mythologique (la présentation d'un mythe fondateur amérindien) ; la philosophique (avec les visions du monde, d'auteurs comme Aristote, Kant et Descartes) et bien-sûr la définition scientifique. Concernant le volet mythologique nous avons préféré privilégier les cosmogonies amérindiennes, lesquelles sont les premières manifestations et présences humaines du continent américain. Avec la question des définitions du vivant, d'autres questions se posent : qu'est-ce que l'art biologique ? Qu'est-ce que l'art numérique ? Nous reviendrons, dans certaines analyses d'œuvres, sur les questions de syncrétisme culturel et de rencontre entre les cultures Natives, européenne et africaine. C'est de ces rencontres qu'émergent les nouveaux paradigmes qui font le cœur de cette thèse. Pour donner un cadre théorique à cette étude nous acceptons la définition de l'art digital proposée par le Stanford Encyclopedia of Philosophy, comme étant « l'étude de la nature et c'est le point commun reconnaissable de tous ces types d'art dont la production et la présentation impliquent le traitement informatique », publié sous le titre « The Philosophie of Digital Art »¹. Au début des années 2000, les arts issus des biotechnologies, de la réalité virtuelle, de la robotique et de l'internet étaient mis ensemble sous le vocable de Digital Art par l'UNESCO², comme le montre son site internet de vulgarisation. Lors de son interview, l'artiste canadien, Nicolas Reeves³ rappelle que lui, les universités et les laboratoires, avec lesquels il travaille, ne font pas

¹Stanford Encyclopedia of Philosophy publie en 2015 *The Philosophy of Digital Art*, sur le site <https://plato.stanford.edu/entries/digital-art/>

²UNESCO, Programme Digi-art : <http://digitalarts.lmc.gatech.edu/unesco/>

³Nicolas Reeves (1957), artiste, architecte et physicien canadien, il enseigne à l'université du Québec à Montréal. A l'intersection des arts et des sciences, ses oeuvres sont considérées comme représentatives de la création numérique contemporaine du Canada.

cette distinction. Au fond, ce qui semble central, dans cette question de l'art digital, c'est l'étude de la nature grâce à des moyens informatiques. Nous aurions donc pu proposer comme titre de thèse : « L'art digital en relation le vivant chez les artistes contemporains de la Caraïbe et du Continent américain ». Mais, pour des raisons de clarté et d'actualisation des définitions, nous avons préféré le titre « Arts biologique et numérique en relation avec le vivant chez les artistes contemporains de la Caraïbe et du continent américain ». Afin de finaliser l'analyse des termes, tentons d'expliquer le Bio art et l'art numérique. Dans ce type de pratique artistique liée au Bio art, l'artiste choisit la matière organique comme médium. Il désacralise le vivant. Il catégorise ses propres créations selon des processus techniques (art génétique, art transgénique, art biotechnologique). Il remet en cause la séparation philosophique entre nature et culture. Enfin, il interroge l'éthique, le politique, l'économique et bien-sûr les limites de l'art. L'art numérique produit des œuvres grâce aux outils informatiques ; avant tout l'ordinateur, dont la capacité essentielle est de transformer les informations en langage mathématique simple. Par exemple, le binaire, est une suite de 0 et de 1. Cette traduction permet la réalisation de calculs complexes et la transmission de ces informations en une fraction de seconde entre machines distantes de milliers de kilomètres. C'est la capacité de modélisation (simulation) d'organisme ou d'écosystème totalement artificiel qui nous intéresse ici.

Champs géographiques

Dans un premier temps nous avons circonscrit le périmètre de recherche à la zone de la mer des Caraïbes. Dans son livre, *Les États-Unis et le secteur caraïbe de l'Amérique Latine*, Leslie Manigat définit les caractéristiques géographiques de la mer des Caraïbes : « ce bassin sub-océanique ou plutôt ce complexe de bassins au cœur brisé et torturé du continent constitue, en fait, une véritable mer intérieure, entre Amériques du Nord et du Sud, enserrée entre des bordures littorales continentales au Sud et à l'Ouest, insulaires au Nord et à l'Est ».

Afin de réaliser notre recherche, rapidement, nous nous sommes retrouvés confrontés à une difficulté de taille : les artistes caribéens ont peu de pratiques liées au Bio Art. Dans le domaine des arts numériques, il y avait un large panel d'artistes, si l'on en croit la récente exposition « Digital ¹ », organisée par la National Gallery of Jamaica. Par contre, les biotechnologies ne sont pas encore mises à la disposition des artistes dans la caraïbe insulaire. Seul le groupe

¹« Digital » est le titre de l'exposition à la Galerie Nationale de la Jamaïque, présente du 24 avril au 4 juillet 2016. Y ont été montrées les créations numériques d'une quarantaine d'artistes de la Caraïbe.
<https://nationalgalleryofjamaica.wordpress.com/tag/digital/>

Quintapata¹, de la République Dominicaine, avec l'œuvre *ADN*² exposée à la 55^e biennale de Venise a eu une représentation internationale. Dans un premier temps, nous avons dû élargir franchement la zone d'étude à l'Amérique du Sud. Il semblait que cet ensemble pourrait être plus homogène, vu la langue espagnole dominante et une présence autochtone solide et vivante culturellement. Finalement nous avons opté pour l'ensemble du « Nouveau Monde ». Notre territoire d'étude commence par les terres de Patagonie où l'artiste Joaquin Fargas³ récolte ses micro-écosystèmes pour l'installation *Biosfera*⁴ et va jusqu'au Québec avec Nicolas Reeves et son œuvre robotique *Voiles/Sails*⁵. L'ouverture de la zone de recherches à l'ensemble du continent américain permet de rassembler une douzaine d'artistes et de faire se rencontrer, autour de problématiques communes, des créateurs distants géographiquement et culturellement. Ainsi l'hispanophone Joaquin Fargas, le lusophone Edouardo Kac et l'anglophone Natasha Vita-More⁶ interrogent, chacun à leur façon, le Bio art. Enfin, nous émettons l'hypothèse que ce choc de la rencontre des Amériques est en train de produire une ou des visions syncrétiques, comme ce fut le cas en Argentine avec l'invention du tango, au Mexique avec la fête des morts ou en Caraïbes avec les religions afro-caribéennes. Aussi de nouveaux rapports au monde irriguent les sous-continentaux que sont l'Amérique du Sud, l'Amérique centrale avec la Caraïbe et l'Amérique du Nord.

¹Quintapata est le collectif d'artistes dominicains, fondé en 2008, par Tony Capellán, Pascal Meccariello, Raquel Paiewonsky, Jorge Pineda et Belkis Ramírez. Il était à la 55^e biennale de Venise dans le cadre du pavillon latino-américain organisé sous le thème « The Atlas de l'Empire » <https://www.youtube.com/watch?v=xqJK7pUDQwc>

²*ADN*. Lors de la biennale de Venise en 2012, le collectif Quintapata utilisa les biotechnologies pour créer l'œuvre *ADN*. Cette dernière dénonce à sa façon la possibilité d'utiliser un objet banal comme un chewing-gum pour récupérer des données aussi intimes que l'ADN d'une personne.

³Joaquin Fargas (1950) est un artiste contemporain argentin, vulgarisateur des sciences et de la technologie. Sa démarche artistique est centrée sur la prise de conscience environnemental et le bio art.

⁴*Biosfera*. Dans ce projet datant de 2006 et réalisé à Buenos Aires, l'artiste Joaquin Fargas récupère des écosystèmes dans la nature qu'il préserve dans des petites sphères en plastique. L'auteur nous dit : « Nous devons faire quelque chose même si nous ne connaissons pas les résultats, parce que nous ne faisons rien et que nous connaissons les résultats. »

<https://www.joaquinfargas.com/obra/proyecto-biosfera/>

⁵*Voiles /Sails* est une œuvre robotique volante. Le projet global consiste en une série de cubes communicants entre eux et remplis d'hélium à la manière d'un dirigeable http://www.nxigestatio.org/PROJETS/SAILS/index_fr.html

⁶Natasha Vita-More (1950) est une artiste designer et scientifique états-unienne. Docteur en art des médias, transhumaniste, elle poursuit des recherches sur l'homme augmenté.

Plan de la thèse

Cette thèse comporte trois parties. La première concerne la définition des notions centrale à la thèse que sont le vivant et le numérique. Nous y éclairons les pratiques artistiques représentatives des arts numériques en proposant à chaque fois une généalogie qui se veut succincte et indiquant l'essentiel sur le sujet. Dans le premier chapitre nous avons souhaité être le plus possible dans la vulgarisation, afin que le lecteur ait rapidement les outils lui permettant de saisir les tenants et aboutissants des démarches et des œuvres présentées ici.

La II^e partie est consacrée au Bio art, à l'art robotique ainsi qu'à l'art génératif. Elle regroupe les démarches d'artistes où le corps de l'œuvre est bien matériel et physique : ainsi les créations des artistes choisis sont, soit organique, soit électromécanique ou sculpturale. Dans le premier chapitre intitulé « Écosystème végétale ou humain comme corps de l'œuvre », l'œuvre d'art reste totalement biologique. Que cela soit le corps de l'artiste qui subit les transformations, comme c'est le cas pour Natasha Vita-More, ou encore, une portion de nature (du végétal en occurrence), qui est prise telle quelle et qui est exposée dans une bulle en Plexiglas par l'artiste Joaquín Fargas. Le second chapitre de la deuxième partie intitulé « Le matérialisme poétique et l'anthropophagie virtuelle » est constitué d'analyses d'œuvres comme les *Voiles/Sails* de Nicolas Reeves, qui souhaite se détacher du *biomimétisme*¹ afin de trouver une inspiration dans l'architecture ou encore dans la physique et les mathématiques et d'œuvres virtuelles. La seconde œuvre décortiquée est *SelfCinéma* de Vera Bighetti, illustre bien les pratiques du multimédia², en combinant interactivité, graphisme abstrait génératif et vidéoprojection. *SelfCinéma* s'oppose aux œuvres multimédias qui ne sont pas forcément numériques.

La III^e partie nommée « Émergence de nouveaux paradigmes » est également divisée en deux chapitres. Le premier chapitre intitulé « Le vivant : code et transfiguration », est consacré aux œuvres robotiques comme les *Hexapodes* de Michel Pétris qui s'inspirent des diverses espèces de crabes et d'araignées. Ce chapitre est également consacré aux créations telle que *Tpox Toque* ou *Tpox Estrada* d'Omar Estrada, qui interrogent les différents types de représentations culturelles par le biais de la science, l'art et la religion. Le second chapitre, nommé « Hybridités », analyse les créations hybridant le corps, la performance chez André Eric

¹Le *biomimétisme* a pour base l'imitation de la nature en y prenant des modèles. Ceux-ci sont étudiés afin de trouver et de comprendre des propriétés qui sont ensuite reproduites par des moyens technologiques (en anglais "biomimicry").

²Multimédia : Le mot « multimédia » apparaît au début des années 1980 pour qualifier un objet possédant plusieurs supports. Les œuvres multimédias utilisent quant à elles plusieurs outils ou médiums et pas nécessairement des outils numériques.

Letourneau, ainsi que, le biologique, la mécanique, et l'informatique chez Gilberto Esparza. Ces quatre démarches artistiques nous plongent dans le vivant avec pour point commun la question du langage et des codes, qu'ils soient informatiques, scientifiques, ou artistiques. Ces langages ont une traduction dans le réel par le biais de la production d'objet comme, c'est le cas de pour l'œuvre *Tpox Estrada* d'Omar Estrada citée ci-dessus. L'hybridation est directement abordée avec des œuvres comme *Las plantas nomadas* de Gilberto Esparza, où robots et végétale, fusionnent pour donner des espèces wetware tout à fait fascinantes reposant clairement et symboliquement la définition du vivant. Cette troisième et dernière partie est le moment des conclusions, validant ou pas mes hypothèses concernant de nouveaux paradigmes. Dans cette thèse de nouveaux rapports au monde sont dévoilés par ces artistes dont les démarches sont toujours mobiles et vivantes, en pleines mutations ; comme leurs œuvres qu'ils laissent volontiers, avoir une large part d'autonomie, voire une part de développement aléatoire ne dépendant plus d'eux. Ces œuvres sont souvent en pleine émergence.

Le corps de la thèse est réalisé à partir de questionnaires et d'interviews. Après une mise en forme de ces données, nous faisons se rencontrer ces artistes ainsi que leurs questionnements respectifs. Le but étant de faire un travail de recherches sur les artistes de la Caraïbe et de la zone américaine, proposant des visions critiques du monde avec des moyens principalement scientifiques et technologiques actuels. En analysant ces pratiques contemporaines et actuelles, l'objectif est de cerner les questions de représentation et de monstration dans la zone américaine. Il s'agit également de voir comment ces pratiques sont utilisées, puis si de nouvelles notions apparaissent dans cette zone. Le but de cette thèse est de donner une vision synthétique des nouvelles pratiques, problématiques et enjeux proposés par les créateurs de notre zone géographique.

I^{ère} Partie : Le vivant, le numérique et l'art numérique : généalogies et définitions

Chapitre 1 : Les notions

Dans ce premier chapitre il s'agira principalement de faire un état des lieux des idées sur le vivant et le numérique. Pour explorer ces notions, notre approche sera autant chronologique que définitionnelle. Concernant le vivant nous nous attacherons à définir ce qu'est la vie organique et artificielle. Pour le numérique nous nous attacherons à sa généalogie puis à son émergence en tant que culture. Pour le moment il ne sera pas question d'œuvres d'art durant le chapitre 1 ; l'art numérique étant développé pleinement dans le second chapitre de cette première partie. Pour les définitions de la vie organique, il est important de rappeler que le manque de documents écrits datant de l'époque précolombienne a conduit les scientifiques à faire des suppositions sur la spiritualité des nations amérindiennes. C'est à partir des pratiques religieuses observées présentement chez les peuples autochtones qu'ils ont pu reconstituer leurs modes de vie et convictions religieuses. Pendant la colonisation, les informations principales vinrent des missionnaires, venus évangéliser et convertir les peuples amérindiens. Il va de soi que ces travaux ne peuvent pas avoir l'objectivité nécessaire afin d'être retenus comme ayant une valeur scientifique. Dans le contexte général, décrit ci-dessus, la prudence concernant l'histoire des civilisations amérindiennes reste de mise. Par contre nous pouvons dire, sans trop prendre de risque de nous tromper, que depuis la préhistoire, le mythe est le premier sinon l'un des premiers moyens pour l'homme d'expliquer le monde. Ainsi, dans *Création - les mythes de la création*, Mircea Eliade écrit :

«D'une manière générale, on peut dire que tout mythe raconte comment quelque chose est venu à l'existence: le monde, l'homme, telle espèce animale, telle institution sociale. Mais du fait que la création du monde précède toutes les autres, la cosmogonie jouit d'un prestige spécial. Le mythe cosmogonique sert de modèle à tous les mythes d'origine. La création des animaux, des plantes ou de l'homme présuppose, en effet, l'existence d'un monde »¹.

¹Mircea Eliade (1907-1986) est un philosophe originaire de Roumanie. Également historien des religions et mythologue, ses travaux sur l'histoire moderne des religions font de lui l'un des précurseurs de cette discipline. Citation venant du livre de Mircea Eliade, *Création-Les mythes de la création*, Encyclopédie Universalis. <https://www.universalis.fr/encyclopedie/creation-les-mythes-de-la-creation/>

A) Le vivant

1) La vie organique : les définitions

N'ayant pas trouvé de définitions pour le vivant dans les cultures précolombiennes américaines, nous nous sommes orientés vers les traditions orales, les cosmogonies et autres mythes expliquant l'apparition de la vie sur terre.

Afin de poser un cadre scientifique à cette section, nous avons choisi de réaliser une analyse des interrogations philosophiques puis scientifiques sur le vivant. Ensuite viendra l'étude d'une cosmogonie amérindienne. Ce mythe nous permettra de mieux comprendre le rapport au monde de ces peuples.

a) Introduction : le vivant, du mythe à la science

A partir du V^e siècle av. J.-C., Socrate¹, le père de la philosophie occidentale, proposait à son auditoire de choisir le type de discours qu'il préférait : Le mythe ou l'argumentation logique. C'est dire si le récit mythologique avait, comme la philosophie, une égale valeur à ses yeux. Un peu plus tard, Aristote² pose les bases de l'élaboration d'une méthode scientifique : « Nous estimons posséder la science d'une chose d'une manière absolue, écrit-il, quand nous croyons que nous connaissons la cause par laquelle la chose est, que nous savons que cette cause est celle de la chose, et qu'en outre il n'est pas possible que la chose soit autre qu'elle n'est ». ³

Au X^e siècle, le philosophe Alhazen⁴ fut l'un des premiers promoteurs de la méthode scientifique expérimentale. Alhazen de son vrai nom, Abu Ali al-Hasan ibn Al-Hasan ibn al-Haytham, est considéré comme le tout premier scientifique du fait de ses travaux en optique, physique et mathématique. Mais surtout pour ses réflexions pour la mise au point d'une méthodologie scientifique qu'il définit ainsi

¹ Socrate (-470 à -399) est un philosophe grec. La philosophie de Socrate est fondée sur la discussion ou l'art d'accoucher les esprits (la maïeutique). Celle-ci conduit l'interlocuteur à découvrir la connaissance vraie qu'il porte en lui.

² Aristote (384 – 322), disciple dissident de Platon, fondateur du Lycée, poussa l'investigation philosophique dans des domaines jusque-là inexplorés. Il fut le premier à classer le savoir comme le font les encyclopédies d'aujourd'hui.

³ Aristote, *Seconds Analytiques* I, 2, 71 b, 9-11. Traduction (1939) J. Tricot (1893-1963) Éditions Les Échos du Maquis, v. : 1,0, janvier 2014.

⁴ Alhazen (965 -1039) est un mathématicien irakien, un philosophe, un physiologiste et un physicien du monde médiéval arabo-musulman.

«La recherche de la vérité est ardue, la route qui conduit est semée d'embûches, pour trouver la vérité, il convient de laisser de côté ses opinions et de ne pas faire confiance aux écrits des anciens. Vous devez les mettre en doute et soumettre chacune de leurs affirmations à votre esprit critique. Ne vous fiez qu'à la logique et l'expérimentation, jamais à l'affirmation des uns et des autres, car chaque être humain est sujet à toutes sortes d'imperfections ; dans notre quête de la vérité, nous devons aussi remettre en question nos propres théories, à chaque moment de nos recherches pour éviter de succomber aux préjugés et à la paresse intellectuelle. Agissez de la sorte et la vérité vous sera révélée »¹.

Nous ne pouvons résister à faire la comparaison entre les réflexions d'Alhazen avec celles de René Descartes² qui en 1637, soit cinq siècles plus tard, publia le *Discours de la méthode*³ qui s'appuie sur quatre préceptes : ne recevoir aucune chose pour vraie tant que son esprit ne l'aura clairement et distinctement assimilée préalablement ; diviser chacune des problématiques rencontrées (scientifiques, techniques, philosophiques, artistiques) afin de mieux les examiner et les résoudre ; établir un ordre de pensée, en commençant par les objets les plus simples jusqu'aux plus complexes et divers, et ainsi de les retenir toutes et en ordre ; passer toutes les choses en revue afin de ne rien omettre. Descartes pose également la question du rapport entre les sciences et la philosophie avec sa célèbre déclaration : « Ainsi toute la philosophie est comme un arbre, dont les racines sont la métaphysique, le tronc est la physique, et les branches qui sortent de ce tronc sont toutes les autres sciences, qui se réduisent à trois principales, à savoir la médecine, la mécanique et la morale; j'entends la plus haute et la plus parfaite morale, qui, présupposant une entière connaissance des autres sciences, est le dernier degré de la sagesse »⁴. Pour le philosophe, il y a une évidente continuité entre la science et la philosophie.

Alors à partir de quel moment la séparation entre la philosophie et les sciences se produit-elle ? Des débuts de réponses viennent avec différents auteurs. Ainsi, le savant et philosophe Jean Piaget⁵, montre dans son livre *Sagesse et illusion de la philosophie*, comment, aux XIX^e et XX^e siècles, l'épistémologie, l'histoire, la sociologie et la psychologie se sont séparées de la philosophie.

¹Anne Blanchard et Emmanuel Cerisier, *Le grand livre des sciences et inventions arabes*, Bayard Jeunesse, 2006, p. 36

²René Descartes (1596-1650), philosophe, mathématicien et physicien français. Premier philosophe moderne, il propose une méthode inédite fondée sur le doute radical, qui vise la certitude, autrement dit l'absence de doute.

³ René Descartes, *Le Discours de la méthode*, publié anonymement en 1637 à Leyde. Ce discours a servi d'introduction à trois essais scientifiques de Descartes, nommés : *La Géométrie*, *La Dioptrique* et *Les Météores*.

⁴René Descartes, Les principes de la philosophie, Lettre-préface, in *Œuvres de Descartes*, IX-2, Paris, CNRS-Vrin, 1989, p. 14

⁵Jean Piaget (1896-1980), psychologue, biologiste, logicien et épistémologue suisse. Ses travaux ont porté sur le développement cognitif.

Ou bien, la philosophe et psychiatre Anne Fagot-Largeault¹, dans son essai, *Les sciences et la réflexion philosophique*², démontre que le philosophe Martin Heidegger³ tend à attribuer la rupture entre science et philosophie à la dérive technologique des sciences contemporaines, et à la soif de puissance dont elles seraient porteuses. Une chose est plus sûre, c'est que l'épistémologie est une réflexion sur la science. Les sciences ont choisi pour objets d'étude des interrogations plus générales, posées par la philosophie. Ainsi l'histoire, par exemple, en tant que science humaine, cherche à comprendre la diversité des phénomènes humains par une approche objective. Elle tente de transformer des informations en faits scientifiques, en savoir. Le savoir étant lui-même devenu impossible à appréhender par un seul individu, le scientifique devient le spécialiste d'un domaine très précis d'études, alors que le philosophe prend du recul et pense les interactions, la globalité. Le philosophe reste un sujet réfléchissant sur lui-même ou sur un sujet d'étude.

b) Le vivant : l'explication mythologique

Après avoir hésité à faire l'étude d'un texte produit par un missionnaire du début de la colonisation américaine, nous avons préféré nous appuyer sur un texte contemporain plus sûr scientifiquement, celui du professeur Robin M. Wright⁴ : *Cosmogonie Baniwa, le chemin du salut*⁵. Son analyse porte sur le peuple Hohodene : des Amérindiens vivants aux frontières du Brésil du Vénézuéla et de la Colombie. Expliquant les mythes les plus importants pour ce groupe de langue arawak, cette recherche sur les Amérindiens Baniwa est intéressante. Les peuples Arawak comme les peuples Caraïbes ont pour origine l'Amérique du sud. Ils ont migré vers les petites et grandes Antilles il y a environ quatre mille ans. La vingtaine de mythes présentés dans l'étude de R.M Wright pourrait donc avoir d'importants liens avec les récits fondateurs des peuples Arawak de la zone Caraïbe. L'auteur rappelle que :

¹Anne Fagot-Largeault (1938), philosophe et psychiatre française. Elle est connue pour ses travaux concernant la logique et philosophie des sciences à l'université Stanford. Depuis 2010, elle occupe la chaire de philosophie des sciences au Collège de France.

²Les sciences et la réflexion philosophique : <https://www.cairn.info/revue-des-sciences-philosophiques-et-theologiques-2006-1-page-51.htm>

³Martin Heidegger (1889-1976), philosophe allemand, est la figure majeure de la philosophie européenne du XX^e siècle. Heidegger a largement influencé la phénoménologie ainsi que d'autres disciplines comme la critique littéraire ou les sciences cognitives.

⁴Robin M. Wright, docteur en anthropologie états-unien. Sa recherche et le travail sur le terrain se sont concentrés sur les traditions religieuses autochtones en Amérique du Sud et plus largement, les Amériques et le monde.

⁵Wright Robin, « Cosmogonie Baniwa. Le chemin du salut » in *Recherches brésiliennes. Archéologie, histoire ancienne et anthropologie*. Besançon : Université de Franche-Comté, 1994. pp. 275-288. (Annales littéraires de l'Université de Besançon, 527)

« L'on ne peut comprendre les fondements du millénarisme, et de la religion Baniwa qu'en comprenant les thèmes et les préoccupations qui dominent les cycles mythiques de ce peuple ».¹

Robin Wright explique que selon la cosmogonie Baniwa :

« Au début du monde, il y avait des tribus d'animaux sauvages qui tuaient et dévoraient, de façon si systématique qu'il ne resta presque personne dans le monde. Un jour, le chef des Animaux (appelé Enumhere) en prenant un os du doigt d'une personne dévorée, le jeta dans le fleuve. Une vieille pleurait la perte de sa parentèle ; le chef donna l'ordre de chercher l'os dans l'eau et de le livrer à la vieille. Dans l'os elle trouva trois crevettes. Elle apporta l'os chez elle ; en arrivant à la maison, les crevettes se transformèrent en grillons. La vieille leur donna à manger et ils commencèrent à chanter et à croître. Ensuite elle les apporta à la plantation et, à nouveau, leur donna de la nourriture. Ils continuèrent à se transformer, en croissant et en chantant, jusqu'à se présenter dans la forme humaine : ce sont les trois frères Yaperikunai ("ceux-ci du dedans de l'os"). Ils savaient déjà tout faire. En dépit des constants avertissements de la vieille pour qu'ils restent tranquilles, sans rien tenter, ils continuèrent à agir, en montant à un arbre jusqu'en haut, en se transformant et, ensuite, ils retournèrent au sol. Alors, ils commencèrent à tout transformer, en faisant ce qu'il y a dans ce monde de façon qu'eux seuls savaient faire.

En achevant cette œuvre, ils revinrent pour se venger des animaux qui avaient tué leur parentèle. Le mythe raconte ainsi une série d'actes de vengeance par lesquels les héros rétablissent l'ordre du monde.

Passé quelque temps, le chef des Animaux ouvrit une nouvelle plantation et appela les frères pour qu'ils l'aident à brûler les broussailles. Il leur ordonna de se poster au milieu de la plantation, tandis qu'il mettait le feu aux bords, parce qu'il voulait les tuer. À mesure que le feu gagnait, il criait ; vous êtes en train de vous faire brûler ! Ils ouvrirent un petit trou dans le tronc d'un embauba², s'y cachèrent et fermèrent l'ouverture. Quand le feu — décrit comme une conflagration brûlant le monde tout entier — s'approcha de l'arbre, l'embauba éclata subitement, déchargeant trois coups comme un fusil, et les trois frères, saufs des flammes, sortirent en volant. En descendant au fleuve, ils prirent un bain. Ils ne peuvent jamais être brûlés, car ils sont les gens de l'univers hekwapinaï »³.

Dans ce récit, nous pouvons découvrir deux mythes : celui du créateur et transformateur de monde Yaperikuli, et surtout celui des Animaux et des Tonnerres détruisant le monde et les humains. C'est une bataille où l'homme et l'animal s'affrontent sans qu'il y ait de réels gagnants. Au commencement, comme dans beaucoup de récits, le chaos règne. Ici les animaux ne laissent pas de place à l'homme, au contraire ils détruisent l'humanité. C'est à partir d'un

¹Millénarisme est une croyance prédisant la venue d'un messie puis son règne, de mille ans, avant le jugement dernier.

²*Embauba Pourouma cecropiafolia*, l'arbre préféré du paresseux.

³Wright Robin. Cosmogonie Baniwa. Le chemin du salut. In : Recherches brésiliennes. Archéologie, histoire ancienne et anthropologie. Besançon : Université de Franche-Comté, 1994. p. 275-288

petit os que l'humanité se reconstitue après plusieurs métamorphoses : l'os devient crevette, le crustacé se change en grillon, enfin l'insecte se transmute en humain. C'est grâce à une vieille femme que ces transformations ont lieu. Elle récupère l'os, accueille les crevettes-grillons-humains. L'ancêtre les nourrit et les protège à chaque étape du récit. La question de la transformation est d'ailleurs centrale à cette partie du mythe. La fratrie survit à une nouvelle destruction du monde et au final c'est l'ordre du monde qui est changé, par l'action des trois frères. En montant et descendant de l'arbre, ils affirment leur qualité d'humains et confirment leur capacité à circuler dans différentes dimensions du cosmos, à l'image du chaman qui voyage entre le monde des esprits dans le ciel, celui des humains sur la terre et ceux des ancêtres sous la terre. Robin M. Wright explique le mythe en ces termes :

« Le mythe raconte la vie de Kuwai, l'enfant de Yaperikuli et d'Amaru, sa première femme. Kuwai est un être extraordinaire dont le corps est composé de tous les éléments du monde et dont le bourdonnement et les chants ont produit toutes les espèces d'animaux. La naissance du héros débute un procès rapide de croissance du monde chaotique et en miniature de Yaperikuli, en l'ouvrant jusqu'à la taille du monde réel, avec les forêts et les fleuves aux rives habitées par des êtres humains, et contenant les différentes espèces d'animaux de la forêt, les oiseaux et les poissons. Kuwai enseigne à l'humanité les premiers rites d'initiation ; néanmoins, à la fin de ces cérémonies, Yaperikuli tue Kuwai en le poussant dans un énorme bûcher, un "enfer" qui brûle la terre entière, en réduisant le monde à sa taille originelle. Des cendres de Kuwai, naît la matière végétale dont Yaperikuli fabrique les premières flûtes et trompettes sacrées, qui doivent être utilisées dans les rites d'initiation et pendant les cérémonies sacrées d'aujourd'hui. Amaru et les femmes viennent de voler ces instruments de Yaperikuli, l'amenant à une longue persécution et déterminant une deuxième ouverture du monde, lequel s'élargit à mesure que les femmes — en fuyant Yaperikuli — jouent les instruments en parcourant le monde entier. Les hommes récupèrent les instruments et c'est avec eux que Yaperikuli crée les premiers ancêtres de l'humanité »¹.

L'enfant Kuwai symbolise parfaitement le thème majeur des cosmogonies : la naissance (voire la renaissance). Dans un double mouvement, il naît et accouche du monde. Être merveilleux, il est beauté sonore et visuelle. Kuwai créé, structure et enseigne à l'humanité les rites d'initiation avant de mourir des mains de son père. Sa mort n'est pas une fin en soi, car elle produit la végétation et la musique sacrée. Une seconde fois, le feu est l'instrument de la destruction puis de la transformation. En élargissant le monde grâce à leur musique sacrée, les femmes, elles aussi, jouent de nouveau un rôle. Yaperikuli est créateur et destructeur, père et

¹Wright Robin. Cosmogonie Baniwa. Le chemin du salut. In : Recherches brésiliennes. Archéologie, histoire ancienne et anthropologie. Besançon : Université de Franche-Comté, 1994, P. 275-288

auteur d'infanticide. Il reste pourtant celui qui est à l'origine des ancêtres de l'humanité. L'auteur nous rappelle que le mythe de Kuwai est fondamental pour la culture Baniwa. En donnant les réponses aux questions centrales : que doit-on enseigner aux enfants ? Pourquoi les maladies sont-elles présentes dans le monde ? Quelles sont les relations entre les hommes, les esprits et les animaux

c) Définition philosophique du vivant

Aristote dans son ouvrage *Physique*¹ fait la différence entre les êtres animés qui ont une âme et les êtres inanimés qui n'en n'ont pas. L'âme est pour lui un principe vital commun à tous les êtres vivants. Selon lui, il y a trois types d'âmes. Chez les végétaux, il n'y a que l'âme végétative. Elle s'occupe de la nutrition et de la reproduction. Avec la première, les animaux en possèdent une seconde : l'âme sensible. C'est le principe de sensation caractérisé par les différents sens et par la locomotion. La troisième nommée âme intellectuelle est le principe de la pensée ; l'humain est le seul être vivant à en avoir une. Cette théorie est nommée hylémorphisme.

En 1637, en rupture avec la pensée aristotélicienne, Descartes dit dans son *Discours de la méthode* que si l'on veut produire une connaissance scientifique du vivant, il est indispensable d'avoir une approche objective. Le philosophe pense le dualisme entre le corps et l'âme. La théorie de l'animal-machine présuppose que les comportements des animaux sont purement mécaniques et qu'ils n'ont pas de conscience. Cette argumentation est dite mécaniste, en opposition au finalisme ou au vitalisme que nous allons évoquer plus loin. Dans la théorie mécaniste, les phénomènes de la nature peuvent être expliqués uniquement par des liens de causes à effets. La machine devient le modèle pour expliquer le vivant. En obéissant aux mêmes lois physiques que les objets naturels (inertes) ou artificiels, le vivant perd sa spécificité.

Le Philosophe La Mettrie² radicalise cette idée en étendant à l'homme le concept d'animal-machine de Descartes. Dans *L'Homme Machine*³, l'auteur propose que l'homme ne soit qu'un animal supérieur encore plus sophistiqué qu'un automate :

« En faut-il davantage (pourquoi irois-je me perdre dans l'Histoire des passions, qui toutes s'expliquent par l'œuvre d'Hippocrate,) pour prouver que l'Homme n'est qu'un Animal, ou un Assemblage de ressorts, qui tous se montent les uns par les autres, sans qu'on puisse dire par quel point du cercle humain la Nature a commencé ? Si ces ressorts diffèrent entr'eux, ce n'est

¹ Aristote, *Physique*, livre II, chap. 1

² Julien Offray de La Mettrie (1709 - 1751), médecin et philosophe français. Il est considéré comme l'auteur le plus radical de la philosophie matérialiste, car il affirme que l'homme n'est qu'un animal supérieur.

³*L'Homme Machine* est le titre du livre de Julien Offray de La Mettrie parue en 1747.

donc que par leur Siège, par quelques degrés de force, jamais par leur Nature ; par conséquent l'Âme n'est qu'un principe de mouvement, ou une Partie matérielle sensible du Cerveau, qu'on peut, sans craindre l'erreur, regarder comme un ressort principal de toute la Machine »¹.

C'est pour conserver cette particularité du vivant par rapport à la machine, que le vitalisme s'est construit. Cette théorie affirme que le vivant est animé d'une énergie propre, manifestant une force spécifique qui tend à maintenir l'organisation. La faculté que le vivant a à se reproduire est soulignée par Kant dans son livre *Critique de la faculté de juger* (1790). Le philosophe ne rejette pas la théorie mécaniste de Descartes, mais considère qu'elle n'est pas suffisante et propose d'ajouter une force formatrice. Henri Bergson² est aussi un penseur du vitalisme qui affirme que le vivant ne peut être réduit à des règles ou à des lois physiques ou mécaniques, car le vivant relève d'un autre ordre de réalité. C'est dans l'ouvrage *L'Évolution créatrice*³ que le philosophe développe le concept d'élan vital. Xavier Bichat⁴, dans son texte *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*⁵, paru en 1800, propose la définition suivante: « la vie, c'est l'ensemble des fonctions qui résistent à la mort ». En d'autres termes, le vivant est l'ensemble des êtres doués de vie. Il se distingue donc des objets, machines et aussi de la matière inerte. Pour l'auteur, les vivants constituent donc un ordre de réalité distinct à la fois de la matière et de l'esprit, c'est-à-dire de l'ordre culturel humain. La science étudiant le vivant, s'est donc retrouvée avec la dualité des théories vitaliste et mécaniste. Le vitalisme étant une notion trop abstraite, il a été lentement abandonné au profit d'un mécanisme reconnaissant une immense complexité du vivant par rapport à la machine. C'est en 1865 avec les découvertes de Mendel⁶ sur les lois de l'hérédité, puis en 1960 avec les travaux de Ernst Mayr⁷ sur l'ADN qu'a été introduit le principe de programmation génétique. Le modèle mécaniste a évolué en intégrant cette notion de programme. Le mécanisme contemporain propose d'établir des relations entre le vivant et la machine informatique plutôt que la machine simple. Alors que la

¹Julien Offray de La Mettrie, *L'homme Machine*, Leyde, 1747, p.40

²Henri Bergson (1859-1941), philosophe français. Il est l'auteur des ouvrages suivants : en 1889, *l'Essai sur les données immédiates de la conscience*, *Matière et mémoire* en 1896, *L'Évolution créatrice* en 1907, *Les Deux Sources de la morale et de la religion* en 1932. En 1927 il est lauréat du prix Nobel de littérature.

³*L'Évolution créatrice* est un ouvrage publié en 1907 par Henri Bergson.

⁴Xavier Bichat (1771-1802), anatomiste français, définit la vie comme « l'ensemble des propriétés vitales résistant aux processus physico-chimiques de dégradation. »

⁵Xavier Bichat, *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*, paru en 1799.

⁶Mendel Gregor (1822 -1884), religieux et botaniste autrichien. Il découvre les lois de l'hérédité, à la base de la génétique moderne.

⁷Ernest Mayr (1904-2005), zoologiste américain. Il développe la théorie synthétique de l'évolution avec d'autres chercheurs. Cette théorie est aussi nommée néodarwinisme.

position mécaniste est contre tout finalisme, Jacques Monod¹ propose d'appeler téléonomie² un autre type de finalité qui serait purement mécanique. Le finalisme, lui, soutient que, ce qui existe dans la nature existe en raison de fins qui donneraient leur sens à chaque réalité. C'est bien la fonction qui explique l'organe et non l'organe qui explique la fonction. Charles Darwin soutient cette hypothèse même s'il est contre le finalisme. Ainsi, dans *La logique du vivant*³, François Jacob⁴ remet en question cette notion de programme génétique en proposant plutôt les concepts « d'instructions » et de « plans d'architecture ». Nous le voyons, les théories mécanistes se heurtent à la difficulté de la finalité même de la notion de programme. Pour trouver une solution, les défenseurs du mécanisme contemporain proposent la notion de code, qui semble moins reliée à une forme de finalité, car faisant intervenir le hasard dans la production de cellules vivantes par le biais de l'ADN. Thomas Nagel⁵ dans « Quel effet ça fait d'être une chauve-souris ? »⁶, explique qu'en tant qu'expérience subjective, la connaissance de la vie nous est interdite. Il rappelle : « si je veux savoir quel effet cela fait à une chauve-souris d'être une chauve-souris, si j'essaie d'imaginer cela, je suis borné aux ressources de mon propre esprit, et ces ressources sont inadéquates pour cette tâche. »⁷ Le biologiste Jacob von Uexküll⁸ propose de considérer le vivant non plus comme un objet, mais comme un sujet en interaction avec un milieu. Il ne s'agit plus de disséquer ou d'analyser le vivant, mais au contraire d'établir une normativité⁹. Pour Georges Canguilhem¹⁰ ce qui caractérise le vivant, ce n'est plus un ensemble de lois mécaniques. Le vivant est capable de s'adapter à son milieu en établissant de nouvelles normes vitales. L'auteur soutient : « l'intelligence ne peut s'appliquer à la vie qu'en

¹Jacques Monod (1910-1976), biochimiste français, il est à l'origine de la mise en évidence du code génétique.

²La téléonomie in *Le Larousse* : « conception selon laquelle s'exerce, tout au long de l'évolution, une finalité de nature purement mécanique, tenant à la mise en œuvre par les êtres vivants du projet dont ils sont dotés ». <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/t%C3%A9l%C3%A9onomie/77105>

³François Jacob, *La logique du vivant*, ouvrage paru en 1970 aux éditions Gallimard.

⁴François Jacob (1920-2013) est un chercheur français en biologie. Il fut Prix Nobel de physiologie et de médecine en 1965 pour ses travaux sur les mécanismes génétiques se développant chez les bactéries et les bactériophages (avec Jacques Monod).

⁵Thomas Nagel (1937) est un philosophe américain. Il travaille sur la philosophie de l'esprit ainsi que la philosophie politique et l'éthique.

⁶Nagel Thomas, « What Is It Like to Be e Bat ? », 1974, *Philosophical Review* 83 : p. 435-450, trad. Franç. P. Engel, « Quel effet cela fait-il d'être une chauve-souris ? » dans *Questions mortelles*, PUF, 1983.

⁷Thomas Nagel, « What Is It Like to Be e Bat ? » p. 395.

⁸Jacob von Uexküll (1864-1944), naturaliste et biologiste allemand. Il a créé deux concepts : celui d'Umwelt (le monde extérieur) et celui d'Innenwelt (le monde intérieur).

⁹Normativité. Georges Canguilhem écrit : « Un vivant est normal dans un milieu donné pour autant qu'il est la solution morphologique et fonctionnelle trouvée par la vie pour répondre à toutes les exigences du milieu. » dans *Le normal et le pathologique*, Paris, PUF, 2009, article de Régine Detambel : http://www.regine-detambel.com/f/index.php?sp=liv&livre_id=1402.

¹⁰Georges Canguilhem (1904-1995) est un philosophe et médecin français. Il soutient que le vivant ne saurait être déduit des lois physicochimiques ; et que pour comprendre la vie est nécessaire de partir du vivant.

reconnaissant l'originalité de la vie. La pensée du vivant doit tenir du vivant, l'idée du vivant »¹. Alexandre Oparine², pour sa part, définit les êtres vivants comme étant des objets historiques que l'on ne peut pas comprendre si l'on ne connaît pas leur histoire. Le savant russe explique dans sa théorie sur l'origine de la vie datant de 1924, comment des molécules complexes ont pu apparaître à partir de molécule minérale simple, provenant de la soupe pré-biotique. Trente ans plus tard les hypothèses d'Oparine furent confirmées par les expériences de Stanley Miller qui a réussi à produire des acides aminés, qui sont des molécules qui entrent dans la composition des protéines.

Dans les entretiens de Sylvestre Huet³ regroupés dans le livre *De l'inerte au vivant une enquête scientifique et philosophique*⁴, le savant Patrick Forterre⁵ dit : « La définition de la vie relève en quelque sorte de choix philosophique de départ »⁶. Toujours dans le même livre, Christophe Malaterre⁷, lui, confie :

« Se poser la question de l'origine de la vie, c'est se poser une question métaphysique sur la nature du monde : savoir si l'on est dans une métaphysique dualiste qui comprendrait à la fois de la « matière » et de la « vie », pluraliste si on ajoute à cela « l'esprit », ou si on a, au contraire, une conception du monde entièrement matérialiste ou « physicaliste » comme on le dit aujourd'hui. Si je m'intéresse aux origines de la vie, c'est en partie pour essayer de voir dans quelle mesure on est capable d'apporter une explication naturaliste à ce phénomène qui a souvent été un prétexte à des positions métaphysiques dualistes ou pluralistes »⁸.

Pour la biologiste, Marie Christine Maurel⁹, la notion de vie est polysémique. Elle peut recouvrir un sens métaphysique alors que le vivant peut être appréhendé de manière scientifique et philosophique. Elle souligne le fait que la grande majorité des travaux scientifiques visent à

¹Georges Canguilhem *La Connaissance de la vie*, Paris, Vrin, 1965, pp. 12-13, 39.

²Alexandre Oparine (1894-1980), biochimiste soviétique. Il est l'auteur de la théorie chimique de l'origine de la vie sur Terre.

³Sylvestre Huet (1958), journaliste au quotidien *Libération*. Il est spécialisé dans l'information scientifique. Directeur de la collection 360, pour les éditions la ville brûle.

⁴*De l'inerte au vivant. Une enquête scientifique et philosophique*, de Patrick Forterre, Marie-Christine Maurel, Louis d'Hendecourt et Christophe Malaterre, aux éditions La ville brûle, 2013.

⁵Patrick Forterre (1949), chef d'équipe à l'Institut de génétique et microbiologie de l'université Paris-Sud et chef d'unité à l'Institut Pasteur ; membre senior de l'Institut universitaire de France.

⁶Patrick Forterre dans *De l'inerte au vivant. Une enquête scientifique et philosophique*, p. 45.

⁷Christophe Malaterre, professeur de philosophie des sciences à l'université du Québec à Montréal et chercheur associé au Centre interuniversitaire de recherche sur la science et la technologie.

⁸Christophe Malaterre dans *De l'inerte au vivant. Une enquête scientifique et philosophique*, p. 37.

⁹Marie Christine Maurel, professeure de biologie et de biochimie à l'université Pierre et Marie Curie (Paris VI) et directrice du laboratoire « Acides nucléiques et biophotonique ».

définir le vivant, cherchent à trouver ce qui ressemble à la vie telle que nous la connaissons déjà, au lieu d'être dans la marge, la frontière, le « ce qui ne marche pas »¹.

d) Définition scientifique du vivant

L'apparition en 1802 du terme « biologie », chez les naturalistes Gottfried Treviranus² et chez Jean-Baptiste de Monet de Lamarck³ nous indique à quel moment la science s'est véritablement accaparée la vie, le « vivant ». C'est à cette même période que les naturalistes Lamarck et Charles Darwin⁴ posent la question de la généalogie des espèces et de leur évolution. Puis au milieu du XIX^e siècle, Darwin propose sa théorie de l'évolution dans le livre *De l'origine des espèces*, qui s'oppose au créationnisme. Au début du XX^e siècle, deux grandes théories se dégagent. Celle de la panspermie⁵ et celle de la genèse évolutionniste. La première proposant que la vie vienne de l'espace, par semence, qu'elle a toujours été présente et qu'elle le sera toujours et partout dans l'univers. La seconde propose que la vie vienne d'une évolution à partir de la matière minérale inerte.

Le biologiste John Haldane⁶ et le biochimiste Alexandre Oparine, dès 1920, proposent que la vie soit apparue dans des mares ou des molécules chimiques et des éléments complexes composant une soupe pré-biotique⁷.

En 1950 une nouvelle étape est franchie avec la création de matière organique complexe, notamment des acides aminés⁸ par le chimiste Stanley Miller⁹.

Au final il y aurait cinq étapes indispensables pour passer de l'inerte à la matière organique produite par la vie : la première est la constitution d'une planète ayant les molécules

¹Marie Christine Maurel dans *De l'inerte au vivant. Une enquête scientifique et philosophique*, p. 47.

²Gottfried Treviranus (1776-1837) est naturaliste allemand. Le scientifique a contribué à la constitution de la biologie comme discipline autonome.

³Jean-Baptiste de Monet de Lamarck (1744-1829), naturaliste français. Ce savant est considéré comme le père de la biologie.

⁴Charles Darwin (1809-1882), naturaliste britannique, auteur du célèbre ouvrage *De l'origine des espèces*, publié en 1859 qui décrit théorie de la descendance modifiée par le moyen de la sélection naturelle.

⁵Panspermie est la théorie scientifique qui propose que la terre fût inséminée depuis l'extérieur, par des moyens non terrestres. Cette hypothèse fut proposée par Hermann Von Helmholtz en 1878.

⁶John Burdon Sanderson Haldane (1892-1964) est un généticien et biologiste britannique. Il s'intéresse à l'influence des sciences sur la société. On le considère comme le pionnier du transhumanisme. Il publie *Hérédité et politique*, trad. fr. éd. PUF, 1948.

⁷Soupe prébiotique désigne le milieu liquide et chaud dans lequel les premières cellules auraient vu le jour. On parle aussi de soupe primordiale.

⁸Acide Aminé : ce sont les éléments constitutifs des protéines. Les vingt acides aminés des protéines possèdent tous un groupement acide carboxylique(COOH) et une fonction amine(NH₂). Les acides aminés se différencient les uns des autres par l'existence d'un résidu « R » qui leur donne des caractéristiques chimiques propres.

⁹Stanley Miller (1930-2007), biologiste états-unien, est considéré comme le fondateur de la chimie des origines de la vie terrestre. Il mit au point l'expérience reproduisant de manière théorique les conditions thermiques et géologique a la surface de la terre. Cette expérience est dite de « Miller-Urey ».

élémentaires; la seconde est la présence de cellules de bases biologique (acides aminés, azote, et ses bases azotées); la troisième est la transformation de ces éléments pour obtenir des protéines¹ et des acides nucléiques ARN² et ADN³; la quatrième étant la séparation d'avec le milieu ambiant grâce à la production d'une membrane. Louis d'Hendecourt⁴ précise que pour les biologistes, la base d'un système vivant, est constituée d'une cellule avec une membrane qui permet un échange de l'intérieur vers l'extérieur et vice-versa. C'est même probablement un prérequis pour définir un système vivant qui puisse réconcilier la physique et la chimie avec la biologie : la cellule, système fermé en apparence, est ouverte sur l'extérieur et son métabolisme lui permet de créer de l'organisation - donc de l'ordre - et de rejeter de la chaleur et des déchets donc du désordre vers l'extérieur⁵. La cinquième et dernière étape est la mise en place de la fonction « reproduction » permettant à cette première cellule de transmettre ses caractéristiques à sa descendance.

La biologie⁶ est la science qui décrypte le vivant. Il y a de multiples façons de définir le vivant. Les phases sont la naissance, le développement, la reproduction et la mort. La théorie cellulaire publiée par Theodor Schwann⁷ en 1839 sous le titre *Recherches microscopiques sur la conformité de structure et de croissance des animaux et des plantes*, soutient que tous les organismes vivants sont formés d'une seule cellule ou de plusieurs (organisme uni ou pluricellulaire) d'une part et que, d'autre part, la cellule est toujours le fruit de la séparation d'une cellule antécédente en deux. La cellule « œuf » qui est produite par la fusion de deux cellules reproductrices, l'ovule (femelle) et le spermatozoïde (mâle), est l'exception qui confirme la règle. La vie se transmet. Deux caractéristiques essentielles d'un organisme vivant sont le fait qu'il peut se reproduire et échanger de l'information, de l'énergie, et aussi des matériaux.

¹Protéine : macromolécule constituée par l'association d'acides aminés unis entre eux par une liaison peptidique. Une grosse molécule organique composée d'une chaîne de plus de 100 acides aminés qui contiennent du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote, et parfois du soufre. La biochimie est une science qui étudie les protéines.

²ARN : acide ribonucléique. C'est le matériel génétique de nombreux virus. Chez les virus, il peut exister sous forme simple ou double brin. Dans les cellules, il existe de nombreux types d'ARN qui interviennent dans le mécanisme de synthèse des protéines et dans de nombreux mécanismes de régulation et/ou de défense antivirale.

³ADN : l'acide désoxyribonucléique, est le matériel génétique de toutes les cellules et de nombreux virus. Chez les virus, l'ADN peut exister sous forme de double hélice ou de simple brin.

⁴Louis d'Hendecourt, astrochimiste, est directeur de recherche au CNRS. Responsable de l'équipe « Astronomie et origines » à l'Institut d'Astrophysique Spatiale à Orsay.

⁵Louis d'Hendecourt, dans *De l'inerte au vivant. Une enquête scientifique et philosophique*, p. 99

⁶La biologie bio = vie ; logie = théorie, science.

⁷Theodor Schwann (1810-1882) est un biologiste, physiologiste allemand, que l'on considère comme l'un des précurseurs de l'histologie. En effet, c'est lui qui pose la cellule comme unité de base du vivant, que cela soit dans le règne végétal ou bien animal.

Les trois fonctions de bases des organismes vivants sont la nutrition, la reproduction et la relation. L'ensemble des facultés permettant l'approvisionnement en matière et en énergie, ainsi que le renouvellement et la pérennité d'un être vivant définissent la fonction nutrition. Cette dernière permet à l'organisme d'engranger la matière qui le constitue en empruntant à l'environnement des minéraux et des nutriments ou en absorbant d'autres organismes vivants. La fonction reproduction permet la pérennité de l'espèce. Il existe un grand nombre de moyens de procréation. Enfin la fonction de relation permet à l'organisme d'être renseigné et d'agir sur le milieu qui l'entoure.

Dans leurs essais respectifs, *Between Chance and Necessity : searching for the Definition and Origine of Life*¹ et *Fundamentals of Life*², les géo-biologistes Radu Popa³ et Gyula Palyi⁴, et leur équipe, ont répertorié plus de cent définitions de la vie ; ce qui en montre toute la complexité. Ainsi Christophe Malaterre confirme, dans le livre *De l'inerte au vivant - Une enquête scientifique et philosophique*, qu'il y a de multiples définitions de la vie et qu'elles peuvent se ranger en deux types : d'un côté, les définitions de type « liste » ; de l'autre, les définitions de type « modèle ». Dans la définition de type « liste », on définit la vie en disant que ceci est vivant si et seulement si, il possède toute une série de propriétés : reproduction, métabolisme, compartimentation, variation, auto-organisation, autonomie, etc. On retrouve ainsi un ensemble de définitions possédant un noyau commun autour de ces propriétés que sont la reproduction, la variation et éventuellement la compartimentation ou encore le métabolisme, mais qui vont inclure dans certains cas de petites spécificités sur lesquelles bon nombre de scientifiques et de philosophes vont être en désaccord. Les définitions de type « modèle », pour leur part, cherchent à caractériser le vivant par un modèle de fonctionnement. Ce type de définition inclut, par exemple, celle dite du « chemoton »⁵ de Tibor Ganti⁶ et d'autres encore selon lesquelles ce qui est vivant doit fonctionner selon tel ou tel modèle proposé.

¹Radu Popa, *Between Chance and Necessity : searching for the Definition and Origine of Life*, Berlin, Springer-Vergag, 2004.

²Gyula Palyi, *Fundamentals of Life*, Elsevier, 2002.

³Radu Popa (1949) astrobiologiste et microbiologiste roumain. A écrit *Between Chance and Necessity : searching for the Definition and Origine of Life*, Springer-Vergag paru en 2004. Il travaille à l'université de Portland aux USA.

⁴Gyula Palyi (1936), chimiste hongrois. Il travaille sur la biochimie et les fondamentaux de la vie. Le scientifique fut récompensé du prix de la médaille Nationale de biologie attribuée par l'Académie hongroise.

⁵Chemoton est un modèle abstrait pour expliquer l'unité fondamentale de la vie proposée par le biologiste théoricien Tibor Ganti en 1952. T. Ganti propose que le Chemoton soit l'ancêtre commun de tous les organismes. Le Chemoton est constitué de trois sous-systèmes catalytiques interdépendants (constituant un système métabolique) et d'une membrane qui enveloppe l'ensemble des constituants.

⁶Tibor Ganti (1933-2009), biochimiste hongrois. Il a introduit la théorie du Chemoton pour expliquer les origines de la vie. Il a modernisé la théorie plus ancienne de la proto-cellule. Ganti a eu l'idée de base en 1952, puis en a

Christophe Mallaterre rappelle, dans le même livre, qu'il existe de nombreux contre-exemples qui mettent en défaut les définitions de type « liste » ou « modèle » ; ainsi, les structures cristallines sont capables de réplication et d'auto-organisation, ou bien la flamme d'une bougie qui s'auto-entretient. Il évoque également le cas très controversé des virus. L'auteur poursuit en nous invitant à ne plus rester dans l'opposition inerte/vivant mais à accepter qu'il y ait un entre-deux.

2) La vie artificielle : une simulation

a) Introduction : origine du terme de « vie artificielle »

C'est aux États-Unis en 1989, à l'université de Santa Fe, que le terme de « vie artificielle » a vu le jour. La première définition de la vie artificielle fut le fruit du travail du groupe de scientifique dirigé par Christopher Langton¹. Elle débute ainsi :

« La vie artificielle est l'étude de systèmes construits par l'Homme qui présentent des comportements caractéristiques des systèmes vivants naturels »².

L'auteur parle de comportements et non pas de ressemblance, ce qui montre que pour lui la vie artificielle a pour objectif d'être sur le même pied d'égalité que la vie naturelle. Mais revenons quelques décennies auparavant pour assister à l'émergence des Sciences de l'artificiel. Dès 1969, le prix Nobel d'économie Herbert Simon³ en avait posé les bases théoriques dans son livre *Les Sciences de l'artificiel*⁴ ; au travers notamment des concepts d'Artefact, de Concepteur et Conception et enfin de Sciences de l'Artificiel. Pour Simon, l'artefact peut être un objet tangible ou non (comme une chaise ou une application), un dispositif (une maison par exemple) ou un environnement (une organisation) créés par lui, pour répondre à ses besoins et penser par un concepteur. Ce dernier peut être « institué » (comme un ingénieur) ou non. Par contre la conception passe par plusieurs étapes : l'identification, la formulation et la résolution du

formulé le concept en 1971 dans son livre dans son livre *The Principles of Life*, Oxford University Press, 1971, qui a été traduit en français en 2003.

¹Christopher Langton (1948), scientifique et philosophe états-unien. Précurseur de la vie artificielle, vers la fin des années 1980, il en propose le terme. Ses travaux touchent à la simulation informatique et aussi aux questionnements philosophiques sur la nature de la vie artificielle.

²Avec cette citation C. Langton se base sur celle d'Herbert Simon dans son livre *Les Sciences de l'artificiel*. Ainsi Simon considère que l'artificiel est certes une imitation du réel, sans pour que cela corresponde à une parfaite identité entre les deux systèmes.

³Herbert Alexander Simon (1916-2001) est un théoricien états-unien. Ses travaux ont permis de grandes avancées dans les domaines des sciences économiques et sociales ainsi que dans le développement de l'intelligence artificielle et des sciences cognitives.

⁴ Herbert Alexander Simon, *Les Sciences de l'artificiel*, 1968. Edition française : Simon, H. A. (1996/2004). *Les sciences de l'artificiel* (J.-L. L. Moigne, Trans. 3 ed.). Paris: Gallimard.

problème. Enfin, le concept de sciences de l'artificiel, émerge, en opposition avec les sciences de la nature. Pour Simon, une science de l'artificiel vise à comprendre ce qu'est un artefact, pour mieux en rationaliser l'usage. Elle aurait un fondement empirique, mais aussi théorique. Les travaux de Simon ont eu un impact important sur la réflexion de Langton qui écrit :

« En tentant de synthétiser des comportements semblables au vivant au sein d'ordinateurs et d'autres substrats artificiels. En étendant les fondements empiriques sur lesquels la biologie est basée au-delà de la vie à base de carbone qui a évolué sur Terre, la vie artificielle peut contribuer à la biologie théorique en positionnant la vie telle que nous la connaissons au sein d'un espace plus large : la vie telle qu'elle pourrait être »¹.

Langton propose que le but des programmes de vie artificielle soit de réaliser des alternatives à la vie basée sur la chimie des chaînes carbonées, en proposant de créer des formes de vies au sein de systèmes informatiques, ou d'autres systèmes restant à définir ou à inventer. En fait, il s'agissait pour lui d'élargir la définition du vivant de ce que nous connaissons à ce que nous pouvons créer :

« Le but ultime de la vie artificielle serait de créer la « vie » dans un autre substrat, idéalement un substrat virtuel où l'essence de la vie aurait été abstraite des détails de sa mise en œuvre dans quelque substrat que ce soit. Nous aimerions construire des modèles qui soient si semblables au vivant qu'ils cesseraient d'être des simulations de la vie pour en devenir des exemples »².

La vie artificielle, trente ans plus tard, est devenue une science transdisciplinaire bien établie. Elle est la rencontre de l'informatique, de la biologie, de la robotique, des sciences cognitives et de l'intelligence artificielle. Même si la science artificielle de Simon peine à se constituer, peut-être parce qu'elle n'a pas suffisamment déterminé son objet d'étude, la problématique de la définition de la vie artificielle, quant à elle, demeure toujours d'actualité dans le monde scientifique.

b) Définition scientifique de la vie artificielle

Comme beaucoup d'autres scientifiques, le biologiste John Stewart³ propose une définition sous forme de liste se formulant ainsi :

« L'être humain a contribué au processus d'apparition de tout système de vie artificielle. Évidemment nous ne pouvons pas parler d'un produit artificiel si nous le trouvons dans la nature. Un système de vie artificielle est autonome. Il n'existe

¹Langton C. G., *Artificial Life I*, Addison-Wesley, 1989, p. 1

²Langton C. G., « Studying Artificial Life with Cellular Automata », *Physica D*, 22, 1986, p. 147

³John Stewart, biologiste britannique, est chargé de recherches au CNRS autour des questions relatives à la modélisation et l'analyse des données. Auteur de *La vie existe-t-elle ? Réconcilier génétique et biologie*, paru à Paris, Vuibert, 2004.

pas de robot ayant une complète autonomie (énergétique, fonctionnelle, indépendant de son environnement). Un système de vie artificielle est en interaction avec son environnement. Il en a une perception et parfois même une représentation. Cette perception aura une influence sur ces actions de système. Il y a émergence¹ de comportements dans un système de vie artificielle. Un système de vie artificielle peut se reproduire lui-même. Un système de vie artificielle possède une capacité d'adaptation. Un système de vie artificielle n'est pas une unité »².

Comme pour le vivant, cette liste de propriétés n'est pas validée par tous les scientifiques. Nous pouvons dire que les quatre premières font l'objet d'un consensus général. Il semble indispensable que des comportements, non programmés, voient le jour dans un système artificiel ; c'est ce que les chercheurs qualifient d'émergence. Cette émergence est dite faible si elle est constatée par un observateur extérieur à l'objet et quelle est réductible par des lois de la physique. Par contre cette émergence est dite forte si elle est imprévisible même avec les précédentes lois. L'émergence forte met souvent en action des processus mentaux ou biologiques difficilement prédictibles. De ces réflexions découle chez bon nombre de futurologues et transhumanistes, l'idée de « singularité technologique ». Une seconde définition de la « singularité » consiste en l'émergence d'une conscience artificielle qui serait attendue vers 2030.

Une autre propriété nécessaire à la vie artificielle est la capacité de reproduction. En l'état actuel de la science artificielle, elle n'est effective que pour les automates cellulaires informatiques. En robotique l'objectif est bien loin d'être atteint ! Dans les sous chapitres consacrés à la vie artificielle informatique nous reviendront sur ces nombreuses interrogations. Pour le moment nous évoquerons l'histoire de la vie artificielle avec les premières machines capables d'imiter des fonctions et des comportements naturels.

c) Simulation mécanique : les automates

Le Larousse propose la définition suivante pour les automates : « machine qui, par le moyen de dispositifs mécaniques, pneumatiques, hydrauliques, électriques ou électroniques, est capable d'actes imitant ceux des corps animés. » Nous le voyons bien, la question de l'imitation est centrale chez l'automate, comme dans la vie artificielle. Afin d'avoir une vue générale sur

¹Émergence : apparition d'une propriété nouvelle inattendue et inexplicée, issue de la rencontre des composants du premier niveau. La conscience et la vie sont deux exemples classiques de phénomènes proposés comme émergents.

²Jérôme Damelinourt, *La définition de la vie artificielle*, <https://www.futura-sciences.com/tech/dossiers/robotique-introduction-vie-artificielle-19/page/3/>

le sujet des automates, citons des auteurs comme Alexander Buchner¹, Pierre Devaux², Pierre Latil³ et Eliane Maingot⁴ et Jessica Riskin⁵ qui, chacun dans leur domaine d'expertise, apportent un éclairage sur la question.

Dans l'ouvrage d'Alfred Chapuis⁶, *Les Automates. Figures artificielles d'hommes et d'animaux. Histoire et Techniques*⁷ co-écrit avec l'aide du mécanicien Edmond Droz, nous découvrons que, contrairement à la pensée dominante, l'histoire des automates remonte à une période qui se situe bien avant la Renaissance. Ainsi les auteurs décrivent les automates primitifs et les masques articulés dont les origines étaient issues des civilisations égyptienne, chinoise, assyrienne, voire précolombienne.

Les auteurs, pour ce qui est de l'Égypte, donnent deux exemples d'automatisme. Le premier est celui d'une statue du dieu Râ qui choisissait parmi une série de postulant le futur Pharaon, en le pointant de la main, excluant ainsi les autres candidats de façon divine aux yeux du peuple ; rituel renforçant ainsi la légitimité de ce nouveau dieu sur terre. Le second mécanisme peut être compris grâce au traité *Les Pneumatiques*⁸ de Héron d'Alexandrie et à son théorème numéro 37. Ce dernier a pour titre « Construction d'une chapelle, telle qu'en allumant du feu, les portes s'ouvrent toutes seules et se ferment quand le feu est éteint »⁹. Le savant grec y décrit précisément l'automatisme qu'il a pu observer dans un temple égyptien.

Dans cet ouvrage, Héron d'Alexandrie¹⁰ et Philon de Byzance¹¹ proposent toute une série d'expériences à réaliser à partir des propriétés de l'air. Leur but était de mettre en ordre les découvertes de leurs prédécesseurs et d'y ajouter les leurs, afin d'aider les recherches des

¹Alexander Buchner (1827-1904) est un écrivain et professeur de littérature française. Auteur du livre *Mechanical Musical Instruments* traduit par Iris Urwin et publié en 1978 par Batchworth Press London

²Pierre Devaux (1897-1969), ingénieur et polytechnicien français. Il est écrit de la science-fiction ainsi que des livres de vulgarisation scientifique, comme *Automates, automatisme, automation*, Paris, PUF, 1961.

³Pierre de Latil (1905) est un journaliste français connu pour ses ouvrages de vulgarisation et auteur d'*Il faut tuer les robots*, Paris, chez Grasset, 1957.

⁴Eliane Maingot, est l'auteure de *Les automates*, Paris, Hachette, 1959.

⁵Jessica Riskin, scientifique états-unienne, est professeure à l'université de Standford. Son ouvrage le plus connu est *Genesis Redux*, un essai sur l'histoire et la philosophie de la vie artificielle, publié en 2007.

⁶Alfred Chapuis (1880-1958), scientifique suisse, est un pionnier de l'histoire de l'horlogerie. Il écrivit plusieurs ouvrages et articles de référence et produisit des documentaires visuels. Prix de l'Académie des sciences de Paris 1928. Docteur honoris causa (Neuchâtel, 1938).

⁷ Alfred Chapuis et Edmond Droz, *Les Automates. Figures artificielles d'hommes et d'animaux. Histoire et Techniques*, paru en 1949, à Neuchâtel.

⁸Héron d'Alexandrie et Philon de Byzance, *Les Pneumatiques*.

⁹*Id.*, *Les Pneumatiques*, chapitre XXX.

¹⁰Héron d'Alexandrie (-10, -70), ingénieur, mathématicien et mécanicien grec. Aussi appelé Héron l'ancien, Il est l'auteur de nombreux essais sur la mécanique et l'utilisation des gaz mis sous pression grâce à la chaleur (la thermodynamique).

¹¹Philon de Byzance (-280, -220) est un savant grec. Il a laissé deux ouvrages majeurs dans lesquels il présente ses inventions : *le Livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques* et *le Traité des automates*. Ainsi que de nombreux traités techniques sur les fortifications ou sur les clepsydres.

mathématiciens. Ils y traitent du vide, des siphons, des appareils (parties de mécanismes plus importants) et des automates.

Dans le volume 4 de l'ouvrage *Sciences and Civilization in China*, l'historien et biochimiste Joseph Needham¹ démontre que l'utilisation de marionnettes mécaniques en Chine remonte à la dynastie Qin² (221-207 avant J-C). C'est au III^e siècle avant Jésus-Christ que l'on peut situer l'essor de l'art des marionnettes mécaniques. A cette période l'ingénieur en mécanique Ma Jun³ fut célèbre pour la réalisation d'un théâtre entièrement composé d'automates mus par une roue hydraulique. Cette création était bien plus complexe que l'ensemble des marionnettes mécaniques découvertes par Liu Bang, le premier empereur de la dynastie Han⁴. Joseph Needham explique :

« Le théâtre d'automates était similaire à celui d'un modèle inventé par Héron d'Alexandrie, à la différence près que ce dernier utilisait à la place, une roue cylindrique rotative avec des cordes et des poulies pour faire fonctionner son théâtre mécanique »⁵.

Plus loin l'auteur décrit le théâtre mécanique de Ma Jun dans un passage tiré du *Sanguo Zhi, Histoire des Trois royaumes* :

« Certaines personnes offraient à l'empereur un théâtre de marionnettes, qui pouvait être installé dans diverses scènes, mais toutes immobiles. L'empereur a demandé si l'on pouvait les faire bouger, et Ma Jun a dit qu'ils le pouvaient. L'empereur a demandé s'il était possible de rendre le tout plus ingénieux, et encore une fois, Ma Jun a dit oui, et a accepté le commandement de le faire. Il prit un gros morceau de bois et le façonna en une roue qui tournait en position horizontale par la puissance de l'eau invisible. Il arrangea en outre des images de chanteuses qui jouaient de la musique et dansaient, et lorsqu'une marionnette particulière apparut, d'autres hommes de bois battaient des tambours et soufflaient sur des flûtes »⁶.

Un autre ingénieur de la dynastie suivante Jin s'est illustré dans cet art des automates : Qu Zhi⁷. Ce brillant inventeur construisit non seulement des maisons de poupées automatisées

¹Joseph Terence Montgomery Needham (1900-1995). Est un biochimiste britannique. Le scientifique a connu une renommée mondiale en menant des recherches sur l'histoire des sciences et des techniques dans la civilisation chinoise. Il est l'auteur de l'ouvrage *Science and Civilization in China*. La citation est tirée du Volume 4, « Physics and Physical engineering », Part 2, « Mechanical Engineering », Taipei, Caves Books 1986.

²La dynastie Qin dirigea l'empire chinois de 221 à 206 av. J.-C. Elle unifia la Chine. Les empereurs Qin ont mis en place des frontières et des instances politiques qui ont duré 2 000 ans.

³Ma Jun, prénom social Deheng (德衡) (220-265), Est un ingénieur en mécanique chinois. Il inventa une sorte de boussole : le chariot pointant le sud.

⁴La dynastie Han (chinois simplifié : 汉朝 ; chinois traditionnel : 漢朝 ; pinyin : hànháo ; chinois archaïque : 𦏧𦏶𦏵 𦏧𦏶𦏵 1) régna sur la Chine de 206 av. J.-C. à 220 apr. J.-C. Deuxième des dynasties impériales, elle succéda à la dynastie Qin (221 - 206 av. J.-C.) et fut suivie de la période des Trois Royaumes (220 - 265).

⁵Joseph Needham, *Science and Civilization in China*, volume 4 : Physics and Physical Technology, Part 3 : Civil Engineering and Nautics, Cambridge university, 1962.

⁶*Id.*, *ibid.*, p. (?)

⁷Qu Zhi Inventeur chinois de la dynastie Jin (晉1, 265-420), divisée en Jin occidentaux ou Jin de l'Ouest ou Xi Jin (西晉)(265-316) et Jin orientaux ou Jin de l'Est ou Dong Jin (東晉)(316-420), succède au Royaume de Wei

comme ses prédécesseurs, mais aussi une scène complète de marché avec des rats comme sujets. Ce « marché des rats » avait des statuettes qui fermaient automatiquement les portes lorsque les rats voulaient s'enfuir grâce à un système hydraulique caché aux yeux des spectateurs.

Dans l'Antiquité, les Grecs ont créé des automates remarquablement avancés et des effets spéciaux mécaniques, dont beaucoup ont été utilisés dans leurs temples. Le musée Kotsanas, situé près de la Ville d'Olympia, dédié aux technologies de la Grèce Antique, fait découvrir une partie de ces automates reconstruits par Kotsas Kotsanas¹ à partir d'instructions de Heron d'Alexandrie ou de Philon de Byzance. Ce dernier, comme Heron d'Alexandrie, a une collection qui lui est dédiée nommée : « les automates de Philon de Byzance ». Dans cette reconstitution d'objets, il est possible de découvrir ce qui semble être le premier robot conçu par l'Homme :

« La servante-robot de Philon ». Le dispositif est décrit comme suit : « Voici un automate anthropomorphe, ayant l'apparence d'une servante qui tient une cruche dans sa main droite. Lorsque le visiteur posait une coupe dans sa main gauche, la « servante » versait automatiquement du vin d'abord, puis de l'eau »².

Dans le texte *Nuits attiques*³ de Aulu-Gelle⁴, l'auteur explique que Archytas de Tarente⁵, un ami de Platon, a construit un pigeon en bois qui se déplace à la vapeur :

« C'était le premier objet volant autopropulsé, apparu dès l'Antiquité. Il se composait d'une coque légère, mais résistante qui avait la forme approximative d'une colombe ou d'un pigeon, et qui contenait une vessie de gros animal. Le pigeon aérodynamique était placé contre une chaudière étanche, dont l'ouverture était raccordée à celle de la vessie (on pouvait aussi utiliser un cylindre à air comprimé). Lorsque la pression de la vapeur ou de l'air dépassait la résistance mécanique du raccord, le pigeon s'élançait et poursuivait son vol sur quelques centaines de mètres, sous l'effet de la pression du gaz comprimé éjecté de la vessie selon le principe de la réaction »⁶.

de la période des Trois royaumes de Chine et compte en tout 15 empereurs. <http://historymesh.com/object/water-powered-puppet-theatre/?story=automatons>

¹Konstantinos Kotsanas (1963), ingénieur en mécanique grec. C'est à l'université Polytechnique de Patras qu'il a étudié la mécanique. L'ingénieur a ensuite développé ses recherches sur la technologie grecque antique.

²La servante-robot de Philon est certainement le premier automate humanoïde. L'automate tenait une cruche dans sa main droite, elle servait automatiquement le liquide si l'on posait une coupe dans sa main gauche.

Source : <http://kotsanas.com/fr/exh.php?exhibit=0401001>

³Aulu-Gelle, *Nuits attiques*. L'ouvrage est une compilation de 20 livres de notes datant du II^e siècle. Ces notes traitent de divers sujets comme le langage, la philosophie, l'arithmétique. Source : <http://kotsanas.com/fr/exh.php?exhibit=2001001>

⁴Aulu-Gelle (130-180). Philosophe littéraire et juge romain. Parallèlement à sa carrière de juge, il est l'auteur des *Nuits attiques*.

⁵Archytas de Tarente (-440, -360), scientifique et philosophe grec. Il fut un grand mathématicien dont les travaux ont inspiré Platon et Euclide. Il mit au point un projectile propulsé par la vapeur.

⁶Aulu-Gelle, *Nuits attiques*, II^e siècle. L'ouvrage est une compilation de 20 livres de notes datant du II^e siècle. Ces notes traitent de divers sujets comme le langage, la philosophie, l'arithmétique.

Enfin Héron d'Alexandrie décrit le fonctionnement de plusieurs automates d'oiseaux dans son traité *Pneumatiques*.

Après le déclin de la Grèce et de Rome, l'intérêt pour les automates a été rallumé en Mésopotamie. Au VIII^e siècle, le Calife Al-Mahmoun¹ créa une Maison de la Sagesse, une bibliothèque ainsi que plusieurs observatoires à Bagdad. Dans ces lieux où les écrits des grecs étaient traduits en langue arabe, un grand nombre d'érudits purent se former : Al-Khawarizmi, Thabit ibn Qurra, Al-Kindi sont quelques noms bien connus. Mais les plus célèbres de cette période sont certainement les frères Banu-Musâ², qui grâce à leur ouvrage *Livre de la mesure des figures planes et sphériques*³, ont apporté un changement conceptuel autour de la notion de nombre. Un autre traité nommé *Livre des dispositifs ingénieux*⁴ consigne une centaine de plans pour la réalisation d'appareils mécaniques. Selon l'université de Grenoble,

« Un de leurs chefs d'œuvres est un orgue hydraulique entièrement automatique, qui fonctionnait avec des rouleaux à picots : un principe encore utilisé de nos jours. Une autre de leurs inventions musicales, la flûte automatique, est considérée comme la première machine programmable »⁵.

Au XIII^e siècle, s'inspirant des travaux des frères Banu-Musâ, l'érudit et ingénieur Al-Jazari⁶ créa une cinquantaine d'appareils mécaniques. Il utilisa également les clepsydres, le vilebrequin dans des machines ou des pompes pour l'irrigation. Concernant les automates, on lui doit une fontaine de paon très réaliste, et surtout l'horloge d'éléphant. Ces deux automates ont pleinement utilisé des inventions mécaniques des savants grecs et arabes. Al Jazari consigna lui aussi toutes ces inventions dans différents ouvrages. *Le livre de la connaissance des procédés mécaniques* est l'un des traités les plus importants de cette époque. Il existe des copies de ce livre à Topkapi à Istanbul, au Musée des Beaux-Arts à Boston et au Louvre à Paris ainsi qu'à la Bibliothèque d'Oxford.

¹Al-Mahmoun (786-833) était un calife abbasside pratiquant du mutazilisme qui régna de 813 à 833. Le règne d'Al-Ma'mûn fut une grande réussite sur le plan culturel. Le calife s'est particulièrement intéressé au travail des savants, surtout de ceux qui connaissaient le grec. Il avait réuni à Bagdad des savants de toutes les croyances, qu'il traitait magnifiquement et avec la plus complète tolérance.

²Les frères Banu-Musâ (env 800 - env860), Jafar Muhammed, Ahmed et Al-Hassan ont eu pour père Musâ Ibn Shakir. Ils furent parmi les premiers savants arabes à travailler sur les traités grecs.

³*Id.*, le *Livre de la mesure des figures planes et sphériques*, est une étude sur les propositions scientifiques d'Archimède et le nombre pi.

⁴*Id.*, le *Livre des dispositifs ingénieux*, paru en 850 Av. JC

⁵*Id.*, source Université Joseph-Fourier, UJF Grenoble, 2011 <https://ljk.imag.fr/membres/Bernard.Y-cart/mel/nr/node19.html>

⁶Al-Jazari Al-Djazari (1135-1206) est un ingénieur Irakien. Son vrai nom est Badii al-Zamane Abu al-Izz Ismaël ibn al-Razzaz al-Djazari et est surnommé Al-Djazari en raison de son origine d'al-Djazira en Mésopotamie. Il est l'un des plus grands ingénieurs du monde arabe au Moyen Âge.

L'horloge d'éléphant d'Al-Jazari créée en 1206 est son dernier chef d'œuvre (fig. 2, p. 2). En 2006 les ingénieurs en ont réalisé une réplique grandeur nature qui se trouve actuellement à Dubaï. Cette copie fait environ 7 mètres de hauteur et pèse 7 tonnes. Cette horloge fait appelle à plusieurs mécanismes dont le principal est une clepsydre¹ possédant un flotteur positionné dans le ventre plein d'eau de l'éléphant en métal. Ce flotteur se remplit et se vide à intervalles réguliers, permettant d'actionner des mécanismes mettant en mouvement des automates donnant l'heure en produisant différentes sonorités. Cette œuvre est passionnante pour ses qualités mécaniques, mais aussi pour son pluriculturalisme technologique. En effet les civilisations asiatique, africaine et européenne s'y rencontrent. La Chine est évoquée par le biais du dragon, l'Égypte grâce au phénix, la Grèce antique par les apports liés aux techniques hydrauliques.

Les automates les plus célèbres du XVIII^e siècle sont certainement ceux de Jacques de Vaucanson², dont le *Flûteur automate*, le *Joueur de tambourin* et surtout le *Canard digérateur*, qui démontrèrent l'extraordinaire capacité d'analyse et d'imitation de la nature qu'avaient acquis les sciences et les techniques du siècle des Lumières.

Après avoir prononcé ses vœux en 1727 confirmant ainsi une brève vocation religieuse, Vaucanson fait des études de mécanique, de physique, de musique et d'anatomie entre 1728 et 1731. C'est durant cette période qu'il rencontre les chirurgiens Claude-Nicolas Le Cat³ et François Quesnay⁴ qui l'encouragent à créer des êtres artificiels afin de mettre en évidence la plupart des fonctions biologiques chez l'être humain ou l'animal. Il réalise le *Joueur de flûte*, son premier androïde, entre 1733 et 1738. Il s'agit d'une statue de taille humaine, assise sur un rocher et présentée sur un piédestal dissimulant le mécanisme. Cette œuvre est une prouesse technique de par sa ressemblance avec un être humain, mais surtout par la qualité de la musique produite par cette machinerie. Le son créé par la flûte traversière est réalisé grâce à trois tuyaux eux-mêmes alimentés chacun par trois soufflets de puissances différentes qui vont à la bouche de l'automate. Les lèvres et les doigts activent la flûte (ou un autre instrument à vent similaire) grâce à un système d'arbre à cames qui produit des mouvements verticaux grâce à un cylindre

¹Une clepsydre est une horloge qui mesure le temps grâce à l'écoulement régulé d'un liquide, le plus souvent de l'eau, remplissant ou vidant un récipient gradué.

²Jacques de Vaucanson (1709-1782). Inventeur et mécanicien Français. Nous lui devons plusieurs automates célèbres : le *Flûteur automate*, le *Joueur de tambourin* et surtout le *Canard digérateur*. Il entre à l'Académie royale des sciences en 1746 après avoir présenté son essai, *Le Mécanisme du fluteur automate présenté à messieurs de l'Académie royale des sciences* en 1738.

³Claude-Nicolas Le Cat (1700-1768). Chirurgien Français. Il fut un précurseur en matière de chirurgie du XVIII^e siècle. Le Cat inventa également un instrument pour la taille vésicale, le Gorgeret-cystotome.

⁴François Quesnay (1694-1774) est un médecin et économiste français. Il contribua à créer l'école des Physiocrates : la première école en économie. Il fut conseiller du roi Louis XV.

de bois couvert de picots. Ces mouvements sont récupérés par des bielles qui transforment les différents déplacements des doigts pour boucher les trous.

L'inventeur présenta ses recherches à l'académie des sciences en 1738 dans un mémoire intitulé *Le Mécanisme du flûteur automate présenté à messieurs de l'Académie royale des sciences* dont voici le compte rendu fait par l'académie des sciences :

« L'Académie ayant entendu la lecture d'un Mémoire de Monsieur Vaucanson contenant la description d'une statue de bois, copiée sur le faune en marbre de Coysevox, qui joue de la flûte traversière, sur laquelle elle exécute douze airs différents avec une précision qui a mérité l'attention du public, et dont une grande partie de l'Académie a été le témoin, elle a jugé que cette machine était extrêmement ingénieuse, que l'auteur avait dû employer des moyens simples et nouveaux, tant pour donner aux doigts de cette figure les mouvements nécessaires que pour modifier le vent qui entre dans la flûte, en augmentant ou diminuant la vitesse suivant les différents tons, en variant la disposition des lèvres et faisant; Se mouvoir une soupape qui fait les fonctions de la langue ; enfin, en imitant par art tout ce que l'homme est obligé de faire, et qu'en outre cela, le Mémoire de Monsieur de Vaucanson avait toute la clarté et la précision dont cette machine est susceptible, ce qui prouve l'intelligence de l'auteur et ses grandes connaissances dans les différentes parties de la mécanique »¹.

L'étude fut accueillie favorablement par l'institution scientifique française ; elle put être consultée par les académiciens et plus tard, par les lecteurs de revues de vulgarisation comme l'*Universal Magazine of Knowledge and Pleasure de Londres*. Enfin le *Flûteur automate* put être admiré par le public, à de nombreuses occasions, comme, durant l'exposition dans le grand salon de l'hôtel de Longueville, et dans d'autres lieux, des capitales française et anglaise jusqu'à sa disparition au début du XIX^e siècle. Jacques de Vaucanson réalisa un second androïde de taille humaine : le *Joueur de flûte et de tambourin*. Jean-Claude Heudin² dit dans son ouvrage *Les créatures artificielles* :

« Homme de grandeur naturelle habillé en berger provençal qui joue vingt airs différents sur le flûtet de Provence, appelé galoubet, d'une main et du tambourin de l'autre avec toute la précision et perfection de même qu'un habile joueur »³.

Le *Joueur de tambourin* dépasse en complexité et précision le *Joueur de flûte*. Non seulement il jouait de deux instruments, mais la musique qu'il produisait était meilleure que celle des musiciens humains, selon Vaucanson :

« L'Automate surpasse en cela tous nos joueurs de tambourin, qui ne peuvent remuer la langue avec assez de légèreté, pour faire une mesure entière de doubles

¹Académie des sciences, compte-rendu de l'entretien avec Jacques de Vaucanson, Paris,1738

²Jean-Claude Heudin (1957) est un scientifique français. Il s'intéresse aux domaines de l'intelligence et à la vie artificielle. Son ouvrage de référence est *Les Créatures artificielles : des automates aux mondes virtuels*, 2008

³Jean-Claude Heudin, *Les Créatures artificielles : des automates aux mondes virtuels*, p 94

croches toutes articulées. Ils en coulent la moitié & mon Tambourin joue un air entier avec des coups de langue à chaque note »¹.

Cette œuvre est présentée en même temps que son troisième automate le plus sophistiqué, le *Canard digérateur* (fig. 3, p. 3). Jacques de Vaucanson explique son projet :

« Toute la mécanique du canard artificiel sera vue à découvert, mon dessein étant plutôt de démontrer, que de montrer simplement une machine. Peut-être que quelques dames, ou des gens qui n'aiment que l'extérieur des animaux, auraient mieux aimé le voir tout couvert ; mais outre que cela m'a été demandé, je suis bien aise qu'on ne prenne pas le change, et qu'on voie tout l'ouvrage intérieur. Je crois que les personnes attentives, sentiront la difficulté qu'il y a eu de faire à mon automate tant de mouvements différents »².

Il s'agit donc pour lui de sortir de l'imitation du simulacre pour rentrer dans une démonstration à caractère scientifique et technique.

« Toute cette machine joue sans qu'on y touche quand on l'a montée une fois. J'oubliais de vous dire que l'animal boit, barbote dans l'eau, croasse comme le Canard naturel. Enfin j'ai tâché de lui faire faire tous les gestes d'après ceux de l'animal vivant, que j'ai considéré avec attention »³.

Contrairement à ses deux Androïdes précédents, qui imitent la nature par un traitement réaliste d'aspect extérieur (leur anatomie, vêtements, peau etc.), le canard, lui, est en métal, en cuivre doré plus précisément. Il s'agit bien d'une machine, précieuse certes, mais elle est bien artificielle. Le premier exploit ne se situe pas dans son aspect formel, mais dans sa construction reproduisant de façon très précise les mouvements des pattes et des ailes du volatile. Mais là où le projet devient encore plus surprenant, c'est dans la capacité de reproduction d'une fonction naturelle dont Vaucanson a doté son canard artificiel. Comme le dit Alexis Tadié⁴ dans son essai *Des machines et des hommes*, nous sommes à la frontière entre le Mécanisme et le Vivant.

Sur ce point, il convient de faire référence à l'œuvre *Cloaca* de l'artiste contemporain Wim Delvoye⁵, présentée en 2000 en Belgique. Cette œuvre représente un tube digestif (humain cette fois). La mise au point du dispositif a débuté en 1992 avec le concours d'une équipe composée de scientifiques et d'ingénieurs, et s'est achevée huit années plus tard pour un coût approximatif de 200 000 dollars. Ces recherches ont abouti sur une première version de *Cloaca*

¹Jacques de Vaucanson, *Le Mécanisme du flûteur automate présenté à messieurs de l'Académie royale des sciences*. Paris, chez Jacques Guerin, Imprimeur-Librairie, Quai des Augustins, 1738, p.310

²*Id.*, *ibid.*, p. 20.

³*Id.*, *ibid.*, p. 21.

⁴Alexis Tadié (1963), professeur français, travaille à l'Université Paris-Sorbonne. Auteur de *Des machines et des hommes*, Sillages critiques, 14, 2012.

⁵Wim Delvoye (1965), artiste contemporain. Il réalise des œuvres incluant de la sculpture, du dessin, des animaux vivants tatoués, des vitraux et des photographies aux rayons X. Delvoye rassemble ironiquement les extrêmes de la culture.

dont les caractéristiques techniques sont les suivantes : 12 mètres de long sur 2,8 mètres de largeur et 2 mètres de hauteur. Il y a six ballons en verre contenant des sucres digestifs, des bactéries enzymes et acides. L'ensemble est relié par des tuyaux et des pompes qui, au final, produit des excréments. De sa machine Wim Delvoye dit :

« J'ai d'abord eu l'idée de faire une machine nulle, seule, avant de concevoir une machine à faire du caca (...) J'ai cherché un truc compliqué, difficile à faire, et cher, et qui ne mène à rien »¹.

Avec plus de 260 années d'écart, les projets de Jacques de Vaucanson et de Wim Delvoye semblent identiques, c'est-à-dire produire un automate qui digère. Pourtant pour le mécanicien français il s'agit de construire une machine utile, capable de démontrer que des céréales peuvent être digérées par un canard (mécanique) ; alors que *Cloaca* a comme mission d'être la plus inutile possible.

Après avoir décrit la complexité, le coût et le nombre d'intervenants scientifiques et techniques pour la mise au point de *Cloaca*, il semble évident que concernant les capacités digestives du canard automate de Vaucanson, certains doutes sont permis. D'ailleurs, l'un des plus célèbres illusionnistes du XVIII^e siècle, Jean-Eugene Robert Houdin², considère ce point comme une mystification. Malgré tout le *Canard digérateur* reste digne d'intérêt, vue l'expertise nécessaire à sa réalisation. Ainsi l'encyclopédie le confirme en le prenant pour exemple dans son article « Automate » :

« On ne croit pas que les Anatomistes aient rien à désirer sur la construction de ses ailes. On a imité os par os, toutes les éminences qu'ils appellent apophyses. Elles y sont régulièrement observées, comme les différentes charnières, les cavités, les courbes. Les trois os qui composent l'aile, y sont très distincts : le premier qui est l'humérus, a son mouvement de rotation en tous sens, avec l'os qui fait l'office d'omoplate ; le second qui est le cubitus de l'aile, a son mouvement avec l'humérus par une charnière, que les Anatomistes appellent ginglyme ; le troisième qui est le radius, tourne dans une cavité de l'humérus et est attaché par ses autres bouts aux petits os du bout de l'aile, de même que dans l'animal »³.

Jacques de Vaucanson, en 1741, est nommé inspecteur général des manufactures de soie. C'est à partir de ce moment qu'il perfectionne les métiers à tisser et qu'il invente différents dispositifs automatisant leur fonctionnement. Cette nouvelle orientation dans sa carrière mettra

¹Wim Delvoye, « Je cherche à donner une cotation à l'art », *Le Monde*, le 25 août 2005.

²Jean-Eugene Robert Houdin (1805-1871), scientifique, illusionniste français. Également inventeur de l'illusionnisme. Il révolutionne les spectacles de prestidigitation. Les sciences et la littérature vont l'intéresser également.

³Encyclopédie article Automate

un terme à ses travaux sur les automates. Rappelons que ses travaux et recherches sur les automates vont inspirer le philosophe La Mettrie qui publiera son essai sur *l'Homme Machine*.

Quelques années après Jacques de Vaucanson, le mécanicien allemand Friedrich Von Knauss¹ réalise plusieurs automates ainsi que quatre têtes parlantes. Il présente en 1760 à la cour de l'empereur François 1^{er}, sa création *L'écrivain*. Alfred Chapuis² et Edmond Droz³ dans leur ouvrage *Les automates des Jaquet-Droz*⁴, expliquent que :

« Parmi les automates écrivains, seul celui de Friedrich Von Knauss (qui existe encore au "Gewerbe Museum" de Vienne) est antérieur de quelques 14 ans à celui réalisé par Pierre Jaquet - Droz (cf. la partie Les trois androïdes des Jaquet-Droz). Fort remarquable, l'écrivain de Von Knauss est capable d'écrire un long texte. Remarquons toutefois que son mécanisme ne se trouve point dans le corps du personnage, mais dans une sphère assez volumineuse, ce qui supprimait plusieurs des difficultés que dût surmonter Pierre Jaquet-Droz »⁵.

Après avoir connu en Suisse une renommée nationale pour la qualité de leurs horloges, la famille d'horlogers Jaquet-Droz réalise plusieurs automates entre 1768 et 1774. Ainsi, les plus connues du grand public sont : *L'écrivain*, *La musicienne* et *Le dessinateur*. Ce sont des automates toujours visibles au musée d'Art et d'Histoire de Neuchâtel et qui furent réalisés par Pierre Jaquet-Droz⁶ et son fils Henri-Louis Jaquet-Droz⁷ avec le concours de Jean-Frédéric Leschet⁸.

L'écrivain, haut de 70 centimètres, a l'apparence d'un enfant d'environ 4 ans assis sur une chaise basse couverte de velours rouge. Il est habillé d'un pantalon de soie doré, d'une chemise blanche et d'une veste rouge. Il s'appuie sur une table à un pied qui intègre une partie du mécanisme de déplacement du support de la lettre en papier cartonné. Pourtant c'est dans le tronc de l'automate que la machinerie se situe. Elle est constituée d'un disque d'environ 15

¹Friedrich Von Knaus (1724-1789), horloger, mécanicien et inventeur allemand. Il a construit des mécanismes d'horlogerie qui pouvaient jouer d'instruments de musique, écrire de courtes phrases ou mener d'autres tâches individuelles et spécialisées. Il semble que Knaus ait créé le premier automate écrivain.

²Alfred Chapuis (1880-1958) fût un pionnier de l'histoire de l'horlogerie, il écrivit plusieurs ouvrages et articles de référence et produisit des documentaires visuels.

³Edmond Droz, auteur de l'œuvre *Les automates : figures artificielles d'hommes et d'animaux*, Neuchâtel, 1949

⁴Alfred Chapuis et Edmond Droz, *Les automates des Jaquet-Droz*, Neuchâtel, Éditions du Griffon, 1949.

⁵*Id.*, *ibid.*

⁶Pierre Jaquet-Droz (1721-1790), horloger et automaticien, suisse. Il est le créateur des automates *L'écrivain*, *La musicienne* et *Le dessinateur*.

⁷Henri-Louis Jaquet-Droz (1752-1791), horloger suisse. Fils de Pierre Jaquet Droz. Il a travaillé sur la conception et la réalisation de plusieurs automates avec son père et Jean-Frédéric Leschet son frère d'adoption.

⁸Jean-Frédéric Leschet (1746-1824), horloger suisse. Fils adoptif de Pierre Jaquet-Droz, qui a participé à la construction et à la fabrication d'automates ingénieux. Il a également produit des horloges musicales compliquées, ainsi que des prothèses de membres artificiels.

centimètre de diamètre, fixé verticalement au niveau des reins du mannequin. Sur cette roue on peut y ajouter 40 taquets qui déterminent les 40 lettres et signes que le petit androïde peut écrire. Cette roue est « lue » par des crochets et trois tringles disposées à la verticale qui sélectionnent les informations encodées sur un gros cylindre vertical composé de la superposition de 120 cames. Ces trois tringles pilotent les mouvements verticaux horizontaux et en profondeur. C'est en changeant les taquets sur le disque amovible que *L'écrivain* peut être reprogrammé à volonté. Ainsi après avoir trempé sa plume dans un encrier il dessine une lettre, relève la main, observe la trace posée sur le papier en bougeant la tête et les yeux, puis le papier se déplace. Avec le bruit si caractéristique des mécanismes métalliques, ce cycle se répète jusqu'à la fin de la ligne. Le porte carte se déplace d'un niveau permettant à l'automate de passer à la ligne. C'est le plus lent des trois automates car après chaque signe ou lettre, il doit aller chercher, sur la roue dentée à taquets, ce qu'on lui a demandé d'écrire.

Comme une horlogerie de précision, *L'écrivain* se remonte comme une montre, avec une manivelle pour le système du haut du tronc et une clef pour la partie basse. Pierre Jaquet-Droz débute la réalisation de cet androïde en 1768, qu'il termine en 1772.

La réalisation de l'automate *Le dessinateur* a commencé en 1772 par Henri-Louis Jaquet secondé par Jean-Frédéric Leschot et s'est terminé en 1774. Il est composé de plusieurs centaines de pièces. Faisant lui aussi 70 centimètres de hauteur, son corps est en bois de tilleul et le mécanisme interne en laiton et en acier comme le souligne le reportage *Restauration des automates de Pierre et Henri-Louis Jaquet-Droz*¹ de Thierry et Grégory Amstutz. Cette fois, il n'y a pas de disque vertical comme pour *L'écrivain*, mais un empilement de 36 cames qui est l'élément central du mécanisme, la colonne vertébrale de l'automate. Chacune des cames a un contour particulier. Ce sont ces contours qui après être lus, vont être transformés en mouvements dans les trois axes, verticaux, horizontaux et en profondeur, permettant ainsi à la main de l'automate *Le dessinateur* de reproduire le dessin inscrit dans la superposition de ses cames. En changeant de jeu de cames il est possible de changer de dessin. C'est ainsi que *Le dessinateur* peut réaliser quatre motifs différents : le papillon conduit par l'amour, mon toutou, le profil de Louis XV et le profil de Louis XVI et de Marie-Antoinette. Grâce à d'ingénieux rouages, la machine suit des yeux ce qu'il dessine et souffle sur la poussière de crayon. Là encore, le raffinement est poussé jusqu'à l'extrême.

¹Documentaire vidéo : *Restauration des automates de Pierre et Henri-Louis Jaquet-Droz*, par Thierry et Grégory Amstutz, Auvernier, Suisse : <https://www.youtube.com/watch?v=IeTOqDb-86s&t=83s>

Henri-Louis Jaquet réalise *La musicienne* entre 1772 et 1774 grâce à ses autres talents de musicien et d'artiste. L'automate a ceci de particulier que *La musicienne* peut jouer 5 motifs musicaux différents (après changement de sa programmation), en bougeant vraiment des doigts sur un véritable orgue adapté à sa taille. En faisant 150 cm, elle est plus grande que les deux androïdes précédents. Jean-Claude Heudin nous dit dans son livre *Les créatures artificielles* :

« Cet automate dont le corps, la tête, les yeux, les bras et les doigts ont divers mouvements naturels, exécute elle-même sur un orgue indépendant, cinq morceaux de musique avec beaucoup de précision : sa tête et ses yeux étant mobiles en tous sens, elle porte alternativement ses regards sur la musique et sur ses doigts, et à la fin de chaque air, elle fait une révérence à la compagnie, par une inclination du corps et un mouvement de tête. Sa gorge se soulève et s'abaisse alternativement si régulièrement qu'on croirait la voir respirer »¹.

Assise sur un tabouret, *La musicienne* est habillée d'une longue robe à fleurs. Même quand elle ne joue pas de la musique, elle bouge la tête et les yeux ; elle fait monter sa poitrine comme pour un mouvement de respiration ; son autonomie est de plus d'une heure. Trois moteurs sont reliés au corps de *La musicienne*. Le premier assure les mouvements décrits précédemment. Le second permet à *La musicienne* de bouger les bras ainsi que les doigts et donc de jouer. Enfin le troisième moteur lui procure la possibilité de faire une révérence à la fin de son concert. Sous le tabouret, est placé le dispositif principal, constitué d'un cylindre en deux parties. Chaque portion est recouverte de picots qui poussent cinq crochets correspondant aux cinq doigts de la main. Ces crochets transmettent leurs mouvements à des tringles et à des leviers articulant les premières phalanges.

Entre 1768 et 1774 les Jaquet-Droz conçoivent et réalisent une nouvelle génération d'automates. Pour ce faire, ils mettent au point les premiers dispositifs programmables. Ces machineries sont soit composées d'un disque doté de taquets amovibles ou d'un cylindre doté de picots permettant de choisir, dans une superposition de cames, les mouvements que doit effectuer l'automate. C'est en modifiant les ensembles disques-taquets ou la superposition de cames, qu'il sera possible de créer une nouvelle « programmation ». C'est là la spécificité des trois automates Jaquet-Droz qui font de ceux-ci les ancêtres des robots.

A la même période, le baron Wolfgang Von Kempelen², ingénieur à la cour de Vienne, créa un joueur d'échecs ainsi que plusieurs machines à parler. Ce premier automate, également

¹Jean-Claude Heudin, *Les créatures artificielles*, Paris, Odile Jacob, 2008, p 108

²Johann Wolfgang von Kempelen (1734-1804), inventeur et écrivain hongrois. Il fut connu pour ses automates nommés *Le joueur d'échec* et *La machine à parler*. Il publia *Le Mécanisme de la parole, suivi de la Description d'une machine parlante*, In-8°, XII-464 p, pl. Vienne : J. V. Degen, 1791.
<https://www.youtube.com/watch?v=5fWYCTkWRoE>

dénommé le *Turc mécanique*, fut construit et présenté par son inventeur en 1770. Il a été révélé plus tard que ce n'était pas un robot, mais une personne de petite taille qui déplaçait les pièces du jeu d'échecs. C'est en 1820 que le canular fut totalement découvert.

Entre-temps le dispositif homme machine / joueur d'échecs fut capable de jouer contre des adversaires humains aussi prestigieux que Napoléon Bonaparte, Catherine II de Russie ou Benjamin Franklin !

Le joueur d'échecs se présentait tel un mannequin articulé (enturbanné et habillé) posé derrière un pupitre en bois. Sur la face visible du côté des spectateurs et derrière des portes, une série d'engrenages était en mouvement. Créant ainsi l'illusion qu'un mécanisme d'horlogerie rendait la machine parfaitement autonome.

A la mort de Kempelen l'automate *Le joueur d'échecs* fut acheté par Johann Maelzel¹, un musicien Allemand passionné par les machines et détenteur d'un brevet d'invention pour le métronome. C'est ainsi que l'automate continua ses apparitions en Europe et en Amérique jusque dans les années 1840. D'ailleurs Edgar Allan Poe² profitant de l'effervescence causée par les révélations sur la trompeuse machinerie, écrit en 1836 un essai nommé *Le joueur d'échecs de Maelzel* puis en 1849, un canular intitulé *Von Kempelen et sa découverte*.

Par contre Wolfgang Von Kempelen réalisa également des recherches parfaitement scientifiques sur la parole et le langage. Il les consigna dans l'ouvrage : *Le Mécanisme de la parole, suivi de la Description d'une machine parlante*³. On y trouve une description des mécanismes du langage chez l'homme ainsi que les instruments de musique se rapprochant de celui-ci. Par ailleurs l'auteur nous y décrit la conception et la réalisation des premières machines de synthèse vocale mécanique. Dans *Speech Analysis, Synthesis and Perception*, James L. Flanagan⁴ dit de la machine de Kempelen :

« La machine parlante, cependant, était un dispositif complètement légitime. Il utilisait un soufflet pour fournir de l'air à un roseau qui, à son tour, excitait un seul résonateur varié à la main pour produire des sons voisés⁵. Les consonnes, y

¹Johann Nepomuk Maëlzel (1772-1838), inventeur et ingénieur allemand. Il conçut et breveta le métronome et participa à la tromperie du *Turc mécanique*.

²Edgar Allan Poe (1809-1849), poète, romancier, nouvelliste, critique littéraire et dramaturge états-Unien. Il publia également un article critique concernant la supercherie du *Turc mécanique* dans le journal *Wimsatt* ; 1939, p.138-151

³Wolfgang Von Kempelen, *Le Mécanisme de la parole, suivi de la Description d'une machine parlante*, paru en 1791.

⁴James L. Flanagan (1925-2015) est né aux USA. Il fut ingénieur électricien et vice-président de la recherche à l'Université Rutgers jusqu'en 2004.

⁵Sons voisés : source Larousse : se dit des phonèmes dont l'émission comporte la vibration périodique des cordes vocales : Consonne voisée (ou voisée, nom féminin).

compris les nasales, ont été simulés par quatre passages resserrés séparés, contrôlés par les doigts de l'autre main »¹.

Selon Kempelen, sa création pouvait prononcer plusieurs centaines de mots clairement et distinctement. Par exemple : « papa », « maman », « Roma », « maladie », « santé », « astronomie », « opéra », « pantomime ». Elle pouvait aussi prononcer des mots longs et difficiles tels que : « Constantinopolis », « Monomotapa », « Astrakan, Anastasius ». Une version améliorée de la machine a été construite à partir de la description de Von Kempelen par Sir Charles Wheatstone², l'inventeur du télégraphe. Enfin Fabian Brackhane³ de l'université de Saarland en Allemagne, a produit une seconde réplique tout à fait convaincante entre 2007 et 2009.

En 1780, L'abbé Mical⁴ réalisa, lui aussi, deux machines parlantes quelque années avant Kempelen. Gordon Ramsay⁵ dans un extrait de son livre explique :

« En 1783, après dix années de recherche, l'Abbé Mical a présenté au public parisien ses deux statues en bois de chêne capables d'énoncer quelques phrases en éloge du roi Louis XVI, qu'il avait construites selon le principe d'une boîte musicale. C'était à la fois la première démonstration d'un synthétiseur automatique de parole que l'on pouvait programmer d'avance, ainsi que la première démonstration d'une conversation entièrement synthétique entre deux machines. A la même époque, et encore plus tard, on voyait paraître d'autres automates parlants, mais jusqu'à récemment ces deux contributions importantes de l'Abbé Mical n'ont jamais été égalées »⁶.

Avec les horlogers-mécaniciens Vaucanson, Jaquet-Droz et Kempelen, les automates ont eu leur heure de gloire. Malheureusement la plupart de ces inventions ont été détruites ou perdues. Seuls restent les automates de Droz qui permettent de mieux saisir le fonctionnement complexe et la sophistication de ces machines dont l'analyse et l'imitation du vivant était le but essentiel. Ces inventeurs géniaux sont contemporains des expérimentations de Benjamin Franklin⁷ sur la foudre en 1752 et des débuts de théorisation de Charles de Coulomb⁸ sur

¹James L. Flanagan, *Speech Analysis, Synthesis and Perception*, 1965

²Charles Wheatstone (1802-1875), physicien et inventeur anglais. Il invente le stéréoscope en 1838 après avoir fait ses recherches sur la vision binoculaire.

³Fabian Brackhane, chercheur allemand. Ses travaux portent sur l'histoire de la Linguistique et de la Phonétique. Il travaille à l'Institut Mannheim et a édité *Kempelen's Mechanismus der Menschlichen Sprache*.

⁴L'abbé Mical (1740-1782), mécanicien français. Il est inventeur de deux têtes parlantes.

⁵Gordon Ramsay est auteur du livre *L'Abbé Mical et les Têtes Parlantes : L'Histoire de Sa Vie, l'Histoire de Son œuvre*, Société Française d'Acoustique - SFA. 10^e Congrès Français d'Acoustique, Avril 2010, Lyon, France.

⁶*Id.*, *ibid.*

⁷Benjamin Franklin (1706-1790), physicien et homme politique états-unien. Il a inventé le paratonnerre après avoir réalisé des recherches sur l'électricité et les éclairs.

⁸Charles de Coulomb (1736-1806), physicien français. Précurseur dans le domaine du magnétisme et de l'électrostatique, il est à l'origine de nombreuses découvertes scientifiques liées à l'électricité au XVIII^e siècle.

l'électricité en 1785. Malgré tout, ils ne connurent pas la maîtrise de l'électricité par Alessandro Volta¹ avec l'invention de la première pile électrique en 1799.

Par contre Jean-Eugène Robert-Houdin, qui a marqué lui aussi l'histoire de l'horlogerie, est davantage connu comme étant l'un des plus grands magiciens et inventeur du XIX^e siècle. Né en 1805 il assiste au développement de l'industrie textile, à l'essor de la métallurgie et de la machine à vapeur, qui constituent la première révolution industrielle. Il est également contemporain et acteur de la seconde révolution industrielle que constitue l'avènement des nouvelles sources d'énergie que sont le gaz, le pétrole et la « fée électricité ».

Poussé par son père Prosper Robert, il fait des études de lettres en internat au collège d'Orléans à Paris de 1816 à 1823. Il rentre en apprentissage d'horlogerie et de mécanique en 1825 et trois ans plus tard, devient ouvrier horloger à Blois. Après son mariage avec Cécile Houdin en 1830, il décide de se faire appeler Jean-Eugène Robert-Houdin. La décennie suivante, il la consacre à développer des inventions comme *La pendule mystérieuse* et à déposer des brevets pour des projets comme *le réveil-briquet*. Même s'il se tourne vers un autre domaine, telle la magie, il reste tout de même un brillant inventeur en horlogerie, faisant avec ses pendules mystérieuses, une synthèse entre les arts mécaniques et ceux de la prestidigitation. Il se fait également connaître par la création d'automates.

A partir de 1850 il déménage à Saint Gervais-La-Forêt dans sa propriété du Prieuré. J-E Robert-Houdin y installe alors des inventions comme les horloges synchronisées entre elles, la sonnette et le portail électrique à commande à distance qui lui facilite la vie et que l'on peut qualifier d'ancêtre de la robotique. La reconnaissance de son statut d'homme de science est arrivée en 1869 où il devient membre de la société des gens de lettres pour ses nombreuses publications.

L'exposition nationale de Paris en 1844 est le moment privilégié pour présenter son *Ecrivain dessinateur*. Grâce à lui, il obtient une médaille d'argent. Chapuis et Gelis² écrivent à ce propos dans leur livre *Le monde des automates* :

« Ces divers détails nous amènent à faire quelques remarques. Robert-Houdin qui parle de Vaucanson et d'autres automatistes, ne cite pas une seule fois le nom des Jaquet-Droz, des Leschot ou d'Henri Maillardet dans ses "Mémoires". De plus, dix-huit mois sont matériellement insuffisants à un homme travaillant seul pour construire un tel androïde (cf. le passage sur la création de l'androïde dans les "Mémoires"). Il faut rappeler à cette occasion que les Jaquet-Droz avaient mis six ans pour faire le leur. Enfin, coïncidence bizarre, les dessins tracés par

¹Alessandro Volta (1745-1827), physicien italien. Il est l'inventeur de la première pile électrique baptisée Voltaïque. Cette invention provoqua une révolution dans les sciences et l'industrie.

²Chapuis et Gelis, auteurs du livre *Le monde des automates, étude historique et technique*. Préface de Edmond Haraucourt. Chez les auteurs, Paris, 1928. 2 vol. in-4

l'automate de Robert-Houdin étaient en partie les mêmes (Cupidon, tête de monarque couronné, chien) que ceux qu'exécutaient le dessinateur des Jaquet-droz et leur deuxième réplique acquise par Henri Maillardet ¹. Tout porte à croire que cet androïde périt dans le grand incendie qui détruisit en 1865 à New York, les collections du grand Barnum »².

Jean-Claude Heudin dans son livre *Les créatures artificielles*, pose également un fort doute sur l'authenticité et la paternité de *L'écrivain dessinateur* :

« Cet automate était certainement une copie des androïdes des Jaquet-Droz et Maillardet car il reproduisait en partie les mêmes dessins. Il réalisa ainsi de nombreux autres automates, dont la plupart étaient truqués, et les présentait dans son théâtre des Soirées fantastiques au Palais-Royal »³.

Avec le Baron Van Kempelen et le prestidigitateur Jean-Eugène Robert-Houdin les automates changent de statut : ils passent d'objets d'études scientifiques à de simples objets de distraction.

Avec la révolution industrielle l'automate quitte le champ de l'expérimentation ou de l'objet unique pour rejoindre la sphère de l'industrie. Une dizaine d'artisans, installés principalement dans le quartier du Marais à Paris, réalisent de nombreux automates aux performances, certes plus modestes que leurs aînés du siècle des lumières, mais peut être plus attachants parce qu'inspirés de la vie parisienne et du monde du spectacle : magie, cirque et music-hall. Parmi les artisans célèbres, citons Renou, Rouillet-Decamps, Théroüde, Vichy, Phalibois, Lambert, et Bontemps.

La guerre de 1914 - 1918 porte un coup fatal à cette industrie. Le siècle des lumières est passé ; c'est l'époque des mécaniciens-magiciens. Il faudra attendre près de deux cents ans pour que l'intérêt scientifique reprenne le dessus avec les recherches sur la vie artificielle liées à la robotique et aux automates cellulaires.

d) simulation de la pensée : les machines à calculer

« L'histoire des automates et celle des calculateurs ont longtemps été parallèles. Et même si la visée mécaniste associée à la technologie des horloges leur ont été

¹Henri Maillardet (1745-1830), mécanicien et horloger suisse. Il est l'auteur d'automates humanoïdes ayant l'aspect d'illusionnistes.

²Chapuis et Gelis, *Le monde des automates, étude historique et technique*. Préface de Edmond Haraucourt. Chez les auteurs, Paris, 1928. 2 vol. in-4

³Jean-Claude Heudin, *Les créatures artificielles*, Paris, Odile Jacob, 2008, p. 123

communes pendant plusieurs siècles, les acteurs et leurs objectifs étaient sensiblement différents »¹.

Rappelle Jean-Claude Heudin. Ainsi pour mieux saisir ces parcours bien distincts, il est important de se rappeler que les automates ont d'abord pour vocation de comprendre le fonctionnement du corps, voire de divertir le public, tandis que les calculateurs doivent, eux, réaliser des opérations concrètes, mathématiques et logiques. C'est à partir du système de numérotation indo-arabe, basé sur l'invention du zéro, et son intégration dans un système de base allant jusqu'à dix que l'algèbre puis les algorithmes virent le jour. Cet ensemble de règles d'utilisation spécifique des signes, permet d'écrire les nombres avec beaucoup d'efficacité. A tel point que c'est le système de numération le plus adopté sur la planète. Comme les autres, ce système décimal est né du besoin, parfois vital, de noter les échanges, les récoltes ainsi que les dates.

L'invention de l'algèbre est attribuée au monde Arabo-Musulman. L'algèbre est ce que l'on appelle une méthode de résolution des équations. Cette découverte remonte au VIII^e siècle après J.C., vers 830. C'est au savant arabe du nom de Abu Abdallah Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi² que nous devons cette avancée significative. Après avoir étudié les mathématiques indiennes, il les intègre dans ses travaux, puis les fait connaître dans les mondes Arabe et Latin. La fameuse et déjà citée « Maison de la sagesse », impulsée par le calife al-Ma'mun, est le lieu où Al-Khwarizmi réalise ses recherches et constitue l'al-jabr. Le savant effectue ses calculs sur ce qu'on nommait alors des « tables de poussière », sur lesquelles, comme dans la mémoire des ordinateurs, on effaçait les résultats obsolètes pour les remplacer par les résultats nouveaux. Dans tous ces textes, le nom Khwarizmi apparaît sous sa forme latinisée de Algorismus. Ce terme devient synonyme de « calcul décimal » pour les opérations fondamentales.

Après avoir pris leurs doigts, puis des cailloux, puis des marques sur du bois ou de la pierre, les hommes utilisèrent différents types de quipus³, d'abaques ou des bouliers, jusqu'à une période relativement récente pour réaliser des calculs. De nom latin abacus et du grec abax, abaque signifie « table à poussière ». En fait, abaque est le nom générique pour tout instrument de calcul plat. Il en existe de différentes origines, les plus connues étant l'abaque grec dont le principe consiste à faire des calculs à l'aide d'un marquage sur une surface recouverte de sable.

¹*Id., ibid.*, p. 129

²Abu Abdallah Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi ou al-Khwarizmi (780-850), mathématicien, géographe, astrologue et astronome perse. Il fit ses recherches sur l'algèbre à la Maison de la sagesse de Bagdad. Ses travaux après traduction atteignirent l'Occident au XII^e siècle.

³Quipu : source Larousse : « Faisceau de cordelettes à nœuds, de couleurs et de torsion différentes, qui servait dans le royaume inca à enregistrer les recensements de population et les inventaires de biens ».

L'abaque égyptien et romain utilise des cailloux, on parle alors d'abaque compteur. Avec l'abaque à boules glissant sur des tiges, nous entrons dans le groupe des bouliers. Enfin l'abaque à plateau et réglettes amovible constitue le dernier type d'abaque ; il est appelé aussi bâtons ou os de Napier. Nous reviendrons sur ce dernier type d'abaque lorsque nous aborderons plus loin l'horloge à calcul de Wilhelm Schickard. Pour l'heure, revenons sur la grande famille des abaques à boules et coulisse. Un boulier est un outil servant à calculer, constitué d'un cadre rectangulaire comportant des tiges sur lesquelles coulisent des boules. Il est lié au système de numération décimale et peut être considéré comme le premier calculateur. Le boulier est inventé par les Chinois à l'époque de la dynastie des Song entre 960 et 1127 ans après J.C. Les plus célèbres sont les bouliers chinois, japonais et russe. Les deux premiers bouliers venant d'Asie sont en base alternée (5, 2) tandis que le boulier russe est en base 10. Le Suan-pan est la version chinoise. Ce boulier possède sept tiges verticales séparées par une tige horizontale. Les tiges verticales comportent toutes, sept boules. Sur chacune des barres verticales, la barre horizontale crée deux espaces : une partie haute possédant deux boules et une partie basse comportant cinq boules. La tige verticale la plus à droite correspond à l'unité, puis en allant vers la gauche, les tiges suivantes correspondent aux dizaines, centaines, milliers et ainsi de suite. Le Soroban, nom donné au boulier japonais, pour chaque tige verticale, ne possède qu'une boule au-dessus et quatre en-dessous de la barre horizontale. Cette modification fut réalisée à la fin de la Seconde Guerre mondiale. Le boulier nippon connaît un succès mondial. Enfin le Stchoty ou boulier russe est composé de tiges comportant dix boules. Il y a entre deux et trois boules noires facilitant le comptage. La tige possédant les trois boules noires correspond à l'ordre des milliers. Les abaques russes sont beaucoup plus grands que la version chinoise ou japonaise. Pour calculer avec les bouliers il est indispensable de savoir les tables d'addition et de multiplication des nombres entre un et neuf. La numération de position permet d'écrire de façon simple de grands nombres avec peu de symboles. Les bouliers s'utilisent à plat.

Au Moyen Âge, Raymond Lulle¹ est connu comme philosophe et penseur mystique. Il est aussi l'inventeur de l'Ars Magna. Il est né en 1235 à Majorque en Espagne. Vers l'âge de trente ans il décide de rentrer dans l'ordre des frères mineurs². Il y apprend la philosophie, les langues arabes et l'hébreu. En matière de littérature et de théologie, il est considéré comme l'une des figures majeures du Moyen Âge. A côté d'une ouverture littéraire considérable, il

¹Raymond Lulle ou Llull (1235-1315), philosophe, poète, théologien espagnol. Par ses recherches en théologie et en littérature est considéré comme l'une des figures majeures du moyen Âge.

²Ordre des Frères Mineurs. Ce dit en latin : ordo fratrum minorum. Ils sont également appelés les franciscains. Saint François d'Assise (en 1210) est à l'origine de cet ordre religieux catholique.

développa une machine logique qu'il dénomma *Art Generis Ultima*, plus connue sous le nom de *Ars Magna* ; ce qui voulait dire « Art général ultime » et « grand art ». L'objectif du philosophe était de convaincre les Musulmans de leur erreur de ne pas croire en la religion chrétienne par le biais de la logique (et non pas par la rhétorique). Pour cela il sélectionna, des théories, des principes fondamentaux et des grands concepts comme Dieu, la Vérité etc. Il organisa chaque groupe de notions sur des anneaux concentriques mobiles. En les faisant glisser les uns par rapport aux autres, Raymond Lulle, aboutissait selon lui, à une suite logique qui était, soit vraie, soit fausse. En posant comme égale la vérité théologique et philosophique, Raymond Lulle commet là une erreur : la théologie se base sur la révélation divine tandis que la philosophie se base elle, sur le raisonnement. Par contre, ce qui nous intéresse davantage dans ce cadre d'étude, est ce que note Jean-Claude Heudin dans son livre *Les créatures artificielles* :

« En partant des concepts fondamentaux et en les associant, *Ars Magna* génère donc des combinaisons conceptuelles qui restaient valides. Lulle avait découvert une forme simplifiée de ce que l'on appelle en logique formelle un système de production. Il est, de ce fait, souvent considéré comme le précurseur de la logique combinatoire déductive pour conduire des raisonnements automatiques, voire de l'idée d'intelligence artificielle »¹.

La logique formelle étudie la validité des arguments (contrairement à la logique classique) ; le sens final de la proposition n'a pas d'importance. C'est pourquoi l'*Ars Magna* de Raymond Lulle constitue un dispositif permettant d'aboutir à des arguments valides mais ne possédant pas de sens réel.

C'est grâce à la correspondance de Wilhelm Schickard², datée de 1623, avec son ami l'astronome Johannes Kepler³, que les historiens et scientifiques du XIX^e siècle ont découvert son invention : L'horloge à calcul. Professeur à l'université de Tübingen, Wilhelm Schickard est né en 1592. Il enseigne les langues, les mathématiques, l'astronomie et mis au point la première machine à calculer en 1623, l'année de la naissance de Blaise Pascal⁴. L'horloge à calcul pouvait réaliser les quatre opérations de base et manipuler des nombres ayant six chiffres. Une clochette indiquait le dépassement des capacités de la machine. Il est fort probable que

¹Jean-Claude Heudin, *Les créatures artificielles*, *op.cit.*, p. 133

²Wilhelm Schickard (1592-1635) est un mathématicien et astronome allemand. On lui doit l'invention de la première machine à calculer.

³Johannes Kepler né (1571-1630), astronome allemand. Il est connu pour avoir prouvé l'hypothèse de Nicolas Copernic, qui affirma que la Terre tourne autour du Soleil. Il a également démontré que les planètes du système solaire ont une trajectoire elliptique.

⁴Blaise Pascal (1623-1662) est un mathématicien, physicien, philosophe français. Il attire l'attention de Descartes en écrivant un traité de géométrie projective. Il est connu aussi pour sa célèbre invention, *la Pascaline*, qui est considérée comme la première machine à calculer.

l'astronome allemand, pour effectuer les multiplications et les divisions, s'inspira des abaques du mathématicien John Napier¹, nommés : réglette de Napier. Par contre la machine utilisait un système de report de retenu actionné par des roues dentées pour ce qui concerne les additions et les soustractions. C'est d'ailleurs un principe identique qu'utilisera Blaise Pascale pour sa Pascaline. C'est aussi dans cet échange épistolaire que l'on apprend que la machine fut détruite, en 1624, lors d'un incendie. En son honneur, l'institut d'informatique de l'Université de Tübingen s'appelle Wilhelm Schickard institut für informatik.

C'est au XVII^e siècle que l'on situe les prémises du mouvement des lumières. Cela coïncide avec la création de l'académie royale des sciences en France et au début de la constitution de l'Encyclopédie. A cette époque, des mathématiciens célèbres comme Leibniz² mènent des recherches afin de résoudre des problèmes d'ordre arithmétique (addition, soustraction, multiplication et division). Ils proposent des solutions pour le calcul mécanique. Pourtant c'est le mathématicien Blaise Pascal qui est le plus connu parmi les inventeurs de machine à calculer. Sa création se nomme *La Pascaline*. Enfant surdoué, à 19 ans, il pose les bases de sa fameuse machine d'arithmétique. *La Pascaline* est une machine à calculer mécanique. Elle se présente comme un petit coffret en bois et métaux précieux. Conçue à partir de 1642, l'inventeur la finalisa en 1645 après avoir réalisé plusieurs dizaines de prototypes. Cette machine à calculer pouvait effectuer les quatre types d'opérations de base, grâce à un mécanisme d'horlogerie. Il y a trois types de machines : une géomètre, une comptable et une scientifique. Ces machines avaient un fonctionnement complètement inédit pour l'époque. *La Pascaline* (fig. 1, p. 1) est constituée de rouages placés à l'intérieur de la boîte, qui sont manipulés à la main. Sur le dessus du coffret, des cadrans présentent les résultats des calculs La version scientifique de *la Pascaline* a pour base le système décimal. Le principe de fonctionnement est de rentrer un premier nombre, puis un second, grâce à un système de rouages. Le mécanisme additionne ou soustrait automatiquement en gérant les dizaines, les centaines et les milliers. La production d'une vingtaine de ces petites machines à calculer dura jusqu'en 1655. En fait la plupart d'entre elles furent considérées comme des objets de curiosité plutôt que comme de réels outils de calcul. Cela est dû à son prix élevé mais aussi à son manque de fiabilité. C'est l'introduction de *La Pascaline* qui marqua le réel développement du calcul mécanique en Europe. Cette continuelle évolution passa par des machines à calculer,

¹John Napier, en français Jean Neper (1550-1617), astronome, physicien et théologien Ecossais. Ses recherches en mathématique l'ont amené à l'invention des logarithmes.

²Gottfried Wilhelm Von Leibniz (1646-1716), philosophe, scientifique, allemand. Il est également connu sous le nom du dernier « génie universel ».

mécanique, électrique puis électromécanique pour aboutir au microprocesseur, c'est-à-dire au début de l'informatique.

Sur les traces de Pascal, bien qu'il ne soit pas connu pour cela, le philosophe, mathématicien allemand Gottfried Leibniz, conçut deux machines à calculer en 1694. Ces deux artefacts basés sur un système de cylindre cannelé (de son invention), sont restés à l'état de prototypes. Un peu plus de 20 ans plus tard, l'ingénieur et mathématicien Charles Xavier Thomas¹ de Colmar s'inspira des machines de Leibniz pour réaliser sa propre machine à calculer, qu'il baptisa l'arithmomètre. Cette calculatrice mécanique, capable d'effectuer les quatre opérations de l'arithmétique, était pleinement fonctionnelle, à tel point qu'elle est la première à avoir été produite en grande quantité jusqu'au début du XX^e siècle.

Comme Wilhelm Schickard, Blaise Pascal et Gottfried Leibniz, un autre inventeur marqua la longue série des machines à calculer imparfaites. Il s'agit du scientifique Charles Babbage², né en 1791 à Londres. Il fait des études à Cambridge, où il devient professeur entre 1828 et 1839. A côté de différentes contributions en science ou en mécanique, le célèbre scientifique développa deux projets de machine à calculer.

Le premier projet est basé sur la méthode de calcul par différences et le second est une machine analytique, considérés tous deux comme des ancêtres des ordinateurs. Son projet *Moteur à différences*, débuté en 1823, consiste en une machine totalement mécanique basée sur la méthode des différences finies en mathématique. Dans cette méthode les multiplications peuvent être remplacées par des additions, permettant ainsi de simplifier le mécanisme à roue dentée. En 1821 il présente son projet à la société royale d'astronomie. Elle lui accorde sa caution scientifique et permet à Charles Babbage d'avoir une aide financière de 1500£ en 1823. La bourse lui donne la possibilité de débiter sa machine dont l'objectif, défendu devant la société royale d'astronomie, est d'établir des tables exactes, que celles-ci soient dans le domaine des mathématiques, de l'astronomie, ou de la navigation maritime (les tables d'alors étant trop souvent remplies d'erreurs). Malgré une décennie de recherches et de travaux le *Moteur à différences* ne fut jamais finalisé. Les causes de cet échec relatif proviennent, principalement, de son coût élevé et de la complexité de la machine (près de 25000 pièces qu'il fallut concevoir

¹Charles Xavier Thomas de Colmar (1785-1870), mathématicien français. Il est l'inventeur de la première machine à calculer industrielle : l'arithmomètre Thomas.

²Charles Babbage (1791-1871). Mathématicien et inventeur britannique. Surtout, il est un des principaux précurseurs de l'ordinateur moderne avec son *moteur à différence*. Il a fondé en 1820 la Royal Astronomical Society et en 1834 la Statistical Society. Il est l'auteur de nombreux essais en mathématiques, statistiques, physique et en géologie.

et que réalisa le constructeur Joseph Clément). Enfin une autre raison s'explique par le désintérêt de son auteur, au profit de la seconde machine analytique.

Le deuxième projet, datant de 1834, est un moteur analytique dont la conception se rapproche de nos ordinateurs actuels. Ainsi les commandes sont communiquées via deux jeux de cartes perforées. Le premier jeu, dédié aux instructions, alimente une zone que Charles Babbage nomme Moulin, tandis que l'autre jeu fournit les données à la partie qu'il désigne comme étant le magasin. Les cartes perforées reprennent le principe, déjà vu, des métiers à tisser Jacquart. Malgré son caractère innovant et le soutien scientifique de la mathématicienne Ada Lovelace, ce second projet ne trouva pas les fonds nécessaires à sa réalisation, ni auprès du gouvernement anglais ni auprès des banques.

Poursuivant ses recherches, Charles Babbage simplifia sa première machine à différences, entre 1847 et 1849, et en réalisa les plans. Le musée des sciences de Londres réalisa, à partir de ses nouveaux plans, la machine à différence numéro 2. Celle-ci y fut exposée en 1991 à l'occasion du bicentenaire de Charles Babbage.

La machine analytique de Babbage ne peut pas être considérée comme l'équivalent des ordinateurs d'aujourd'hui. Car les sorties, c'est-à-dire les résultats des calculs, ne peuvent pas être réintroduites directement et ainsi faire une boucle. Il suffit de regarder l'organigramme d'un programme pour constater qu'il s'agit d'une boucle. Cette boucle commence par une position de début ou d'attente de nouvelles instructions. Prenons un exemple : le programme attend qu'une touche du clavier soit activée ; si cette condition est remplie, cela continue en affichant la lettre à l'écran ; si ce n'est pas rempli, il attend en position du début. Le programme tourne sur lui-même très rapidement et valide des conditions.

C'est avec l'arrivée de la technologie électromécanique à base de tubes mais aussi grâce à l'introduction du binaire, que la *machine-ordinateur*, telle que nous la connaissons, a pu voir le jour.

Nous connaissons différentes bases de calcul : par exemple la base 60 qui nous permet de mesurer le temps (les secondes, les minutes, ...) ; la base 10 qui est la plus commune et la plus utilisée ; par contre, la base binaire ou base deux, c'est-à-dire le 0 et le 1, est particulièrement facile à manipuler ; enfin, elle n'est pas du tout instinctive ou naturelle. Cette base était utilisée par les Chinois pour calculer des périodes religieuses environ 3000 ans avant notre ère. Mais la preuve de l'utilisation du binaire fut donnée par le savant Gottfried Leibniz dans un mémoire de mathématiques et de physique remis à l'Académie royale des sciences en

1703 sous le nom d'*Explication de l'arithmétique binaire, qui se sert des seuls caractères 0 et 1 avec des remarques sur son utilité et sur ce qu'elle donne le sens des anciennes figures chinoises de Fohy*¹. Dans ce texte, Leibniz nous rappelle que généralement, pour les nécessités courantes, nous faisons nos calculs en base 10. Par contre, lui, depuis sa découverte du binaire, il utilise la base 2 car plus simple comparativement (à la base dix) pour effectuer des opérations complexes. Il nous montre comment traduire un chiffre de la base 10 en base 2. Pour exemple : le chiffre 1 s'écrit 000001 ; le chiffre 2 : 000010 ; le chiffre 8 : 001000 ; le nombre 10 : 1010 ; le nombre 16 : 010000 et 32 : 100000. Avec ce texte, Leibniz nous démontre la facilité qu'il y a de réaliser des opérations numériques simples comme l'addition ou même la division.

Dans la seconde partie de ce texte, le savant décrit sa correspondance avec son ami le R.P Joachim Bouvet². Ce dernier est un jésuite français, faisant partie des cinq mathématiciens envoyés en Chine, par le roi Louis XIV afin rétablir des contacts et des échanges scientifiques et religieux. Cet échange épistolaire aurait permis de résoudre le mystère des figures de Fohy, qui correspond à l'ancêtre légendaire des Chinois Fu Xi.

Les deux hommes auraient résolu le mystère du Yijing, dont les Chinois auraient perdu la signification, il y aurait un millénaire, selon eux :

« Ce qu'il y a de surprenant dans ce calcul, c'est que cette Arithmétique par 0 et 1 se trouve contenir le mystère des lignes d'un ancien Roi et Philosophe nommé Fohy, qu'on croit avoir vécu il y a plus de quatre mille ans et que les Chinois regardent comme le Fondateur de leur Empire et de leurs sciences. On lui attribue plusieurs figures linéaires qui reviennent toutes à cette Arithmétique ; mais il suffit de mettre ici la Figure de huit Cova comme on l'appelle, qui passe pour fondamentale, et d'y joindre l'explication qui est manifeste, pourvu qu'on remarque premièrement qu'une ligne entière – signifie l'unité ou 1, et secondement qu'une ligne brisée – – signifie le zéro ou 0 »³.

Pour le moment, les relations scientifiques ou philosophiques que l'on peut établir entre le Yi-King et le binaire ne sont pas suffisamment étayées par des recherches incontestables, même s'il en ressort que le ying et le yang peuvent être considérés comme deux états opposés et que l'on peut facilement y voir des analogies d'ordre métaphysique avec le 0 et le 1 comme la mort et la vie, le vide et le plein, etc. Toutefois ce qui est important ici, c'est pour les savants qui vont suivre et récupérer ces travaux, la facilité qu'ils auront d'effectuer des opérations

¹Référence HAL Id : [ads-00104781https://hal.archives-ouvertes.fr/ads-00104781](https://hal.archives-ouvertes.fr/ads-00104781)

²R.P Joachim Bouvet (1656-1730) est un jésuite français qui vécut à Pékin durant le XVI^e siècle.

³Godefroy-Guillaume Leibnitz. *Explication de l'arithmétique binaire, qui se sert des seuls caractères 0 et 1 avec des remarques sur son utilité et sur ce qu'elle donne le sens des anciennes figures chinoises de Fohy*. Mémoires de mathématique et de physique de l'Académie royale des sciences, Académie royale des sciences, 1703. ffads-00104781f

numériques grâce à cette base 2. Cette découverte de Gottfried Leibniz permettra d'aboutir plus tard à une nouvelle génération de calculateurs et d'ouvrir la voie, bien plus tard, à ce que nous appellerons le numérique.

B) Le numérique

Dans la première partie de ce chapitre consacré au numérique, nous développerons une chronologie des techniques, sciences et industries liées au numérique. Puis dans la seconde partie, il s'agira de montrer comment de simples techniques, le numérique et internet sont devenus une culture qui change le monde ainsi que notre nature.

1) Généalogie du numérique

a) L'électronique et les premiers ordinateurs

Les deux facteurs, majeurs, qui ont marqué le passage de l'époque des calculateurs mécaniques à celle des ancêtres des ordinateurs que nous connaissons, sont l'invention au XIX^e siècle de l'électricité et de la logique booléenne.

L'électricité comme le magnétisme sont des phénomènes que l'humanité a toujours connus. Ainsi la foudre est observée par les premiers hominidés. Pourtant ce n'est que récemment que les hommes ont pu maîtriser et qualifier ces phénomènes. Le nom d'électron est donné à l'électricité au cours de la Grèce Antique. Ce nom vient de l'ambre jaune, qui, frottée, attire les petits objets comme des brindilles, ou des plumes ; ce furent les premières démonstrations de l'électricité statique. Vers le XI^e siècle, en Chine, le magnétisme est utilisé afin de fabriquer les premières boussoles. C'est bien plus tard, au cours des XVII^e et XVIII^e siècles que les propriétés physiques de l'électricité furent véritablement approfondies et comprises. En 1800 l'Italien Alessandro Volta crée la première pile. Cette dernière était basée sur le principe de l'échange d'électrons entre deux métaux différents. Le dispositif électrique, de l'inventeur Italien, était composé d'un empilement de disques de zinc puis d'argent entre lesquels était disposé un carton imbibé de saumure. C'est le premier montage électrique qui a produit une tension stable, utilisable pour produire de l'électricité. Cet assemblage expérimental prit le nom de pile voltaïque. C'est le scientifique, inventeur et homme d'affaire, Thomas Alva

Edison¹ qui invente en 1879 la première ampoule électrique à incandescence, ainsi que la première centrale électrique industrielle, pour la ville de New York. Par la suite, de nombreuses centrales électriques sont construites dans les capitales européennes. La production d'électricité par des centrales (au charbon) transforme le tissu urbain et industriel, réorganise le schéma structurel de l'entreprise, augmente l'automatisation des tâches et par là même, la productivité. Au XX^e siècle, après la vapeur, l'arrivée de l'électricité constitue une seconde révolution industrielle. La troisième vient de l'arrivée de l'électronique et des technologies de l'information, cinquante ans plus tard.

Les applications de la logique booléenne sont la seconde avancée scientifique décisive. C'est en 1854 que l'Anglais George Boole² présente son ouvrage *An investigation of the laws of thought on which are founded the mathematical theories of logic and probabilities*. Il y explique ses recherches sur les lois de la pensée, menées en se basant sur les règles scientifiques de la logique et des mathématiques. En fait, ce livre démontre que Georges Boole a pour objectifs de trouver et de dévoiler les lois de la pensée par le biais des mathématiques et de la logique. Pour le scientifique il y a donc des relations entre les mathématiques la métaphysique et la philosophie. Même si, finalement, son projet était avant tout d'ordre humaniste ; en cherchant les lois de la pensée, il pose les bases de la recherche sur l'intelligence artificielle pour les générations de scientifiques après lui. Le point le plus important de l'ensemble de ses recherches reste la constitution de l'algèbre booléenne. Cette algèbre consiste à développer les principes logiques connus sous le nom d'opérateur de Boole : Le premier opérateur est appelé OU(OR). Il est qualifié d'addition logique ; il est noté : plus, ou symboliquement << +>>. Le second opérateur est appelé ET(AND). Il correspond au produit logique ; il est noté : multiplier ou symboliquement << •>>. Le troisième opérateur est appelé NON (NOT) ou inverseur ; il est aussi qualifié d'opérateur unaire noté << ->>. Les 4^e et 5^e opérateurs sont appelés NON ET (NAND) et NON OU (NOR). Les 4^e et 5^e portes sont les portes de base car tous les systèmes binaires peuvent être obtenus grâce aux portes NON ET ou NON OU. La sixième porte est le OU exclusif (XOR) c'est un opérateur binaire noté << O+>>.

Comme nous l'avons vu dans le chapitre sur Raymond Lulle, l'algèbre de Boole sert à formaliser des raisonnements sur des propositions logiques. Il sert aussi à faire les opérations à partir de formules. Ainsi par exemple dans les tableaux logiques OU, ET, et NON, toutes les

¹Thomas Alva Edison (1847-1931), autodidacte génial américain. Il s'est rendu célèbre par de multiples inventions, dont les plus connues sont le phonographe et l'ampoule électrique à incandescence. Il fut aussi un homme d'affaires avisé.

²George Boole (1815-1864), mathématicien et logicien Britannique. *L'Analyse mathématique de la logique* (1847) et *Recherches sur les lois de la pensée* (1854) sont ses deux ouvrages principaux.

opérations logiques ont pour résultat soit 0 soit 1 ; c'est-à-dire dans ce cas de la pure logique booléenne, soit, elles sont vraies, soit, elles sont fausses. De même en physique, l'état d'un phénomène peut être décrit par un ou par zéro ; en électricité le circuit est, soit ouvert, soit fermé. Voici autant d'exemples d'utilisations possibles du binaire et de son importance dans la troisième révolution technologique qui suivra.

Pourtant entre 1867 et 1937 l'algèbre de Boole restera relativement méconnue. C'est le mathématicien Nord-Américain, Claude Elwood Shannon¹, qui utilisera cette algèbre à des fins technologiques. La logique booléenne lui permettra de mettre au point des circuits électromécaniques constitués de relais électriques. Un relai est un simple interrupteur commandé par un courant électrique ; cet interrupteur ouvre ou ferme le circuit grâce à un électroaimant. En envoyant une impulsion électrique, le savant commande le circuit qui est, soit ouvert en prenant la valeur 1, soit fermé en prenant la valeur 0. Claude Shannon est aussi l'auteur de la théorisation du Bit ou *Binary Digit*, qu'il définit comme l'unité de mesure de l'information. Avec le *Binary Digit* le savant détermine avec précision la quantité minimale de place que doit prendre un message pour être transporté via les canaux de communication que sont à l'époque les câbles ou les ondes, pour la radio et la télévision. Le savant pose le concept d'entropie dans un système. Pour cela il utilise les lois de la probabilité afin de déterminer la dimension minimale d'un message. Pour le savant, si un message est identique au précédent (en Bit ou Octect), cela signifie que l'entropie est minimale. Par contre, si le message est très différent du précédent, l'entropie est considérée comme maximale, c'est-à-dire qu'il faudra plus de place pour coder ce message.

C'est au MIT², en 1937, que Claude Shannon passe son mémoire dans lequel il assimile l'algèbre de Boole. Il y développera et soutiendra sa thèse *An algebra for theoretical genetics*. Cette thèse a pour but principal de mettre au point une algèbre génétique. Les scientifiques Sloan et Wyner nous disent des travaux de Shannon :

« Dans cet article, on tentera de développer une algèbre spécialement adaptée aux problèmes de la dynamique des populations mendéliennes. Beaucoup des résultats présentés ici sont anciens dans la théorie de la génétique, mais sont inclus parce que la méthode de validation est nouvelle ; et que généralement plus simple et plus générale que celle utilisée précédemment »³.

¹Claude Elwood Shannon (1916-2001), mathématicien et électrotechnicien états-unien. Dans son mémoire de maîtrise, il utilise l'algèbre de Boole pour jeter les fondements de la théorie des circuits numériques, qui seront plus tard à la base du fonctionnement des ordinateurs et des systèmes de télécommunications.

²MIT ou Massachusetts Institute of Technology. Ou Institut de technologie du Massachusetts en français, est mondialement connu comme étant l'une des plus prestigieuses universités et institut de recherche des USA.

³Sloan et Winer, Claude E. Shannon: Collected Papers, Wiley-IEEE Press, 1993, p. (?)

Cette thèse montre que très tôt les rapprochements entre théorie génétique et mathématique ont lieu. Est-ce la volonté de modéliser le vivant ou la pensée, qui produisent cet état de fait ? Durant son passage au MIT, Shannon est l'élève de Norbert Wiener¹, mathématicien et père de la cybernétique (sur lequel nous reviendrons plus loin). En 1941 Claude Shannon entre dans les laboratoires Bell. Cette entreprise est spécialisée dans la recherche et le développement liés aux technologies téléphoniques, depuis que le scientifique Alexander Graham Bell² a inventé le téléphone en 1876. Claude Elwood Shannon rencontre dans les laboratoires Bell, les plus grands savants de l'époque. Ainsi va-t-il y côtoyer, Alan Turing et William Friedman³, tous deux occupés dans l'effort de guerre à décrypter les codes des armées ennemies ou à crypter ceux des alliés. Durant la Seconde Guerre mondiale, Shannon aura pour mission lui aussi, de crypter les communications entre le président des États-Unis et ses alliés.

Cette mission baptisée le projet X lui permet d'approfondir ses recherches cryptographiques et d'élaborer sa théorie future sur la communication. Shannon publie *La théorie mathématique de la communication*⁴. C'est dans ce texte qu'il formalise la théorie de l'information. Puis en 1963 une seconde publication est éditée avec les apports du philosophe Warren Weaver⁵. Ils postulent que toute information est une quantité mesurable indépendamment de son contenu. Pour Shannon la communication et l'information sont la même chose. Le sens, la signification d'un message n'a que peu d'importance, car c'est d'abord une suite de sons qu'il faut transmettre correctement, d'un émetteur vers un récepteur via un canal de transmission. Un message peut être transformé en 0 ou en 1 ; il est avant tout, une suite de Bit. Pour Claude Shannon un message empreinte le circuit suivant : il y a d'abord la source du message qui peut être humaine ou être une machine. La deuxième étape est l'émetteur. Celui-ci transforme (ou code) le signal qui est transmis par le canal de communication. Enfin la dernière étape consiste en un décodage du message par le récepteur qui le délivre au second communicant.

¹Norbert Wiener (1894-1964), mathématicien états-unien. Il est surtout connu pour l'invention de la cybernétique et son ouvrage de référence, *Cybernetics, or Control and Communication in the Man and the Machine*.

²Alexander Graham Bell (1847-1922), inventeur et physicien américain. Il est à l'origine de l'invention du téléphone.

³William F. Friedman (1891-1969), mathématicien et scientifique états-unien. Durant la Seconde Guerre mondiale, il fut cryptologue pour l'armée états-unienne.

⁴Claude Shannon, *La théorie mathématique de la communication*, 1948

⁵Warren Weaver (1896-1978), mathématicien états-unien. Il fit la préface du livre de Claude Shannon et put faire découvrir la théorie mathématique de la communication.

En général il y a du bruit lors de la transmission, surtout dans le cas de transmissions par voie analogique (ces parasites sont largement réduits lorsqu'il y a numérisation du message). Ce schéma de la communication a été critiqué par d'autres scientifiques comme Norbert Wiener qui ajoutera le concept de rétroaction ou feedback. A côté de ses recherches scientifiques, le savant réalise aussi des projets qu'il qualifie lui-même d'inutiles. Ainsi *l'ultimate machine* est constituée d'une boîte sur laquelle est posé un interrupteur qui actionne une porte qui, en s'ouvrant, laisse sortir un bras qui éteint l'interrupteur. Il créa aussi, en 1950, un autre artefact appelé *Theseus*, sorte de souris magnétique qui pouvait retrouver son chemin dans un labyrinthe. Cette machine magnétique est considérée comme la première machine à intelligence artificielle pouvant apprendre.

Nous l'avons compris : l'algèbre de Boole a donné le cadre théorique pour la mise au point de la seconde génération de calculateurs basés sur des circuits électromécaniques et constitués de relais puis de transistors (ils sont aussi l'invention des laboratoires Bell en 1947). C'est Georges Stibitz¹ qui construira un premier calculateur avec cette technologie. Georges Stibitz est engagé comme mathématicien et ingénieur par l'entreprise Bell en 1930. Le savant met au point un additionneur binaire expérimental capable d'additionner 2 bits et aussi d'afficher le résultat. La machine est nommée model K. Puis en perfectionnant les relais il crée, en 1937, un calculateur capable d'effectuer les quatre opérations de base. A partir de 1938 la compagnie donne à Georges Stibitz la mission de développer le modèle L. Cette machine est terminée en 1940 et pris le nom de *Complexe Number Calculator*².

Durant la même année, via le télégraphe, Georges Stibitz transmet un problème à sa machine, qui effectua l'opération avec succès. Cette action est considérée comme le premier travail contrôlé à distance, ou télétravail. Cet événement permettra aux scientifiques de travailler et d'échanger des informations à distance. Ouvrant ainsi la porte aux futurs réseaux qui apparaîtront quelques décennies plus tard. Avec le *Complexe Number Calculator* l'ingénieur et mathématicien arrive à combiner le code décimal avec le code binaire. Le code décimal permet à un opérateur humain de travailler aisément tandis que le code binaire augmente la rapidité de la machine. Les machines de Stibitz sont développées jusqu'en 1950 au sein des laboratoires Bells puis deviennent obsolètes avec l'arrivée des circuits électroniques.

¹Georges Stibitz (1905-1995), ingénieur états-unien. En 1937 Il réalise le premier circuit binaire et électronique ; ce qui lui permit de mettre au point des calculateurs électromécaniques de plus en complexes, à partir de 1939-1945.

²*Complexe Number Calculator* est un calculateur à base de relais téléphoniques. C'est George Stibitz et Samuel Williams qui en 1939, ont conçu le *Complexe Number Computer* (ou Model I) de Bell Labs.

Avec le recul que nous avons actuellement et les multiples publications sur le sujet comme celle de Michael R. Swaine et Paul A. Freiberger dont leur article « Zuse Computer » paru dans *l'Encyclopédia Britannica*, le premier ordinateur électromécanique programmable fut créé par l'Allemand Konrad Zuse¹. Ce premier ordinateur nommé le Z3 fut débuté à Berlin durant la Seconde Guerre mondiale entre 1937 et finalisé en 1941. Le Z3 n'était pas à proprement parler un ordinateur ; pourtant ce ordinateur était bien le tout premier à être programmable et réellement automatique. L'invention de Konrad Zuse était composée de 2000 relais électromécaniques et permettaient de réaliser des calculs sur les éléments aérodynamiques comme les ailes d'avions ou de missiles.

Les ordinateurs qui l'avaient précédé avaient été nommés Z1 et Z2. Le premier de la série Z, sûrement du nom de son inventeur, était conçu sur une base entièrement mécanique. Il est maintenant certain que Konrad Zuse s'est inspiré de la machine analytique de Babbage et fût réalisé entre 1936 et 1938. Par la suite l'ingénieur Helmut Schreyer² lui conseilla d'utiliser des relais électromécaniques dans la génération suivante de machines. Ce second ordinateur fut baptisé Z2 et fut terminé en 1939. C'est bien-sûr pour améliorer le Z2 que Zuse développa le ordinateur Z3 qui fera sa renommée en Allemagne. Beaucoup plus stable que les précédentes machines à calculer, le Z3 avait un programme qui était stocké dans une mémoire externe ; ce qui évitait de devoir modifier les branchements et les connexions câblés à chaque changement de programme. Comme pour le *Complex Number Calculator* de Georges Stibitz, les données étaient rentrées en base 10 puis traitées en base 2 dans le cœur de la machine.

Il est important de signaler que, même si d'autres savants comme George Stibitz ou Georges Shannon avaient pensé à l'algèbre binaire, avant eux, c'est bien Konrad Zuse qui rassembla ces techniques pour réaliser le premier ordinateur parfaitement fonctionnel au monde. Il fut détruit à la fin de la guerre lors d'un bombardement. Le nom de Konrad Zuse est également associé à l'invention du premier langage de programmation de haut niveau qu'il nomma Plankalkul.

Ce qui caractérise un langage de programmation de haut niveau est sa simplicité de compréhension pour un opérateur humain. Il est composé d'instructions dont le vocabulaire fait partie du langage courant comme des verbes ou des noms. La seconde partie du vocabulaire vient des expressions mathématiques comme les formules, les fonctions, les notations

¹Konrad Zuse (1910-1995), ingénieur allemand. Il réalisa, à partir de 1938, différents modèles de ordinateurs électromécaniques programmables. L'un d'eux, le Z3 (1941), qui utilisait les nombres binaires et le procédé de calcul en virgule flottante, peut être considéré comme le premier ordinateur.

²Helmut Theodor Schreyer (1912-1984), inventeur allemand. Il est surtout connu pour son travail sur le Z3, l'un des premiers ordinateurs.

algébriques. Ces langages de haut niveau sont généralement en anglais, car leurs concepteurs étaient anglophones (Britanniques ou Nord-Américains). Ils ont pour principales caractéristiques d'être facilement assimilables par les programmeurs. Ces langages sont donc à l'opposé des langages de bas niveau, comme le binaire ou l'assembleur¹, qui eux, n'ont pas grand-chose à voir avec les modalités de la pensée humaine.

Konrad Zuse développa donc le langage Plankalkul entre 1942 et 1945. Il serait donc le premier langage de haut niveau. Malgré sa modernité et son inventivité ce langage demeura, comme son créateur, relativement méconnu des scientifiques pendant et après la Seconde Guerre mondiale.

Zuse ne savait que peu de choses sur les recherches informatiques menées aux États-Unis et en Angleterre. Cela vient sûrement de son isolement durant le conflit planétaire. Pourtant ce langage avait la même configuration que les langages informatiques modernes ; c'est-à-dire qu'il s'écrivait par lignes d'instructions identiques aux notations algébriques. Zuse développa également l'idée de sous-programme (également appelé routine), qui pouvait être appelé régulièrement au sein du programme principal. Enfin, il est l'auteur de la fonction « condition » (ou SI) permettant au programme de se diriger vers l'action A ou l'action B, ou encore de ne rien faire.

Toutes ces innovations font du langage Plankalkul le précurseur des langages de programmation moderne. Konrad Zuse à partir de 1943 débute la construction du Z4 pour le compte du ministère Allemand de l'air. Le dernier calculateur Z4 utilisait, comme pour le Z3, des relais électromécaniques et non des tubes à vide, comme ceux qu'utilisaient les scientifiques Nord-Américains et Britanniques. Ce calculateur dû être déménagé et démonté à cause de la guerre. Il ne put être terminé qu'en 1950 ; la technologie des relais électromécanique étant d'ailleurs dépassée par les tubes à vide, puis par l'arrivée des éléments comme le transistor et les condensateurs qui marqueront l'avènement de l'électronique.

A de multiples reprises le chercheur Konrad Zuse exprima aux militaires Allemands, la nécessité d'avoir des tubes à vide afin de poursuivre ses recherches sur les calculateurs. L'armée Allemande préféra ne pas répondre positivement aux requêtes de Konrad Zuse. Ce matériel était sans doute extrêmement coûteux et aussi rare à l'époque. L'Allemagne était en guerre et sous les bombardements. Ou bien les scientifiques et leurs calculateurs n'étaient pas considérés avec tout le sérieux qui leur était pourtant dû. Les scientifiques Anglais et Nord-Américains n'ont

¹L'assembleur est un langage de bas niveau, c'est-à-dire directement compréhensible par l'ordinateur.

pas eu ce type de blocage et ce manque de confiance ; ce qui leur a permis de franchir une étape décisive dans la réalisation des premiers ordinateurs à tubes électroniques.

Ces tubes à vide ont pour origine l'invention de l'ampoule électrique par Thomas Edison en 1879. C'est en posant une grille entre les deux parties métalliques de l'ampoule, que John Fleming Ambrose¹ inventa, en 1904, la lampe à diode. La caractéristique principale de la diode est de stabiliser la production d'électron. On parle aussi de l'effet Edison. En 1907, Lee de Forest² met au point le tube triode. Celui-ci a une troisième électrode qui permet de commander le circuit c'est-à-dire de l'ouvrir ou de le fermer. Les tubes à vide ont donc plusieurs fonctions : ils sont, soit des interrupteurs, des transformateurs de courant alternatif en courant continu ; soit des amplificateurs de courant (de faible intensité). On devine leur utilité dans la composition de circuits électroniques. D'ailleurs, il faudra attendre 1948 pour que les transistors et d'autres composants remplacent les tubes à vide. On peut donc concevoir l'importance prépondérante de cette invention dans le développement de l'ordinateur. Le transistor, lui, fut mis au point par trois chercheurs Nord-Américain : William Shockley³, Walter Brattain⁴ et John Bardeen⁵ ; ce qui leur a valu le prix Nobel une dizaine d'années plus tard. Enfin en 1959 les circuits intégrés sont inventés par Jack St Clair Kilby⁶. C'est ainsi que l'électronique que nous connaissons aujourd'hui, voit le jour. Elle se définit comme une partie de la physique étudiant les phénomènes remis en jeu des électrons à l'état libre. C'est aussi une technique dérivant de cette science et de la technique. Gérard Villemin⁷ définit l'électronique comme étant « l'étude et l'utilisation des variations de grandeur électrique ; aussi les champs électromagnétiques électriques pour transmettre et exploiter de l'information »⁸. Cette dimension informative est en opposition avec la dimension énergétique de l'électricité, qui est plutôt considérée comme

¹John Fleming Ambrose (1849-1945), électricien anglais. Il breveta en 1904 sa « valve à oscillations », appelée par la suite diode, permit une détection facile des ondes radioélectriques. Cette invention fut le cœur des lampes utilisées dans les radiocommunications.

²Lee de Forest (1873-1961), inventeur états-unien. Il fut ingénieur radioélectricien au Laboratoire de la Western Electric Co à Chicago. En ajoutant, en 1906, à la lampe diode de Fleming une troisième électrode, la grille, et créa ainsi la lampe triode.

³William Shockley (1910-1989), physicien et technicien états-unien. Il eut, en 1956 le prix Nobel de physique avec ses collaborateurs J. Bardeen et W. H. Brattain, grâce à ses recherches sur les semi-conducteurs et les transistors.

⁴Walter Brattain (1902-1987), physicien et technicien états-unien. Il a reçu en 1956, en même temps que J. Bardeen et W. Shockley, le prix Nobel de physique.

⁵John Bardeen (1908-1991), physicien et technicien états-unien, prix Nobel de physique en 1956 et en 1972 pour une théorie de la supraconductivité.

⁶Jack St Clair Kilby (1923-2005), ingénieur états-unien. Avec J. Alferov et H. Krømer, il a partagé le prix Nobel de physique en 2000, pour sa contribution à l'invention du circuit intégré. Il est aussi co-inventeur de la calculatrice de poche (1970).

⁷Gérard Villemin (1947) est un ingénieur français. Il travaille à l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon dans les systèmes numériques et en électronique.

⁸Source : <http://villemin.gerard.free.fr/aScience/Electron/ElecHist.htm>

étant une source de chaleur ou de mouvement. L'électronique transporte les informations par le biais du courant et des électrons. Par contre l'électronique organise et distribue les flux d'électrons en analogie avec les flux d'informations binaires. Nous sommes bien dans la définition du numérique où les phénomènes naturels sont transformés en un fichier comportant une série de 0 ou de 1. L'électronique gère le passage du courant et par là-même celle de l'information. Elle est le support matériel de cette information.

b) Les fondateurs de l'informatique

Lorsque nous cherchons les définitions des termes analogique ou numérique, les dictionnaires nous renvoient à des définitions techniques où le numérique est posé en opposition avec l'analogique. Ce type de définition ne permet pas de saisir la nature profonde du changement de civilisation lié au numérique, comme le rappelle Milad Doueili¹, auteur de *Qu'est-ce que le numérique ?* Il écrit : « Il est donc indispensable de relire les textes fondateurs de l'informatique. Afin de comprendre les relations qu'ils établissent avec la culture au-delà des rapports des sciences et des techniques »². L'auteur fait référence aux scientifiques John Von Neumann³ et Alan Turing⁴ dont les travaux dans les années 1950 vont permettre, respectivement, la création des premiers ordinateurs et la mise au point d'un test permettant la définition d'une intelligence artificielle. Ils sont tous deux considérés comme les pères de l'informatique et des ordinateurs modernes.

Le mathématicien hongrois John Von Neumann est célèbre pour ses multiples apports en mathématique ; avec la théorie des ensembles ; aussi en physique quantique, en économie et en théorie des jeux. Le chercheur s'est fait également connaître pour ces travaux en hydrodynamique, en analyse numérique, mais surtout pour ceux sur les ordinateurs et la théorie des automates cellulaires. Il proposa, en 1945, dans le cadre du projet d'ordinateur théorique EDVAC⁵, que l'on imite la structure des neurones afin d'aboutir à une mémoire permettant d'enregistrer les opérations réalisées par un calculateur. Ainsi, pour la plupart des ordinateurs qui suivirent, les propositions informatiques de John Von Neumann furent adoptées et

¹Milad Doueili (1959), auteur états-unien. Historien des religions à l'université de Paris-Sorbonne.

²Doueili, Milad. *Qu'est-ce que le numérique ?* aux Presses Universitaires de France, 2013

³John Von Neumann (1903-1957), analyste et mathématicien états-unien. Il fut à l'origine de la théorie des ensembles et fut l'un des précurseurs des ordinateurs.

⁴Alan Mathilson Turing (1912 -1954), est un mathématicien et cryptologue britannique. Il fut l'auteur de travaux qui firent de l'informatique une science en proposant l'architecture de nos ordinateurs actuels. Il est aussi célèbre pour son fameux test dit test de Turing.

⁵EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer) opérant en mode binaire l'EDVAC est l'un des tous premiers ordinateurs électroniques. Il fut conçu à la Moore School de l'université de Pennsylvanie Eckert et Mauchly, avec l'aide de Von Neumann en 1944.

développées sous le nom d'architecture de Von Neumann. Von Neumann déclara souvent que cette organisation était aussi inspirée par la machine universelle d'Alan Turing. L'architecture de Von Neumann peut être décomposée en un organigramme ayant quatre parties : la première concerne la mémoire ; la seconde, l'unité arithmétique et logique ; la troisième, l'unité de contrôle ; la dernière concerne l'entrée et la sortie des données. Il suggéra également aux ingénieurs de s'inspirer de la technique développée pour le télégraphe¹ pour la transmission des informations à l'intérieur des calculateurs. Il s'inspira de la biologie et de l'organisation du cerveau pour mettre au point les automates cellulaires avec le scientifique polonais Stanislaw Ulam². Ces automates cellulaires³ sont composés d'un tableau dont les cases peuvent changer d'état en fonction de l'état de leurs voisines, et selon des règles (une programmation) fixées à l'avance ; et cela, à des intervalles de temps réguliers. Il inventa le concept de constructeur universel qui permet à une structure théorique de se copier ou de créer des variations d'elles-mêmes au sein d'un automate cellulaire. En proposant, durant ses recherches, un schéma d'un automate autoreproducteur, John Von Neumann devient un précurseur de la biologie de synthèse, car ce schéma correspondait, en partie, à la reproduction des cellules et de l'ADN.

Savant britannique, Alan Turing est né en 1912. Chercheur à l'université de Cambridge, il y étudia les travaux de John Von Neumann en mécanique quantique. Puis il développa ses recherches en mathématique et en informatique. C'est dans l'article « On computable numbers, with an application on the Entscheidungsproblem »⁴, qu'il publie en 1936, qu'il présente sa machine de Turing et y expose ses idées de machine universelle. Cette machine est un système logique permettant de trouver toutes les fonctions calculables. Jean-Claude Heudin dit :

« En résumé, les logiciens cherchaient à savoir si les mathématiques, et plus spécifiquement la logique, permettait de « tout » concevoir à partir de quelques axiomes et règles décrivant les opérations adéquates. Pour résoudre ce problème, Turing proposa le principe d'une machine universelle. Bien que très simple à première vue, la machine universelle de Turing permet de décrire tout algorithme ou langage de programmation »⁵.

¹Le télégraphe (loin écrire) est un dispositif destiné à envoyer des messages sur de grandes distances, à l'aide de codes. Les messages sont appelés télégrammes.

²Stanislaw Marcin Ulam (1909-1984), mathématicien états-unien. Il est l'un des scientifiques, auteur de la bombe à hydrogène. Ses travaux en mathématiques furent considérables. Il publia en 1960 *A collection of mathematical problems*. Il conçut le premier un robot de joueur d'échecs contre un humain.

³Un automate cellulaire est un objet mathématique, étudié aussi en informatique théorique, évoluant par étapes selon des règles très simples et imitant d'une certaine manière les capacités autoreproductrices des êtres vivants. Il est constitué d'une grille dont les cases sont appelées « cellules », pouvant prendre plusieurs états, le plus souvent deux, « mort » ou « vivant ». Le programme le plus simple est le Jeu de la vie, proposé en 1970 par le mathématicien britannique John Horton Conway. Source futura-science.com : <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-automate-cellulaire-8909/>

⁴Alan Mathison Turing, *On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem*, London Mathematical Society, Volume s2-42,1937,p. 230–265, <https://doi.org/10.1112/plms/s2-42.1.230>

⁵Jean-Claude Heudin, *Les créatures artificielles, op. cit.*, p 176

Cette machine théorique est considérée comme l'ancêtre des ordinateurs modernes. La machine universelle de Turing compte quatre éléments : un ruban de papier composé de cellules (des cases), une tête de lecture et d'écriture, une table de transition, un registre d'état.

La première partie est donc une bande de papier divisée en cellules contenant chacune un symbole (binaire, alphabet). La seconde partie se déplace, vers la droite ou la gauche, et va d'une cellule à l'autre pour lire les symboles qui y sont inscrits. La troisième partie indique à la machine le contenu de la cellule (le symbole) et le sens de déplacement de la tête de lecture. La table de transition indique également l'état actuel de la machine. La quatrième partie mémorise cet état actuel. Cette organisation va inspirer d'autres scientifiques, comme John Von Neumann pour la conception de son architecture informatique. Durant la Seconde Guerre mondiale, il est recruté par l'armée anglaise afin de participer au décryptage des codes militaires allemands (dont le code Enigma fait partie). Pour cela, il conçoit une machine électronique nommée Kolossus ¹ basée sur un système binaire. Les développements des calculateurs pendant et après la Seconde Guerre Mondiale, l'emmène à proposer le test de Turing, dans son article « Computing machinery and intelligence »², en 1950. Le but de ce jeu est de déterminer si une machine est capable de simuler une conversation sans que l'interlocuteur ne se rende compte de cela. Le test se déroule ainsi : on met en relation un homme, une femme et un juge, dans des espaces séparés. Dans un premier temps le juge devra déterminer par le biais d'une conversation qui est l'homme et qui est la femme. Ensuite l'homme est remplacé par un ordinateur ; et c'est au « juge » de distinguer ou pas la différence entre les échanges avec l'être l'humain et ceux avec l'ordinateur. Dans plus de 30% des cas, ce dernier passe le test avec succès. En posant le jeu comme cadre, Turing organise une relation fluide entre les protagonistes. Cette relation est basée sur un type spécifique de mémoire, intime et personnel, qui permet de déterminer, au fil du temps de la conversation, si oui ou non il y a intelligence et si celle-ci est humaine. Si le protagoniste humain ne devine pas qu'il a une machine en face de lui, au bout des cinq minutes prévues, pour Turing, cela veut simplement dire que ce n'est pas une machine. Comme ces échanges ont lieu de manière régulière et intensive, les réponses sont provisoires et éphémères, car elles peuvent être remises en cause en fonction du contexte ou de l'humeur des interlocuteurs. C'est la capacité d'évolution et

¹L'ordinateur Colossus. Basé sur le système binaire, cet ordinateur fut le tout premier calculateur électronique. Il fut conçu par Thomas "Tommy" Flowers et son équipe, il comporté plus de 1 500, puis 2 400 tubes à vide et pouvait faire 5000 opérations par seconde. Il a principalement servi à déchiffrer les codes.

²« Le Computing Machinery and intelligence » est un article central concernant l'intelligence artificielle écrit par Alan Turing et publié en 1950. Il décrit ce que l'on nomme maintenant le test de Turing.

d'apprentissage de l'algorithme qui va déterminer le résultat du test. A ce jour, plusieurs programmes ont réussi le test de Turing. Ainsi en 2011 lors du festival Tecniche, un programme dénommé « Cleverbot » construit par Rollo Carpenter¹ un pionnier de l'intelligence, a pu convaincre ses juges (dans près de 60% des cas) de sa nature humaine. Plus récemment l'ordinateur Eugene Goostman de l'université de Reading a convaincu ses juges à 33% en 2014. Alan Turing, en visionnaire, pose le concept d'ordinateur humain, d'intelligence artificielle.

Un autre chercheur américain apporta sa contribution à l'élaboration des tous premiers ordinateurs. Il s'agit de Norbert Wiener, mathématicien, théoricien et philosophe. Après avoir réalisé des études à Harvard, il y obtint son doctorat très jeune. Il s'intéressa ensuite à la philosophie, puis à la logique et enfin aux mathématiques. Il travailla sur la théorie des probabilités ainsi que sur l'analyse harmonique. Le savant apporta la notion de feedback ou rétroaction à la théorie de l'information de Claude Shannon. Son plus grand apport à la science est la cybernétique, dont il est considéré comme le fondateur. Norbert Wiener publia en 1948 son célèbre ouvrage *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*². Il y définit cette science comme celle des systèmes autorégulés. La cybernétique est ainsi applicable à différents domaines comme le vivant (cellules, organismes, humains, écosystèmes), les machines (appareils, robots, ordinateur), sociétés (communication, informatique). Wiener pose comme postulat que l'homme est un système comme un autre, et que tout système animal, machinique ou de communication, a besoin d'être dans une forme d'équilibre appelée l'homéostasie. Cette homéostasie est acquise grâce au processus d'échanges d'informations entre les différentes parties du système. D'où la nécessaire rétroaction lors de l'émission d'un message. Cette rétroaction est qualifiée de positive si cela conduit à l'accentuation de l'action. Par exemple, le feedback de B augmente l'action de A. Ou bien elle est dite négative si elle provoque une forme de régulation en diminuant l'action. La réaction de B pousse A à modifier son action. Wiener définit donc la communication comme une boucle rétroactive ; il dépasse la conception linéaire de la communication chez Claude Shannon. Le savant modifie complètement la vision de l'informatique ; elle n'est plus une technique juste destinée à réaliser des calculs, mais devient un outil de communication. De calculateurs, les machines deviennent des ordinateurs. Des machines qui ordonnent, disposent, mettent en ordre.

Dans le livre *The human use of human beings : cybernetics and society*, paru en 1950 puis en 1954, Wiener nous dit : « La société ne peut être comprise que par une étude des

¹Rollo Carpenter (1965), informaticien britannique. Travaillant sur l'intelligence artificielle, a conçu deux logiciels basés sur celle-ci et appelés Jabberwacky et Cleverbot.

²Norbert Wiener, *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*, 1948.

messages et des dispositifs de communication qu'elle contient ; dans le développement futur de ces messages et de ces dispositifs, les messages entre l'homme et les machines, entre les machines et l'homme, et entre la machine et la machine, sont appelés à jouer un rôle sans cesse croissant. »¹. Norbert Wiener a l'intuition du changement de société dans lequel nous sommes. Avec une vision humaniste, il nous invite à prendre conscience des implications sociétales et humaines de la révolution informatique puis numérique. Très tôt Wiener refuse de travailler pour l'armée américaine, traumatisé par les bombardements de Nagasaki et Hiroshima. Il chercha à être en accord avec lui-même et rappela aux scientifiques de son époque, leurs responsabilités morales.

Les travaux de Wiener ont influencé un grand nombre de scientifiques comme le neurophysiologue britannique William Grey Walter. En 1950, William Grey Walter réalisa deux tortues cybernétiques directement inspirées des théories de Wiener et des recherches du scientifique Russe Ivan Pavlov sur le conditionnement et les réflexes. William Grey Walter publia en 1947 un article « Une imitation de la vie »² dans lequel il décrit les deux machines dont l'objectif est de démontrer sa théorie selon laquelle avec quelques cellules nerveuses (vivantes ou artificielles), on peut obtenir des comportements complexes. Les cellules nerveuses sont matérialisées par des tubes à vide connectés entre eux ; et des capteurs de lumière y sont connectés. Ces deux robots électromécaniques, Elsie et Elmer, ont pour base une structure en tricycle motorisée. Pour expliquer le principe de fonctionnement, les deux capteurs de lumière sont des cellules photo-électriques. Elles produisent de l'électricité lorsqu'elles sont éclairées. Elles sont positionnées à gauche et à droite du robot. Chaque capteur de lumière est relié à un moteur électrique. Ainsi si une cellule est éclairée, le moteur entre en fonction et le robot tourne dans le sens où est positionnée la cellule photo-électrique. Cela donne aux deux robots la capacité d'interagir avec leur environnement et d'être attirés par la lumière. A cela s'ajoute une programmation (pré-comportementale) qui permet à ces robots de se diriger vers la zone de rechargement, très éclairée, au cas où leurs accumulateurs viennent à faiblir. Ces deux automates sont les premiers robots mobiles. Ils simulent des comportements réflexes et sont inspirés par le vivant, en l'occurrence, les tortues.

Alan Turing, Jon Von Neumann, Norbert Wiener et bien d'autres scientifiques britanniques et américains, ont en commun le fait que leurs recherches pour concevoir un ordinateur passent par la mise au point d'un cerveau artificiel ; ce dernier se basant sur le vivant.

¹Norbert Wiener, *The human use of human beings : cybernetics and society*, Massachusetts, Houghton Mifflin, 1950, p. 48.

²Walter, W. Grey, *An Imitation of Life*, *Scientific American*, mai 1950, p. 42-45.

Ils s'inspirent des travaux sur la structure du cerveau : de la neurobiologie et la morphogenèse pour Alan Turing ; des automates cellulaires pour Von Neumann ou des écosystèmes vivants ou artificiels pour Norbert Wiener. Tous font régulièrement l'analogie entre les organismes vivants (telles les cellules) et les machines. Imitant le développement du cerveau et des neurones, Turing proposa même des « machines inorganisées » basées sur des automates élémentaires en relation aléatoire. Pour être vivantes, les machines doivent pouvoir s'autoréguler mais également communiquer avec le milieu les entourant ; que cela soit des machines ou des humains, n'est-ce pas ce que le test de Turing annonce ? Le vivant se distingue de la machine comme le numérique le fait de l'informatique, par sa dimension culturelle.

Le numérique, l'informatique, quelles définitions ?

Marcello Vitali-Rosati¹ dans son livre *Pratique de l'édition numérique*², approfondit le sens du mot « numérique ». Il indique que le terme numérique est utilisé dans de multiples contextes : indiquant par la même que pour la majorité d'entre nous, sa signification reste imprécise. « NTIC » « nouveaux médias » ou « environnement virtuel » sont autant d'expressions qui nous renvoient aux différents aspects techniques et pratiques du numérique. Avec le recul, nous constatons que ces appellations tendent à disparaître. Ces dénominations mettaient surtout en avant la dimension informative, en laissant dans l'ombre, celles plus sociales et culturelles.

D'ailleurs les termes « nouveau » et « virtuel » disparaissent eux aussi. Cela devient évident pour le premier adjectif, car le numérique a émergé dans les années 80. Même s'il est vrai que pour définir le numérique, il est souvent fait référence à sa dimension immatérielle, le qualificatif de « virtuel » définit assez mal ce qu'est le numérique fondamentalement. Le terme virtuel vient du Moyen Age. Il fut utilisé par les philosophes et les théologiens de l'époque. Il serait la traduction du terme grec *dunaton* qui veut dire « possible », « potentiel » ou « virtuel ». Ce sont dans les années 1980 que le terme « réalité virtuelle » fait son apparition avec son inventeur Jaron Lanier. Le premier à avoir posé les relations entre le concept en philosophie et celui utilisé dans les techniques numériques, est Pierre Levy³. Sa réflexion se développe dans son ouvrage *Qu'est-ce que le virtuel ?*⁴

¹Marcello Vitali-Rosati (1979) est un philosophe italien. Il travaille sur le virtuel et l'identité numérique. Professeur de l'Université de Montréal, il poursuit ses recherches autour des écritures numériques.

²Marcello Vitali-Rosati, *Pratique de l'édition numérique*, Montréal, Presses de l'Université de Montréal, Col Parcours numérique, 2014

³Pierre Levy (1956), philosophe sociologue français. Il est professeur à l'université du Québec. Ses travaux portent sur internet, les humanités numériques et l'éthique liés à ses outils.

⁴Pierre Levy *Qu'est-ce que le virtuel ?* Paris, Collection la découverte poche /Essais, n°49, 1998

Concernant le qualificatif de virtuel pour désigner le numérique, la réalité est que tout comme le web, l'informatique et l'internet ont besoin de supports matériels pour exister. Ils ont encore besoin, d'interfaces de type ordinateur personnel ou téléphone portable, de centres de données et de serveurs, pour pouvoir échanger les données. Tout cet appareillage n'est pas du tout virtuel. En fait, ce sont les mondes parallèles que l'informatique a permis de créer, qui peuvent prendre le nom de virtuel.

Par contre, le terme informatique reste toujours d'actualité. C'est certainement dû au fait que grâce à la création, en 1991, au CERN¹ du World Wide Web et de l'interface graphique par Tim Berners-Lee², nous avons pu changer notre rapport au code. C'est grâce aux travaux de Berners-Lee menés au CERN, que maintenant il suffit juste de cliquer sur un lien hypertexte³ pour aller sur une page web ou un site internet. A partir de ce moment le succès d'internet devint général avec l'invention des interfaces graphiques imaginées par Berners-Lee. Elles permettent encore aujourd'hui à de nombreux utilisateurs de naviguer sur la toile mondiale sans se poser de questions sur ce qui fait fonctionner la machine.

A partir de ce moment le code est devenu la partie invisible du numérique, alors qu'au tout début de l'arrivée des ordinateurs dans les foyers, il fallait s'initier à la programmation de langage comme le Basic ou le Fortran. L'apprentissage de ses langages était simple surtout pour les Anglophones ; car leur vocabulaire était proche du langage courant, même si leur syntaxe était proche de la formulation mathématique. Ces langages étaient de haut niveau. Finalement, les interfaces de Tim Berners-Lee ont permis aux usagers n'ayant aucune connaissance en programmation ou en informatique d'accéder aux informations du web, qui est le contenu, via internet, qui en est le support. Ces pages de traductions graphiques entre la machine et l'utilisateur ont mis en avant la notion de partage, en permettant à tout un chacun un accès plus large à l'information et à de nombreuses modalités d'échanges (réseaux, forums, texto, blogs). Le bien commun et surtout, le partage, sont devenus des éléments structurants de la culture numérique.

¹Le CERN, l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire, est l'un des plus grands et des plus prestigieux laboratoires scientifiques du monde. Il a pour vocation la physique fondamentale, la découverte des constituants et des lois de l'Univers. Source : <https://public-archive.web.cern.ch/public-archive/fr/About/About-fr.html>

²Timothy John Berners-Lee (1955), scientifique britannique, est reconnu comme étant le principal inventeur du World Wide Web avec Robert Cailliau au tournant des années 1990 au CERN. Les deux chercheurs proposent d'utiliser un système basé sur l'hypertexte pour permettre la recherche d'information.

³L'hypertexte. Inventé par Ted Nelson vers 1965, ce terme signifie que du texte contient des liens vers d'autres textes ou iconographies.

Ce sont les réseaux d'échanges entre universités américaines qui furent le point de départ d'internet. Ainsi, vers la fin des années 1960, c'est une demande de l'agence du département américain de la défense (la DARPA) qui fut à l'origine d'internet. La DARPA souhaitait créer un réseau d'échange de données entre différents centres de recherches. Ce réseau prit le nom d'ARPANET en 1969 (Advanced Research Projects Agency Network). Il reliait les universités de Californie (UCLA) et celles de Standford. Ce premier réseau se développa jusqu'à intégrer un peu plus de quarante universités en 1972 ayant des ordinateurs et des modalités d'échanges différents. En 1974 les chercheurs Nord-Américains Vint Cerf¹ et Robert Kahn² proposent le protocole TCP/IP qui permet une standardisation des échanges entre ces réseaux hétéroclites. Finalement, en 1983, les militaires Américains créent leur propre réseau (MILNET) tandis qu'ARPANET devient totalement civil et choisi le protocole TCP/IP. Ce fut la naissance d'internet. Afin de garantir l'autonomie et l'ouverture du canal qu'est internet vis-à-vis des puissances politiques et financières, le World Wide Web consortium ou W3C fut créé en 1994. C'est le MIT (basé aux États-Unis) et l'INRIA³ (basé en France) qui en ont la direction.

Depuis leur essor dans les années 1990, le World Wide Web et le réseau internet, ont suscité le développement des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Avec le temps, de nouveaux modes d'usage de ces TIC ont vus le jour.

John Von Neumann, Alan Turing nous rappellent qu'à l'origine, l'informatique avait pour mission de faciliter le calcul et de reproduire la pensée humaine, l'intelligence. D'autres scientifiques comme Anne Nicolle, considéraient que l'enjeu principal de l'informatique est d'assurer la pérennité et la continuité des services d'information, de communication et plus généralement des flux. La capacité de l'informatique à être en réseau lui permet grâce à son maillage de pérenniser les flux, même dans les conditions extrêmes de pannes, de bugs ou virus. Il est clair que l'organisation de nos sociétés contemporaines peuvent difficilement tolérer des arrêts prolongés des échanges financiers, informatiques et physiques. Ce qui donne de la force à l'informatique est sa continuité. Anne Nicolle⁴, dans son livre *Le continu, le discontinu et le*

¹Vinton « Vint » Gray Cerf (1943) est ingénieur chercheur états-unien. Avec son collègue Bob Kahn, ils mettent au point le protocole TCP/IP. Ils sont considérés comme les inventeurs d'internet.

²Robert Elliot Kahn, dit Bob Kahn (1938). Est un ingénieur états-unien. Avec Vinton Cerf, ils co-inventent le protocole TCP/IP.

³INRIA. L'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA) est un institut de recherche français en mathématiques et informatique. Créé le 3 janvier 1967 dans le cadre du plan Calcul, il a le statut d'établissement public à caractère scientifique et technologique. Source <https://www.inria.fr/>

⁴Nicolle Anne est professeure à l'université de Caen. Ses recherches portent principalement sur les processus interactifs de durée indéfinie.

*discret en informatique*¹, étudie les principales propriétés de l'informatique. Elle voit comme caractéristique principale de l'informatique, la discrétisation, la fusion entre le numérique et le symbolique dans les algorithmes, l'intelligence artificielle avec les « processus interactif de durée indéfini » et son assimilation à un système d'information.

Par ses recherches, l'auteur démontre que l'informatique est un système d'information (ou SI) comme un autre et indique les caractéristiques de celui-ci. Les SI facilitent la lecture et l'échange d'informations, dans un champ d'application donné, en étant dans des conventions culturelles et normatives. Ces domaines d'application peuvent être de l'ordre de la médecine, de la géographie, du monde de l'entreprise. Les SI s'adaptent aux usages et aux évolutions sociales et techniques. Ils sont également l'actualisation de la représentation du monde et contribuent à son objectivation par les décisionnaires, qu'ils soient politiques ou financiers. Cette actualisation est régulière et continue, et elle se fait via les réseaux informatiques. Ces derniers décentralisent ainsi les lieux de décision, de pouvoir et de contrôle.

Il est vrai qu'avec l'informatique, est née ce que l'on désigne comme la lecture automatique puis industrielle des données. Que ces flux de données soient techniques ou humains, leurs compilations se font en dehors de tout critère affectif ou sensible. C'est la mesurabilité qui devient le critère et l'outil déterminant de cette lecture automatique.

En fait les ordinateurs sont alimentés par deux types de flux de données : ceux transmis par des capteurs ayant numérisé des phénomènes analogiques comme la lumière, le son. Le second type de flux est naturellement numérique. C'est le cas des flux provenant d'un clavier d'ordinateur ou d'échanges entre des computers via un réseau. La lecture automatique des flux de données est devenue l'une des fonctions essentielles attribuées à l'informatique. L'analyse et la gestion des flux concernent la surveillance, ou le tri, la gestion des informations ciblées (bourse, presse). L'informatique est donc assignée à des machines à calculer, des machines à transmettre et à organiser les flux.

Pourtant la pérennité de l'informatique provient aussi de son propre dépassement : de simple technique elle est devenue une science autonome et surtout une industrie puissante et omniprésente. En tant que science, l'informatique nous aide à créer des modèles et des outils permettant de comprendre le monde et d'anticiper ses changements par le biais de la modélisation. L'informatique se caractérise aussi par la possibilité qu'elle nous donne de créer des mondes virtuels.

¹ Nicolle Anne, « Le continu, le discontinu et le discret en informatique ». In *Espaces Temps*, 82-83, 2003. *Continu/Discontinu. Puissances et impuissances d'un couple* Christian Ruby (dir.), pp. 97-109.

c) La discrétisation : de l'analogique au numérique

A l'origine, le terme numérique fut employé pour distinguer les enregistrements sonores, photographiques, voire vidéographiques, d'avec ceux réalisés par les techniques analogiques, comme nous le rappelle Marcello Vitali-Rosati, l'auteur du livre prés cité : *Pour une définition du numérique*. Le remplacement du disque vinyle par le Compact Disc ou CD, est un bon exemple du changement technologique que fut l'arrivée du numérique auprès du grand public, au tout début des années 1980 (lorsque les marques Sony et Phillips ont breveté cette technologie).

Dans le cas du disque vinyle, qui est un pur dispositif analogique, le son est reproduit sur un support de façon continue et surtout identique à la réalité. Toute la forme du signal sonore est enregistrée, en continu. L'analogique permet donc un enregistrement continu et donc extrêmement fidèle du signal, qu'il soit sonore ou vidéo. Malheureusement, lorsqu'il s'agit de réaliser la copie d'un signal, d'une forme, d'une odeur, d'une idée, il y a une perte. L'exemple de la copie des cassettes audio ou vidéo est parlant pour les plus âgés d'entre nous. Peut-être que le moulage d'une main ou d'un visage sera plus explicite, pour les autres, afin de saisir que dans ce cas, la copie s'éloigne de plus en plus de l'original à mesure que l'on réalise une copie de la copie. On comprend que le problème principal de l'analogique est celui de la reproductibilité.

Par contre, dans le cas d'une numérisation, lorsque l'on réalise l'enregistrement d'un signal, celui-ci est échantillonné ; c'est-à-dire, qu'il n'est conservé qu'une partie du signal à une fréquence régulière (en général). Nous passons donc de l'analogique, c'est-à-dire du continu au numérique, autrement dit, au discret. Plus les échantillons sont nombreux et plus l'on se rapproche de la forme réelle du signal. Mais cela engendre des problèmes de taille du fichier, de stockage et de traitements des données. Il s'agit donc de trouver la bonne fréquence d'échantillonnage correspondant aux caractéristiques physiques de la source à enregistrer. D'autres contingences sont à prendre en compte lorsque l'on se situe dans la sphère industrielle du numérique : les questions économiques et technologiques, avec par exemple, le rapport qualité-prix de l'enregistrement et la taille du fichier. La mesurabilité est inhérente au numérique.

Deux types de discrétisation : symbolique et par découpage. On comprend que le continu s'oppose au discret. Et pourtant, bien que certains médias soient discrets, comme le sablier (grains de sable) ou la photo argentique (grains argentiques), ils ne sont pas numériques pour autant. C'est en passant du continu au discret qu'il y a discrétisation. C'est grâce à la

discrétisation en binaire que l'on peut coder des nombres entiers ou rationnels. C'est en associant un nombre à un caractère que les alphabets peuvent être codés. De même pour la couleur, elle peut être codée en décomposant les valeurs des trois couleurs de base avec le fameux principe Rouge Vert et Bleu (RVB). Il est possible de coder 65536 couleurs avec un tableur à 16 chiffres (16x16 possibilités). Une couleur peut être nommée ; c'est un processus de numérisation par le symbolique. Elle peut bien-sûr être codée ; il s'agit là, de la discrétisation par découpage.

Un même code peut correspondre à une couleur, un caractère, un nombre entier. Il est donc nécessaire de connaître son type si on désire le traiter. C'est pour cela que dans le code il y a, en général, le type de valeur, la valeur, et l'espace nécessaire pour l'utiliser dans le programme. Comme constaté plus haut avec les couleurs, il existe deux formes de discrétisation du continu : l'approximation par découpage ou l'approximation par la symbolisation. On code les objets lors d'un découpage et on nomme les objets lors d'une symbolisation. Ni le langage ni les mathématiques ne peuvent directement transférer aux ordinateurs des tâches associées aux deux modes de saisie connue par les humains, c'est-à-dire l'approximation et la symbolisation. Seul le code peut faire cela. En fait, c'est le codage de l'information, et son autonomie d'avec le support, qui définit le mieux le numérique.

Étant à l'œuvre dans le langage, la symbolisation est la première forme de discrétisation. Ensuite viennent l'écriture, les notations musicales et les mathématiques avec les nombres et les formules à représenter. C'est vers les années 1960 que les premières utilisations des notations symboliques furent utilisées dans l'informatique. Le scientifique Mac Carthy¹ inventa un langage symbolique qu'il dénomma LISP². Il coda les valeurs a, b ou c mais également les opérations et des relations simples comme +, - ou = ainsi que V (racine carrée). Il aboutit ainsi à une chaîne de caractères intégrant des symboles ayant des règles d'écriture normalisée.

Ces chaînes de caractères sont donc manipulables mais peuvent aussi être calculées. L'utilisation des symboles pour représenter des grandeurs réelles et les manipuler, caractérise le calcul symbolique. On parle aussi de calcul formel. Celui-ci permet de faire des calculs en intégrant des formules mathématiques à la différence du calcul numérique. Le passage du numérique au symbolique est fréquent en informatique. L'exemple des cartes géographiques montre bien où la symbolisation et l'approximation se rencontrent. Ainsi les églises ou certains

¹John McCarthy (1927 – 2011), chercheur états-unien. Ses travaux portent sur l'intelligence artificielle. Il est connu pour avoir inventé le langage Lisp (contraction de list processing), John McCarthy fut professeur à Stanford, au MIT ainsi qu'à Princeton.

²LISP : Très fonctionnel ce langage de programmation fait partie des plus anciennes.

monuments sont signalés par des croix, des rectangles ou des cercles, tandis que les routes, les courbes sont des tracés vectoriels¹, donc numériques. La symbolisation est largement utilisée pour développer des systèmes d'intelligence artificielle. Les dernières recherches sur le sujet concernent les agents hybrides. Ceux-ci mixent les approches symboliques et numériques. Ils sont aussi dénommés applets ou composants actifs. Anne Nicolle les nomme : processus interactif de durée indéfini². Certains de ces agents ont la capacité d'évoluer. Ces applets ou appliquestes en français, sont de petits programmes autonomes qui sont insérés dans des pages web ou dans d'autres programmes et sont exécutés par le navigateur (le lecteur de pages web). Leur particularité est qu'ils dépendent de l'état d'ouverture ou de fermeture de la page web à laquelle ils sont associés. Ils ont donc plusieurs états : ils sont, soit actifs, soit endormis. Ainsi pour Anne Nicolle, le conflit entre symbolique et numérique semble dépassé par l'intelligence artificielle et finalement c'est la capacité de créer des processus artificiels qui caractérise l'informatique, bien plus que sa capacité à représenter des objets. Anne Nicolle rappelle que, selon le niveau de lecture, les phénomènes, physiques, biologiques ou sociotechniques peuvent être considérés comme discrets ou continus. En biologie par exemple, une espèce est considérée comme continue, tandis que les individus composant cette espèce étant dénombrables sont donc discrets. Le langage, comme l'écriture sont des activités symboliques, qui transforment le continu en discret. Le langage désigne des actions par des verbes tandis que l'écriture remplace la pensée par des représentations graphiques (idéogrammes ou lettres). En informatique ces caractères graphiques sont remplacés par un code.

Le principe du cinéma découle directement de la discrétisation. Les images sont enregistrées par la caméra avec (généralement) une fréquence de 24 images par seconde. Il y a bien échantillonnage des images captées par rapport à la continuité de la réalité. Par la suite, le projecteur diffuse ces images à la même fréquence afin de restituer la fluidité de l'action. En ce qui concerne les images simples de type photographique, elles sont numérisées en unité appelée « pixel ». Pour une surface A donnée, plus le nombre des pixels est important, plus l'impression de continuité dans l'image est importante. Dans le cas contraire, nous pouvons distinguer les pixels. Un pixel est la couleur moyenne de la surface d'environ un millimètre carré.

¹Les tracés vectoriels sont aussi connus sous le nom de courbes de Bezier, du nom d'un ingénieur français qui travaillait pour Renault. Il a mis au point une technique de dessin dans l'espace pour faciliter le travail des ingénieurs travaillant sur les prototypes de voiture. Source. <http://arts-numeriques.codedrops.net/Image-vectorielle>

²@inproceedings {cn-nicolle-2005, author = {Nicolle, Anne}, title = {Étude des processus interactifs de durée indéfinie}, booktitle = {Poster à MFI'05 (Modèles formels de l'interaction)}, pages = {229-234}, year = {2005}, editor = {Cepadues éditions}}

L'informatique en transporte des éléments symboliques comme l'écriture, la parole ou l'image en données discrètes ; elle autorise une forme d'ubiquité.

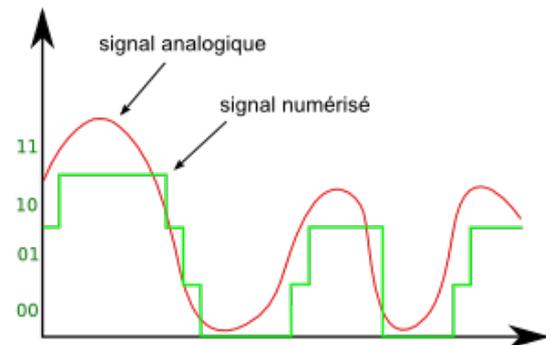
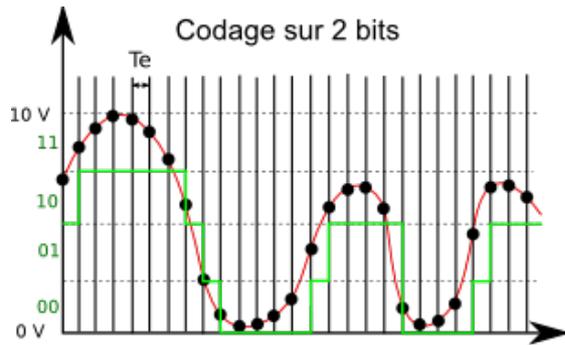
En mathématique, le discret correspond à un ensemble d'éléments séparés et unitaires. L'ensemble des numéros naturels est discret ; entre 1 et 2, il n'y a rien. A la fin du processus, le signal est transformé en une série de chiffres qui ne peuvent avoir que deux valeurs : soit 0, soit 1. Avec ce type de conversion, entre l'enregistrement original et sa *n*ième reproduction, il n'y a pas différence ; c'est exactement le même fichier. En fait, il n'y a pas de copie avec le numérique car le fichier est nativement multiple. En faisant une analogie avec les sciences du vivant, on peut parler de clones numériques.

Nous pouvons estimer que le premier emploi du mot numérique vient donc des techniques d'échantillonnage puis de discrétisation d'un signal. Après un certain nombre d'hésitations entre d'autres systèmes en base 8 ou 16, le choix fut fait pour le système binaire en base 2 pour être la base du code informatique. Cette base 2 correspond aux valeurs 0 ou 1, à l'état ouvert ou fermé d'un circuit électrique, à la position haute ou basse d'un signal, au bit qui est l'information élémentaire en informatique.

Les étapes du traitement numérique d'un signal par un ordinateur consistent dans un premier temps à créer un échantillonnage de cet élément. Il faut donc récupérer des portions du signal à intervalle régulier. Pour déterminer le bon intervalle, c'est-à-dire la bonne fréquence d'échantillonnage, le théorème de Shannon conseille la solution suivante : « Pour reconstruire un signal de sortie de manière fidèle au signal d'entrée, il faut choisir une fréquence d'échantillonnage au moins deux fois supérieure à la fréquence maximale contenue dans le signal d'entrée. » Quand on choisit une fréquence d'échantillonnage, il faut également choisir la précision ou la résolution du signal. C'est ce que l'on nomme le pas de quantification. En fait, nous devons déterminer avec quel nombre de bits sera codé le signal, 1, 2.

Il est clair que, plus le nombre de bits est petit, plus le signal sera mal reproduit et inversement. L'article de Mathilde Glénat, « Principe du passage de l'analogique au numérique »¹, nous éclaire en nous proposant une série de schémas.

¹Mathilde Glénat et Delphine Chareyron, *Principe du passage de l'analogique au numérique*, École Normale Supérieure de Lyon, <http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/principe-numerisation.xml>



Dans cet exemple, le signal a une amplitude de 10 volts :

- 0 à 2,5 V, le code sera « 00 »
- 2,5 V à 5 V, le code sera « 01 »
- 5 V à 7,5 V, le code sera « 10 »
- 7,5 V à 10 V, le code sera « 11 »

Plus le nombre de bits sera important et meilleure sera la précision, mais plus le signal occupera de la mémoire !

La quantification consiste donc à choisir la taille en bits que prendra chaque valeur constituant le signal. Le codage est la dernière phase. Celui-ci consiste en la transformation de la série de valeurs en une série de nombre binaire interprétable par l'ordinateur. Après le traitement par l'ordinateur et lors de son émission vers l'utilisateur, ce code est ensuite transformé en analogique pour qu'il soit compréhensible par nous, êtres humains, via des interfaces comme l'écran ou des hauts parleurs. Le clavier comme la souris réalisent le passage de l'analogique au numérique ; ce sont des interfaces. Par contre, l'écran, l'imprimante ou les hauts parleurs se situent dans la catégorie des actionneurs qui, eux, transforment le signal numérique en signal analogique. Au centre se situe l'unité de traitement, qui peut être un microcontrôleur ou une carte mère (comportant un micro-processeur). Les capteurs apportent les signaux prétraités à la carte mère qui va les convertir en code. Ensuite elle va les traiter en fonction de l'algorithme (du programme) puis les reconvertir en signal analogique que nos cinq sens peuvent percevoir comme de la lumière ou du son.

Nous l'avons vu : le code est l'interface entre le monde que nous voyons et ressentons et celui du microprocesseur fait de 0 et de 1. Anne Nicolle donne un autre exemple de la transformation de notre monde analogique en environnement numérique au travers de la commande des machines physiques. Elle rappelle que les machines physiques sont matérielles et qu'à l'origine elles étaient pilotées par des moyens mécaniques, puis électromécaniques ; comme nous avons pu le voir dans le chapitre sur les calculateurs mécaniques. Ainsi le pupitre de contrôle, zone névralgique, était le lieu où aboutissaient les fils et les câbles permettant de recevoir les informations ou de transmettre les instructions au dispositif. Pour une machine très simple comme un vélo ou une autre bien plus complexe comme un navire, il fallait imaginer puis créer l'ensemble de la machine avec le guidon (dans le cas d'une bicyclette), ou la barre (pour le bateau) comme élément directeur. Une fois matérialisé, le projet ne pouvait plus être changé, sans de coûteuses et délicates modifications.

De nos jours, les éléments de pilotage mécanique et électromécanique sur les artefacts sont remplacés par leur équivalent informatique. Et c'est le microprocesseur qui, depuis son invention dans les années 1980, gère la commande des machines contemporaines. Il devient évident que depuis l'apparition des instruments numériques (aux mêmes dates), la plupart des outils analogiques ont été remplacés par leur équivalent numérique ; comme les règles de calcul l'ont été par les calculatrices et les appareils photo en argentique par leur version numérique. Parce que les instruments numériques sont souvent plus faciles d'utilisation, moins chers et plus fiables, moins sensibles à l'usure.

Comme nous l'avons vu, la question de la reproductibilité est aussi une raison majeure du remplacement de ces outils. Pourtant avec les outils analogiques, les usagers avaient une plus grande facilité de compréhension des principes de fonctionnement qui mettaient directement en rapport l'outil et le phénomène (à enregistrer ou à visualiser).

Pour l'auteur de l'ouvrage *Le continu, le discontinu et le discret en informatique*, le véritable changement est que contrairement au dispositif mécanique et électromécanique, les systèmes informatiques, avec la possibilité d'introduire un nouveau programme, permettent de faire évoluer les machines et de les faire s'ajuster aux nouveaux besoins et fonctions qui leur sont assignés. Il n'y a plus la nécessité de changer de machine pour aboutir à une nouvelle fonction. Avec l'utilisation de capteurs, l'automatisation des tâches et la surveillance des flux ou des données météorologiques, les systèmes informatiques sont devenus indispensables en aidant les humains dans des tâches trop répétitives, ennuyeuses ou trop complexes à effectuer dans un temps très court (comme le contrôle et le décollage des engins spatiaux).

Anne Nicolle résume : « Les systèmes de commande de machines physiques sont dits « intelligents » lorsqu'on remplace le tableau de commandes câblé par un processus programmé qui peut envisager un nombre de cas beaucoup plus important et être reprogrammé sans modification des machines. »¹ Il est clair qu'avec l'informatique, la productivité et la stabilité des outils sont augmentées.

d) Propriétés et définition du numérique

A l'opposé de l'analogique, avec le numérique, il n'y a pas le problème de la reproductibilité, de la perte d'information. La discrétisation conduit à un fichier binaire. Celui-ci est nativement multiple, c'est-à-dire qu'il est absolument identique au premier enregistrement. La reproductibilité est donc une des caractéristiques intrinsèques du numérique. Cela entraîne au niveau de la reproduction, des coûts financiers quasiment nuls. Allié à la convertibilité, qui est une autre caractéristique du numérique, cela explique l'explosion économique ainsi que la mondialisation de ces technologies.

La convertibilité signifie que le même fichier peut être converti en son, en texte, en image très simplement et quasiment instantanément. Mais aussi que ce même texte peut être visualisé de mille façons, nous rappelle Marcello Vitali-Rosati.

Ce qui caractérise également l'informatique, est la possibilité qu'elle nous donne de réaliser des simulations et surtout de créer des mondes virtuels.

Pour Anne Nicolle, la simulation est un modèle simplifié du monde. Ses caractéristiques dépendent de l'expérience que l'on souhaite y mener. Cette modélisation est proche de notre monde au niveau des trois dimensions spatiales. Par contre, elle nous permet des modifications de la dimension temporelle, mais aussi de certaines grandeurs physiques comme la température, la pression la lumière.

Il existe trois types de modélisation : le premier sert à comprendre les caractéristiques d'un phénomène ; Le second nous permet de comprendre son évolution dans le temps ainsi que sa répétitivité ; Le dernier vise à contrôler des machines.

Prenons l'exemple de la chute d'un objet avec une accélération constante et voyons les différents types de représentation analogique, symbolique ou numérique. Dans le cas d'une modélisation analogique, on récupère les propriétés principales du phénomène continu, puis nous les déplaçons dans le modèle analogique. Dans le cas d'une modélisation symbolique, les

¹Nicolle Anne. *Le continu, le discontinu et le discret en informatique*, p. 99

propriétés principales sont extraites afin de représenter d'une autre façon. Dans ce cas, la distance, le temps et la gravité donneront l'équation $d = g.t^2$. Enfin avec le modèle numérique, les phénomènes sont représentés dans un tableau, après découpage et approximation. Ensuite, pour calculer une valeur située entre deux valeurs déjà connues, il faut faire une interpolation¹. Pour mieux comprendre : lors de l'interprétation d'un son discrétisé, il y a d'abord un transcodage, c'est-à-dire le passage d'un code à un autre, qui va interpoler les valeurs entre deux données connues et inscrites dans un tableau contenu dans le code. A la différence du son, pour les images et les vidéos, la continuité est reconstruite par l'utilisateur ; il n'y a pas besoin d'outils d'interpolation. Les méthodes de compression sont des exemples d'approximation et d'interpolation. Ces méthodes sont aussi appelées codage de source. Les compressions peuvent être avec une petite perte de données (afin d'obtenir un plus grand taux de compression) ou sans perte dans le cas de fichiers comme des archives, des programmes ou des textes.

Les Mondes virtuels ont, pour Marcello Vitali-Rosati, deux objectifs principaux : ils sont la reconstitution relativement fine et exacte d'espaces architecturaux, de paysages ou de ville ou au contraire, ils mettent en place un espace/temps fictionnel.

Dans le premier cas, les reconstitutions virtuelles ont pour intérêt en comparaison avec les maquettes classiques d'être immersives et de donner la possibilité aux usagers de les parcourir. Dans le second cas, celui des mondes virtuels fictifs, ils ont des liens avec ceux créés par la littérature ou le cinéma en rendant concrets des mondes inventés. Ils plongent leurs utilisateurs dans un espace, mais aussi dans un temps imaginaire.

2) du langage informatique à la culture numérique

a) Introduction

Même si la démocratisation dans nos foyers de l'ordinateur personnel a joué un rôle important au cours des années 1980, c'est avec la popularisation d'internet et des premiers fureteurs web vers le milieu des années 1990 que le numérique a pris son caractère social et culturel. Ce dernier se définit par sa dimension technologique, économique et idéologique. C'est durant ces trois dernières décennies que le qualificatif numérique fut rattaché aux termes « environnement », « humanité », « culture ». Un environnement numérique ou espace

¹Interpolation, source : CNRTL « MATH. Intercaler des valeurs ou des termes intermédiaires dans une série de valeurs ou de termes connus. » (D'après Uv.- Chapman 1956)

numérique de travail (ENT) correspond à un portail éducatif ou d'entreprise permettant aux différents usagers, de correspondre et de travailler, par le biais d'une page d'entrée sécurisée. Par contre, pour définir les humanités numériques, nous pouvons parler de la rencontre de plusieurs disciplines comme les sciences humaines, les arts, la littérature avec l'informatique. La notion de partage déjà évoquée est également au centre de ces *digital humanities*. Enfin, les questionnements sur l'existence puis l'émergence d'une culture numérique sont au centre de notre propos. En comparaison avec l'informatique, les termes « numérique » et « interne » ont subi la même transformation : de notions techniques, ils sont devenus une culture. Ceci grâce à leur diffusion dans la plupart des pratiques et sphères de notre société.

Hervé Crosnier¹ rappelle que c'est la mise au point du protocole TCP/IP réalisé en commun par des scientifiques qui a permis la prolifération, voire l'émergence de cette culture numérique. Tout cela fut possible grâce à des créations informatiques libres de droit et réalisées en commun. L'enjeu des NTIC fut souligné dès ses débuts par l'Unesco. Notre contemporanéité technologique a perdu sa dimension utopique à tel point que le rapport Mac Bride² datant de 1978 annonçait déjà le déséquilibre entre les pays riches et les autres, en termes d'équipements, d'éducation et d'accès aux NTIC. En 2005 lors du sommet mondial sur la société de l'information (SMSI), organisé par l'ONU, c'est de la dimension de la vie privée d'internet dont il fut question. Avec du recul, on peut constater que cela n'a pas eu les effets escomptés. De grands groupes de services technologiques ont vu le jour le GAFAM: Facebook, Google, etc. Maintenant les informations privées sont revendues ou troquées avec les partenaires financiers. Les algorithmes contrôlant les réseaux sociaux ne sont pas neutres, malgré le fait que la vie privée soit inscrite comme un droit de l'homme auprès de l'ONU.

b) Un code au cœur de la machine

Un élément incontournable du numérique est bien évidemment le code. Comme nous l'avons vu, avec la numérisation, la structure principale de ces algorithmes est le codage entre forme symbolique et algébrique. Pour Milad Doueïhi, le code n'est pas que normatif ou

¹Hervé Crosnier (1953-2016), universitaire français. Il est maître de conférence à l'université de Caen et étudie l'impact d'internet sur la société contemporaine.

²Rapport MacBride. Au cœur du Rapport MacBride [ou « *VOIX MULTIPLES, UN SEUL MONDE* » doc UNESCO] coule un ensemble de préoccupations qui n'ont pas pour seuls ingrédients les préoccupations dues aux développements commerciaux des médias, aux avancées technologiques et à leur distribution, aux problèmes juridiques et aux problèmes d'État. De manière implicite le Rapport MacBride ouvre la porte pour analyser les outils avec lesquels il sera possible de construire le Nouvel Ordre qui réclame pour l'Information et la Communication la façon de garantir l'égalité des chances et l'égalité de conditions à des « Voix Multiples » qui exigent leur place dans « Un seul Monde ». Source : <http://www.elcorreo.eu.org/Rapport-MacBride-Le-nouvel-Ordre-de-l-Information-et-de-la-Communication>

technique, c'est aussi une forme de littérature hybride, collective et participative. Hybride car elle est entre la symbolisation et la numérisation. Collective et participative car tout programmeur novice peut s'appuyer sur un bout de code qui fonctionne et trouver de l'aide auprès de sa ou de la communauté constituée autour de ce langage ou de cette problématique. Le code, par sa structuration hybride et séquentielle, crée une rupture avec les traditions lettrées, juridiques, économiques. Du fait de sa rationalité, il a comme conséquence, la traduction des activités humaines en des formules informatiques, qui laissent de côté la dimension sensible, en privilégiant la partie calculable et mesurable des données. Concernant le code comme être culturel, Milad Doueïhi explique :

« C'est un être culturel qui véhicule des présupposés et des préjugés et qui, dans son déploiement, concrétise des imaginaires et produit des espaces habitables et habités, peuplés par nos concitoyens et leurs doubles, dans des mondes inventés et modifiés par les usages effectifs »¹.

En s'exprimant ainsi, pour parler du code, l'auteur emploie un vocabulaire plutôt destiné au vivant, à l'individu. Ainsi, selon lui, le code, comme l'individu, aurait une généalogie, voire une biographie. Il aurait une résilience importante et pour parler de lui, nous employons souvent un vocabulaire lié au vivant ou au virus comme la propagation ou la contamination. L'auteur va plus loin dans sa comparaison du code et du corps : « La technique, l'informatique, dans sa production et ses usages, constitue ainsi un corps, et ce corps forme, dans sa réalité sociale, le numérique. Un corps textuel et discursif, un corps social et un corps imaginaire mais incarné. Un corpus résultant des rapports dynamiques entre code, interfaces, et usages. »² Il est clair que pour Milan Doueïhi, la technique informatique par ce qu'elle crée et comment elle est utilisée, constitue un corps. Pour lui, le numérique serait l'expression de ce corps dans sa réalité sociale. Ce corps aurait plusieurs strates : il y aurait la couche de l'écriture, celle sociale et celle du corps imaginaire, mais incarné. C'est ce corps apporterait de nouvelles formes comme les avatars ou la convertibilité généralisée.

Comme nous l'avons vu plus haut, le numérique transforme le réel en données. Cette transformation est réalisée par des algorithmes dont les critères sont propres au numérique. L'algorithme est le nom scientifique d'un programme informatique. Ainsi nos échanges, nos achats et nos connexions sont analysés, classés et mémorisés. Par exemple, lorsque nous effectuons une recherche sur le net, après traitements, des algorithmes nous proposent des

¹Doueïhi, Milad. *Qu'est-ce que le numérique ?* Paris, Presses universitaires de France, 2013, p. 64, § 9
²*Id.*, *ibid.*

recommandations en fonction de notre géolocalisation¹, aussi en fonction de nos habitudes et de nos cercles d'amis dans les réseaux sociaux. C'est un changement important dans notre relation à la machine. Il y a maintenant, note l'auteur de *Qu'est-ce que le numérique ?* une forme de substitution, une prescription. Maintenant, nous sommes obligés de faire confiance à un algorithme afin qu'il propose des résultats plus pertinents et personnalisés selon lui. Pourtant, nous devons nous rappeler que c'est bien un programme qui nous dirige dans la recherche de l'information. De même, c'est bien un programme qui nous conseille dans les parties de nos vies les plus intimes, comme nos relations sur les réseaux sociaux, voire, les sites de rencontres. L'algorithme nous fait une multitude de propositions, plus ou moins pertinentes, mais à la fin, nous ne savons pas quelles étaient les propositions non retenues par le programme. Nous ne savons pas ce que nous n'avons pas eu le loisir de rejeter par nous-mêmes, comme c'est le cas lorsque nous cherchons dans une bibliothèque. Ainsi l'interface qu'est le numérique, transforme, par le biais du calcul et des données, peu à peu, le monde, nos lieux de vie et nos identités.

c) De l'identité à la sociabilité numérique

Il est facile de nous créer, au travers des jeux, des réseaux sociaux ou des environnements numériques de travail, de nombreuses identités numériques. Le numérique devient donc un monde alimenté par des données produites par des algorithmes habités par des identités numériques multiples.

L'identité sociale est la première, celle que nous utilisons généralement pour naviguer sur le web. Elle nous ressemble le plus. C'est celle que nous déclarons et développons dans les réseaux sociaux et sur le web. Le premier type d'identité numérique émerge à partir des recommandations automatiques faites par des algorithmes qui traitent des données issues de nos échanges sur les réseaux sociaux ou en fonction de nos *habitus*² repérés par les algorithmes. C'est pour cela qu'elle semble plus conforme à notre identité sociale. Sur le sujet, Milad Doueïhi confirme :

« L'identité se construit dans un échange entre fragments discursifs et actions en réseau. Des interventions, des associations, des rapprochements, des rencontres fortuites, portées par les similarités et les liens de parenté d'un type nouveau, entre catégories et position sur un réseau et finalement des formes d'association

¹Géolocalisation : technique de détermination de la situation géographique précise d'un lieu ou, à un instant donné, d'une personne, d'un véhicule, d'un objet. Source Larousse.

²Habitus : comportement acquis, caractéristique d'un groupe social, quelle que soit son étendue, et transmissible au point de sembler inné. Source Larousse

productrices de sens et de pertinence, ce sont les particules élémentaires de l'identité numérique »¹.

Nous sommes fragmentés entre individus, identité sociale, identité numérique et avatars. Les autres identités sont le plus souvent des avatars utilisés dans des jeux vidéo ou pour de fausses identités basées sur des adresses mail secrètes. Dans le cas des avatars des jeux vidéo, il est intéressant de suivre comment l'identité numérique se construit. Mais également comment le corps s'inscrit dans l'espace virtuel du jeu. En général, ces jeux nous proposent, en première étape, un corps nu et neutre, auquel il vous faudra donner un genre, une ethnie. Puis il sera demandé d'habiller cette enveloppe corporelle. Ces nouveaux choix sont très significatifs de l'identité sociale désirée dans le jeu ou dans ce monde virtuel. Les outils comme les casques, les gants, les manettes font également partie de l'équipement qui fait le passage entre le réel et le virtuel. Il y a l'itération du virtuel. En plus clair, le joueur est mentalement dans le virtuel tandis que son corps est dans le réel. Le joueur serait comme un somnambule qui déambulerait dans une pièce tout en continuant son rêve numérique.

Milad Douaeili décrit trois phases dans le passage du corps humain au corps technique. La première étape est celle de l'augmentation par le biais d'un casque et de gants. Dans ce cas, le joueur est seul (comme le somnambule) à jouer dans l'espace virtuel. Ensuite arrive la phase de l'extension avec des interfaces type vidéoprojection, où des joueurs sont tous immergés dans le jeu et peuvent partager leur présence dans le monde réel et dans le monde virtuel. Enfin avec des capteurs de type Kinect, ce sont les corps des joueurs qui sont scannés dans le réel et intégrés dans l'espace du jeu. Dans ce cas, la numérisation des corps est réalisée en temps réel. L'intégration de ces corps dans l'espace numérique, via leur squelette numérique, permet la production d'un seul espace, fusion des espaces réel et virtuel. Cet espace fusionnel peut être qualifié de *métavers*². Ce terme fut inventé en 1992 par le romancier Neal Stephenson³ dans son roman *Snow Crash*⁴. Ce roman décrit l'implémentation, c'est-à-dire la programmation et la construction d'un univers virtuel.

¹Doueihi, Milad, *Qu'est-ce que le numérique ?*, op. cit., p. 25

²*Métavers* est le nom donné par Neal Town Stephenson à un monde virtuel fictif.

³Neal Town Stephenson (1959) est un auteur de science-fiction états-unien. Il inventa le terme de *métavers*. Le prix Hugo lui fut décerné plusieurs fois.

⁴Neal Town Stephenson, *Snow Crash*, Bantam Spectra Book, 1992

En définissant des règles économiques légales, de communication, de scalabilité¹ et d'utilisabilité², Neal Stephenson conçoit avant même leurs possibilités de matérialisation technologique, les caractéristiques d'un espace social virtuel. Ce sont des projets comme *Active Worlds* ou *Second Life*³ qui ont donné réalité et virtualité à la dystopie de Neal Stephenson. Ce terme désigne maintenant la réunion des espaces virtuel et réel. Avec le jeu vidéo, l'humain joue maintenant directement de son corps dans la fusion de ces deux mondes.

Vivre et être dans ces différents espaces : virtuel ou réel ? Être un avatar ou un individu, il y a là une autre façon de vivre son corps, une autre façon de faire corps, clairement une autre corporéité. Ainsi de corps humain dans l'espace (réel), nous passons à un corps technique.

Marcel Mauss⁴ montre dans ses travaux, sur le « don » ou sur « les techniques du corps⁵ » qu'il y a une relation entre les objets culturels et la position du corps. La culture numérique est en pleine évolution car le corps passe de la position assise de l'utilisation d'un ordinateur à la mobilité du téléphone portable connecté. Milad Doueïhi souligne :

« Dans ce contexte, on peut dire que la culture numérique est en pleine évolution. Jusqu'à présent, elle a été une culture assise, une culture du bureau et de la chaise, alors qu'elle est en train de se transformer en une culture mobile. Ce passage de la fixité vers la mobilité semble accompagner l'hybridation à la fois des objets, du temps et de l'espace »⁶.

La mobilité du corps semble être aussi l'un des enjeux de la culture numérique. Ou alors est-ce de la portabilité des outils numériques dont il s'agit ? C'est-à-dire, est-ce que ces outils ne deviennent pas des prothèses naturelles ? A des échelles de type communautaire, étatique et planétaire, les interfaces, les espaces numériques individuels ou participatifs changent le monde. L'individu peut se former à la littérature Nigérienne ou au séquençage de l'ADN, s'il le souhaite et en a la capacité. L'accessibilité à l'information voire à la formation permet une

¹ Scalabilité : (anglicisme) capacité à être mis à l'échelle, caractère de ce qui est scalable. (Anglicisme informatique) Capacité d'un système, ou de ses composants, à être utilisé sur des plates-formes de tailles très inférieures ou très supérieures, ou avec des volumes ou flux de données très inférieurs ou supérieurs. Il s'agit d'une extension du concept de portabilité. Source : <https://fr.wiktionary.org/wiki/scalabilit%C3%A9>

² Utilisabilité : degré selon lequel un produit peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié. Source: <http://www.icietla.net/definition-utilisabilite-iso9241-11>

³ *Second Life*. Lancé en 2003, *Second Life* est d'abord un espace d'échange dans un monde 3D virtuel. Les utilisateurs ont la possibilité de poursuivre une « seconde vie » dans un espace virtuel qu'ils peuvent développer à leur guise. C'est la société Linden Lab qui l'a édité.

⁴ Marcel Mauss (1872 -1950), scientifique et anthropologue français. Son ouvrage le plus important est *Sociologie et anthropologie*, recueil de textes, préface de Claude Lévi-Strauss, Presses universitaires de France, 1950. Recueil d'articles comprenant l'essai sur le don.

⁵ Marcel Mauss, « Les techniques du corps », in *Techniques, technologie et civilisation*, Paris, P. U. F., « Quadrige », 2012

⁶ Doueïhi, Milad. *Qu'est-ce que le numérique ? op., cit.*, p.34.

nouvelle liberté des savoirs facilitant une individuation de tous. Cette richesse individuelle puis collective reste l'apanage de ceux qui ont accès aux réseaux. Il est clair que dans le cadre de nos sociétés occidentales, le numérique nous impose de revoir les notions d'habitat, de territoire, d'échange et même de filiation. Les définitions de chacun de ces termes deviennent fluctuantes avec le numérique : Où se trouve la filiation lorsque les identités sont multiples ? Doit-on choisir sa filiation par rapport à sa famille réelle ou sa communauté d'idées ? Un habitat est-il personnel ou partagé dans le *métavers* ? Le territoire est-il concret ou virtuel ? Ce vivre numérique est une nouvelle façon de faire société. Nous sommes au cœur de la sociabilité numérique. Pourtant, avec la réalité virtuelle, il ne faut pas se leurrer. Son inventeur, Jaron Lanier¹, dénonce les effets formatant et normatifs des espaces virtuels en nous rappelant dans son livre, *You are not a gadget*², que nous n'en sommes pas. L'ingénieur nous pousse à nous interroger sur la liberté donnée aux joueurs, vu la rigueur qui caractérise les algorithmes contrôlant les mondes ludiques et virtuels.

d) Culture numérique ou post-numérique ?

Quelle spécificité le numérique possède-t-il pour que l'on puisse parler de culture numérique ? Il est clair que le numérique change le monde en même temps qu'il change de nature. Il n'est plus une simple technologie avec des outils spécifiques comme l'ordinateur, internet. Marcello-Vitali-Rosati, auteur du livre *Pour une définition du numérique*, nous donne un bel exemple de ce changement de pratiques et de regards qu'apportent les réseaux sociaux. Il explique l'utilisation du réseau Twitter durant des conférences. Il démontre que la rencontre entre des espaces aussi différents que sont un séminaire universitaire et un réseau social comme twitter, permet la multiplication des niveaux d'échanges en temps réel. Pour reprendre la terminologie de la communication, il n'y a plus un seul émetteur s'adressant à plusieurs récepteurs, et cela dans une relation verticale. Avec le numérique, certains échanges deviennent, multiples, horizontaux et en réseaux. L'auteur poursuit en soulignant :

« L'outil produit les pratiques et produit aussi le sens de ces pratiques, il modifie notre façon d'être au monde mais aussi notre "nature" »³.

¹Jaron Lanier (1960), philosophe compositeur et informaticien états-unien. Il est l'auteur, entre autres, du manifeste *You Are Not a Gadget* et de *Ten Arguments for Deleting Your Social Media Accounts Right Now*, Il porte un œil très critique sur l'internet et son industrie.

²Jaron Lanier, *You Are Not a Gadget. A Manifesto*, New York, Vintage Books, 2011.

³Marcello-Vitali-Rosati, *Pour une définition du numérique, op., cit.*, p71.

Il illustre cela dans un second exemple en rappelant qu'avant l'outil GPS, les voyageurs contemporains avaient des hésitations pour entreprendre de grands déplacements. Maintenant, même si nous n'avons pas le dispositif de positionnement géographique en action ou près de nous, cette appréhension a disparu. Il y a eu une intégration dans nos structures mentales de cet outil numérique. Nous pouvons dire que pour les utilisateurs de celui-ci, l'espace a changé, et nous avec.

La culture numérique ne cesse de se réinventer et de convertir au fur et à mesure une plus grande partie des activités humaines. En Occident il y a une opposition entre science et culture, entre rationalité et poésie. Ce clivage est aussi manifeste entre l'informatique (le calcul) et le numérique (la culture), ainsi que nous l'avons vu avec les ordinateurs, comparés aux calculateurs. Le numérique se distingue de l'informatique par sa capacité à dépasser le simple calcul. La culture étant de l'ordre de l'histoire, du patrimoine, des savoirs, des moyens de productions et de transmission, le numérique s'y inscrit de facto.

La culture, c'est aussi la politique et l'économique. C'est pour cela que le numérique cristallise autour de lui des oppositions majeures sur le rôle ou le statut du citoyen. Il pose et oppose des visions politiques du monde. Les notions de partage, de domaine public, de lieux communs, font pleinement parties des débats économiques, culturels et politiques ; que cela soit au niveau individuel, national ou mondial.

La conversion de la culture analogique dans de nouveaux systèmes d'écriture numérique (les programmes, les bases de données) provoque une mise à distance et un nivellement du discours contenu dans les œuvres. Dans la dématérialisation des symboles de la connaissance et du pouvoir, ce qui est important maintenant ce ne sont plus les monuments, les structures, mais l'accessibilité du plus grand nombre au contenu. Cet accès est devenu indispensable à la démocratie et à la liberté de penser. Les nouveaux enjeux sont d'ordre éthique et politique et concernent la formation, la transmission de ses nouveaux savoirs ainsi que la neutralité du net. L'imaginaire social constitue l'enjeu premier de la culture numérique.

Rappelons-nous pourtant, qu'avec le numérique, nos échanges interpersonnels, nos données transitant via les réseaux, sont copiées, discrétisées et stockées, le temps nécessaire, par de grands groupes économiques. Ces fichiers sont envoyés à travers des canaux dont le contrôle est détenu par ceux qui en ont les clefs du codage puis du décodage. En clair, ceux qui en maîtrisent la technologie. Sans vouloir rentrer dans le mythe de l'hacker informatique, les affaires Facebook ou Google (du début d'année 2018) qui défrayent la chronique sur les médias sur l'utilisation frauduleuses des informations personnelles, nous révèlent que ces données ne sont pas à l'abri d'utilisations sans l'accord de leur propriétaire. Ces informations recueillies

(avec notre accord le plus souvent) sont très lucratives et stratégiques afin d'établir des profils commerciaux ou politiques. Dominique Cardon¹, dans son livre *Politique des algorithmes*², nous indique que les programmes sont faits par des hommes, que ces hommes ont des intérêts ainsi que des objectifs, et que les algorithmes en sont le résultat.

Quant aux réseaux sociaux, ce sont des plateformes gratuites pour les usagers, qui ont des clients pour les faire vivre. Ceux sont donc, eux, les véritables partenaires des plateformes. Comme c'est celui qui paye, qui commande, les clients imposent leurs exigences économiques. Au final, les algorithmes sont construits pour satisfaire les financeurs de ces plateformes. Autrement dit, ils ont d'abord pour mission de repérer les habitudes des internautes par le biais de différents critères dont les plus connus sont la popularité de l'internaute, son autorité en ce sens que les autres usagers font confiance et suivent son avis, sa réputation et la prédiction de ses choix. Les algorithmes ont également pour fonction d'orienter les choix des usagers, de les convaincre qu'ils ne sont pas seuls, qu'ils font parties d'un groupe, d'une communauté qui a les mêmes idées et les mêmes valeurs.

Il est donc indispensable que nous portions un regard critique et global sur le numérique. Il est important de penser ce que le numérique est incapable de convertir, de mettre en œuvre et de représenter. L'arrivée des NTIC coïncide avec l'effondrement du bloc soviétique et de l'idéologie communiste et la montée en puissance du néolibéralisme prônant une concurrence mondiale et globalisée. C'est dans cet environnement déréglementé et hors du contrôle des institutions politiques mondiales comme l'ONU et l'Union Européenne, que voit le jour une série d'entreprises (les Start Up) dans un premier temps. La seconde étape fut leur concentration au sein d'un petit nombre d'entreprises devenues des mastodontes financiers ayant un quasi-monopole dans leur domaine d'activités. Ces multinationales ont des objectifs identiques car elles sont d'abord au service de leurs clients (constituer d'autres entreprises) et non pas au service des internautes.

Il est important de se souvenir que le modèle des plateformes conduit à l'éviction du droit d'auteur, et plus généralement des réglementations autour de la propriété intellectuelle. Même si les images et les textes restent notre propriété, nos créations deviennent exploitables par ces plateformes sans avoir à payer de droit d'auteur. Le travail, la créativité des internautes

¹Dominique Cardon est sociologue et professeur à l'université de Marne la Vallée. Il réalise des recherches sur les algorithmes et leurs incidences sur l'espace public numérique.

²Dominique Cardon, *Politique des algorithmes* : <http://revue-reseaux.univ-paris-est.fr/fr/numeros-precedents/document-1622.html>

sont donc récupérés au profit de ces plateformes qui les monétisent, les analysent, les rassemblent en fonction des besoins de leurs partenaires commerciaux. Hervé le Crosnier dit :

« Si une nouvelle économie émerge de l'internet, c'est bien cette économie qui valorisera au profit de quelqu'un, les activités, les productions culturelles, les réseaux et les usages de chacun des individus connectés »¹.

Yanne Moulier Boulang² nomme cette nouvelle économie : « le capitalisme cognitif »³. Comme la plupart des outils conçus par l'homme, internet possède deux faces. C'est un formidable outil de formation, de connaissances, d'échanges et de liens entre les individus. C'est aussi une puissante machine de surveillance et de contrôle sociale. Le numérique est à la fois le lieu de la désintermédiation (avec la mise en relation directe entre le producteur-créateur et son client) et l'un des espaces d'applications du capitalisme cognitif. Étrangement c'est à la fois un lieu d'oppression et de libération.

¹Hervé le Crosnier, « Internet et le numérique », *Hermes, La revue* 2014/3 (N°70), p.25-33

²Yanne Moulier Boulang (1949) est un économiste français. Il est directeur de la revue *Multitudes* et était professeur à l'université de Compiègne. Il est l'auteur de *Le capitalisme cognitif : La Nouvelle Grande Transformation*, parue en 2008

³Yanne Moulier Boulang, *Le capitalisme cognitif : La Nouvelle Grande Transformation*, Edition revue et augmentée, 2008, Amsterdam

Chapitre 2 : Généalogie et catégorisation de l'art numérique

A) L'art numérique

1) Généalogie, définitions et principales notions dans les arts numériques

a) Généalogie, définitions et histoire

Si l'on cherche à mieux cerner les arts numériques, l'auteure Christiane Paul¹, nous propose dans son livre *L'art numérique*², de faire la distinction entre deux types de pratiques artistiques liées à cette culture. Le premier groupe s'aide d'outils numériques afin de produire un art moderne ou contemporain ; il s'agit d'œuvres multimédias. Le second groupe de pratiques artistiques contemporaine, a pour médium le numérique ; il en utilise les caractéristiques principales comme l'interactivité, son caractère génératif, immersif, ou biotechnologique. Ainsi l'œuvre finale est produite, présentée et stockée (du moins en partie) dans un format numérique.

Nous pouvons faire remonter l'origine des arts numériques aux recherches du début du XX^e siècle des dadaïstes et des surréalistes, qui ont inventé des processus génératifs ou combinatoires comme l'écriture automatique. Le « Cut-up », utilisé par William S. Burroughs³, fut inventé par Brion Gysin⁴ au milieu des années 1950-1960. Nous pouvons également citer l'art cinétique, la musique électronique et les happenings comme apports importants. Plus tard, c'est en cherchant à décroquer les arts, que le groupe Fluxus aboutit à créer une relation tangible entre l'art et la vie. Joseph Beuys, John Cage ou Nam June Paik font partie de ces artistes ayant fait exploser les frontières entre les arts vivants et les arts visuels. Répondant à la vision de Beuys, l'art devient « une sculpture sociale » :

"Tout ce qui concerne la créativité est invisible, est substance purement spirituelle. Et ce travail, avec cet invisible, voilà ce que j'appelle la "sculpture sociale". Ce travail avec l'invisible est mon domaine. D'abord, il n'y a rien à voir. Ensuite, lorsqu'il s'incarne, il paraît d'abord sous forme de langage."

¹Christiane Paul est conservatrice états-unienne au département d'art du Whitney Museum de New York. Elle est curatrice d'exposition autour des arts numériques. Son dernier ouvrage est *A Companion to Digital Art*, Wiley-Blackwell, April 2016, Hoboken, NJ.

²Christiane Paul, *L'art numérique*, Paris, Thames & Hudson, 2008

³William S. Burroughs (1914-1997) est un peintre et romancier états-unien. Il s'inscrit dans le courant littéraire de la Beat Generation.

⁴Brion Gysin (1916-1986), peintre, performer et écrivain britannique. Il a inventé la technique du *cut up*.

Des artistes comme Nam June Paik sont connus pour avoir utilisé très tôt différentes techniques analogiques, comme la vidéo ou la télédiffusion. C'est entre 1970 et 1980 que les arts multimédias ont véritablement vu le jour, avec des pratiques artistiques liées aux nouvelles technologies, comme les ordinateurs, les réseaux, la vidéo numérique, les satellites de télécommunication. Après une décennie de recherches et de tâtonnements, dans les ateliers et certains festivals, c'est à la fin des années 1980 que les arts numériques ont eu le droit de cité dans le monde de l'art contemporain institutionnel, c'est-à-dire dans les musées et les galeries.

Laurent Diouf¹, dans son essai *Les arts numériques*², explique la relation complexe qu'il y a entre les arts contemporains et numériques.

Après avoir été malmenées un siècle durant par les avant-gardes successives, allant des dadaïstes à l'art conceptuel, en passant par le Pop art, les définitions de l'art sont aussi remises en question par les techniques et la culture numérique, qui émergent au début du XXI^e siècle. Les statuts de l'œuvre, de l'artiste et du spectateur, sont complètement chamboulés. Des questions nouvelles arrivent : le vivant est-il une œuvre d'art ? L'œuvre d'art est-elle uniquement le fruit du travail de l'artiste ? Le spectateur ne peut-il pas revendiquer le statut de co-créateur ? Enfin, avec le numérique, la matérialité de l'œuvre disparaît au profit de sa dimension virtuelle. L'artiste est parfois un technicien ou un scientifique. Le processus de création se fait souvent en équipe, en ateliers et laboratoires entre artistes, ingénieurs et scientifiques. Avec le numérique, la monstration est également une nouvelle problématique, car l'œuvre d'art peut se voir, se vivre directement chez le spectateur, avec les créations du Net art par exemple.

Comment qualifier ces pratiques ? Au terme « d'arts numériques », des spécialistes préfèrent les appellations : multimédia ou transmédia. Parfois le terme « arts médiatiques » est employé. En ce qui nous concerne, nous utiliserons le terme « arts numériques », qui est la traduction de l'anglais Digital arts, et qui englobe les arts utilisant des processus de numérisation via l'informatique comme le définit l'UNESCO. Cette définition permet surtout d'englober les pratiques artistiques comme le Bio art. La double filiation, biologique et algorithmique des arts numériques, provient de la généalogie du numérique qui, pour évoluer, a souvent pris le vivant comme modèle. Le numérique s'est inspiré du vivant au niveau de la création des structures informatiques permettant de créer des cerveaux (ordinateurs) ou des créatures artificielles (automates cellulaires).

¹Laurent Diouf est rédacteur au magazine MCD.

² Laurent Diouf, Anne-Cécile Worms, Anne Vincent, *Les arts numériques*, Paris, Centre de recherche et d'information socio-politique, 2013.

Nous pourrions rechercher la spécificité des arts numériques en les mettant en opposition avec l'art moderne, qui serai plutôt de nature analogique. Par contre, ce qui nous semble plus pertinent, c'est de déterminer les véritables caractéristiques de l'art numérique.

Ainsi, comme les autres activités humaines, l'art est largement traversé par les changements technologiques. Comme manifestation culturelle (de très haut niveau), il est directement la traduction, voire l'anticipation des nouvelles interrogations qui traversent notre société actuelle. Après la fin du positivisme, avec la fin du second conflit mondial terminé à coups de bombes nucléaires, des savants comme Albert Einstein, ou Norbert Wiener, ont souligné l'importance et la responsabilité des savants mais aussi des créateurs dans l'élaboration du monde d'après-guerre. Avec la fin de la guerre froide, suivie par l'effondrement du bloc communiste, les idéologies ont changé et les utopies également. Nous l'avons vu, la culture numérique est devenue le nouveau lieu de confrontation entre une idéologie néolibérale qui sous-tend une nouvelle forme de capitalisme cognitif, et une idéologie utopiste venant des créateurs d'internet et du web et prônant le partage, la mise en commun des biens cognitifs et naturels. Aux courants « hippie » ou « new âge » ont succédé les mouvements « Punk », « Rasta » ou « Nerds ». Au niveau économique, après les indépendances (sur tous les continents), des pays dits « émergents » sont devenus dominants comme la Chine ou l'Inde, et d'autres sont devenus simplement développés comme le Brésil ou le Nigéria.

Dans ce contexte de monde totalement instable et en perpétuelle mutation, les arts ne pouvaient que traduire cela. Dans les arts numériques, comme les autres pratiques artistiques contemporaines, la question de la validation s'est immédiatement posée. Ainsi, comment juger, montrer ou cautionner quand les œuvres n'ont plus besoin de lieux institutionnels pour être montrées et validées ? Réalisant le rêve de l'art conceptuel, de faire sortir l'art du musée, l'art numérique s'immisce partout, en faisant converger clairement l'art et la vie.

Avec l'art contemporain, les frontières entre les arts ont éclaté. La rencontre entre performance, installation et créations sonores, est une pratique devenue habituelle de nos jours. Ce qui semble au cœur des arts numériques, c'est l'interrogation sur les liens entre l'artiste, l'œuvre et le public. Cela pose, en fait, la question plus philosophique des liens entre l'homme, la machine et l'environnement.

Comme durant toute la période de l'art moderne et bien avant, les artistes ont toujours porté une attention particulière aux découvertes scientifiques et aux inventions technologiques. Les théories sur la couleur ont largement influencé les impressionnistes. La chronophotographie a inspiré le Futurisme et Marcel Duchamp pour son *Nu descendant l'escalier*. Enfin la cinématographie a été l'occasion d'inventer de nouvelles formes d'art. Le cinéma semble

d'ailleurs servir de modèle structurel aux arts numériques, de par sa transdisciplinarité, où la littérature, la musique et l'image fusionnent pour créer un récit hybridant des arts distincts. Aux États-Unis, la notion d'auteur (ou de réalisateur) est d'ailleurs assez floue, car la production en équipe est si évidente dans le cinéma, que la paternité du film est souvent attribuée au producteur (au moins au niveau légal). C'est la notion d'auteur qui est déjà bousculée avec le cinéma. Plus tard, avec l'art vidéo, qui est analogique puisque utilisant une bande magnétique comme support, c'est une nouvelle révolution qui arrive, en bousculant les modes de production de diffusion et de monstration, en les rendant accessibles au grand public et aux artistes. Mais c'est surtout avec le détournement d'une technique pour en faire un art que l'art vidéo devient un modèle pour les arts multimédia. Les artistes ont bien-sûr très vite compris le potentiel de ces technologies numériques et biologiques. Des savants comme Claude Shannon, ont créé dans les années 1950, des machines aussi bizarres qu'inutiles comme *l'ultimate machine*. Elle est constituée d'une boîte qui ne possède qu'un seul interrupteur. Lorsqu'on l'actionne, la mise sous tension déclenche un mécanisme : le couvercle de la boîte s'ouvre pour voir sortir une main, qui vient remettre l'interrupteur sur « off ». Celle-ci fut certainement inspirée par la littérature en vogue à l'époque, celle de l'absurde, dont les auteurs tels Franz Kafka, Eugene Ionesco sont des représentants éminents.

Dès les années 1950, les premiers ordinateurs, comme l'EDVAC avec l'architecture de Von Neumann, voient le jour. Cette date correspond au début des expérimentations artistiques, musicales et littéraires, avec l'électronique et les premiers ordinateurs.

La même année, l'artiste et mathématicien Ben Laposky produit des œuvres qu'il nomme *Oscillons* ou *Abstractions électroniques*. Il dit de ses œuvres :

« Mon travail en art informatique est une forme d'oscillographie appelée : Oscillons ou abstractions électroniques. Ceux-ci sont composés de combinaisons de formes d'ondes électroniques de base, telles qu'affichées sur un oscilloscope à rayons cathodiques, et photographiées. Les compositions de couleur sont obtenues au moyen d'agencements de filtres spéciaux. Les œuvres d'art qui en résultent sont présentées dans des expositions photographiques, des écrans d'oscilloscope cinétique, des caissons lumineux ou des films »¹

La filiation des créations de Ben Laposky avec l'art abstrait est évidente, même si ses courbes peuvent être obtenues sans l'utilisation d'une machine informatique, grâce à un oscilloscope. L'outil informatique, en donnant la possibilité d'utiliser des formules mathématiques, permet à l'artiste d'ouvrir très significativement le champ créatif. Les Oscillons

¹Ben Laposky, *electronic abstraction*, catalogue, Sanford, Sandford Museum, 1953, p.1.

sont donc entre les technologies analogique et numérique et c'est pour cela qu'ils sont reconnus comme étant les premières créations en art informatique.

Dans le Japon de l'après-guerre, le groupe Jikken Kôbô (Atelier Expérimental) se constitue autour du poète Shuzo Takiguchi. Venant de diverses disciplines, comme la poésie, les arts visuels, la photographie, la musique T, la création de lumière scénique et la technologie, ces créateurs se donnent pour mission de mettre en commun leurs démarches afin de développer de nouvelles formes d'arts ainsi que de nouvelles façons de les présenter. Le musicien Toru Takemitsu, l'ingénieur Hideo Yamasaki et l'artiste Yamaguchi Katsuhiro sont les plus connus des membres du collectif. L'exposition de l'œuvre de Pablo Picasso *La joie de vivre*, lors d'une rétrospective de l'artiste espagnol en 1951, est l'occasion pour ce groupe de présenter leur première création nommée *Ikiru Yorokobo*. Il s'agit d'un objet hybride mêlant la musique, la danse avec la sculpture et la création lumière. La section « art » privilégie la dimension sensorielle que procurent des matériaux comme le grillage, le verre imprimé, la résine ou les lampes stroboscopiques tandis que la section « musique », elle, explore la musique concrète, sérielle et électroacoustique. Cette partie du collectif travaille aussi avec des enregistreurs à bandes magnétiques (technologies fraîchement sorties d'usine). Il est préféré le terme d'objet à celui d'œuvre, car le groupe Jikken Kôbô qualifie ses créations de la façon suivante :

« Un objet est mort quand les gens ne le découvrent pas. Il prend vie dès l'instant où quelqu'un pose son regard. Il est vivant »¹.

Ce groupe fait une analogie directe entre un artefact et le vivant, et cherche à établir un lien entre l'art et la vie. Jikken Kôbô, en effaçant les frontières entre les disciplines artistiques, repousse les limites de l'art et fait lui aussi tomber les barrières entre l'art et vie, en incluant le spectateur comme élément indispensable à l'existence de l'œuvre. Ce groupe est resté très actif entre 1951 et 1958 et a permis de réels échanges entre des artistes occidentaux comme John Cage, et les créateurs Japonais. Durant sa trajectoire, il a croisé le mouvement d'avant-garde japonais bien connu : Gutai. Malgré la méconnaissance de ce groupe, il a laissé derrière lui une série de réalisations allant de la performance audiovisuelle, mélangeant traitements du son et de l'image, à l'art environnemental en passant par de la musique concrète, obtenue grâce aux mixages de différents sons récupérés dans la nature et accompagnés par des instrumentistes en live. Il a largement privilégié une approche sensorielle de l'art. Le mouvement, mécanique, grâce à la motorisation électrique, ainsi que les nouvelles technologies balbutiantes, furent également exploités. Par ses recherches et son manifeste, Jikken Kôbô peut être mis en relation

¹*L'Art du Japon au XX^e siècle (156-173)*, Chapitre « Vers un nouvel objet artistique », p 169

avec le groupe états-unien Black Mountain College, mais aussi avec l'Independent Group de Londres.

La première sculpture électronique et interactive fut réalisée par Nicolas Schöffer en 1956. L'artiste français, d'origine hongroise, explique sa démarche :

« La sculpture spatio-dynamique et cybernétique *CYSP I*, est la première sculpture qui réalise dans sa totalité les principes du spatio-dynamisme. Ce mouvement, que j'ai créé en 1948, a pour but la libération totale de la sculpture. Les conditions de cette libération sont :

- la suppression des volumes opaques et l'utilisation exclusive de l'ossature apparente contrepointée par les rythmes des éléments plans,
- l'utilisation de la couleur et des sons extraits par percussion de la sculpture même, enregistrés et diffusés électroniquement,
- et finalement, le mouvement autonome, organique, disons même intelligent, grâce à la cybernétique, qui permet à la sculpture d'offrir aux spectateurs un spectacle toujours varié et différent réalisant dans un seul objet une synthèse totale entre la sculpture, la peinture, la chorégraphie, la musique et le cinéma »¹.

L'auteur, en posant les principes du spatio-dynamisme, éclaire sur sa démarche. En évitant l'opacité, en utilisant des volumes et des plans simples distribués dans l'espace, il cherche à souligner les lignes et rythmes sculpturaux. La relation entre son et couleur est mise en valeur. La mécanisation est utilisée pour créer le mouvement et donner vie à l'œuvre d'art. Enfin, un cerveau électronique programmé, permet d'établir des relations interactives entre la sculpture *CYSP I* et les spectateurs, entre la sculpture et l'environnement. Nous avons à faire à un des tous premiers dispositifs cybernétiques artistiques. Celui-ci est donc plus proche de la robotique que de la sculpture moderne.

Une année plus tard, les compositeurs états-uniens, Lejaren A. Hiller et Leonard M. Isaacson furent les auteurs de la première composition musicale pour instruments acoustiques, composée par un programme informatique et dénommé *Illiac Suite*. Les musiciens étaient respectivement chercheurs et étudiants dans un groupe de recherche à l'université de l'Illinois. Ils ont pu réutiliser les compétences acquises en programmation de l'ordinateur ILLIAC, pour développer des méthodes de composition musicale. Leurs travaux furent publiés dans un livre dont le titre est *Experimental Music : Composition with an Electronic Computer* (McGraw-Hill, 1959). L'œuvre des deux compositeurs était structurée en quatre mouvements dénommés *Experiments* (expérimentations). Cette œuvre musicale écrite pour un quatuor à cordes suscita

¹Nicolas Schoffer (document d'archives - 1956). Source, site internet : <https://www.olats.org/schoffer/archives/cyspf.htm>

une large controverse auprès des musiciens contemporains. Était-ce de la musique ? Et était-ce de la musique électronique ? Vu que les instruments qui la jouent étaient acoustiques. Les compositeurs, quelques années plus tard, donnèrent à *l'Illiatic Suite* le nom plus conventionnel de *String Quartet N°4*. C'était sans doute pour asseoir son caractère électroacoustique et sa filiation avec la musique contemporaine de l'époque. L'ordinateur qui permit cette avance musicale significative, fait partie d'une série de supers ordinateurs construits entre 1951 et 1974 : les ILLIAC. Ces 5 machines dont l'architecture correspond à celle conseillée par John Von Neumann dans son rapport *First Draft of a report on the EDVAC*, de 1945, virent le jour dans divers centres de recherche dont l'université de l'Illinois. C'est dans ce lieu que l'ILLIAC I fut construit et entra en service en 1952. Ce mastodonte pesait 5 tonnes et comportait plus de 2800 tubes à vide.

Concernant la littérature, il faudra attendre l'année 1959 pour voir apparaître les premières expérimentations avec l'outil informatique. Elles se déroulent à l'Ecole polytechnique de Lausanne sous la direction de Théo Lutz¹, et en Angleterre avec les recherches de Brion Gysin. Dans le cas du premier chercheur suisse, il est théoricien de l'art combinatoire et utilise un programme informatique pour créer son œuvre qu'il nomme *Stochastische Texte*. Ses textes ont été publiés dans le recueil de poésie, dont le titre que l'on peut traduire par Textes aléatoires, renvoie à la méthode d'obtention de cette littérature. Dans le cas des *Stochastische Texte* de Théo Lutz, l'approche est de type combinatoire ; les auteurs utilisent des générateurs de texte. Le site de l'Observatoire Leonardo pour les Arts et les Techno-Sciences propose cette définition :

« Un générateur de texte est un programme qui crée du texte à partir d'un ensemble de règles qui constituent une grammaire et d'un ensemble d'éléments préconstruits qui forment un dictionnaire »².

Theo Lutz travaille donc avec un générateur de textes combinatoires qui lui permet de combiner des fragments de textes déjà préconstruits. Il utilise des phrases ou des paragraphes entiers qu'il récupère dans d'autres textes pris aléatoirement dans une base textuelle qu'il a constitué au préalable.

Brion Gysin est un artiste, performer et écrivain, qui est d'abord connu pour sa collaboration avec le poète William S. Burroughs et son invention de la technique du Cut Up.

¹Théo Lutz (1932-2010) est un informaticien allemand. Il est connu pour avoir créé en 1959 les premières poésies digitales à l'aide d'un ordinateur (Zuse 22).

²Observatoire Leonardo pour les Arts et les Techno-Sciences : https://www.olats.org/livresetudes/basiques/litteraturenumerique/10_basiquesLN.php

Celle-ci consiste à découper dans des journaux (d'information) des parties de texte, puis à les ré-agencer selon le bon vouloir de l'auteur. Mais ce sont les « poèmes permutés » qui nous intéressent à cet endroit de notre étude. Ce procédé qu'il a inventé, réside dans le fait de prendre une phrase, de la répéter plusieurs fois en changeant l'ordre (la disposition) des mots. Avec l'aide du programmeur Ian Sommerville, il a créé un générateur de textes aléatoires sur ordinateur de type Honeywell. Le poème permuté le plus connu est *I am that I am*, qui est une variation de la réponse de Dieu en direction de Moïse dans le passage du buisson ardent.

A partir des années 1960, comme l'écrivain et artiste Brion Gysin, les autres plasticiens prennent réellement possession des possibilités offertes par les ordinateurs en matière de créations visuelles. On peut affirmer, sans prendre de risque de se tromper, que les arts numériques ont vu le jour avec les différentes évolutions des techniques et découvertes scientifiques en lien avec le numérique et l'informatique. Il semblerait que cela soit dans le champ des arts visuels que ces nouveaux médias se soient d'abord intégrés. Les travaux des artistes Frieder Nake et George Nees, en Allemagne, aussi de la chercheuse Leslie Mezei au Canada, ou de John Whitney, Sr et William Fetter aux Etats-Unis, sur les animations et l'art informatique, sont connus de la communauté des scientifiques et des artistes. Mais une fois de plus, c'est le laboratoire de recherche téléphonique Bell situé à l'usine Murray Hill dans le New Jersey, qui fut un des lieux précurseurs de l'innovation technologique autour des arts numériques. Au sein du Bell Labs, les chercheurs Kenneth Knowlton et A. Michael Noll furent les premiers investigateurs de cette nouvelle forme d'art aux Etats-Unis. Dans un article paru dans *Leonardo*, le journal officiel de la Société Internationale pour les Arts, la Société et la Technologie, A. Michael Noll¹ propose une histoire de l'art et de l'animation produite grâce à des ordinateurs, et ceci au Bell Labs entre 1962 et 1968 ; en se concentrant sur les véritables acteurs de ces recherches. Durant cette période, le scientifique A. M Noll, affirme que des images fixes, mobile et 3D (grâce à des lunettes stéréographiques) furent réalisées dans ce laboratoire. Ces recherches furent utilisées dans le tirage de films, pour des chorégraphies, mais aussi dans des enquêtes pour la détermination de certaines préférences esthétiques. Des logiciels interactifs, dédiés à la production sonore et musicale, furent aussi détournés vers les arts visuels. L'auteur nous rappelle que ses travaux de recherches et de créations furent présentés dans des lieux reconnus dédiés à l'art ; ce qui donna une certaine visibilité et permit l'émergence de l'art numérique. L'intérêt que portait le Bell Labs en matière de recherche, concernait principalement

¹A. Michael Noll (1949) est un ingénieur et artiste états-unien. Il est un des précurseurs de la création d'œuvre d'art avec un ordinateur. Il présenta ses créations à la Howard Wise Gallery de NY en 1965.

les possibilités d'affichage de données scientifiques et la forme de communication entre l'homme et la machine que représentait l'infographie. C'est en utilisant un traceur de microfilm Stromberg (imprimante), piloté par un ordinateur IBM 7090 et un logiciel en FORTRAN, que les recherches ont débuté dans le Bell Labs. Une erreur de programmation a produit un affichage des données complètement désordonné sur l'écran cathodique. A. Michael Noll a alors décidé d'utiliser cette erreur pour produire délibérément de l'art. Il a ainsi poussé la programmation du logiciel en ce sens. Les résultats ont donné lieu à une série d'œuvres, baptisée *Patterns by 7090*. Elles sont le résultat de la rencontre entre des équations mathématiques avec un nombre aléatoire. Ainsi par exemple, dans l'œuvre *Gaussian-Quadratic*, et dans toute la série, l'espace est en deux dimensions. Un point a besoin d'une valeur verticale et horizontale pour être affiché ; ainsi le point A a deux coordonnées, X et Y. Cela peut s'écrire A (X, Y). La valeur verticale (Y) est produite grâce à des équations tandis que celle horizontale (X) est obtenue par un sous-programme choisissant un nombre aléatoirement dans une liste de chiffres. Au final cette suite de lignes occupe l'espace de l'image et donne une impression de profondeur.

Le scientifique consigna ses travaux dans un rapport technique datant de 1962. Les créations de Noll, comme *Gaussian-Quadratic* et *Vertical Horizontal Number Three*, sont considérées comme les premières œuvres d'art informatique ou algorithmique. Le chercheur a bien conscience de sa démarche artistique car parfois il s'inspire de l'art optique ou de créations de l'artiste de Bridget Riley, et cite Pablo Picasso lorsqu'il parle de la série *Patterns by 7090*.

Il fit également des expérimentations avec la technique de stéréoscopie en créant des œuvres-lunettes 3D pour visualiser ses sculptures ou architectures grâce à ce procédé. En fait il imprime une image différente pour chaque côté des lunettes. Lorsque le spectateur les porte, celui-ci recompose lui-même l'espace et la troisième dimension (c'est-à-dire la profondeur). En 1965 un événement intéressant se déroula lorsque Noll copia grâce à l'outil informatique, une œuvre de l'artiste néerlandais Piet Mondrian et qu'il la présenta à un groupe constituant les sujets d'une expérience de préférence esthétique. Ce groupe préféra la copie et pensa même que c'était une œuvre de Mondrian. L'ordinateur ne venait-il pas de réussir son propre test de Turing en art ? Puisque les amateurs d'art n'avaient pas pu déceler la différence entre une œuvre produite par une machine programmée et un artiste moderne.

La même année, ses collègues de laboratoire, Leon Harmon et Kenneth C. Knowlton, ont inventé la pixellisation¹ en attribuant à une portion d'images, une série de petits carrés

¹Pixellisation : « Effet produit lorsque les points qui composent une image deviennent apparents ». Source Larousse

ayant chacun une valeur de gris correspondant à sa luminosité. En général ils affichent l'image numérisée de transistors et d'autres composants électroniques. Mais en 1966 ils ont réalisé l'œuvre *Le nu*, premier tirage numérique d'une photo. Cette œuvre eut un retentissement important avec une publication dans le *New York Times* du 11 octobre 1967. Cette œuvre a été présentée dans l'exposition « The Machine as Seen at the End of the Mechanical Age », au Musée d'art Moderne de New York en 1968.

En 1963, un peu avant cette exposition médiatique, Knowlton inventa un langage de programmation qu'il nomma BEFLIX. Ce langage lui permit de récupérer et de manipuler des portions d'image. Le chercheur s'en servit pour créer des films d'animation à partir de 1964. En 1965, l'animateur Stan VanDerBeek vint au Bell Labs avec pour comme but de réaliser des animations avec Knowlton. La création la plus connue est *PoemField #2*, faisant partie de la série du même nom et comportant dix films (PoemField) créés entre 1965 et 1969. Une autre œuvre, issue de la collaboration entre les deux hommes, fut présentée à l'Exposition Universelle de Montréal ; elle eut aussi un vif succès. Il s'agit de *Man and His World*. Même si les réalisations sont communes aux deux artistes, Knowlton souligne que Stan VanDerBeek, au fil du temps, maîtrisa le langage de programmation et devint ainsi de plus en plus autonome. VanDerBeek est donc l'exemple même de l'artiste qui intègre le langage et la culture scientifique numérique pour ensuite produire des œuvres sensibles.

L'année 1965 fut riche en expositions de computer art à travers l'Europe et les Etats-Unis. Ainsi en Allemagne, les expositions Computergrafik et Generative computergrafik ont eu lieu respectivement en novembre et en février à Stuttgart. La galerie Howard Wise présenta l'exposition Computer Generated Pictures, qui eut lieu en avril à New York. Enfin le festival Sigma vit le jour à Bordeaux.

L'artiste français Jean Tinguely a collaboré avec l'ingénieur Billy Klüver du Bell Labs pour réaliser la machine autodestructrice qu'il a présentée au Musée d'Art Moderne de New York. Le même ingénieur, avec Robert Rauschenber, ont créé ensemble, EAT, qui signifie, Expérimentation en Art et en Technologie, en 1966. EAT est un espace dédié à la rencontre entre artistes ingénieurs et scientifiques. Suivant cette idée de l'artiste Gyorgy Kepes, le MIT qui est un autre centre technologique de renommée internationale se lance dans la recherche sur les relations entre arts, sciences et technologies, en proposant aux artistes, aux scientifiques et ingénieurs de se retrouver dans le cadre du Centre des Arts Visuels Avancés ou CAVS (Center for Visual Arts Studies). Le CAVS voit le jour en 1968 ; de même que la revue *Leonardo*, spécialisée dans ce domaine d'étude. Enfin l'exposition qui est considérée comme fondatrice des arts numériques, se déroula à Londres cette même année. Elle a pour nom : « Cybernetic

Serendipity », et se déroula à l'Institut d'Art Contemporain (ICA) ; sérendipité cybernétique signifiant globalement « errance informatique ».

A partir de l'année 1967, l'artiste Aaron Marcus¹ a intégré le Bell Labs et y a développé toute une série de travaux avec des ordinateurs IBM et Général Electric. Les images produites étaient composées de motifs géométriques obtenus avec des algorithmes. Nam June Paik visita le laboratoire vers cette période et Noll, en retour, se rendit dans l'atelier de Paik. Ce dernier apprit la programmation langage FORTRAN et l'utilisa pour ses animations avec des ordinateurs. Mais le vidéaste utilisa avant tout du matériel analogique comme des caméras VHS à bande magnétique ou des téléviseurs à tube cathodique.

En 1971 Aaron devient la première machine - algorithme basée sur l'intelligence artificielle capable de produire des œuvres d'art de façon autonome. Elle est conçue par l'artiste Harold Cohen² qui a pour but d'apprendre l'art à une machine. Harold Cohen est un peintre Britannique qui a été invité en 1971 pendant deux ans, au laboratoire sur l'intelligence artificielle de l'université de Stanford. Il en profita pour explorer la simulation de la cognition humaine et surtout sa faculté à dessiner. Ses travaux ont donné Aaron : un artiste cybernétique capable de réaliser des peintures en faisant varier la composition et la couleur. Les créations picturales d'Aaron ont été présentées dans des lieux prestigieux comme la Tate Modern Gallery de Londres ou le Brooklyn Museum à New York. Harold Cohen pose lui aussi la question « Un ordinateur est-il créatif ? ». L'inventeur et écrivain Raymond Kurzweil³ réalise un livre ainsi qu'un film ayant le même nom : *The Age of Intelligente Machines*⁴, sur le projet Aaron de Harold Cohen. Le film a gagné plusieurs prix cinématographiques ; ce qui permit une diffusion des recherches sur l'intelligence artificielle auprès d'un large public aux États-Unis. Harold Cohen publia un essai nommé « Brother Giorgio's Kangaroo »⁵ dans le livre de Kurzweil. Dans un extrait du film *The Age of Intelligente Machines*, l'artiste Cohen explique que la notion de créativité est relative, mais que globalement elle ne s'applique pas à l'artiste cybernétique Aaron. En effet, il est incapable de proposer une nouvelle série qui ne serait pas programmée par Harold Cohen. En fait, Aaron réalise des combinaisons multiples, figuratives ou abstraites,

¹Aaron Marcus (1943), artiste états-unien. Il utilisa les ordinateurs comme outil de création numérique.

²Harold Cohen (1928-2016), est un artiste britannique. Sa création la plus important est le programme informatique Aaron capable de réaliser des oeuvres picturales de manière autonome. Il fut professeur d'art visuel à l'université de San Diego en Californie. Pascal Krajewski en a réalisé une très pertinente étude : <https://pkaccueil.wordpress.com/2009/05/17/aaron-harold-cohen/>

³Raymond Kurzweil (1948) est un inventeur états-unien. Parmi ses inventions on lui doit le scanner et le synthétiseur vocale. Il a reçu de nombreuses distinctions.

⁴ Raymond Kurzweil, *The Age of Intelligente Machines*, MIT press, 1990.

⁵Harold Cohen, « Brother Giorgio's Kangaroo », *The Age of Intelligente Machines*, de Raymond Kurzweil, MIT press, 1990.

mais restant toujours dans le domaine des protocoles qui lui sont donnés. Certes, il combine ou génère des formes des couleurs selon des algorithmes, mais il n'apprend pas et n'invente pas.

Dans le domaine des arts vivants et de la performance, les artistes Sherrie Rabinowitz et Kit Galloway finalisent le projet Satellite Arts Project ; projet précurseur de la téléprésence en art. Ce mouvement se développera une dizaine d'années plus tard avec des artistes phare comme Edouardo Kac¹ ou Fred Forest². L'événement a lieu à l'Electronic Café de Los Angeles, tandis que les danseurs sont dans deux endroits distincts. C'est grâce au tournage par des caméras à la numérisation et à la retransmission des images par un satellite que cette œuvre a pu voir le jour en 1977. L'Europe n'est pas en reste, et ouvre le premier Festival Ars Electronica, en Autriche dans la ville de Linz.

Ces années correspondent à la diffusion et à banalisation des arts numériques dans tous les domaines de création. Ainsi, en ce qui concerne les arts vivants, dès 1986, le logiciel Life Forms a été détourné pour la création chorégraphique. Initialement ce logiciel a été créé par Tom Calvert de l'université Simon Fraser pour animer des objet 3D. Après adaptation, le logiciel a pour fonctions : d'enregistrer, de générer des chorégraphies. *Life Forms* crée aussi des images-clés des mouvements du danseur. Cela a abouti à une nouvelle forme de notation chorégraphique. Depuis 1989, *Life Forms* est utilisé par une multitude de chorégraphes dont le plus connu fut Merce Cunningham, pour qui Tom Calvert a fait les modifications de la première version du logiciel.

Dans la catégorie des arts visuels, les nouvelles pratiques furent multiples : animation, installation, art génératif, la vie artificielle, la réalité virtuelle, les arts de la communication, des réseaux, de la téléprésence ou du Net art. Concernant les dernières pratiques autour de la communication, l'événement *La bourse de l'Imaginaire*, conçu par Fred Forest, au Centre Georges Pompidou en juin 1982, semble être un moment majeur de l'histoire des arts numériques. Dans le texte « La bourse de l'imaginaire, bourse du fait-divers, expérience de presse conçue et présentée par Fred Forest », de Fred Forest et Pierre Restany, nous pouvons découvrir une explication de l'œuvre :

« *La bourse de l'Imaginaire* proposée comme concept artistique témoigne d'une œuvre de type particulier qui relève des réseaux de communication où le public s'implique dans une relation de participation interactive. Ce type d'œuvre, accordé à la sensibilité contemporaine, traduit d'une façon exemplaire,

¹Edouardo Kac (1962) est un artiste contemporain états-unien-brésilien. Il est un précurseur du Bioart et de téléprésence. Connue pour ses œuvres transgéniques *Alba* ou *Edunia*.

²Fred Forest (1933), artiste contemporain français, il est considéré comme l'un des pionniers de l'art sociologique et participatif depuis 1973. Il invente le concept d'esthétique de la communication en 1983.

l'adaptation des formes artistiques à l'évolution des mentalités et des techniques »¹.

Nous sommes dans une œuvre participative où le public français (à l'échelle nationale) est invité à créer la matière de l'œuvre : les faits divers. Il lui est proposé d'envoyer ces éléments au Centre Pompidou qui, en les recevant en son sein, les requalifie en œuvres d'art. Ensuite, durant cinq semaines, les œuvres du public sont traitées, organisées, présentées par une équipe d'une quinzaine de personnes puis communiquées par la presse nationale, les radios et les chaînes de télévision, mais aussi via des tracs et également à la Bourse de Paris elle-même. Le public a non seulement créé la matière en envoyant des faits divers mais il a aussi validé, choisi ceux qui lui semblaient les plus intéressants en téléphonant pour voter à un numéro national, créé pour l'événement. Nous sommes dans l'installation, l'animation et surtout dans l'action. En utilisant les moyens de communication et l'institution muséale qu'est le Centre Georges Pompidou, Fred Forest crée une œuvre critique et presque absurde en déplaçant le cadre financier de la Bourse dans un cadre populaire des médias de masse en accointances avec les lieux de validation artistique pour glorifier des faits divers. Il souligne les lieux de pouvoirs que sont les médias et les institutions culturelles. En 1983, avant même l'arrivée du web, l'artiste Roy Ascott présente l'œuvre, *La plissure du texte*, lors de l'exposition Electra, montée au Musée d'Art Moderne de la ville de Paris, par Franck Popper, sur un réseau interne. Les artistes ORLAN et Frédéric Develay créèrent des œuvres dans le cadre de la revue télématique *Art Accès* entre 1985 et 1986. Frédéric Develay est artiste plasticien. Il mène une œuvre dans le champ de l'art depuis 1979, convoquant le langage, confrontant « figures du discours » et objets.

Pour rester dans le domaine de la communication et de la distraction du grand public, la production d'images animées a également connue sa révolution, en remplaçant la technique du dessin animé créé à partir d'une série de 24 images par seconde, dessinées puis mises en couleur, par un système automatisé basé sur l'interpolation de formes et le calcul des images intermédiaires par l'ordinateur. La seconde étape dans la production d'images de synthèse a été de modéliser des personnages, des décors, des accessoires. Vient ensuite le positionnement de la camera, des lumières et du corps des acteurs virtuels ; tout cela à des moments-clés. Au final il suffit de faire le rendu, c'est-à-dire de laisser l'ordinateur calculer, image par image, l'animation.

¹Fred Forest et Pierre Restany « La bourse de l'imaginaire, bourse du fait-divers, expérience de presse conçue et présentée par Fred Forest », Paris, Centre Georges Pompidou, 1982.

Parmi ce type d'œuvres, des courts métrages sont devenus culte comme *Tony de Peltrie*. Ce film d'animation a été réalisé au Centre de calcul de l'université de Montréal par Pierre Lachapelle, Philippe Bergeron, Pierre Robidoux et Daniel Langlois. Ce dernier monte le studio d'animation Softimage en 1986, soit un an après le succès international de leur film. Un autre film d'animation numérique est lui aussi resté dans les mémoires, *Luxo Junior*, dont la lampe de chevet dansante est devenue ensuite le logo du célèbre Studios Pixar. Cette animation est réalisée par John Lasseter, alors responsable du département « animation » de l'entreprise.

Toujours en 1986, *Very Nervous System*, la première installation interactive et performative est conçue par David Rokeby¹. Sur son site internet, l'artiste décrit le dispositif :

« *Very Nervous System* est la troisième génération d'installations sonores interactives que j'ai créées. Dans ces systèmes, j'utilise des caméras vidéo, des processeurs d'images, des ordinateurs, des synthétiseurs et un système de son pour créer un espace dans lequel les mouvements de son corps (celui du spectateur) créent du son et / ou de la musique. Il a été principalement présenté comme une installation dans des galeries, mais a également été installé dans des espaces extérieurs publics, et a été utilisé dans un certain nombre de représentations »².

Un peu plus loin, il fait part de ses motivations, qui pour résumé cherchent à introduire l'émotion et le corps dans la relation homme machine. David Rokeby nous dit sur sa démarche :

« J'ai créé le travail pour de nombreuses raisons, mais peut-être la raison la plus répandue était une simple impulsion vers la contrariété. L'ordinateur en tant que support est fortement biaisé. Et donc mon impulsion en utilisant l'ordinateur était de travailler solidement contre ces préjugés. Parce que l'ordinateur est purement logique, le langage de l'interaction devrait s'efforcer d'être intuitif. Parce que l'ordinateur vous enlève de votre corps, le corps devrait être fortement engagé. Parce que l'activité de l'ordinateur se déroule sur les minuscules champs de jeu des circuits intégrés, la rencontre avec l'ordinateur devrait avoir lieu dans un espace physique humain. Parce que l'ordinateur est objectif et désintéressé, l'expérience devrait être intime »³.

La plume, une autre installation interactive est réalisée par les artistes Edmond Couchot, Michel Bret et Marie-Hélène Tramus, en 1988. Une plume et un espace sont modélisés. Les deux sont présentés dans le cadre d'un moniteur sur lequel est connecté un microphone. Le spectateur est placé devant le dispositif. C'est en soufflant (en produisant un léger bruit) qu'il

¹David Rokeby (1960) est artiste canadien. Sa pratique concerne les installations interactives utilisant le son et la vidéo. L'œuvre phare est *Very Nervous System*, datant de 1986.

²David Rokeby, *Very Nervous System*, 1986, davidrokeby.com@xw

³*Id.*, *ibid.*

fait s'envoler la ou les plumes virtuelles. Elles n'ont d'ailleurs pas toutes, la même trajectoire. *La plume* est une œuvre éminemment poétique. La sophistication de la programmation laisse place au vent et à la légèreté.

Quelques années après le projet de Fred Forest *La bourse de l'Imaginaire*, les artistes Ed Bennett et Edouard Kac présentent en 1989 leur création *Ornitorrinco*. L'artiste d'origine brésilienne a commencé ses travaux en 1986 en réalisant un robot télécommandé que l'on pouvait contrôler grâce à une liaison téléphonique. Puis devenu étudiant en Maîtrise, à Chicago (dans l'institut d'art de la ville), il rencontra le technicien en électronique Ed Bennett. Leur collaboration débute à Chicago, c'est là que le dispositif *Ornitorrinco* a été imaginé et construit. Il est basé sur l'utilisation du réseau téléphonique pour contrôler à distance des machines, en l'occurrence un robot. C'est entre les villes de Rio de Janeiro et de Chicago que les premiers tests ont eu lieu. Depuis la ville brésilienne, Eduardo Kac a piloté le robot situé à l'École de l'Institut Art de Chicago via la connexion téléphonique. Plus tard, il invite le public à faire l'expérience de la télérobotique. Les recherches de Kac ont été publiées dans l'article « *E. Kac Ornitorrinco : Exploring Telepresence and Remote Sensing* »¹.

La vie artificielle est un autre espace interrogé par le numérique. Cette discipline scientifique cherche à concevoir et à modéliser des créatures artificielles vivant dans un écosystème entièrement numérique. Les artistes Christa Sommerer et Laurent Mignonneau ont réalisé l'installation *Interactive Plant Growing*² en 1992. Le dispositif est en deux parties : la première contient cinq plantes réelles ainsi que des capteurs détectant la position et la distance des mains des spectateurs par rapport à ces organismes vivants végétaux. L'autre zone est totalement virtuelle et abrite au moins vingt-cinq plantes numériques de différents types (vigne, mousse, arbres). C'est bien l'interaction que vont avoir les spectateurs avec les vraies plantes dans le monde réel qui va déterminer la façon dont les plantes virtuelles vont évoluer. Les artistes posent bien-sûr des interrogations sur la définition du vivant mais aussi sur la relation que nous entretenons avec lui. Avec ce dispositif notre responsabilité et notre sensibilité sont mise à l'épreuve.

Entre 1990 et 1992 les artistes Monika Fleischmann et Wolfgang Strauss ont travaillé sur la réalité virtuelle en proposant le dispositif *Home of the Brain*. Cette installation de réalité virtuelle avait comme but de placer le visiteur dans un lieu de représentation et de validation de l'art, mais cette fois cet espace était virtuel. L'autre idée forte était de faire circuler le visiteur

¹Le groupe de recherche *Leonardo*. Vol 24, N°2, 1991, p. 233.

²Christa Sommerer et Laurent Mignonneau, *Interactive Plant Growing*, 1992 : <http://www.interface.ugf.ac.at/christa-laurent/WORKS/CONCEPTS/PlantsConcept.html>

dans quatre espaces, chacun habité par les concepts d'un théoricien de l'art. Il y avait donc un espace dédié au propos sur l'espoir et l'aventure de Vilem Fausser, un autre aux écrits sur la catastrophe de Paul Virilio, un troisième sur l'utopie de Marvin Minsky, enfin le dernier était consacré aux différentes craintes que formule Josep Weizenbaum à propos de la puissance des ordinateurs et de l'impuissance de la raison. Le spectateur pouvait circuler dans ces formes pensées, grâce à des gants et des lunettes d'immersion.

L'artiste Lawrence Paul Yuxweluptun¹, issu de la communauté des peuples natifs du Canada, a pour démarche de montrer les changements qui ont lieu dans l'histoire contemporaine des autochtones. Il utilise la cosmogonie des peuples Salish, ainsi que les éléments formels se trouvant sur le littoral nord-ouest du Canada. Lawrence Paul Yuxweluptun réalise des peintures de grands formats et aussi un travail numérique qui nous intéresse particulièrement : l'installation de réalité virtuelle *Inherent Rights, Vision Rights*. Cette œuvre fut réalisée en 1992, au Banff Center for the Arts, dans la province d'Alberta. L'utilisateur était invité à s'installer sur un siège et à porter un casque de réalité virtuelle. Aidé d'une manette, l'utilisateur du dispositif pouvait s'orienter dans un espace tridimensionnel ; une lune stylisée flottait dans la nuit au-dessus d'un terrain et d'une longue bâtisse. Après quelques pas, l'utilisateur pénétrait à l'intérieur du bâtiment où étaient disposés des éléments symboliques comme des feux, la peinture d'un ours stylisé etc. L'installation *Inherent Rights, Vision Rights* fut présentée lors de l'exposition « Backflash » en 2003 à la galerie Walter Phillips. Lawrence Paul Yuxweluptun réalisa aussi des performances comme *An Indian Act Shooting the Indian Act*, en 1997, dont il présenta les traces à la Grunt Gallery. Il réalisa aussi l'installation *Ground Totems*, en 2002 à l'Aomori Art Center au Japon. Cette installation monumentale in situ fut réalisée en l'honneur des premiers habitants du Japon.

En 1994, l'œuvre *File Room* de l'artiste Muntadas, produit un véritable choc sur la scène artistique contemporaine grâce à ses qualités techniques, esthétiques et critiques. *File Room* est une création toujours active, qui est une base de données répertoriant tous les cas de censures concernant des œuvres d'art. Le public peut la consulter et aussi apporter sa propre contribution en entrant les informations selon quatre critères qui sont l'époque, le lieu, le support, la nature de la censure.

¹Lawrence Paul Yuxweluptun (1957) est un artiste canadien, peintre et sculpteur. Il poursuit également un travail d'installation virtuelle autour de la cosmogonie des Premières Nations amérindiennes.

Un autre artiste : Maurice Benayoun¹, propose *World Skin, safari photo au pays de la guerre* en 1997, une installation interactive, immersive et en réalité virtuelle. Cette œuvre est considérée comme incontournable dans les arts numériques. Les utilisateurs sont invités à circuler dans cet espace immersif avec des lunettes stéréoscopiques leur donnant l'impression d'être dans un monde en 3D. L'artiste français a utilisé le dispositif CAVE qui consiste à faire des vidéo projections sur 3 murs ainsi que le sol du dispositif. Ces projections ont pour particularité de se réaliser à l'envers des surfaces de projection. Les appareils photo utilisés par les spectateurs sont reliés à des capteurs reliés à un ordinateur gérant un programme réalisant les découpes et les changements dans l'espace virtuel. Les changements dans ce monde 3D sont ensuite projetés sur les 4 surfaces (murs et sol). Tout cela permet aux spectateurs d'être totalement immergés dans le volume de projection et dans une guerre virtuelle banalisant les vrais conflits militaires de la planète. En photographiant des parties de cet espace, ils remplacent les victimes par du blanc, effaçant par la même, les visages, les expressions et l'horreur. Ne laissant plus que des contours et silhouettes ainsi que la banalisation de la tragédie humaine se déroulant sous nos yeux.

Après que l'artiste Vuck Cosic propose le terme de Net art en 1995, les théoriciennes Annick Bureaux² et Nathalie Bookchin³ proposent respectivement les ouvrages *Pour une typologie de la création sur Internet*⁴ et *Introduction to Net Art*⁵ en 1998 et 1999.

C'est à partir des années 2000 que les notions d'open source⁶ et de logiciel libre se sont développées en opposition avec les mastodontes du numérique que sont devenus Microsoft, Apple ou Google. Les prix des logiciels se sont envolés, créant de nouveau une fracture économique et technologique entre ceux qui peuvent acheter les logiciels ou les machines et les autres. Internet a été bâti sur l'idée du bien commun, du partage. Et cela autour de communautés de scientifiques et de techniciens ayant une vision humaniste, voire utopique de la culture numérique. Cette idéologie a perduré dans les campus et chez les théoriciens. D'où la réponse

¹Maurice Benayoun (1957), artiste et curateur français. Acteur incontournable de la scène artistique numérique française, il est connu pour ses oeuvres *World Skin, un safari photo au pays de la guerre* et *Tunnel sous l'Atlantique*.

²Annick Bureaux (1958) est commissaire d'exposition française. Directrice de *Leonardo/Olats*, elle est également chercheuse et enseignante. Elle organise principalement des événements autour de l'art, des sciences et des technologies.

³Nathalie Bookchin (1952), artiste états-unienne. Son travail de multimédia a été présenté dans les plus grands musées des USA.

⁴Annick Bureaux, « Pour une typologie de la création sur Internet », *Leonardo/Olats*, 1998
www.olats.org/livre-etudes/etudes/typInternet.php

⁵Nathalie Bookchin, *Introduction to Net Art*, 1990.

<https://www.artsy.net/artwork/alexei-shulgin-and-natalie-bookchin-introduction-to-net-dot-art>

⁶Open source : méthode de réalisation de logiciels où les créateurs laissent en libre accès le code source produit.

de cette communauté, de proposer des logiciels gratuits pouvant remplacer les logiciels payants des grosses firmes. Ainsi, il est facile de trouver un traitement de texte gratuit. Nous connaissons les logiciels comme Open Office, PDF Blender ou Amaya pour créer des pages. Rappelons que la notion de logiciel libre est porteuse de valeurs philosophiques et politiques tandis qu'avec l'open source, ce sont les caractéristiques techniques qui sont mises en avant. Les deux dénominations ont en commun que le code source peut être récupéré, partagé, modifié et utilisé gratuitement afin de produire de nouveaux logiciels. C'est dans ce contexte que des artistes programmeurs comme Ben Fry et Casey Reas ont proposé un logiciel open source comme Processing. Cette application permet, par le biais d'un code, de créer et d'afficher des animations en 2 ou 3 D interactives. Avec Processing, il est facile de manipuler des photos, des vidéos en permettant à l'utilisateur via le clavier, la souris ou par connexion internet d'intervenir en temps réel sur le programme. Elle permet aux novices d'apprendre, peu à peu, le langage de haut niveau Java (proche du C++). Au final, le programmeur obtient une application interactive et autonome, qui peut être utilisée sur n'importe quel ordinateur possédant un navigateur ou un petit programme nommé java. La carte Arduino est issue de la même communauté. C'est un microcontrôleur programmable par le langage Arduino (très proche de Processing). Avec cette carte, les artistes et bidouilleurs, peuvent créer des dispositifs interactifs de type artistique, domotique, robotique, dans le monde réel. Il leur suffit de connecter des capteurs aux entrées de la carte et des actionneurs (comme des hauts parleurs ou de lumières) aux sorties, en général via un petit montage électronique. Processing et Arduino peuvent s'interfacer aisément (car ils ont des langages de programmation quasiment identiques).

J'ai été personnellement formé à ces logiciels. En 2005 une association de danseurs chorégraphes de la Martinique dirigée par Josiane Antourel, a sollicité le soutien de l'IRAVM¹, afin de mener à bien un programme de formation autour des créations possibles avec le corps et les outils informatiques et interactifs. Ce programme fut également ouvert aux étudiants et enseignants désirant y prendre part. Dominique Blais² en fut le formateur et Martial Bazabas, enseignant à l'IRAVM et infographiste, organisa et coordonna le projet. J'eus la chance de participer à cet échange, ce qui me permit d'avoir une vision plus claire des possibilités de ces nouveaux médias et de découvrir l'existence d'une communauté proposant des pratiques artistiques et sociales alternatives. Plastiquement, j'ai expérimenté la chaîne capteur interface et actionneur et je me suis initié à la programmation par patch avec le logiciel MAX MSP,

¹Institut régional d'Art Visuel de la Martinique.

²Dominique Blais (1974), artiste français. Il utilise le son, la lumière et l'image afin de réaliser des installations ou des objets interactifs. <http://www.xippas.com/fr/artists/dominique-blais/>

d'abord développé par l'IRCAM, et commercialisé de la société Cycling 74. En 2006 une visite à l'IRCAM me fit découvrir les champs d'application extraordinaire de ces logiciels d'abord développés pour les musiciens, mais maintenant ré-appropriables par toutes sortes de domaines artistiques (ou non). Afin de poursuivre mes recherches et d'agrandir mes champs de compétences à l'Institut, j'ai choisi, en 2008, de faire une formation chez Jeulin, une société qui propose du matériel pédagogique en automatisme, fraisage numérique et robotique comme le LEGO MINDSTORME. Là, je pus apprendre à utiliser tous ces outils et surtout revoir la notion d'organigramme essentielle en programmation, commencer à préparer la mise en place d'un espace d'enseignement à l'IRAVM. Mes travaux autour du Bio art se sont concrétisés, en 2009, par la mise en place du projet de Dispositif d'Expérimentation Végétal. C'est un laboratoire basé au Centre de Découverte des Sciences de la Terre en Martinique où des plantes sont soumises à des conditions de développement extrêmes. Ainsi des caissons proposent chacun un environnement de vie différent du milieu naturel ambiant : par exemple, plus de CO₂, des solutions nutritives naturelles, des cycles de lumière fragmentés, etc. Le but étant d'obtenir des cultiv'arts uniques, des œuvres d'arts. Pour ce faire, avec l'aide de l'artiste développeur sous logiciel MAX MSP, Adrien Fontaine¹, nous avons mis au point une série de programmes nous permettant de gérer des capteurs, pompes, machines diverses, de stocker les informations à distance via internet, un ordinateur et une interface situés chez moi. Le projet se poursuit actuellement. Le principal souci en est le financement et je regrette de ne pas avoir découvert suffisamment tôt les solutions open source qui auraient fortement simplifié le dispositif avec du matériel et une programmation plus proche de mes besoins techniques. Ayant atteint une certaine maturité dans nos pratiques artistiques individuelles, ayant fait le tour de la question identitaire, un petit groupe d'artistes plasticiens (à force de discussions, de débats) a constaté notre intérêt pour les questions liées au vivant et principalement à ses traductions artistiques possibles. Nous avons, rapidement, fait le choix de la robotique afin de développer, pour résumer, des espèces de robots, dans le sens biologique du terme. Poursuivant la réflexion, nous avons trouvé plus intéressant de les faire interagir, d'où l'idée d'écosystème qui s'appelle *cyber-écosystème*. Insistons sur l'importance d'internet pour la documentation générale, mais surtout pour trouver des solutions d'apprentissage gratuites, la mise en relation avec des artistes ou techniciens ayant les mêmes problématiques et besoins. Ici encore réapparaît la notion de communauté. Nous avons fait le choix d'un certain nombre de logiciels open source comme

¹Adrien Fontaine, programmeur et musicien français, il réalise des systèmes interactifs pour les arts vivants et visuels.

Sketchyphysiq, Processing, Arduino, Fritzing pour leur simplicité et leur gratuité. Ce projet a été présenté en 2013 en Martinique au Centre Culturelle de Rencontre sous le nom : *Le vivant*. Il y avait trois espèces robotiques, les *Dirigeables Amoureux*, les *Hexapodes* et les *Couis*, circulant dans un espace délimité par des barrières Vauban.

Pour en revenir à des aspects plus généraux, à la croisée des arts vivants et visuels, la performance a, elle aussi, rencontré le numérique. C'est le mélange en live de la vidéoprojection, couplée à la musique qui a pris corps sous le nom de Vjing. Des artistes comme Ryoji Ikeda¹ (fig. 6, p. 5) ou Cécile Babiolo² ont développé des œuvres sonores et visuelles. L'artiste japonais a débuté une carrière de DJ vers les années 1990, puis il a ouvert sa pratique au son puis à la vidéo. Le festival Ars Electronica lui attribue le prix Golden Nica pour sa démarche musicale. Il produit des installations dont la musique et les vidéoprojections sont mathématique et minimaliste. Lignes, barres lumineuses répondent aux notes sonores ; l'ensemble plongeant le spectateur dans un univers synesthésique particulièrement rythmé. L'artiste française, Cécile Babiolo a d'abord débuté sa carrière artistique par la création musicale dans les années 1980. Depuis cette période elle propose des œuvres entre installations visuelles et/ou sonores interactives, ainsi que des performances participatives en général. Son œuvre est critique et joue de l'ironie vis-à-vis des médias et des nouvelles technologies. En invitant le public à produire du son et des images grâce à ses mouvements corporels dans l'installation *Circulez il n'y a rien à voir*, ou détournant des machines à coudre ou des moteurs à essence pour produire de la musique avec l'œuvre *Détournement de sons* datant de 2009, l'artiste change les usages et les déplace dans le champ de l'art.

Une nouvelle pratique filmique, utilisant l'infographie, a vu le jour à l'orée des années 2000. Il s'agit des machinimas qui sont des films réalisés à partir de jeux vidéo. Les jeux vidéo sont réalisés à partir d'un programme permettant d'animer en temps réel (c'est-à-dire pendant le moment où le joueur circule dans le jeu vidéo) les décors, les accessoires et les personnages. Ce programme est appelé le moteur de jeu vidéo ; il est donc interactif. Dans le cadre des machinimas, ce moteur de jeu vidéo est détourné pour utiliser les personnages et les décors du jeu pour produire un nouveau scénario. La définition d'une machinima est : « un film réalisé dans un environnement virtuel à la fois tridimensionnel et généré en temps réel. » Des machinimas connues sont *Illegal Danish*, basée sur le jeu *World of Warcraft* et *Club RB*, basée

¹Ryoji Ikeda (1966) artiste sonore et visuel japonais. Il est connu pour ses installations immersives où le son et les vidéoprojections sont très minimalistes.

²Cécile Babiolo est artiste sonore et visuelle française. Elle propose des installations et des performances impliquant le public et questionnant la technologie.

sur le jeu *Les Sims 2*. Les caractéristiques des machinimas sont leur coût de production ainsi que leur qualité moindre ; cette dernière dépendant de celle du moteur du jeu utilisé pour le réaliser. La qualité graphique de ce type de film est plutôt moyenne en comparaison avec les animations des studios comme Pixar ou Dreamworks. Par contre, au niveau financier et en durée de réalisation, les machinimas ont un réel avantage par rapport aux films d'animations numériques des grands studios.

Avec la multiplication des satellites, une nouvelle technique de géolocalisation des personnes et des objets s'est développée en début de siècle. Initialement déplié par l'armée américaine puis mis à la disposition des civils, ce réseau de 24 satellites couvre l'ensemble de la surface terrestre. Ce système de positionnement global permet de connaître les coordonnées de n'importe quelle personne ou objet avec une précision d'un mètre. Il est nommé GPS pour Global Positioning System. Le Larousse nous en donne une définition : « système américain de navigation et de localisation par satellite ». Les artistes ont aussi détourné cette technologie et inventé une pratique appelée Locative media. Un exemple de ce type de création est *Can You See Me Now ?* Dans cette œuvre du collectif britannique Blast Theory¹, les artistes Matt Adams, Ju Row Farr et Nick Tandavanitj décrivent leur création datant de 2003 : « *Can You See Me Now ?* est un jeu qui se passe simultanément en ligne et dans les rues. Les joueurs de partout dans le monde peuvent jouer en ligne dans une ville virtuelle, contre des membres de la théorie des explosions. Traqués par des satellites, les coureurs de Blast Theory apparaissent en ligne à côté de votre joueur sur une carte de la ville. Dans les rues, des ordinateurs de poche illustrant les positions des joueurs en ligne guident les coureurs pour vous dépister »².

La création *Pouvez-vous me voir maintenant ?* a été récompensée du prix Golden Nica lors du festival Ars Electronica de 2004. Dans cette œuvre entre performance, interactivité et action politico-sociale, le réel et le virtuel se superposent. Ce collectif invente de nouvelles formes artistiques en s'inspirant de la culture populaire et des jeux vidéo. La question de la relation est aussi directement posée dans les performances *Metaver* du collectif Blast Theory. Cette relation est aussi traitée par d'autres artistes, qui empreintent d'autres voies moins directes. Ainsi *Experientiae Electricae*³, un autre collectif d'artistes français, propose d'explorer la relation via des objets connectés et portables. Pour Natacha Roussel, qui représente le

¹ Blast Theory est un collectif d'artistes basés en Angleterre. Leurs créations mélangent la performance, l'interactivité et la diffusion numérique.

² Blast Theory, *Can You See Me Now ?*, 2003, <https://www.blasttheory.co.uk/projects/can-you-see-me-now/>

³Experientiae Electricae : collectif d'artistes et de techniciens autour de Natacha Roussel qui réalisent des œuvres interactives multimédia et collectives.

collectif d'artistes, ces objets peuvent être des vêtements et leurs accessoires. L'artiste explique :

« *Experientiæ Electricæ* conçoit depuis 2003 des œuvres d'art immersives interrogeant les relations augmentées des humains et groupes d'humains dans l'espace. Les nouveaux médias sont pour nous un outil d'exploration sensitif où la capture et la re-visualisation des données produites par l'activité physique des humains servent à cartographier des rapports énergétiques intimes, interpersonnels, et sociaux »¹.

L'œuvre de ce collectif d'artistes Interac Wearing est une des premières à avoir développé ces technologies issues des cartes électroniques de type Arduino, permettant de traiter puis d'envoyer des informations via des cartes Xbee, bluetooth (ou autre). Ces modules de communication travaillent sur de nouvelles fréquences d'émission et de réception et ont une portée allant d'une dizaine à plusieurs centaines de mètres. Cet ensemble, capteurs, récepteurs, microcontrôleur, émetteur, envoie des informations de différents types aux autres ensembles du même type. Les données, comme le rythme cardiaque ou autres, liés aux humains portant les vêtements sont ensuite traitées et communiquées au porteur du vêtement. Chaque entité humain-vêtement est aussi un relai, permettant de communiquer à l'ensemble du groupe des informations sur le nombre de personnes connectées ainsi que la distance entre chacun afin de moduler des sons. Les vêtements connectés sont des sculptures, des relais radio et des instruments de musique, qui font partie d'un tout plus important que la somme des parties. Interac Wearing est à l'image du collectif d'artistes qui préfère mettre en avant le travail d'équipe plutôt que les individualités. Dans un même registre, les artistes Antoine Schmitt et Jean-Jacques Birgé, proposent en 2006 un opéra pour 100 robots représentant des lapins connectés les uns entre les autres qui peuvent être manipulés par le public : l'œuvre *Nabaz'mob*². Les artistes expliquent :

« Évoquant John Cage, Steve Reich, Conlon Nancarrow ou György Ligeti, cette partition musicale et chorégraphique ouverte en trois mouvements, transmise par Wifi, joue sur la tension entre communion de l'ensemble et comportement individuel, pour créer une œuvre forte et engagée. Cet opéra questionne les problématiques du comment être ensemble, de l'organisation, de la décision et

¹Collectif *Experientiæ Electricæ*, source : <http://sat.qc.ca/fr/nouvelles/interac-wearing-residence-de-recherche-et-de-creation>

²Antoine Schmitt et Jean-Jacques Birgé, *Nabaz'mob*, <http://nabazmob.free.fr/Francais.html>

du contrôle, qui sont de plus en plus centrales et délicates dans notre monde contemporain »¹.

Avec la problématique liée au contrôle de la société actuelle grâce aux outils numériques, une autre question cruciale est notre entrée dans l'ère de l'Anthropocène. Les inquiétudes dues à l'apparition de phénomènes climatiques comme El Niño et plus généralement en lien avec le changement climatique, mais aussi la fin programmée des énergies fossiles et la pollution des grandes villes, ont mis en avant les questions écologiques. Des mouvements politiques ont vu le jour et sont puissamment représentés dans différents pays d'Europe, d'Amérique ainsi qu'en Asie. L'écotechnologie est une des réponses à ces interrogations et les artistes Beatriz da Costa² et le collectif HeHe ont posé des œuvres traitant de cette problématique, respectivement en 2006 et en 2008. L'œuvre *Pigeon Blog*³ de l'artiste états-unienne est le résultat d'une collaboration entre scientifiques, ingénieurs colombophiles et l'artiste. En faisant porter à une vingtaine de pigeons des capteurs de pollution atmosphérique renvoyant les données par téléphone, et en les envoyant sillonner les alentours de la ville de San José en Californie, l'équipe a pu dresser une carte en temps réel de la dégradation de la qualité de l'air. C'est en affichant ces informations directement sur internet dans l'application Google Map que l'artiste a pu sensibiliser le grand public à la question écologique.

HeHe est un duo d'artistes composée de l'allemand Heiko Hansen⁴ et de la britannique Helen Evans⁵. Au sujet de l'œuvre *Nuage vert*⁶, ils expliquent :

« La première édition de *Nuage Vert* a mis en lumière le nuage de vapeur émis par la centrale thermique Salmisaari à Helsinki, Finlande, en utilisant un rayon laser vert qui en souligne les contours en temps réel. Au-delà du spectacle de la projection sur le nuage de vapeur, *Nuage Vert* est aussi un espace ouvert, une toile sur laquelle chacun peut projeter ses propres questions concernant notre culture de consommation d'énergie »⁷.

¹*Id., ibid.*

²Beatriz da Costa (1974-2012), artiste interdisciplinaire allemande. Ses créations sont un mélange d'art, de science, de technologie et de politique.

³Beatriz da Costa, *Pigeon Blog*, 2006, <https://pigeonblog.wordpress.com/>

⁴Heiko Hansen (1970) est un artiste Danois. Il est spécialisé dans le design industriel et numérique. Il est membre du collectif HeHe.

⁵Helen Evans (1972) est une artiste britannique. Elle vit et travaille à Paris et a fondé le collectif HeHe avec Heiko Hansen. Avec lui, ils interrogent les changements climatiques et écologiques grâce à l'utilisation des outils informatiques afin de mettre en avant une forme d'écotechnologie.

⁶ HeHe, *Nuage vert*, 2008, <http://hehe.org.free.fr/hehe/NV08/index.html>

⁷*id., ibid.*

Le collectif d'artistes pose la question de la surconsommation énergétique et de ses effets sur notre qualité de vie. L'usine d'Helsinki est récupérée et mise en scène dans un dispositif plus global soulignant la pollution grâce à un effet dramatique obtenu par un puissant laser vert fluorescent qui rappelle aux spectateurs le code couleur des dangers nucléaires ou biologiques.

Durant la dernière décennie, c'est l'effacement progressif de la séparation entre monde réel et monde virtuel qui semble être l'élément le plus marquant. Grâce aux téléphones et aux tablettes mobiles, le web et les réseaux sont partout et avec nous. La technologie numérique permet une superposition à l'instant des mondes réels et virtuels qui aboutissent à une réalité augmentée. Cette dernière consiste à afficher des informations virtuelles dans le monde réel par l'intermédiaire, par exemple, de lunettes ou d'un téléphone portable.

Tamiko Thiel¹ produit des œuvres explorant l'intersection entre le lieu, l'espace et l'identité culturelle. Son travail sur la réalité augmentée est internationalement reconnu. *We AR in MoMa* est un exemple de ce nouveau type de création artistique interrogeant la fusion entre le réel et le virtuel. L'artiste explique l'œuvre sur son site internet :

« Dans cette installation de réalité augmentée géolocative, une grille de critiques ARt semble crier "Vous appelez ça ARt ???". Le 9 octobre 2010, Sander Veenhof et Mark Skwarek ont organisé *We AR in MoMA*, une prise de contrôle non invitée du MoMA à New York, où des œuvres d'art étaient superposées aux vraies galeries du MoMA utilisant la réalité augmentée, dans le cadre du « Conflux Festival for Contemporary Psychogeography »².

Sur leur invitation, Tamiko Thiel a contribué à « l'ARt Critic Face Matrix ». Afin de pouvoir participer à l'œuvre, le public était invité à télécharger une application de réalité virtuelle, ce qui lui a permis de visionner en superposition des œuvres réelles, exposées sur les murs du Moma de New York, d'autres œuvres composées de visages grimaçants et virtuels. Par cette action subversive, l'artiste a pu exposer dans un lieu prestigieux de validation de l'art moderne et contemporain. C'est une nouvelle fois en détournant des technologies que l'artiste Tamika Thiel a pu donner du sens et interroger le statut de l'œuvre d'art. Une œuvre virtuelle peut-elle être considérée comme une œuvre à part entière ? Comme l'œuvre *Fontaine* de Marcel Duchamp ou *La bourse de l'imaginaire* de Fred Forest, *We AR in MoMa* pose également la

¹Tamiko Thiel (1957) est une artiste états-unienne. Elle interroge l'identité culturelle à travers des technologies numériques et la réalité augmentée.

²Tamiko Thiel, *We AR in MoMa*, 2010, <http://www.tamikothiel.com/We-AR-in-MoMA/>

question de l'entrée au musée ainsi que la validation de l'œuvre même sans l'accord de ladite institution.

b) Notions : des arts interactif, génératif, immersif, synesthésique, hybride et biotechnologique

L'interactivité

Est une des principales caractéristiques des arts numériques. Ainsi, à l'opposé de la sculpture, de la vidéo et de l'image « classique », ces œuvres (qu'elles soient fixes, mobiles ou motorisées) n'ont pas de réel feedback avec le spectateur. Ce dernier est contemplatif devant ce type d'œuvre. Il s'agit d'une représentation rétinienne comme le définit Marcel Duchamp. Avec le numérique, dans le cadre d'un dispositif artistique composé de capteurs, d'un ordinateur, d'actionneurs et parfois d'une structure ou d'un objet (l'ensemble constituant le corps de l'œuvre) : le spectateur est partie intégrante de l'œuvre. Il en détermine parfois l'évolution. Les événements que sa simple présence déclenche peuvent être totalement aléatoires ou encore faire parties d'une liste de possibles déterminés dans une forme d'organigramme.

La circulation, dans ces espaces réels ou virtuels, est aléatoire, de l'ordre de l'errance informatique, ce que l'on nomme la sérendipité, ou au contraire très structurée. Ces déplacements permettent au spectateur de changer de statut et de devenir acteur, comme c'est le cas dans les créations de Fred Forest.

C'est par le biais de capteurs que le dispositif artistique interactif perçoit le spectateur. Un programme reçoit ses informations, puis en fonction de ce qui aura été convenu dans l'algorithme créé par l'artiste et son équipe, des réactions viendront en feedbacks.

Les dispositifs peuvent être perçus comme des automates, voire comme des corps artificiels ouverts et englobant des organismes vivants que sont les spect-acteurs. L'idée d'écosystème est bien présente, sans faire de nouveau référence à la cybernétique.

Le cyber écosystème est le point central de la recherche artistique que nous réalisons depuis 2013 avec les artistes Michel Pétris¹ et Alexandre Cadet Petit². Je reviendrai plus tard dans la thèse, sur le *Cyberecosystema*, mais retenons qu'il s'agissait dans la première version

¹Michel Pétris (1968) est un artiste designer martiniquais. A côté d'une pratique du design objet, il poursuit des travaux de création en art robotique : *Les hexapodes*.

²Alexandre Cadet Petit (1945-2014), journaliste et artiste contemporain martiniquais. Il a développé le concept de *Kombit*. Spécialiste du bitume, il a réalisé de nombreuses installations avec Monique Monteil. Il a également travaillé avec les outils numériques et a conçu dans le cadre du projet *Cyberecosystema*, une famille de robots.

de la rencontre entre plusieurs espèces de créatures artificielles, intégrées dans un écosystème réel et virtuel plus vaste.

Les techniques de l'interactivité dépassent celles des automatismes car la réponse aux mêmes stimuli peut être totalement différente ; ce qui n'est pas du tout le cas en automatisme. Par exemple, si un acteur marche sur la carpe rouge (recouvrant un capteur), en automatisme, il allumera toujours la même lampe (rouge), tandis qu'avec l'interactivité, la réaction peut être différenciée en fonction du poids de l'acteur, de sa vitesse de passage, etc. Ce dernier allumera une lampe rouge, ou verte, selon la sensibilité du programme et du dispositif. Ainsi, en ajoutant des capteurs à variation dans le dispositif matériel et des conditions dans la programmation, nous pouvons aboutir à des feedbacks très fins de la part de l'œuvre vers le public. L'interactivité peut donc être perçue comme une application concrète des théories sur la communication de Shannon et de Werner. Ainsi le processus de communication peut être résumé comme étant le résultat de l'interaction de trois éléments principaux : la source qui émet le message vers une cible qui le reçoit.

Dans son ouvrage *Art et Internet, les nouvelles figures de la création*¹, le sociologue Jean -Paul Fourmentraux² décrit plusieurs types d'interactions. Il repère les dispositifs ayant une interactivité minimale : « L'interactivité minimum est toujours navigation dans un espace d'information plus ou moins transparent et arborescent. ». L'arborescence dans ce cadre, correspond aux choix possibles de circulation dans le temps de l'œuvre, tandis que le terme transparence renvoie au fait que l'utilisateur est en face d'une interface (le dispositif matériel, écrans, environnement), qui lui, cache ou non, les structures ou les activités du système. Pour ce type d'œuvres, il n'y a pas d'algorithme. On se situe alors plutôt dans des dispositifs basés sur des montages électriques ou électroniques.

L'interactivité plus complexe nécessite donc la mise en place d'un programme, d'un algorithme. Pour l'acteur (spectateur actif), il est question d'agir dans ce dispositif et pour l'artiste, de proposer des événements (feedbacks) en retour. Le troisième type d'interactivité, pour JP Fourmentraux consiste en l'introduction de nouvelles données, dans le programme informatique par l'acteur (spectateur). L'auteur parle de contribution à l'œuvre. Il précise que cette contribution peut ne pas avoir de réel impact sur l'œuvre et, dans le cas contraire, il parle

¹Jean -Paul Fourmentraux, *Art et Internet, les nouvelles figures de la création*, Paris, CNRS Éd., 2005.

²Jean -Paul Fourmentraux est un scientifique français. Il est professeur à l'université d'Aix-Marseille et à l'EHESS Paris. Ses recherches portent sur les relations entre la création artistique, la culture numérique, la recherche technologique et l'innovation sociale.

d'altération. Enfin la dernière typologie de processus interactif est qualifiée d'alteraction. Elle correspond à la mise en communication des acteurs humains inscrits dans le dispositif.

La générativité

Dans l'art génératif, les œuvres s'engendrent par elles-mêmes et ce, grâce à des algorithmes ou à d'autres processus de génération automatique. Les mouvements, Dada et surréaliste ont exploré dès le début du siècle dernier, divers systèmes combinatoires qui ont donné l'écriture automatique ou le cadavre exquis. L'art génératif est un objet d'étude de L'université du Québec à Montréal. Celle-ci propose, dans le cadre d'un article sur le sujet, la définition suivante :

« L'art génératif est une pratique où l'artiste crée un procédé, par exemple un ensemble de règles langagières, un programme informatique, une machine ou tout autre mécanisme qui est par la suite mis en marche et qui, avec un certain degré d'autonomie, entraîne la création d'une œuvre issue de ce procédé »¹.

L'UQAM précise que cette définition s'inspire des travaux de Philip Galanter², et de son article « What Is Generative Art ? »³. L'art génératif peut donc être analogique, comme ce fut le cas avec les générateurs automatiques de textes, d'images ou de son. Philip Galanter insiste sur le fait que l'art génératif a existé et existe encore hors du cadre des arts numériques. Pour exemple, il affirme que les sculptures minimalistes de Sol Lewitt peuvent entrer dans la définition d'œuvres génératives car elles sont issues de processus combinatoires utilisant la géométrie pour base. L'auteur nous rappelle que la technique du Cut Up, inventée par Brion Gysin, fut utilisée par l'écrivain américain William S. Burroughs. Ce dernier voit dans le découpage aléatoire d'un texte en fragments, puis son réagencement, afin de produire un texte nouveau ; la création d'une langue assimilable à un virus. W.S. Burroughs proclame « language is a virus ».

Du virus numérique, à l'automate informatique, il n'y a qu'un petit pas. Ainsi, avec les automates cellulaires de Stanislas Ulam, de John Von Neuman et de John Horton Conway, nous avons un exemple concret de génération automatique mimant la vie de cellules artificielles : leur développement, leur prolifération et parfois leur extinction. Pour les automates de Conway, deux règles mathématiques permettent de faire évoluer un système hors des cadres prédit par son concepteur. Lors de l'évolution des automates cellulaires, des motifs réguliers apparaissent, produisant des effets esthétiques indéniables. Est-ce que l'on peut imiter, voire produire des

¹Dossier thématique UQAM : *l'art génératif* : <http://nt2.uqam.ca/fr/dossiers-thematiques/lart-generatif>

²Philip Galanter (1950), est un scientifique et artiste états-unien. Il travaille sur l'art génératif, la création numérique et sonore. Il réalise principalement des installations et des impressions numériques.

³Philip Galanter, *What Is Generative Art ?* http://philipgalanter.com/downloads/ga2003_what_is_genart.pdf

créations artistiques humaines grâce à des algorithmes ? Pour la plupart d'entre nous, les mathématiques et les algorithmes ne suffisent pas encore créer des œuvres d'art. Il manque l'intention et le sens que l'artiste insuffle à sa création. Pourtant dans des œuvres d'artistes comme Miguel Chevalier, qui utilise la géométrie fractale, il y a intégration des dimensions aléatoires, éphémères et uniques, de ces processus génératifs. L'œuvre a une vie ainsi qu'une mort (lorsqu'elle est éteinte). Pour la retrouver, il nous suffit de relancer le processus et le dispositif. Dans les œuvres numériques, l'artiste passe du rôle de créateur maîtrisant totalement la matière, le sens et la symbolique de son œuvre, à celui de passeur, ou initiateur d'une œuvre évoluant comme une forme de vie, en fonction de ses propres interactions avec le milieu humain ou environnemental.

Laurent Diouf, soutient que dans les œuvres d'arts numériques, le statut de « work in progress » se généralise :

« Les programmes algorithmiques donnent l'illusion d'une vie autonome à une œuvre et semblent accroître son potentiel d'interactivité au point qu'elle semble échapper à son créateur, selon l'artiste français Miguel Chevalier dans son installation de réalité virtuelle générative et interactive *Fractal Flowers* »¹

Il semble également que, grâce à la programmation, ces œuvres acquièrent une autonomie, qui pourraient même simuler la vie.

De multiples projets numériques ont pour but de proposer une forme de vie artificielle, soit encadrée par des processus génératifs contrôlés ou encore totalement aléatoire et qui échappe aux prévisions de leur auteur. L'œuvre numérique est une « œuvre ouverte » comme le dit Umberto Eco, un *work in progress*, une œuvre incomplète, comme la vie, dont elle recopie le modèle. Elle semble en perpétuelle création.

L'immersivité

Comme dans le cadre des dispositifs sculpturaux de type installations, la plupart des œuvres numériques sont immersives ; c'est-à-dire que le corps de l'acteur est enveloppé par le dispositif. Il est pris comme dans de gigantesques organismes artistiques, numériques, qui le phagocytent, ou le portent. L'expérience est donc autant sensorielle qu'émotionnelle. Elle reprend les acquis de l'art contemporain, obtenus avec les installations. Dans ces dernières, le public est bien au centre de l'œuvre et non plus à sa bordure dans une position d'observateur. L'art immersif propose, en général, une expérience multimédia où son, lumière, viennent

¹Laurent Diouf est un chercheur français travaillant sur l'art numérique

donner aux acteurs une puissante plongée synthétique où tous les sens sont sollicités. La dimension performative de ces dispositifs pousse parfois à la création d'happenings comme l'œuvre *Inferno*¹ des artistes performeurs canadiens Bill Vorn et Jean Philippe Demers. Dans la performance participative *Inferno*, les spectateurs sont invités à revêtir un exosquelette robotique les obligeant à effectuer des mouvements de danse ou autre et ainsi à produire l'œuvre globale. La thématique du contrôle de l'humain par la technologie est bien sûr posée. Même si les spectateurs sont totalement d'accord pour participer à cette aventure performative, ils en ont chacun, une expérience particulière, qui peut aller du refus de la manipulation de leur propre corps par les deux artistes via leur technologie robotique, ou au contraire un certain état extatique. L'œuvre pose aussi la question : le contrôle peut-il être une libération ?

Avec l'art immersif, le corps est happé dans une forme de transe pouvant aller de l'épilepsie à la catalepsie ; l'immersion est avant tout une question d'espace virtuel ou réel, mais surtout de sensation, selon Laurent Diouf. L'art immersif permet l'intériorité, car l'œuvre est certes autour de nous, mais aussi en nous. Il y a une superposition entre les dimensions spatiale, sonore, tactile et lumineuse, des espaces immersifs et notre espace intérieur. Au final, il n'y a plus de sensation de séparation entre l'espace et notre corps : il y a une forme de dématérialisation, une nouvelle corporéité.

Des espaces comme le SAT de Montréal ont été conçus pour des créations artistiques pleinement immersives. D'autres structures de monstration basées sur un volume sphérique ou cubique, support de la vidéo projection, permettent une immersion totale et efficace. En général, le public est invité à s'installer au sol et au centre de l'imposant écran-dispositif englobant. Le but étant que le champ visuel et auditif de chacun des spectateurs soit largement saturé par les images et le son. Alors y-a-t-il une grande différence entre une soirée (organisée dans un club) ou un festival techno et une installation immersive ? La dimension spectaculaire, ludique et sensible, est-elle uniquement liée aux arts du spectacle ou aussi aux autres espaces de divertissement ? Il semble qu'il n'y ait plus de frontière entre les arts vivants et visuels. La porosité est grande entre la performance et certains rites de passage ou d'initiation.

La synesthésie

Par sa dimension englobante et participative, l'œuvre numérique convoque les sens de l'inter-acteur. Celui-ci, durant son parcours dans le dispositif, éprouve les rapports sensibles

¹*Inferno* réalisée en 2015 est une œuvre robotique performative et participative, conçue par les artistes canadiens Bill Vorn et Louis-Philippe Demers.

qu'il y a entre le son, la couleur et même parfois les textures ou les odeurs. Dans les pratiques artistiques actuelles multi-sensorielles, les spectateurs ont la possibilité de découvrir des œuvres d'art par le biais de différents sens. Avec la vue, le second sens le plus sollicité est le toucher, qui fait appel à l'intelligence corporelle et kinesthésique du spectateur. Concernant la kinesthésie, plus précisément, qui est un phénomène neurologique, c'est la simultanéité des sensations qui produit une synthèse sensorielle. La synesthésie est connue de longue date. Elle est d'ailleurs considérée d'un point de vue médical comme un trouble de la perception. Les drogues et autres substances hallucinogènes accentuent cette pathologie. Merleau-Ponty, dans son ouvrage *Phénoménologie de la perception*, nous déclare que

« L'intoxication par la mescaline, parce qu'elle compromet l'attitude impartiale et livre le sujet à sa vitalité, devra donc favoriser les synesthésies. En fait, sous mescaline, un son de flûte donne une couleur, bleu vert, le bruit d'un métronome se traduit dans l'obscurité par des taches grises »¹.

Déjà Arthur Rimbaud dans son poème *Voyelles*, a cherché à saisir les liens entre des lettres et des couleurs. Un peu plus tard au début du XX^e siècle, le musicien Alexandre Scriabine propose l'œuvre *Prométhée* dont le but est de réaliser la correspondance entre musique et lumière. Il crée pour cela un dispositif scénique où chaque projecteur (lampes colorées) est déclenché par une touche d'un clavier. Cela lui permet d'avoir déjà une forme de synesthésie musicale et chromatique. Dès les années 1900, les inventeurs de l'art abstrait, les peintres Paul Klee et Vassily Kandinsky vont approfondir l'idée de musique visuelle. C'est en s'éloignant de la figuration et de l'imitation de la nature qu'ils vont pouvoir mettre en avant les qualités intrinsèques de leur médium ; c'est-à-dire la couleur, la matière, la texture. Ils vont créer avec d'autres artistes et théoriciens, l'école du Bauhaus, qui sera le point de départ de la séparation entre beaux-arts et arts plastiques. Les artistes vont pousser leurs recherches multi-sensorielles et interdisciplinaires, sur la couleur et la lumière pure. L'artiste russe nous confie dans ses « Rückblicken » [Regards sur le passé] :

« Je voyais en esprit toutes mes couleurs, elles se tenaient devant moi. Des lignes sauvages presque folles se dessinaient devant moi »².

En 1931 Oskar Fischinger présente, lui aussi ses travaux sur les liens entre son et lumière, musique et couleur, dans l'œuvre cinématographique et expérimentale *Study n° 8*. Enfin dès 1967, l'architecte et compositeur Iannis Xenakis cherche à créer avec ses polytopes une synthèse des arts. Il utilise dans ses œuvres, des miroirs, des flash blanc suspendus par des

¹Merleau-Ponty, *Phénoménologie de la perception*, 1945, p. 263

²1 Kandinsky, *Regards sur le passé*, éd. Hermann, 1974, p. 101.

câbles, mis en mouvement grâce à des moteurs et occupant tout l'espace d'exposition. Le polytope de Cluny est nommé « action de lumière et de son » et Iannis Xenakis le définit comme un spectacle total mariant lumière, architecture, son et couleur. A partir de 1972, il est à l'origine du Centre d'Etudes de Mathématique et Automatique Musicale. Il y met au point l'UPIC, un programme de création musicale comportant une interface intuitive, qui transforme en sons, des tracés graphiques.

Dans le cadre des arts numériques c'est grâce à ces capacités de conversion des données par l'informatique, que la simultanéité de traduction en différents types de médium (son, image, texte etc.) peut être réalisée. La puissance de calculs des ordinateurs permet donc des conversions, des traitements numériques et des effets synesthésiques.

Les projections monumentales, nommés mapping vidéo, sont désormais bien connues du public français grâce à la fête des lumières de Lyon. Ces vidéoprojections peuvent se faire sur différents supports naturels, tels des cascades et parois rocheuses ou des surfaces urbaines comme les architectures ou des écrans géants.

David Gumbs¹ a présenté ce type de création vidéo lors d'événements aussi réputés que la Biennale de la Jamaïque et lors de manifestation grand public en Martinique et en Haïti. En 2004, avec la création *Cytoplasme*, un site en ligne, il poétise la genèse de la vie, celle de l'embryon et simule le vivant. Il crée des œuvres-scenarios à partir d'éléments prélevés dans son quotidien. En 2012, l'artiste disait que toutes ces expérimentations l'ont amené à utiliser « les codes et les possibilités de l'aléatoire dans le numérique et les arts génératifs. Les éléments vidéo sont un clin d'œil aux pensées fugitives, fugaces qui ont lieu lorsque l'on travaille concrètement sur une œuvre. Des instants qui parfois viennent nourrir inconsciemment l'œuvre, le choix des couleurs, son corps. La notion d'archéologie mentale revient différemment ».

La vidéo performance *Eclosions digitales*, fut présentée en février 2018, sur les façades du pignon principale de l'église de la commune des Trois-Îlets en Martinique, avec l'accord de l'édilité et de la paroisse. Ayant pour questionnement le cycle de la vie, qu'il soit animal ou végétal, David Gumbs interroge les notions d'échelle, de rhizome, de microcosme et de macrocosme. Il décrit son œuvre *Eclosions digitales* ainsi :

« C'est une première fois, qu'un dispositif interactif offre la possibilité d'intervenir en temps réel et de changer les couleurs, changer les formes, tout cela dans un propos lié à la nature, au végétal. Je m'exprime sur les éléments naturels »².

¹David Gumbs (1977), artiste contemporain français, originaire de Saint Martin. Ses recherches portent sur le multimédias, l'interactivité et le vidéo mapping.

²David Gumbs, *Eclosions digitales*, texte interview France Antilles, décembre 2018, Martinique

Durant l'événement artistique, le public était installé devant l'écran monumental que constituait la façade de l'église tandis qu'un chœur composé d'une dizaine d'hommes entamait des chants liturgiques à intervalle régulier dans le cœur du bâtiment. David Gumbs réalise un travail important de préparation en amont, avec des recherches graphiques et une programmation des effets vidéo. *Eclosions digitales* est un dispositif interactif grâce à la présence de capteurs. Ceci permet aux spectateurs d'agir directement dans l'œuvre. David Gumbs dit :

« Le public réagit très bien. Les adultes comme les enfants, ne s'en lassent pas et, justement, j'ai eu du mal à dégager quelques fois la console pour permettre à d'autres personnes de manipuler l'installation »¹.

Dans ce type de dispositif, les spectateurs peuvent vivre ces rapports symbiotiques entre son et lumière, musique et vidéo ; suivant la trace du mixage musical, le Vjing est le nom donné au mixage vidéo en temps réel.

2) Catégorisation de l'art numérique

a) Performance multimédia

Les arts numériques ont été reconnus comme forme d'art à part entière grâce à l'audiovisuel, c'est-à-dire au mélange de la musique et des images. C'est en poussant les limites des médias vidéographiques et en soulignant ce qui leur est spécifique que les artistes ont dépassé la technique pour aboutir à des œuvres d'art. Cette fusion avait d'ailleurs déjà été faite par le biais du cinéma et de l'art vidéo. Ce qui caractérise actuellement les performances audiovisuelles, c'est leur caractère dans l'instant : *in momento*. Mais c'est aussi leur dimension interactive. C'est la présence des artistes qui jouent, créent, performant en temps réel. Jouer devant un public, il y a plus de 20 ans cela, était réservé aux musiciens. Le numérique a permis cela. Non seulement il a donné vie aux rêves synesthésiques et de musique visuelle de Kandinsky, Klee et bien autres, mais surtout il a permis aux artistes de manipuler l'image, la couleur et la lumière, en temps réel.

Dans la performance multimédia, l'artiste joue et performe en direct, tandis que le public est plongé dans un dispositif expérientiel. Le support de l'œuvre projetée peut être les murs d'une galerie comme les salles du Centre Pompidou ; un volume construit pour cela comme le

¹*id., ibid.*

dôme du SAT ; ou encore, une architecture ou un site naturel. Dans ces deux derniers cas, pour faire correspondre la taille des images à la surface de projection, l'artiste doit réaliser un travail de mapping vidéo. Ce travail de mise en correspondance de la projection à la forme du support, est encore plus spécifique lorsqu'il s'agit de réaliser des vidéoprojections sur des architectures complexes comme des églises anciennes ou des ponts. Un exemple de vidéoprojection architecturale est la métamorphose du théâtre des Célestins de Lyon lors de la fête des Lumières de cette ville par le collectif d'artistes 1024 Architecture¹ en 2010. Comme pour le Vjing, qui est souvent associé à une animation lumineuse (dans les clubs), les différentes pratiques de vidéoprojections peuvent avoir un rapport plus ou moins éloigné avec l'art contemporain. Généralement elles se situent entre décoration, design et espaces réellement expérimentaux et critiques. Nous l'avons vu plus haut, l'artiste japonais Ryoji Ikeda et Cécile Babiolo furent les précurseurs dans ce type d'expressions artistiques. L'artiste Japonais a présenté l'exposition « Continuum » au Centre Pompidou durant l'été 2018. Constitué par deux installations, « Continuum » présente les recherches musicales et visuelles de l'artiste. Dans l'œuvre *A {continuum}*, seule la note « la » {A} est diffusée ; et cela dans toutes ses subtilités acoustiques, grâce à cinq haut-parleurs impressionnants, positionnés dans une immense salle blanche. Dans la plaquette de l'exposition, l'artiste parle de la seconde œuvre « code-verse » en ces termes : « c'est une tentative de composer plusieurs codes en une seule pièce à la fois symphonique et polyphonique »². L'installation code-verse est dans une salle noire cette fois, et nous aspire dans un mur de données projetées défilant à grand vitesse. Accompagnée par une composition sonore minimaliste, l'œuvre nous plonge dans une forme de méditation, réflexion agréable et totalement inhabituelle. Est-ce une représentation des échanges de flux de données entre ordinateurs ? Une communication avec une intelligence artificielle qui essaie de s'établir ? Dans cette exposition, la dimension rythmique est délaissée afin de mettre en avant la composante symphonique.

Les deux pionniers furent suivis par d'autres collectifs d'artistes comme Granular Synthesis³ dont les membres sont Kurt Hentschläger et Ulf Langheinrich. Ces artistes sont

¹1024 Architecture est un collectif d'artistes qui propose des installations, des interventions urbaines, des performances et des expositions. Ce collectif a été créé par François Wunschel et Pierre Schneider. Il s'intéresse aux relations spatiale, sonore et visuelle avec le corps.

²Ryoji Ikeda, Continuum, catalogue d'exposition, Paris, centre Georges Pompidou, 2019

³Granular Synthesis (1999-2009) est un collectif de musiciens autrichiens Kurt Hentschläger et Ulf Langheinrich. <http://www.granularsynthesis.info/ns/?goto=artists>

connus pour leur musique électronique basée sur la synthèse granulaire. Trynity Session¹, est composé des artistes Sud-Africains, Marcus Newstetter et Stephen Hobbs, venus en Martinique en 2010 lors du forum numérique organisé par l'OMDAC et la résidence d'artistes Kertiossane de Dakar.

b) Installation interactive

Les arts numériques se déclinent en différents types de pratiques. Il y a, bien-sûr, les installations autonomes où l'artiste n'est pas présent, comme c'est le cas lors des performances multimédia. Les dispositifs interactifs réagissent à la présence des spectateurs en diffusant des sons, des images ou toute autre action. Ces installations peuvent être également immersives ou génératives. L'artiste peut, soit utiliser un lieu neutre comme une boîte blanche ou noire, construite de toute pièce ou au contraire, bénéficier de la dimension historique et symbolique de certains espaces de validation artistique comme les musées ou mémoriels comme le Panthéon ou l'île de Gorée. Même si elle s'est déroulée dans le cadre du Parc de La Villette, l'exposition du collectif Teamlab, « Au-delà des limites », dirigé par Daisuke Sakai et Takashi Kudo, peut être considérée comme se déroulant dans une boîte noire. En effet le collectif a présenté une série d'environnements interactifs, inspirés de la culture traditionnelle japonaise, où les humains, les animaux et la nature sont dans une relation harmonieuse. Dans cette exposition le collectif, composé d'artistes, de programmeurs, d'animateur 3D, de mathématiciens et d'architectes, propose sept espaces différents. Dans le premier, *Graffiti Nature-Montagnes et Vallées*, il est proposé de créer nous-mêmes la faune et la flore, afin de donner vie à notre propre univers. Ce premier lieu est particulièrement destiné aux jeunes enfants, qui trouvent là un territoire de jeux et de découvertes de l'interactivité. *Bombing de Graffiti de Fleurs* permet au public de dessiner des fleurs et des animaux par le biais de gestes dans l'espace. Les mouvements de déplacements de ces formes de vie numérique laissent des traces en formant des grosses lignes proches de la calligraphie. Le troisième environnement est appelé *La paix est possible même sans ordre-Personnes et animaux dansants au-delà des frontières*. Il s'agit d'une grande pièce dont les murs sont recouverts de miroirs, ce qui permet un effet de démultiplication de l'espace. Au centre de la salle, des panneaux en Plexiglas transparent, alignés très régulièrement, sont les supports de vidéoprojection donnant l'impression d'hologrammes mobiles. En fait, il s'agit de silhouettes de personnages (animaux

¹Trynity Session est un collectif d'artistes, composé de Marcus Newstetter et Stephen Hobbs ; Il est spécialisé dans des interventions urbaines utilisant la vidéo projection associée à d'autres médias.
<http://artmap.co.za/trinity+session/>

ou humains) dansant, ou jouant de la musique et s'arrêtant en fonction de la présence des visiteurs. La quatrième zone est nommée *Marcher, marcher, marcher : rechercher, dévier, réunir-Personnes et animaux dansants au-delà des frontières*. Là, des personnages, des animaux, évoluent comme dans une parade ou une cérémonie agricole et traversent plusieurs espaces de l'exposition. L'espace appelé *Les corbeaux sont poursuivis et les corbeaux qui les poursuivent sont également destinés à être poursuivis*, est clairement immersif ; la projection se passant sur le sol et les murs. Les images sont extrêmement dynamiques grâce aux déplacements du point de fuite de la perspective. C'est également la seule zone qui n'est pas interactive, car il s'agit d'un film projeté. Dans la zone suivante intitulé *Vie transitoire : les personnes créent de l'espace et du temps*, des personnages circulent sur les murs. S'ils sont touchés, ils changent de direction ou s'arrêtent, parfois. Des fleurs de cerisiers se déplacent et symbolisent le cycle infini de la vie et de la mort en fleurissant puis en fanant. La dernière zone est l'espace le plus spectaculaire, car il est totalement immersif et grandiose. C'est un cube de 12 m de haut et de côtés. Le sol, le mur principal et le côté droit sont envahis part des animations numériques génératives et interactives. Dans cet environnement, plusieurs histoires y sont contées et elles ont pour titre poétique : *Un monde adorable et magnifique, né des ténèbres où Les fleurs et personnes ne peuvent être contrôlées, mais elles vivent ensemble-Une année entière en une heure, Les esprits des fleurs et Univers de particules d'eau dans Au-delà des limites*. Dans l'exposition du collectif Teamlab, « Au-delà des limites », l'interactivité est au service d'une narration proche de l'univers des contes et des légendes japonais. L'esthétique est l'enjeu majeur ainsi que le bien-être des visiteurs qui peuvent s'allonger et circuler dans des cascades de fleurs et de lumière virtuelles.

c) Le spectacle vivant

Les arts vivants et surtout la danse, ont rapidement fait leur les technologies numériques. Ainsi avec Merce Cunningham en 1986, C'est le groupe N+N Corsino qui utilisa les nouvelles versions du logiciel Life Forme pour réaliser *Totempol*, leur vidéodanse en 1994. Nicole et Norbert Corsino travaillent sur la relation entre les corps et les paysages. Ils sont tous deux chorégraphes et chercheurs. C'est en déplaçant leur chorégraphie dans le champ de l'installation ou de la vidéo qu'ils ont fait bouger les limites de la danse, en lui proposant de nouveaux territoires grâce aux changements d'espaces de représentation. N+N Corsino sont lauréats du prix Villa Médicis pour leurs travaux utilisant les technologies numériques. C'est au Canada qu'ils ont réalisé *Totempol*, où ils hybrident danse réelle et danseurs virtuels.

L'artiste danseur chorégraphe japonais Hiroaki Umeda est connu pour son travail de fusion de la danse et des arts numériques et pour sa vision holistique de l'œuvre d'art. Ainsi, il intègre non seulement les corps des danseurs, mais aussi la dimension sonore, visuelle et spirituelle dans sa démarche. L'une de ses pièces chorégraphiques lui a valu le prix Ars Electronica en 2010. L'artiste en parle comme d'une installation cinématique.

La chorégraphe Myriam Gourfink a été invitée en résidence à l'IRCAM entre 2004 et 2005 pour développer ses recherches sur ses projets d'écritures numériques autour de la danse contemporaine. Avec son partenaire de vie, le compositeur Kaspert Toeplitz, ils proposent <<Data-Noise>> à Paris en 2016. Dans cette création, le corps de la danseuse est un instrument de musique qui produit des sons qui s'intègrent dans la composition musicale globale. Ce sont ses mouvements extrêmement lents qui produisent des sons grâce aux techniques de synthèse granulaire et de wave-shaving.

d) Le Net art

Si les arts digitaux se définissent par le son et l'image, ils le sont surtout par le code. Et si certains ont choisi comme territoire d'expression le monde réel, en proposant des performances, du spectacle vivant ou des installations, d'autres ont préféré les espaces immatériels. Ainsi des artistes scientifiques et ingénieurs s'épanouissent sur une toile numérique, en utilisant internet et le code comme média. Les œuvres réalisées ont besoin d'internet pour exister, d'où le qualificatif de Net Art. A la différence des œuvres matérielles nécessitant un espace physique pour leur réalisation ainsi que leur monstration, les œuvres du Net Art sont créées et montrées grâce à et sur internet. Cela signifie qu'une connexion à internet et une navigation sur le web sont indispensables pour accéder à l'œuvre, la voir ou l'entendre. Sans ce canal l'œuvre demeure invisible. Malgré tout, il arrive que certaines créations s'appuient sur le monde réel pour y puiser des données nécessaires à leur fonctionnement. Parfois au lieu de les récupérer, elles nous renvoient des événements dans le monde physique. L'une des artistes précurseuses du Net Art est Olga Kisseleva. Sa démarche se situe entre art et science. Dans l'œuvre site-web *How are you ?* l'artiste s'interroge sur le bien-être des personnes situées dans différents lieux et contextes socio-politiques de la planète. La question « Comment vas-tu ? » semble simple et anodine. Pourtant, dans d'autres territoires, cultures ou corps de métier, elle suscite de la bienveillance ou au contraire, de la méfiance. L'artiste, sur son site, nous explique sa démarche :

« Comment allez-vous ? Est une question qui semble si simple qu'on la comprend en Occident, puisqu'elle n'est qu'une introduction au langage ou un signe de reconnaissance. Nous ne répondons pas vraiment. En Russie, vous ne posez pas la question, sauf si vous voulez une réponse complète et détaillée. Le projet original en 1998 était uniquement sur internet. Une réponse incongrue est venue de la Yougoslavie à la veille de Noël : "Je crains l'attaque à la bombe de l'OTAN !" Nous savons ce qui s'est passé ensuite ... Cet événement a déterminé le projet actuel : "Comment vas-tu ?" - Lieux : La 48^{ème} Biennale de Venise, le monastère de Tashilhumpo au Tibet et la Silicon Valley en Californie »¹.

Les réponses révèlent la mesure dans laquelle les lieux conditionnent les personnes rencontrées, du critique d'art contemporain blasé à la Biennale de Venise au moine bouddhiste rayonnant du Tibet opprimé en passant par les jeunes cadres extrêmement frustrés de la Silicon Valley qui interprètent cette simple question comme une attaque. En 1998, pour la création *How are you ?* Olga Kisseleva, réalise une enquête dans la rue, les journaux, ou dans les institutions muséales. Puis rassemble ses réponses dans un site internet. Les visiteurs du site peuvent aussi y laisser leurs retours. *How are you ?* fut acheté par le FRAC Languedoc-Roussillon, ce qui permit à l'artiste de développer le projet en se déplaçant pour poursuivre son enquête. L'artiste, après avoir lu un courrier émouvant venant de réfugiés de guerre en Serbie, décide de prendre sa caméra pour interviewer les gens, à la biennale de Venise, dans un temple du Tibet et à la Silicon Valley.

La même année, Annick Bureau, dans le cadre du colloque « Réseau Art Technique », organisé par le CYPRES, propose l'essai *Pour une typologie de la création sur internet*. La chercheuse française y définit quatre types d'œuvres d'arts :

1. les œuvres hypermédia². Dans cette catégorie, Annick Bureau classe les œuvres selon qu'elles sont ouvertes ou fermées. Concernant les créations fermées, elles sont entièrement autonomes. Cela veut dire que les différents liens hypermédia sont internes à l'œuvre et restent dans son architecture. Pour les œuvres hypermédia ouvertes, elles utilisent d'autres pages, sites ou ressources du web. Elles intègrent donc dès leur conception, une attitude collaborative et d'échanges vis-à-vis des autres partenaires, individus ou sources du web. Ces œuvres utilisent pleinement la dimension rhizomatique d'internet.

2. Les œuvres où le message est le médium. Dans ce type de création, il s'agit de l'exploration de la technologie par des artistes. Il n'y a pas de véritable message, c'est bien l'outil qui, finalement, est le message. Ces œuvres sont si surprenantes qu'elles ouvrent de

¹ Olga Kisseleva, *How are you?* Paris, 1998, <http://www.kisseleva.org/project/projecthay.htm>

² L'hypermédia a comme définition dans le site du CNTRL : « Structure du même type que celle de l'hypertexte, mais dont les nœuds comportent, outre des informations textuelles, des informations visuelles et sonores. »

nouvelles voies à la création numérique. L'œuvre *Ping* de Steffen Meschat est emblématique de ces œuvres intelligentes qui dépassent justement la technicité de leur médium.

3. La communication, collaborative et relationnelle. Annick Bureau nous propose cette définition :

« Ces œuvres font appel à la contribution/collaboration du public connecté et créent des liens relationnels entre elles et le public et entre les différents participants. Par nature, ce sont des œuvres en constants changements. Une partie d'entre elles sont des événements ou des actions éphémères »¹.

Ces créations peuvent être de deux types : le premier s'inscrit uniquement dans le réseau, tandis que le second fait appel aussi à l'espace physique comme les galeries, les musées. Les œuvres internes au réseau ont une durée de vie plutôt longue et peuvent perdurer indéfiniment (théoriquement). Par contre, les œuvres situées à l'intersection du monde réel et virtuel, dans le *Metaver*, proposent aussi des installations ou des performances.

4. La cyberception ou téléprésence. Dans le cas de la cyberception, c'est la rencontre entre la perception physique et mentale de l'espace physique qui est élargie par celle de l'espace virtuel. La téléprésence est la pratique qui englobe la plupart des œuvres de cette catégorie. Nous l'avons vu, elle permet d'être présente dans deux lieux physiques simultanément. Cela est devenu possible grâce au téléphone, la télévision ou internet. *Ornitorinco* de l'artiste Eduardo Kac en est un exemple. De manière générale, en travaillant avec et sur internet, en suivant le modèle des réseaux sociaux, les artistes questionnent la frontière entre espaces privé et public.

e) Le Bio art

Dès les années 2000, le site internet Digital Art de l'Unesco, positionne le Bio art dans l'ensemble globale des arts numériques. Pourtant Annick Bureau, dans son essai *Arts numériques*, datant de 2010, ne les y intègre pas. C'est un peu plus tard que dans la recherche sur les arts numériques menée par Laurent Diouf que ceux-ci ont été intégrés dans cette classification. Nous pouvons en conclure qu'en moins de dix ans, la discipline artistique qu'est le Bio art est considéré par la communauté universitaire française comme faisant partie des arts numériques. C'est d'ailleurs pour cela que nous avons préféré, dans le titre de notre thèse, bien préciser les deux catégories d'œuvres, c'est-à-dire les œuvres numériques liées directement à

¹ Annick Bureau, Pour une typologie de la création sur Internet, <http://www.olats.org/OLATS/livres/index-etudes.shtml>

l'outil informatique et celles relevant des biotechnologies et donc plutôt organiques. Bien sûr, nous verrons comment cette distinction n'a plus lieu d'être, tant la biologie et l'informatique deviennent étroitement liés. Ainsi Ollivier Dyens nous rappelle que :

« Par le numérique, nous manipulons les gènes, les chairs, les environnements au gré de nos fantasmes, tel un artiste devant sa toile ou un écrivain face à sa feuille. Les corps, les formes, les espèces se fondent alors les uns aux autres comme tant d'images sans finalité, constamment remaniées, manipulées, stratifiées. Par le numérique, corps tout autant qu'images, sons tout autant que microbes, phénomènes physiques tout autant que fantasmes se voient devenir texture identique, séries de "un" et de "zéro" dont la distinction n'est que convention »¹.

Les artistes utilisant les biotechnologies nous poussent à nous interroger sur les fonctions présentes des sciences, qui ouvrent tout un champ de possibles aux conséquences encore inconnues sur nos vies actuelles et futures. Les différents débats sur le clonage, les mères porteuses, la fécondation in vitro ne sont que le début d'une révolution, certainement plus importante que la révolution numérique, car elle pose des questions morales, éthiques, mais aussi bien concrètes sur la maîtrise de la nature et du vivant. C'est le projet philosophique de la civilisation occidentale depuis l'Antiquité grecque avec le texte la Caverne de Platon et qui est en soubassement de sa vision du monde.

En fait, comme l'écrit Jens Hauser² « la question cruciale est le devenir de l'homme et peut-être même, celle de sa propre définition », car avec ces technologies biologiques et numériques qui ne sont pas également réparties sur la planète, ne sommes-nous pas en train de créer des surhommes et par la même occasion des sous hommes ?

B) Le vivant à travers le Bio art

1) le vivant : représentation et simulation

a) Les artistes qui utilisent l'iconographie des sciences du XX^e et du XXI^e siècle

Dans ce chapitre, nous décrivons les médias qui sont utilisés pour transmettre de nouvelles façons de représenter les formes de vie. Il s'agit des technologies de reproduction comme la gravure et le dessin, la peinture ou la sculpture. Les modes de représentation de notre

¹Ollivier Dyens, « le corps numérisé », *Art et biotechnologies*, de Louise Poissant Quebec, p.132, 2005.

²Jens Hauser (1969) est un auteur et commissaire d'exposition franco-allemand. Spécialiste de l'art et des biotechnologies, il a travaillé sur les œuvres d'Edouardo Kac et celles de *SymbioticA*. Il fut le commissaire de l'exposition « l'Art Bio Tech » à Nantes au Lieu Unique. Il vit et travaille à Paris.

siècle et celui du précédent ont bien-sûr des origines. Valérie Chansigaud, dans son livre *Histoire de l'illustration naturaliste*¹, nous en pose les bases. Tout d'abord il est important de rappeler qu'une image naturaliste a d'abord un caractère scientifique avant d'avoir un intérêt artistique et qu'elle se doit d'être le reflet de connaissances scientifiques et représenter ce que l'on sait et également, ce que l'on souhaite montrer. Il semble que l'on puisse dater du XV^e siècle les premières planches naturalistes avec leurs caractéristiques essentielles c'est-à-dire, le nom en latin, une aquarelle ou une gravure avec la forme, les couleurs ainsi que les différents détails de la plante décrite. Le premier livre imprimé d'histoire naturelle serait paru en Allemagne en 1485. Il porte le titre de *De Gart der Gesundheit* et fut publié par de Johannes de Cuba. C'est à cette époque que des botanistes commandent à des illustrateurs des croquis et dessins d'après l'observation minutieuse des plantes vivantes dans le milieu naturel. Les scientifiques sortent de leur laboratoire et partent en observation et découverte du monde. Ce sont ces images, qui, relayées par les publications officielles et journaux populaires, vont au XVII^e siècle, instruire le public sur les découvertes de nouvelles espèces animales et végétales à travers le monde. Avec l'invention du microscope, les botanistes et les zoologues vont pouvoir étudier l'organisation des plantes, mais aussi l'anatomie des insectes et observer le monde des microbes. Un siècle plus tard, c'est le savant Carl Von Linné qui proposa une classification qui porte son nom. Le savant publie en 1735 la première édition du *Systema Naturae*. Linné affirme :

« La méthode, âme de la science, désigne à première vue n'importe quel corps de la nature, de telle sorte que ce corps énonce le nom qui lui est propre, et que ce nom rappelle toutes les connaissances qui ont pu être acquises, au cours du temps, sur le corps ainsi nommé ; si bien que, dans l'extrême confusion apparente des choses, se découvre l'ordre souverain de la Nature »².

Cet apport permet de créer des groupes d'espèces et d'images organisés : une taxinomie. Cette dernière est d'ailleurs considérée comme la première modélisation que l'homme a réalisée pour tenter d'organiser le monde vivant qui l'entoure. Le XVIII^e siècle est marqué par de nombreuses révolutions scientifiques et technologiques (vapeur, électricité). La théorie de l'évolution des espèces de Darwin, bien que très contestée, va pousser les scientifiques et artistes à recomposer des animaux disparus et à imaginer des mondes préhistoriques. C'est aussi l'époque de l'intérêt du grand public pour les profondeurs abyssales et pour les formes de vies s'y trouvant. La pratique de l'illustration scientifique, et celle de l'art, vont se trouver

¹Valérie Chansigaud, *Histoire de l'illustration naturaliste*, Genève, Delachaux et Niestle, 2009.

²Carl Von Linné, *Systema Naturae*, éd. 1766-1767, Encyclopedia Universalis.

bouleversées par l'invention de la photographie, qui rend presque obsolète le dessin dans son aspect descriptif. Un peu plus tard, le cinématographe viendra, lui aussi, contester le statut du dessin et des illustrations dans leur rôle de garant d'une certaine objectivité et vérité scientifique.

Actuellement, les théories scientifiques les plus récentes peuvent être découvertes et appréhendées par un large public. C'est grâce aux multiples outils de vulgarisation dont nous disposons. Ces outils peuvent être des émissions radiophoniques ou télé, des publications dans des revues à large diffusion, des blogs, des tutoriels. Nous le comprenons, il n'en fut pas toujours ainsi. L'outil indispensable au scientifique et à l'illustrateur était le dessin. Parfois les deux métiers étaient réunis dans la même personne. Mais pas toujours. Un contrat éthique était donc établi entre ces deux fonctions, l'artiste devant se mettre au service de la science, en réfrénant son expressivité et en restant le plus neutre possible. L'objectif de cet accord, étant que l'image ne devait représenter que ce que l'on savait et aussi que ce que l'on voulait montrer. Une légère interprétation fut toujours admise, et ceci pour combler un certain vide et un manque de connaissances sur le sujet. D'ailleurs l'expression « vue d'artistes » était et est toujours là, pour indiquer qu'une part d'imagination s'est glissée dans l'image et que le public doit donc la prendre avec un certain recul quant à sa scientificité.

Le fait est que l'illustrateur comme le scientifique n'ont pas toujours des informations complètes et fiables. L'exemple du *Rhinocéros* de Dürer (fig. 4, p. 4) est assez connu. Cette gravure qui date de 1515 fut réalisée à partir d'un simple croquis et d'une description très succincte (en plus, faite par un artiste inconnu). Albrecht Dürer n'a jamais eu accès à l'animal, et c'est donc son imagination (et peut être des recherches sur le sujet) qui a pu donner une sorte de cohérence à l'ensemble. Nous contemporains, savons ce qu'est un rhinocéros et son anatomie, grâce à des photos ou des vidéos. Nous pouvons apprécier la distance entre la représentation que l'artiste hollandais en fait avec les caractéristiques physiques d'un rhinocéros (africain ou indien). Avec la gravure de Dürer on pourrait presque parler d'hybridation tant la créature ornementée qu'il nous propose, semble être le résultat de la rencontre entre un mammifère et un crustacé.

C'est bien plus tard, au XVIII^e siècle, qu'un scientifique allemand franchira clairement la ligne entre illustrations scientifiques et œuvres d'art. Très au fait des travaux de Charles Darwin, le biologiste Ernest Haeckel fut un spécialiste de la faune marine. Professeur d'anatomie à l'institut de zoologie de l'université d'Iéna, il fut aussi docteur en philosophie. Avec son outil privilégié, le microscope, il découvrit un grand nombre de nouvelles espèces de méduses, de coraux et de radiolaires. Il traversa l'Europe lors de voyages scientifiques ; ce qui

lui permit de réaliser plus d'un millier de planches et études dont le caractère scientifique fut mis en doute par la communauté savante de l'époque. Les autres scientifiques le qualifiaient de « darwiniste spéculatif ». Ce qui finalement, et avec du recul, résume assez bien le caractère inventif de la démarche de Haeckel. Un des ouvrages majeurs du savant est *Kunstformen der natur*, dont la traduction est « Formes artistiques de la nature », montre, outre ses recherches scientifiques, ses extraordinaires qualités plastiques (fig.5, p.4). Dans cet ouvrage sont regroupées plus de 100 lithographies, monochrome ou en couleurs. Dans ces œuvres et malgré l'aide d'un microscope, le biologiste allemand, a clairement laissé son imagination et ses talents artistiques s'exprimer. Chaque lithographie est une composition équilibrée, où lignes, formes couleurs sont mises en valeur de manière subtile et sensible. Analysant et détaillant divers principes de l'organisation du vivant, comme la symétrie axiale, les développements en arborescences, la répétition d'éléments, le scientifique et artiste extrapole et invente de nouvelles espèces plausibles certes, mais non découvertes dans les faits. Dans son œuvre, le vivant dans son ensemble, aura été étudié, interprété, voire réinventé. Ses travaux ont largement inspiré des artistes comme le suisse Herman Obrist, le designer allemand August Endell, la photographe anglaise Anna Atkins, le verrier Émile Gallé et l'architecte René Binet, tous deux français.

Ernst Haeckel (avec d'autres artistes) a participé à la naissance du mouvement *Jugendstil*, qui est l'équivalent allemand de l'*art nouveau* français et du *Modern Styl* anglais. L'influence de Haeckel semble se retrouver chez des artistes contemporains comme Louis Bec dont nous avons déjà cité les travaux. C'est dans les créatures artificielles qu'il nomme *Upokrnomenes* que l'on peut retrouver la filiation avec le savant Haeckel. Ainsi les espèces inventées par les deux artistes ont cela de commun qu'elles semblent provenir d'un milieu marin, que leur constitution reprend la logique symétrie/dissymétrie, des courbes et volutes. Comme dans le cas du scientifique allemand, qui tente d'organiser ses découvertes par le biais du dessin et finalement se laisse déborder par son imagination en inventant de nouvelles formes de vies, l'artiste Louis Bec, part des classifications contemporaines qui ont pour lui un caractère très théorique et donc virtuel. Il note aussi que les classifications, ou taxinomie scientifiques actuelles, sont en fait des modèles qui s'éloignent des réalités naturelles et produisent une forme de virtualité. Louis Bec se base sur ces taxinomies pour inventer ses propres créatures numériques et insolites. Après avoir été dessinées puis modélisées, elles évoluent dans un espace virtuel aux caractéristiques extrêmes. L'artiste était également enseignant à l'école supérieure d'art d'Aix en Provence. Il organisa des événements fondateurs dans le domaine du Bio art comme l'exposition « le vivant et l'artificiel » en 1984 lors du festival d'Avignon ou le

séminaire « Art/Cognition » en 1992 à Aix en Provence. Il invente le terme de *zoosystémicien* dont il est le seul à détenir le titre. Sa démarche artistique porte sur les rapports entre les domaines artistiques, biologiques et technologiques. Avec l'ouvrage *Vampyrotheutis* qu'il co-écrit avec Vliém Flusser, il éclaire ce qu'il nomme son « épistémologie fabulatoire ». En voici un extrait :

« Le vivant communique. Il se transforme et s'invente dans et par son propre langage. Le code génétique devient chair. Ainsi, les artefacts de la représentation du vivant font place à sa présence, exigeante et manifeste. Par ce retournement, le vivant se constitue en matière expressive à part entière. Il se déleste des contraintes abusives d'une logique physico-chimique abstraite, des modes de représentations de substitution et de lourds héritages métaphysiques. Une "bio-logique" devient possible. Cette bio-logique ne se constitue pas seulement à partir des connaissances scientifiques, ni du seul fait du travail des biologistes ou des généticiens, de ses concepts, de ses mesures, de ses méthodes, de ses modèles... Elle se constitue parce que le vivant tend à s'imposer comme sujet matériel qui traite de lui-même, au-delà des représentations et des catégories scientifiques et artistiques courantes »¹.

Dans un autre texte, il affirme que l'art est le vivant. Les œuvres de Louis Bec font la transition avec les artistes qui utilisent des logiciels pour créer des formes de vies artificielles.

b) Les artistes qui utilisent des logiciels

Avant de développer les créations artistiques basées sur des algorithmes dans le cadre de l'art robotique, il est important de mieux cerner la théorie des systèmes. Elle nous permet de mieux comprendre comment le vivant organique est intégré dans le concept plus vaste de système. La théorie date des années 1940 et possède quatre concepts fondamentaux, qui sont l'interaction, la totalité, l'organisation et la complexité. On peut dire de l'interaction, qu'elle consiste dans le fait que deux ou plusieurs éléments agissent l'un sur l'autre et dans les deux sens. On peut parler aussi d'interrelation. Le concept de totalité signifie que l'ensemble des éléments crée des propriétés qui dépassent les caractéristiques des éléments de base. Cela veut dire que le tout est plus que la somme de ses parties. En fait la totalité produit l'émergence de nouvelles propriétés. Concernant la notion d'organisation d'un système ou d'une totalité, elle renvoie à son agencement en niveaux hiérarchiques ou modulaires. Les propriétés du système dépendent de l'agencement de ses éléments ; on peut le constater en chimie ou bien au niveau du cerveau. De plus l'organisation a une dimension temporelle. C'est grâce à elle que de la

¹ Louis Bec, <http://www.colloquebioart.org/pages/lbec.html>

matière, de l'énergie et de l'information se créent une totalité, un système. Des systèmes peuvent s'auto-organiser et devenir autonomes. Dans ce cas on parle alors d'organisme. L'organisation peut être de deux types. Elle est dite modulaire si elle est composée de sous-systèmes, ou hiérarchique si elle est organisée en niveaux. Dans le cas de l'organisation modulaire, il s'agit de l'interaction de sous-systèmes déjà existants, mais cela au même niveau. C'est cet agencement qui produit de nouvelles propriétés, à un niveau supérieur. Dans le cas d'un agencement hiérarchique, les nouvelles propriétés émergent elles aussi au niveau supérieur d'organisation. Dans son article « La théorie des systèmes et systémiques »¹, Guy Turchany² écrit :

« De manière générale, on s'aperçoit donc que la notion d'organisation recouvre un aspect structurel (comment est construite la totalité) et un aspect fonctionnel (ce que la structure lui permet de faire). On peut représenter une structure par un organigramme, la fonction par un programme »³.

La complexité d'un système décrit son degré d'organisation (c'est-à-dire son nombre de niveaux hiérarchiques ou modulaires), le niveau d'incertitudes de détermination de son environnement ainsi que des relations qu'il entretient avec lui.

Selon Guy Turchany, quatre caractéristiques peuvent définir la structure d'un système : ses éléments constitutifs (qui sont soit homogènes soit hétérogènes) ; sa limite qui fait la séparation entre lui et son environnement et qui est toujours perméable (elle est plus ou moins floue selon la nature du système ; par exemple, les cellules ou le groupe social) ; les interrelations concernent le transport ou la communication d'informations ou de matériaux (elles ont une nature très proche au final) ; les matériaux, l'énergie et l'information ont besoin d'être mis dans des lieux et stockés afin de pouvoir ensuite faire interagir les éléments constitutifs.

D'un point de vue fonctionnel, un système peut se décrire ainsi : par ses éléments (matériaux, énergies, informations) ou flux échangés avec le milieu extérieur ; par ses postes de contrôle et de prise de décision organisant les interrelations ; par des boucles de rétroaction qui permettent au centre de décision d'avoir une vue globale sur le système ; par des ajustements réalisant les corrections nécessaires. D'une manière générale, il existe deux types de système, le premier concerne les systèmes ouverts à l'environnement et qui échangent matériaux, énergies et informations. Le second type est qualifié de systèmes fermés, car ils sont très

¹Guy Turchany, conférence « Agir ensemble pour Eduquer au Développement durable », *La théorie des systèmes et systémiques*, Bordeaux, 2007.

²Guy Turchany (1938), chercheur hongrois, est un ingénieur en logiciel et économiste.

³Guy Turchany, *La théorie des systèmes et systémiques*, p1.

autonomes et n'échangent que de l'énergie avec le milieu extérieur. Les savants Walter Bradford Cannon¹ et Von Bertalanffy² ont particulièrement travaillé sur la définition des systèmes ouverts ou fermés, respectivement dans les années 1930 et 1940.

Pour un système, ce qui est essentiel c'est sa préservation. Il doit trouver une stabilité, un état constant, malgré le déséquilibre thermodynamique avec son environnement. Même dans les systèmes cybernétiques, il y a aussi cette obligation de trouver un état constant. Ce sont les boucles de rétroaction qui permettent cette autorégulation. L'entropie d'un système désigne le fait que celui-ci tend à se désorganiser inéluctablement. C'est la seconde loi de la thermodynamique. L'homéostasie qualifie la capacité d'un système vivant à maintenir cet état de stabilité. Elle est différente de l'autorégulation cybernétique car dans le cas des systèmes vivants, il y a toujours une portion d'entropie due au fait même de la nature imparfaite du vivant et de son incapacité à remplacer totalement toutes les cellules et cela indéfiniment.

Les créatures artificielles ont des origines très lointaines, nous l'avons vu dans les chapitres précédents. Masques mécaniques, automates puis robots, avaient pour principales fonctions d'étudier et de comprendre les mécanismes du vivant : *Le canard digérateur* de Vaucanson ou les robots Elmer et Elsie de W. Grey, en sont des exemples. L'autre fonction que l'on confiait à ces machines était la distraction du public ; ainsi la musicienne des Jaquet-Droz ou le joueur d'échec de Kempelen furent particulièrement célèbres à leur époque. Puis à ces fonctions d'amusement et de recherche, une nouvelle s'est ajoutée : la production industrielle.

Les robots ont accompagné puis remplacé l'homme dans un certain nombre de situations : sur les chaînes de montage, l'exploration spatiale ou sous-marine, les milieux extrêmes ou dangereux pour l'homme. Concernant le terme robot, le CNRTL propose la définition suivante :

« Appareil effectuant, grâce à un système de commande automatique à base de micro-processeur, une tâche précise pour laquelle il a été conçu dans le domaine industriel, scientifique ou domestique. Robot manutentionnaire ; robot interplanétaire, spatial ; robot calculateur ; robot de montage »³.

Les artistes ont rapidement utilisé la capacité des robots à agir de manière autonome pour leur faire réaliser des actions pour lesquelles ces machines n'étaient pas prévues. Ainsi Nam Jun Paik transforme son robot K-456 en performer. Le Futuroscope de Poitiers détourne des robots de fabrication industrielle et propose aux spectateurs de danser avec eux. Lors du

¹Walter Bradford Cannon (1871-1945) est physiologiste états-unien. Il est l'inventeur du concept de sérendipité.

²Karl Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972), biologiste autrichien. Inventeur de la théorie systémique.

³Définition du CNRTL du mot Robot : <https://www.cnrtl.fr/definition/robot>

happening *Failure to discriminate*, en 1986 à Seattle, le groupe Survival Research Labs (SRL) proposa des machines radiocommandées robotiques. Cet événement proposait une série de combats entre des machines robotiques et leurs destructions finales. Les machines ont été réalisées par Mark Pauline, Matt Heckert et Eric Wekner, membres du collectif. Le Survival Research Labs fut créé à la fin des années 1970 par Mark Pauline avec les autres artistes. Ils ont pris beaucoup de temps pour concevoir et mettre au point des machines complexes ayant des éléments organiques comme une tête de vache ou des poules mécanisées, juste pour les faire s'autodétruire. Ces batailles de machines font penser à celles des gladiateurs antiques. Ici aussi le public est en position de voyeur. Le SRL renforce la violence de ses happenings par l'usage d'armes à feu et de bombes. Comme l'avait déjà fait Nam Jun Paik en détruisant sa création K-456, lors de sa rétrospective au Whitney Museum en 1982, le collectif met en scène la peur des humains d'être supplantés par les robots. Mark Pauline explique sa démarche :

« L'enjeu du SRL, c'était de trouver des pièces détachées de provenance militaire et industrielle et de les réassembler pour construire des machines, sans aucune valeur commerciale ou militaire, mais qui seraient uniquement des objets de divertissement et de théâtre »¹.

Dans un registre légèrement différent, celui des machines détournées, l'artiste australien Stelarc développe le mythe du cyborg consistant en une hybridation de l'homme et du robot, une sorte de mélange entre monde organique et monde numérique. Interrogeant encore plus loin la fusion de l'homme avec la machine, cette fois dans la sphère intime, l'artiste Yann Minh travaille sur le cybersexe². Ce dernier se conçoit comme le fait d'avoir des pratiques sexuelles avec ou par l'intermédiaire de dispositifs cybernétiques (c'est-à-dire numérique). En fait la plus grande partie du cybersexe concerne le visionnage de films à caractère pornographique via le web. L'artiste Yann Minh considère que pratiquement toutes les pratiques sexuelles via les réseaux numériques sont de l'ordre du cybersexe, mais que la véritable cyber sexualité concerne les relations avec des intelligences artificielles.

La sexualité robotique a également intéressé d'autres artistes. Dans le cadre de la 51^{ème} biennale de Venise, l'artiste Paul Grangon a réalisé des machines « genrées ». Les deux robots ont pour objectif de simuler une relation sexuelle grâce à la reproduction des organes génitaux mâle et femelle : un pénis mécanique (de type vérin) pour le premier et un vagin réceptacle pour la seconde machine. Paul Grangon leur a donné plusieurs états de fonctionnement. Il y a celui

¹Mark Pauline, « Survival Research Lab » Revue Mouvement : http://www.mouvement.net/analyses/reports/jouer-a-la-guerre_1

²Yann Minh le cybersexe <http://www.yannminh.org/french/TxtCybersexe-010.html>

qui concerne le déplacement des robots, celui qui concerne la parade nuptiale (les robots émettent un son), il y a celui de l'accouplement où les robots se rapprochent et cherchent à se positionner de manière adéquate ; enfin dans le dernier état, le robot signale qu'il est à cours d'énergie et qu'il est nécessaire de le connecter à une alimentation électrique pour la recharge de ses batteries. Ces différents états correspondent à une programmation comportementale.

Dans le cadre du projet *Cyberecosystema*, avec les artistes Alexandre Cadet Petit et Michel Pétris, nous avons expérimenté ce type de programmation. Celle-ci consiste en la mise en place d'un certain nombre de conditions logiques pour passer d'un état à un autre. Si l'état de démarrage est A, il faut les conditions $x+y$ pour passer à l'état B (la parade nuptiale) ou $y+z$ pour passer à l'état C (l'accouplement). Les paramètres x , y et z correspondent à des valeurs données par des capteurs (position, niveau électrique, niveau sonore). Au final cela se traduit par un organigramme de type logique, formulé de la façon suivante : si $x < 10$, si $y > 15$ alors A passe à l'état B (les valeurs 10 et 15 étant posées arbitrairement pour l'explication). Nous sommes ici dans une programmation basique même si la multiplication des conditions et l'introduction de l'aléatoire permet une modification des réactions du programme et de la machine aux mêmes stimuli (les valeurs captées). D'autres types de programmation existent : la programmation de neurone et les systèmes experts capables d'apprendre et d'évoluer par eux-mêmes.

2) La matière biologique dans l'art contemporain

a) Les artistes et les biotechnologies

Très tôt les scientifiques ont désiré comprendre et recréer le vivant. Pour cela ils ont posé des questions et mis au point des théories sur l'origine de la vie. Puis grâce à l'arrivée des calculateurs, ils ont pu simuler et modéliser des cellules simples, les automates cellulaires. Dès les origines, Von Neumann, Turing et bien d'autres avant eux, ont conçu des créatures artificielles, d'abord mécanique, électronique et maintenant robotique. Comme nous l'avons vu, la biologie a été, elle aussi, révolutionnée par l'arrivée du numérique. Le séquençage ADN, la biologie de synthèse sont les exemples les plus connus du changement qu'a apporté le numérique dans l'organique. Les biotechnologies nous permettent de manipuler l'ADN, de créer de nouveaux organes en mélangeant matériaux synthétiques et biologique et donc de prolonger la vie. La biologie de synthèse produit aussi des êtres vivants génétiquement modifiés. Ce que le grand public connaît le mieux, ce sont les OGM issus de l'agriculture de synthèse. Un peu plus loin dans le temps, en 1997, le clonage animal a défrayé la chronique

avec la célèbre brebis Dolly. Avec ces technologies, les questions éthiques se sont de nouveau posées. L'homme peut-il être cloné ? Cela nous rappelle sûrement les débats des idéologies racistes et fascistes sur la sélection humaine et l'eugénisme. D'autres questions techniques et financières demandent des réponses immédiates de la part des politiques. Le vivant est-il brevetable ? Appartient-il à celui qui le découvre ou l'invente ?

Les artistes quant à eux, ont interrogé ces technologies avec un regard certes émerveillé, mais surtout critique. Avec l'aide des scientifiques et des bio-techniciens, ils ont élaboré des œuvres connues du public à partir des années 2000. Ce sont les artistes Edouardo Kac et Georges Gessert qui ont révolutionné la perception que le milieu artistique avait du Bio art grâce à l'exposition événement en France en 2003 : « Art Biotech ». D'autres artistes comme le groupe *sybioticA* ou Stelarc ont marqué l'esprit du public avec leurs œuvres.

Dés 2004 le GRAM ou Groupe de Recherches en Arts Médiatiques de l'Université du Québec à Montréal (UQUAM) propose le colloque « Enjeu du bio art, Art et biotechnologies - Croiser l'art et la science ». Cette rencontre internationale a permis aux théoriciens et aux artistes de la planète, d'interroger les rapports entre le biologique, l'esthétique et l'éthique. Il s'agissait surtout, de déterminer si l'art biotechnologique constitue une nouvelle catégorie d'art ou juste un outil particulièrement problématique d'un point de vue moral et éthique. Selon la scientifique Marine Van Hoof, ce colloque est revenu à définir ce qu'est l'humain. Il a aussi permis de dégager deux grandes pistes concernant le Bio art ; la première concerne la vie artificielle et la seconde, les êtres hybrides. Concernant la vie artificielle, l'auteure Annick Bureaux a proposé cette définition :

« La vie artificielle désigne une branche de la recherche en informatique qui crée et modélise des êtres numériques – réalistes ou inventés -, lesquels vont "vivre" et évoluer au sein de leur environnement numérique (informatique) qui constitue leur écosystème. En art, dans certains cas, une interaction est possible entre le public et ces créatures numériques »¹.

Puis l'artiste français, Louis Bec est intervenu pour présenter sa démarche ainsi que son essai *L'art est le vivant*. Il propose que certaines œuvres d'art soient considérées comme une espèce vivante à part entière avec ses exigences propres.

Concernant cette catégorie, Edouardo Kac est internationalement connu comme étant l'un des pionniers du Bio art et de l'art transgénique. Dans son œuvre phare *AlbaGFP BUNNY* (fig. 15, p. 10), il s'agit d'un lapin vert fluorescent obtenu par le biais du croisement d'un gène

¹Annick Bureaux, *Art numérique*, Paris, https://www.histoiredesarts.culture.fr/hda_front/images/pdf/arts%20numeriques%202018.pdf, p.3, 2011.

de méduse introduit dans un embryon de lapin ; peut-être un clin d'œil de E. Kac à la performance de Joseph Beuys, *Comment apprendre l'art à un lapin mort ?*

Créant ex nihilo leur matériaux, les artistes australiens Oron Catts et Ionat Zurr sont dans cette autre pratique du Bio art qu'est l'ingénierie tissulaire. Les deux artistes chercheurs sont les principaux instigateurs du projet *SymbioticA*, qui est le nom du collectif, mais aussi du laboratoire de recherche artistique qui lui est associé. Oron Catts, directeur de *SymbioticA*, est un artiste-chercheur. Il crée, en 1996, le projet « Art et Culture de Tissus biologiques », pour explorer l'utilisation de la technologie de culture de tissus comme moyen d'expression artistique. En 2000 il cofonde *SymbioticA* et en 2008, le laboratoire devient un centre d'excellence en art biologique et de biologie humaine. Son travail a reçu de nombreuses distinctions internationales comme le prix Golden Nica en art hybride à la biennale Ars Electronica en 2009 et fait partie de la collection du New York Museum Of Modern Art. Le Docteur Ionat Zurr, l'autre membre fondateur du collectif *SymbioticA*, est une artiste-chercheuse, commissaire d'exposition. *La croissance de l'art semi vivant* est le thème de son doctorat qu'elle obtient de la faculté d'Architecture, du Paysage et des Arts Visuels. Ionat Zurr est considérée comme la pionnière dans le champ de l'art biologique et son travail est exposé internationalement. Elle a créé avec Oron Catts le projet-concept « Tissue Culture and Art Projet », qu'ils poursuivent toujours. Les artistes produisent de la matière semi-vivante posée sur un support synthétique dans l'espace du laboratoire. Cette culture de tissus vivants est totalement assistée par l'informatique. Elle questionne le statut du vivant et également celui de ces œuvres d'art. *Disembodied Cuisine*, réalisée en 2003 en France dans le cadre de l'exposition « l'Art Biotech », est le résultat des recherches menées en résidence à l'Ecole Médicale de Harvard, en 2000, dans le laboratoire d'ingénierie de fabrication d'organes et de tissus biologiques. La dernière œuvre du collectif *SymbioticA* est *Victimless leather*. Elle pose la question du métacorps ou bien corps techno-scientifique. *SymbioticA* considère qu'avec l'apport des biotechnologies et du numérique, ce corps est en passe de remplacer, dans les décennies à venir, notre corps actuel totalement organique. C'est aussi cette question que pose l'artiste Natasha Vitamore dont j'approfondirai le travail dans les parties suivantes.

L'autre question fondamentale que pose le Bio art est le statut d'objet ou de sujet, que l'œuvre d'art possède ? Est-elle juste un objet lorsqu'elle n'est pas vivante ? Lorsqu'elle est vivante est-elle forcément un sujet ? Comme l'a démontré *SymbioticA* avec ses œuvres semi-vivantes et comme le défend le philosophe Christophe Malaterre de l'UQAM qui pose comme hypothèse que les définitions du vivant sont multiples, il semblerait qu'il y est une gradation au sein du vivant. L'artiste et théoricienne Nell Tenhaaf pose elle aussi cette question dans son

essai *L'agent artificiel* et propose de reconnaître les créations artificielles comme des entités à part entière, qu'elles soient de nature informatique ou biologique. Elle déclare : « les agents biochimiques racontent leur propre histoire, toutes les formes de vie ont une expérience qualitative de leur environnement, les agents informatiques s'auto-définissent et les agents humains doivent surmonter des obstacles perçus pour reconnaître les systèmes de signes et les réalités de toutes ces entités. » L'artiste, également théoricien, Hervé Fisher considère que la technoscience passe de l'interprétation à l'instrumentalisation. Le numérique quitte la sphère de la modélisation et le domaine scientifique pour retourner à l'état de technologie appliquée pour manipuler le vivant. L'auteur pense que c'est en établissant des règles éthiques, créées grâce à la collaboration entre scientifiques et artistes, que nous pourrions éviter que la technoscience ne crée un mythe nouveau, qui tend à prendre la place laissée par la « mort » de Dieu annoncé par Friedrich Nietzsche. Hervé Fisher, dans ce rapport nouveau entre art et science, considère que les artistes sont à la traîne des scientifiques, surtout lorsqu'ils ne maîtrisent pas les domaines concernés. Pour finir, le philosophe, Marc Jimenez¹ nous rappelle, dans son livre *Art et Technosciences*² que :

« De plus en plus d'artistes utilisent les nouvelles technologies à des fins esthétiques et artistiques. Des termes et des expressions tels Bioart, biotech, biofacts, art transgénique, biogénétique, art in vitro, etc., désignent ainsi des créations hybrides mi-artistiques, mi-scientifiques. Ces « œuvres », volontairement provocantes, dérangent. Elles ébranlent l'imaginaire et transgressent parfois les limites traditionnellement et historiquement assignées à l'art occidental. Elles troublent aussi notre jugement en révélant, au-delà du domaine de l'art, une multiplicité d'enjeux d'ordre éthique, religieux, philosophique, culturel, juridique et politique »³.

b) Les artistes qui utilisent la matière biologique elle-même comme support

L'avènement des biotechnologies ainsi que leurs proliférations dans les différents espaces et structures de notre monde contemporain, ont poussé les artistes à s'interroger sur celles-ci, mais aussi à les en détourner et bien-sûr à les comprendre. Ce qui a particulièrement intéressé les artistes est que ces Biotech (comme on les surnomme) ont pour caractéristiques premières de pouvoir agir directement sur le vivant. L'artiste devient alors une sorte de Pygmalion donnant vie à sa création. Le statut de l'artiste est révolutionné, et le statut de l'art

¹Marc Jimenez (1943) est professeur de l'université Paris I, Il est également le directeur de la Collection d'Esthétique chez Klincksieck.

²Marc Jimenez, *Art et Technosciences-Bioart et neuroesthétique*, Paris, ed. Klincksieck, 2016.

³Marc Jimenez, *Art et Technosciences-Bioart et neuroesthétique*, Paris, ed. Klincksieck, 2016. P.114 (dernière de couverture)

également. Les interrogations esthétiques, morale et politique sont au cœur des enjeux du Bio art.

Mais revenons à ces biotechnologies. Elles poursuivent le projet de mieux comprendre l'humain et vont même jusqu'à le remodeler. Louise Poissant¹, anciennement professeure à l'Université Québec de Montréal, maintenant directrice scientifique du Fonds de recherche du Québec- Société et culture (FRSC), propose dans l'ouvrage *Art et biotechnologie* de le redéfinir. En écrivant « redéfinir », elle fait certainement référence à l'artiste Natasha Vitamore dont nous étudierons les travaux dans la seconde partie de la thèse. Plus loin l'auteur confie :

« Il s'agit dorénavant d'intervenir sur tous les éléments qui tissent son réseau vital : son environnement physique, son tissu social, ses modes de croisement, Simondon dirait de couplage, avec la machine et avec l'animal, finalement, sa composition biologique »².

Ce qui semble pertinent, dans cette description, c'est qu'elle englobe les biotechnologies, mais aussi les différentes techniques numériques. Actuellement, l'environnement physique, comme le tissu social, sont largement investis par la culture numérique. Ainsi internet, les réseaux sociaux ou les jeux vidéo font partie intégrante de notre environnement physique et virtuel. Comme nous avons pu le constater dans les chapitres précédents, sur les automates, par exemple, les recherches d'hybridations entre l'humain, l'animal et la machine remontent à la nuit des temps. L'artiste Roy Ascott, propose une nouvelle ontologie, celle qui consiste en la rencontre entre le règne végétal et la réalité virtuelle. Aussi l'œuvre de l'artiste mexicain Gilberto Esperza, *Las Plantas Nomadas. Hybridation de robot et de plantes*, pose la question de la rencontre et de la coexistence entre monde digital et monde végétal.

Nous l'avons constaté avec les outils numériques, l'imitation de la pensée, ses mécanismes, ont grandement progressé. Les robots ou les algorithmes des réseaux sociaux prouvent que des formes d'intelligence artificielle sont bien présentes autour de nous. Transformé par la culture numérique, l'homme actuel pense donc différemment. Est-ce un humain numérique pour autant ? Les théories post-humanistes posent ce genre de questions et les réponses sont parfois tout autant radicales. Avec l'arrivée des organes artificiels, à quel

¹Louise Poissant a été professeure à l'Université du Québec à Montréal où elle a dirigé le Groupe de Recherche en Arts Médiatiques (GRAM) depuis 1989 et le Centre Interuniversitaire des Arts Médiatiques (CIAM) depuis 2001.

²Louise Poissant, article « L'art de réinventer la vie », dans l'ouvrage *Art et biotechnologie*, Presse de l'Université du Québec, 2006, Canada.

moment cessera-t-on d'être un être humain pour devenir Cyborg ? Jusqu'où sommes-nous prêts à aller pour augmenter notre durée de vie ? Les robots et les animaux ont-ils des droits ? Pour l'artiste Louis Bec¹, avec le Bio art, le vivant est considéré bien différemment de l'idée cartésienne de l'animal-machine. Dans cette pratique, les artistes accordent une conscience, voire une âme, au vivant. D'ailleurs l'artiste français, dans un geste radical, inverse les concepts et déclare que c'est l'art qui est vivant², que l'art est aussi une forme de vie.

Par sa capacité à tout intégrer, sous forme de données, le numérique permet diverses opérations de transformations comme la réplique ou le clonage, l'assemblage ou l'hybridation, qu'il s'agisse de matière vivante et organique ou bien d'algorithmes ou d'agents intelligents artificiels. Dans les différentes disciplines qu'il traverse comme les sciences, les techniques ou les arts, le numérique permet d'appliquer ces opérations de transformation aisément. Dans le Bio art ce sont les gènes, les espèces qui sont manipulées, réinventées. L'apparition du numérique dans les années 1980 a aussi sûrement contribué au mouvement de déconstruction et au post modernisme en architecture et dans les arts visuels, en permettant la modélisation d'architectures antiques, moderne contemporaine et de réaliser des copier-coller des mélanges facilement grâce à la puissance de calculs des ordinateurs et de leur logiciel de conceptions assistées par ordinateur. Depuis le début de ce siècle, c'est le vivant en général, et l'humain en particulier, à qui sont appliquées ces manipulations. Cela nous force à interroger nos futurs possibles d'être humain augmenté, de posthumain ou encore de transhumain. Les artistes pour répondre à toutes ces questions, transforment leur atelier en laboratoire, deviennent des chercheurs ou travaillent avec eux. D'ailleurs, certains vont plus loin et font de leur corps l'objet de leur recherches artistiques, comme ORLAN ou bien Stelarc, qui sont des exemples de transformation de leur corps bien connus du public. D'autres adoptent une posture encore plus critique vis-à-vis des biotechnologies. L'œuvre du Bio art n'a plus pour fonction de représenter ; elle présente la réalité : la nature même de la vie.

Louise Poissant, dans son article « L'art de réinventer la vie »³, distingue deux directions dans le Bio art. Dans la première, qu'elle qualifie d'extropie, il y a une volonté d'atteindre l'éternité et de devenir plus puissant, plus intelligent, cela grâce aux dernières technologies digitales qu'elles soient biologiques, mécaniques ou informatiques. L'autre chemin vise à

¹Louis Bec (1946-2018), est un artiste français de renommée mondiale, né à Alger en 1936. Il interroge les relations entre arts, sciences et biotechnologies.

² Bec Louis, « 11. L'art est le vivant », dans : Paul Bourguin éd., *Déterminismes et complexités : du physique à l'éthique. Autour d'Henri Atlan*. Paris, La Découverte, « Recherches », 2008, p. 195-205. URL : <https://www.cairn.info/determinismes-et-complexites--9782707150905-page-195.htm>

³Louise Poissant, « L'art de réinventer la vie », *Art et biotechnologies*, Québec, PU Saint Etienne, 2005.

protéger l'état ou plus précisément, le statut actuel du vivant, par le biais d'un contrôle drastique de ces technologies mais aussi en critiquant les théories scientifiques et philosophiques post-modernes. Cette seconde direction interroge le statut du vivant : est-il un sujet ou un objet ?

Pour l'auteur, c'est le désir de donner la vie à une œuvre qui génère, vis-à-vis des Biotech, un tel engouement chez les artistes comme le fit le sculpteur Pygmalion pour Galatée avec l'aide de la déesse Aphrodite. Nous l'avons vu dans les précédents chapitres, la simulation du vivant, par l'entremise de statues, d'automates ou de robots, est ancienne. Avec le numérique et les biotechnologies, c'est la possibilité qui est donnée aux scientifiques et maintenant aux artistes de créer des entités virtuelles ou des organismes biologiques totalement nouveaux. Pour rester dans le registre des déités, après les mythes grecs et chrétiens de la genèse de la vie, avec ces nouvelles technosciences, comme le souligne Ingeborg Reichle¹, c'est à une seconde création auquel nous assistons :

« À l'époque, tout comme aujourd'hui, les hérauts de cette "révolution biologique" prédisaient rien de moins qu'une deuxième création ; cette fois, cependant, il s'agirait de la création artificielle d'une nature bioindustrielle destinée à remplacer la notion originelle de l'évolution »².

Finalement peu d'artistes s'engageraient dans cette voie. Pourtant, on peut citer les artistes australiens Oron Catts³ et Ionat Zurr constituant SymbioticA et de nouveau Stelarc.

L'ingénierie tissulaire

SymbioticA et Stelarc ont la particularité de développer des entités organiques semi-vivantes en cultivant des tissus à base de cellules vivantes posées sur une structure en polymère. Stelarc, grâce à cette technique, a tenté de faire la greffe d'une troisième oreille sur son bras. Le projet *Extra Ear* n'a pas totalement abouti car la greffe a été rejetée, mais la culture de ses propres tissus, sa peau et son cartilage, fut une réussite. Ce qui est en jeu dans ces deux projets de SymbioticA et de Stelarc, c'est la définition du vivant. Ces artistes australiens réfutent l'opposition absolue entre l'inerte et le vivant en proposant au contraire de développer des matériaux, voire des entités semi-vivantes. Stelarc interroge son intégrité physique, son statut d'humain avec l'œuvre *Extra Ear*. Il avait commencé bien avant avec les œuvres *Exoskeleton* et *Third hand*. Pour *Extra Ear*, Stelarc s'est inspiré des travaux de Xeno-transplantation menés

¹Ingeborg Reichle (1970) est une théoricienne allemande spécialiste du Bio art, de la vie artificielle et des biotechnologies et travaille à la Humboldt-University de Berlin

²Ingeborg Reichle, « Au confluent de l'art et de la science : le génie génétique en art contemporain », dans l'ouvrage *Art et biotechnologie*, p 247-263.

³Oron Catts est un artiste chercheur travaillant sur le Bio art. Il met en place avec Ionat Zurr, le projet SymbioticA

à Harvard par les scientifiques Joseph Vacanti et Robert Langer. Lors de ces recherches, il s'agissait de transplanter une oreille humaine puis de la greffer sur une souris vivante.

Un des autres enjeux reste encore la question du statut du vivant « objet ou sujet » ? Autrement dit peut-on considérer et utiliser ces entités semi-vivantes comme de simples matières organiques ? Certainement. Tout comme des embryons jusqu'à un certain nombre de semaines ? A quel moment ou stade de développement devons-nous les considérer comme des humains à part entière ? D'un autre point de vue, si l'on se pose des questions sur la culture cellulaire, ne doit-on pas s'en poser sur l'élevage et la production de viande, voire de végétaux ? Les biotechnologies font ressurgir les questions sur notre conception de l'animalité. Les justifications de l'esclavage, des colonisations et des zoo humains furent d'ordre idéologique. Le « barbare », le « sauvage », le « non croyant » ou le « non civilisé » sont souvent là pour masquer des intérêts économiques ou coloniaux. En avons-nous totalement fini avec ces problématiques ? N'allons-nous pas en développer de nouvelles avec les révolutions biotechnologique et numérique ? Elles ont permis et vont permettre l'émergence de nouvelles formes de vie : digital, organique ou au croisement des deux. Quelles seront leurs statuts ? Les scientifiques ne sont pas tous d'accord sur l'origine de la vie, elle n'a pas encore été totalement expliquée par la science ; elle garde un certain halo de mystère. Ce qui fait que certains pensent qu'elle est d'essence divine et donc unique. Ce qui pourrait expliquer qu'il est difficile d'imaginer différentes étapes entre le vivant et l'inerte. Dans la conception généralement répandue, on est soit vivant, soit mort. Manipuler la vie avec son caractère sacré, touche aux tabous, avec l'idée de commettre un sacrilège. Le philosophe Christophe Malattere rappelle qu'il est pour nous toujours aussi difficile de concevoir la vie sans l'opposition entre vivant et inerte, et encore plus, d'imaginer des gradations entre ces deux états. L'œuvre d'art transgénique *Alba GFP Bunny* d'Edouardo Kac pose également la question de la manipulation du vivant et de la métamorphose de l'art. Alba est le résultat de l'hybridation entre deux espèces bien différentes : le lapin et la méduse. C'est avec un des laboratoires de l'INRA que l'artiste a pu mener à bien cette œuvre emblématique du Bio art. L'équipe de recherche a injecté un gène fluorescent nommé GFP aux embryons de la mère porteuse, dont un certain nombre a pu intégrer la substance. *Alba* a la particularité d'être verte fluorescente. Il est à signaler que l'œuvre vivante n'a pas eu l'autorisation de sortir du laboratoire pour des raisons de sécurité. La rencontre avec le public eut tout de même lieu au travers des médias. Ce qui importe, de nouveau avec *Alba GFP Bunny*, c'est la vision de l'art contemporain qui est totalement renouvelée. Ici ce n'est plus l'idée ou le concept qui devient forme. C'est la forme vivante qui devient art. Nous avons une entité entièrement nouvelle sous les yeux, que seule l'humain a pu

créer. Certes, ce n'est pas totalement nouveau ; l'élevage et les croisements ont fait naître de multiples nouvelles espèces. Mais jamais aussi éloignées génétiquement, ici il n'y a pas de reproduction possible entre les deux espèces. Avec le Bio art en général et l'œuvre *Alba* d'Edouardo Kac en particulier, ce sont les notions de nature et de culture qui se rencontrent, explosant ainsi le dogme cartésien sur la séparation entre celles-ci. Beaucoup d'artistes valident ce type de recherches mais finalement peu d'entre eux font de réelles expériences sur et avec le vivant. Parfois pour des raisons éthiques ou religieuses. Pour d'autres, par manque d'accès aux biotechnologies et aux laboratoires.

Pour les artistes qui le veulent et le choisissent, pour avoir une totale liberté d'action et une maîtrise sur leur création, de déplacer dans leur atelier l'espace du laboratoire, ils ont certainement retenu la leçon concernant le refus de l'institution scientifique d'exposer *Alba*. Ils adoptent ainsi une posture d'artiste-chercheur, et ce faisant, ils déplacent également les protocoles et les méthodes scientifiques chez eux, afin de les analyser, les questionner et bien-sûr en faire la critique, en toute liberté. Cette critique, grossière ou pas, peut prendre de multiples formes, supports ou média : la performance, l'installation, la vidéo. Louise Poissant confie sur le sujet :

« Les artistes inscrits dans cette tendance cherchent donc en définitive, à créer des laboratoires de vie où l'on peut expérimenter des postures et des expériences pour en mesurer les effets, les enjeux, les retombées, tout en ne compromettant pas par ailleurs l'intégrité du patrimoine génétique et du tissu social »¹.

C'est dans un va-et-vient entre critique et la valorisation des Biotechnologies que se situent bien souvent les artistes. Ceux-ci font le pont entre les problématiques et les recherches menées par les scientifiques et le grand public. Ainsi l'exemple de la transplantation d'une oreille sur une souris est flagrant. Peu de gens se seraient intéressés à ce genre d'expérimentation ; par contre, lorsque Stelarc décide d'appliquer à son corps cette recherche, l'acte devient tout de suite plus parlant pour l'imaginaire collectif.

Une tendance nouvelle est apparue depuis les années 2000 : ce sont les laboratoires qui font le choix de travailler avec des artistes. Ceux-ci apportent leurs méthodes de travail (plus intuitives et sensibles) et donnent auprès du grand public une image plus positive et « bon enfant » à la recherche scientifique en général, et aux en biotechnologies en particulier.

¹Louise Poissant, article « L'art de réinventer la vie », dans l'ouvrage *Art et biotechnologie*, Presse de l'Université du Québec, 2006, Canada

**II^e Partie : Arts numériques chez les artistes contemporains du continent
américain et du bassin caribéen**

Chapitre 1 : Écosystème végétale ou humain comme corps de l'œuvre

Les artistes Joaquin Fargas et Natasha Vita-More ont en commun que leurs recherches artistiques ont la notion de système comme point central. Que cela concerne un dispositif pour l'artiste argentin ou son propre corps pour l'artiste états-unienne : tous deux considèrent leurs créations comme un écosystème artistique (humain ou végétal). Les deux artistes ont pour but d'aboutir à un équilibre homéostatique. C'est en ouvrant ou fermant totalement leurs écosystèmes respectifs qu'ils arrivent à obtenir puis à maintenir cet état de stabilité. Joaquin Fargas ferme complètement ses Biosphères à l'environnement tandis que Vita-More ouvre complètement son propre corps au milieu extérieur et aux biotechnologies. Afin de mieux comprendre la démarche des deux artistes, nous proposons d'approfondir la notion de système et de systémique.

Pour comprendre la notion de système, il y a plusieurs définitions qui dépendent du domaine scientifique ou philosophique auquel elles se réfèrent. Le CNRTL propose la définition suivante :

« Construction de l'esprit, ensemble de propositions, de principes et de conclusions, qui forment un corps de doctrine ; en partie, histoire des sciences, construction théorique cohérente, qui rend compte d'un vaste ensemble de phénomènes »¹.

Pour l'histoire des sciences, un système est une théorie qui éclaire l'esprit sur un sujet. C'est aussi un ensemble de règles, de propositions ou de principes formant un ensemble scientifique et cohérent. Nous pouvons citer le système d'Aristote en philosophie ou de Newton en physique. Cela peut aussi être une série de méthodes permettant de réaliser une fonction comme le système de défense ou d'éducation. Il peut être un ensemble d'éléments qui s'organisent pour obtenir un résultat : le système nerveux en est un exemple. Nous pouvons dire que, d'un point de vue analytique, un système est constitué d'un réseau dont les éléments visent à un même objectif. La multiplicité des domaines d'applications est particulièrement riche. On peut donc citer de manière non exhaustive : la logique, l'ingénierie, la physique, l'automatisme, l'astronomie, la minéralogie, la politique, l'économie, la musique, les arts.

¹Définition système : source CNRTL <http://www.cnrtl.fr/definition/syst%C3%A8me>

En matière de typologies des systèmes, les plus importantes sont celles de Jacques Lesourne¹ et celles de Jean-Louis Le Moigne². Le premier théoricien distingue dans son livre, *Les systèmes du destin*, différents types de systèmes :

« Au départ, l'analyse des systèmes les plus simples sont les systèmes à états ; puis l'étude de la manière dont ils peuvent être commandés de l'extérieur par un contrôleur humain. En supposant, ensuite, que cette commande est interne au système, nous introduirons les systèmes à buts. Des niveaux supplémentaires conduiront alors aux systèmes à apprentissage et aux systèmes à auto-organisation et enfin à ces systèmes complexes auxquels, dans un cadre précis et sans référence à l'acception courante, seront donnés les noms de jeux, d'organisations et de sociétés »³.

Dans son livre *La Théorie du système général. Théorie de la modélisation*⁴, paru en 1986, Jean-Louis Le Moigne propose une autre typologie basée essentiellement sur trois systèmes : les « systèmes machines » issus de la mécanisation et des techniques de l'ingénieur ; les « systèmes vivants » qui possèdent des mécanismes de mémorisation, des lieux de décision ou de coordination et les « systèmes humains ou sociaux » où émergent l'intelligence, l'auto-organisation et l'intentionnalité.

Actuellement les scientifiques s'accordent pour dénombrer deux types de systèmes. Le premier concerne les systèmes ouverts à l'environnement et qui échangent matériaux, énergie ou information. Le second concerne les systèmes fermés car ils n'échangent rien avec le milieu extérieur⁵.

La théorie des systèmes propose que tout est, ou bien que tout peut être décomposé comme un système. Dans *General System Theory*⁶ écrit en 1968 par Ludwig Von Bertalanffy, l'auteur explique les origines de la théorie des systèmes. Il est question de nos jours de la théorie systémique. Jean-Louis Le Moigne dans son livre *La théorie du système général*⁷ explique lui aussi les différentes sources de la théorie :

« Science des systèmes, science de la complexité, science d'ingénierie ? Depuis l'émergence simultanée en 1947-48 des sciences de la communication et de la

¹Jacques Lesourne (1928) est un ingénieur économiste français. Il est l'auteur en 1976 du livre *Les systèmes du destin* qui synthétise l'évolution des systèmes économique, politique, et historique.

²Jean-Louis Le Moigne (1931), épistémologue et systémicien français. C'est dans la science des systèmes et de l'intelligence artificielle que ses recherches sont les plus connues.

³Jacques Lesourne, *Les systèmes du destin*, éd. Dalloz-économie, 1976, p. 46

⁴Jean-Louis Le Moigne, *La Théorie du système général. Théorie de la modélisation*, coll. « Les Classiques du Réseau Intelligence de la Complexité, format e-book », 2006 (1^{re} éd. 1977, Paris, PUF, rééd. 1986, 1990, 1994), www.mcxapc.org

⁵ Système ouvert ou fermé, https://www.universalis.fr/encyclopedie/systemes-ouverts-thermodynamique/#i_95158

⁶Ludwig Von Bertalanffy, *General System Theory*, 1968, traduction française, *Théorie générale des systèmes*, Paris, Dunod, 1993.

⁷*Id.*, *ibid.*

commande (N. Wiener, C. Shannon), de la computation (A. Turing), des organisations sociales (H.A. Simon) et de la complexité (W. Weaver), nos institutions scientifiques sont toujours embarrassées pour désigner les nombreuses “nouvelles sciences” formées à partir de ces ‘cellules souches’, disciplines construites sur l’examen de projets conceptuels et non plus sur l’étude d’objets naturels »¹.

Il est particulièrement intéressant de remarquer que Le Moigne fait la différence entre les sciences ayant un objet d’étude naturel et celles relevant d’un projet humain donc non naturel. Dans sa liste, nous retrouvons les mêmes savants dont nous avons rencontré les recherches plus tôt et qui sont à l’origine de l’invention de l’ordinateur moderne. Concernant les origines de la théorie systémique, citons l’abbé Etienne Bonnot De Condillac² qui a écrit le *Traité des systèmes*³ en 1749 et l’économiste Vilfredo Pareto⁴ qui dans son livre, *Manuel d’économie politique*⁵, initie une réflexion sur la notion de théorie systémique en 1906. Mais c’est en 1948, avec le traité de Norbert Wiener *Cybernetics, Control and Communication in the Animal and the Machine*, que la théorie systémique prend réellement naissance. Dans ce texte, Wiener oppose la démarche matérialiste et analytique de Descartes avec la systémique. Dans le cadre de celle-ci, il s’agit d’étudier les fins, la finalité, en posant la téléologie⁶ comme postulat. Le principe de la théorie systémique est de prendre l’objet d’étude et de le mettre dans une boîte noire. Werner affirme que si l’on connaît les informations entrant puis sortant d’un système, on peut déduire un feed-back informationnel (boucle rétroactive) et donc comprendre le fonctionnement du système de contrôle. Le feed-back est un processus circulaire où la sortie (extrant) du système est renvoyée à l’entrée (intrans) pour orienter ou équilibrer l’action du dispositif. Chronologiquement nous pouvons déterminer deux périodes systémiques. La première dite statique, s’intéresse aux états d’équilibres du système dont l’environnement est invariant et connu. La seconde période est qualifiée de dynamique, car elle concerne l’étude de l’évolution d’un système dans le temps et dans un environnement connu.

Ce qui est essentiel pour un système (vivant ou non), c’est sa préservation, c’est-à-dire que, tout en maintenant des échanges énergétiques matériels ou informationnels avec son

¹*Id., ibid*, p. 145

²L’abbé Etienne Bonnot De Condillac (1714-1780), philosophe et économiste français, fut connu pour son *Traité des sensations*, paru en 1754 et le *Traité des systèmes*.

³Abbé Etienne Bonnot De Condillac, *Traité des systèmes*, Paris, Ch. Houel, Imprimeur, 1798.

⁴Vilfredo Pareto (1848-1923), sociologue et économiste italien, est connu en économie pour sa théorie de l’Optimum et son apport en statistique avec sa loi de Pareto sur le 80 et 20%

⁵Vilfredo Pareto, *Manuel d’économie politique*, traduit de l’italien par Alfred Bonnet (revue par l’auteur), Collection : Bibliothèque internationale d’économie, 1909.

⁶Téléologie : doctrine qui considère que dans le monde, tout être a une fin, qui conçoit le monde comme un système de relations, de rapports entre des moyens et des fins. Source CNRTL : <http://www.cnrtl.fr/definition/t%C3%A9l%C3%A9ologie>

environnement, il doit trouver une stabilité, un état constant, malgré l'entropie du système. Contrairement à l'autorégulation des systèmes cybernétiques, l'homéostasie est particulièrement difficile à atteindre et à conserver lorsqu'il s'agit de système vivant du fait même de l'imperfection de celui-ci et de son incapacité à remplacer totalement toutes les cellules indéfiniment. C'est à cette problématique que sont confrontés les deux artistes américains : comment créer puis conserver l'équilibre vitale de leurs créations artistiques. Pour y aboutir, ils ont tous deux choisi, de faire se rencontrer l'art, la technologie et la science.

A) La récupération écologique chez Joaquin Fargas. Étude de la *Biosfera*

1) Nature et culture

a) La terre comme système

C'est dans la conférence nommée « Symbiose entre l'art, la science et la technologie », et donnée en décembre 2014 devant les étudiants de la Faculté des Beaux-Arts de l'Université du Pays Basque espagnol, que l'artiste Joaquin Fargas a présenté l'ensemble de sa démarche. Il y a évoqué la philosophie de la première Biennale de la fin du monde qui s'est située dans la ville d'Ushuaia, la plus au sud d'Argentine. En 2007, cet événement international d'art contemporain, qui a réuni des œuvres d'une soixantaine d'artistes venant d'une vingtaine de pays dont le Cubain Kcho¹ et le Français Fred Forest, a souligné les problématiques écologiques et climatiques. Cette biennale de l'extrême a choisi pour thème « Penser à la fin du monde que d'autres mondes sont possibles ». C'est dans ce contexte que l'artiste argentin Joaquin Fargas a exposé l'installation interactive : *Sunflower, centinela del cambio climático*. En 2009, lors de la seconde édition de la biennale de la fin du monde, il a dévoilé la première version des œuvres *Biosfera* qui seront au centre de nos recherches concernant la démarche de l'artiste sud-américain.

La prise de conscience du changement climatique et de notre action négative sur la planète n'est pas récente. Même si les débats entre scientifiques continuent, il est admis qu'en émettant des tonnes de carbone dans l'atmosphère, nous changeons irréversiblement la Terre. La communauté scientifique considère que le changement climatique que nous observons est perçu comme semblable à un événement géologique qui a déjà eu lieu il y a 55 millions

¹Alexis Leyva Machado dit Kcho (1970) est un artiste contemporain cubain. Il est connu pour son engagement politique et environnemental.

d'années (au début de la période géologique appelée l'Eocène). D'ailleurs, l'une des conséquences les plus remarquables de cette prise de conscience est le passage de l'ancienne période géologique de l'Holocène à celle de l'Anthropocène, qui signifie l'ère de l'Homme. Les philosophes Catherine et Raphaël Larrère¹, trouvent qu'il est particulièrement étonnant de donner le nom de l'espèce humaine à une période géologique. Cela prouve que l'on a observé d'importants changements qui justifient cette nouvelle dénomination géologique mais aussi que ces changements seraient principalement dus à l'homme. Une autre question : est-ce que cela veut dire que l'homme aurait absorbé la nature ? Les débats et autres propositions ont vu le jour, tels les concepts alternatifs de « Capitalocène » ou de « Technocène » ; signe aussi que la terre est transformée par la technique. Le terme « Gaïa » affirme au contraire que la Terre peut exister et existera sans les hommes. En effet, le scientifique britannique James Euphram Lovelock, auteur de la théorie Gaïa, pense que, comme cela s'est produit il y a 55 millions d'années, l'augmentation de la température sera stabilisée par le système de la terre, qu'il appelle métaphoriquement Gaïa. Lovelock argumente sur le fait que le système autorégulé de la terre reprendra le contrôle, vers la fin du siècle, à environ 8 degrés de plus que les températures actuelles, afin de retrouver son homéostasie. Le scientifique affirme que les changements climatiques que l'on observe déjà, vont emmener l'humanité dans des conditions qu'elle n'a jamais connues auparavant, et que ceux-ci seront susceptibles de durer, le temps de l'arrivée d'une nouvelle ère glaciaire. C'est à partir de 1965 que James Lovelock a conçu la Terre comme un système autorégulé, capable de faire face au changement climatique. C'est dans un documentaire, *Gaia Hypothesis*², réalisé en 2007, que l'auteur explique comment lui sont venues ses réflexions sur l'idée d'un système autorégulé. Ce sont des échanges avec l'écrivain William Golding, prix Nobel de littérature, qui l'ont poussé à donner un nom métaphorique, plutôt qu'un titre de recherche trop théorique ou un acronyme. Selon Lovelock, cette métaphore avait comme but de décrire la véritable nature de la planète et aussi de mieux sensibiliser l'humanité aux différents dangers qui nous concernent en tant qu'habitants de celle-ci. Le scientifique nous déclare :

« Au départ les biologistes ont rejeté l'idée, ils ont préféré l'appeler "système terre" mais c'est la même chose. Nous réalisons maintenant que la Terre s'autorégule et que nous connaissons un peu plus ces mécanismes, les différents systèmes. C'est une bonne théorie car elle a confirmé dix prédictions. Par exemple, nous savons maintenant, par la théorie de Gaïa, que les nuages sur les

¹Catherine et Raphaël Larrère sont des philosophes français né respectivement en 1944 et 1942. Leurs recherches se concentre sur comment penser et agir avec la nature.

²*Gaia Hypothesis*, documentaire réalisé par Pionner Film & TV Production
<https://www.youtube.com/watch?v=GIFRg2skuDI>

grandes zones océaniques sont produits par des organismes vivants à la surface de celle-ci. Ils produisent des gaz qui vont dans l'air et qui s'oxydent et produisent des nouveaux nuages composés de gouttelettes. Ces gouttelettes reflètent le soleil vers l'espace, ce qui fait baisser la température de 10 degrés à la surface des océans. Nous savons également que l'élimination du dioxyde de carbone dans l'air est due à ces organismes présents dans le sol, les roches et les océans. Ces processus primaires, réfraction de la lumière du soleil et le pompage du dioxyde, montrent que la terre régule sa température, et que s'il n'y avait pas de vie sur terre, la température terrestre serait au-dessus des soixante degrés Celsius »¹.

Comme nous l'avons vu, *l'Hypothèse Gaïa* a d'abord été proposée par le climatologue Lovelock mais aussi par la microbiologiste Lynn Margulis² et bien d'autres scientifiques comme Robert Charlson, Meinrat Andrea et Stephen Warren en 1970. James Lovelock dans le livre *La Revanche de Gaïa*, déclare : « un système physiologique dynamique qui inclut la Biosphère et maintient notre planète depuis plus de trois milliards d'années en harmonie avec la vie »³. Ces savants considèrent que l'ensemble des êtres vivants sur notre planète Terre constitue un « super-organisme » capable de s'autoréguler pour maintenir la vie. La notion d'éco-évolution propose la prise en compte de l'évolution des individus, mais aussi de l'impact de l'évolution sur l'espèce et sur l'environnement ; ce qui agira de nouveaux sur l'évolution des individus, comme une de boucle de rétroaction systémique. Les savants David M. Post et Eric P. Palkovacs proposent la définition suivante :

« Interaction cyclique entre l'écologie et l'évolution tel que les changements dans les interactions écologiques conduisent les changements évolutifs des traits des organismes qui, en retour, altèrent la forme des interactions écologiques, et ainsi de suite »⁴.

Pour Lovelock l'éco-évolution est basée sur deux principes complémentaires que sont l'évolution géophysique et l'évolution biologique. Contrairement aux théories de Darwin, pour Lovelock, c'est l'environnement qui se modifie et ce sont les organismes vivants qui s'adaptent.

C'est ce positionnement qui a fait que nombre de scientifiques dont Richard Dawkins⁵ se sont opposés à l'hypothèse Gaïa. Un des autres arguments de Dawkins est que la Terre ne

¹James Lovelock, interview Naked Science : <https://m.youtube.com/watch?v=GIFRg2skuDI>, traduction de l'anglais, Pionnier production, 2007.

²Lynn Margulis (1938-2011), est une microbiologiste état-unienne. Elle est connue pour sa théorie sur l'endosymbiose expliquant l'origine des cellules et de leur apparition de la vie sur Terre.

³James Lovelock, *La Revanche de Gaïa*, Paris, J'ai Lu, coll. « J'ai Lu Essai », 2008, p. 30.

⁴David M. Post et Eric P. Palkovacs, « Eco-evolutionary feedbacks in community and ecosystem ecology: interactions between the ecological theatre and the evolutionary play », in *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, vol. 364, 12 juin 2009, p. 1629-1640

⁵Richard Dawkins (1941), est un biologiste britannique. Théoricien et vulgarisateur de la théorie de l'évolution, il est l'un des académiciens britanniques les plus connus.

peut pas être considérée comme vivante puisqu'elle n'a pas la capacité de se reproduire (ce qui est une des caractéristiques du vivant). L'un des fondateurs de la systémique Joel de Rosnay (ainsi que Lovelock) constate qu'il est difficile de prouver scientifiquement cette théorie car le système est en mouvement et qu'il crée des propriétés émergentes qui ne sont pas du type de causes à effets (propriétés linéaires). C'est finalement la systémique qui a le plus contribué à la reconnaissance du modèle de Lovelock car celui-ci répond parfaitement aux caractéristiques définissant un système. Il y a *l'interaction* des phénomènes et leur causalité non linéaire, spécifiée par la notion d'éco-évolution. La *totalité* signifiant que « le tout est plus que la somme de ses parties ». Ici, dans le système Terre, la réunion de l'atmosphère, de l'hydrosphère et de la lithosphère (ou géosphère) constitue le biotope ; à cela s'ajoute la biocénose pour obtenir la biosphère terrestre. La dernière caractéristique systémique est l'organisation, qui est, soit modulaire, soit en niveaux hiérarchiques. Il faudra attendre la conférence intitulée « Challenges of a Changing Earth : Global Change Open Science Conference »¹, qui s'est déroulée à Amsterdam en juillet 2001, pour que la théorie Gaïa soit validée par la majorité de la communauté scientifique. Par la suite, ces travaux donneront naissance à la discipline nommée *l'Earth System Science*, ou *Science du Système Terre* par la communauté scientifique. Installé au *Carleton College*, le *Science Education Resource Center (SERC)*, donne la définition suivante de *l'Earth System Science* :

« *Earth System Science* intègre la chimie, la physique, la biologie, les mathématiques et les sciences appliquées dans une approche multidisciplinaire considérant la Terre comme un système intégré et visant à comprendre les interactions physiques, chimiques, biologiques et humaines qui déterminent le passé, le présent et le futur de la planète. *Earth system science* fournit une compréhension de base, physique, du monde dans lequel nous vivons et où l'humanité tente de se maintenir »².

La théorie Gaïa, bien que particulièrement controversée à son début, n'a jamais considéré la planète comme un organisme réellement vivant ou ayant une conscience ou une âme. Pourtant, il est bien évident qu'il n'est pas anodin que l'auteur ait choisi de donner le nom de son hypothèse à une déesse grecque protectrice. Il y a bien un lien entre une écologie Gaïenne et une forme de spiritualité en relation avec la Terre-Mère selon Anne Primavesi³. Elle

¹« Challenges of a Changing Earth: Global Change Open Science Conference rapport Trends in Ecology and Evolution » (2001), Canadell J and Noble I (eds), Vol 16; pp. 664-666

²Earth System Science in a Nutshell: <https://serc.carleton.edu/introgeo/earthsystem/nutshell/index.html>

³ Anne Primavesi (1934), est une théologienne systémique irlandaise. Elle est chercheuse en théologie environnementale à l'université de Bristol. Ses recherches portent sur les questions écologiques en lien avec la foi chrétienne.

démontre ces liens dans son livre *Gaia's Gift*¹. La théologienne irlandaise explore dans les livres, *Le don de Gaïa : la terre, nous-mêmes et dieu après Copernicus* et *Gaïa et le changement climatique : une théologie des événements de donation*, entre autres, les implications de la théorie Gaïa de James Lovelock. C'est dans le livre *La Gaïa sacrée*, préfacé par James Lovelock, que les deux scientifiques réussissent à harmoniser des disciplines que l'on oppose en général : la science et la théologie et cela grâce à la théorie Gaïa. Dans ce livre, Anne Primavesi réalise une analyse pertinente de l'évolution humaine et terrestre par le biais de la théorie Gaïa. Elle cherche à montrer le caractère sacré des origines humaines ainsi que les responsabilités écologiques qui nous appartiennent vis-à-vis du futur.

Le philosophe Martin Heidegger, dans son ouvrage *Bâtir, Habiter, Penser*, écrit : « Etre homme veut dire : être sur terre comme mortel, c'est-à-dire : habiter. »² Cela veut dire prendre soin de ce qui vient au monde, de ce qui se développe de ce qui vient de soi-même. Mais ici l'auteur ne parle pas de *nature* ou du vivant, il parle de la *culture*, de la poésie, de la philosophie. C'est dans cette opposition entre *nature* et *culture* que se joue peut-être la prise de conscience de notre responsabilité à habiter autrement la planète et à prendre soin d'elle comme une part de nous-même. C'est ce que propose le philosophe Roland Schaer³ dans l'article « Habiter, de l'hospitalité du vivant ». L'auteur nous propose l'hypothèse suivante : « si être, c'est habiter, cela doit se dire non seulement de l'homme mais du vivant »⁴. Roland Schaer explique la notion de « milieu intérieur », inventé par le physiologiste Claude Bernard⁵. Le scientifique considère que les organismes dont le cycle de vie n'est pas tributaire des fluctuations du milieu extérieur qui les héberge (comme les marmottes qui doivent hiberner pendant l'hiver), vivent de manière autonome dans un niveau hiérarchique systémique supérieur ; c'est ce que Claude Bernard nomme le milieu intérieur. C'est aussi, en empruntant le concept d'homéostasie aux sciences du vivant que le philosophe Roland Schaer propose que le vivant soit considéré comme une forme d'habitat. Il s'explique ainsi :

« Je crois que l'invention de l'homéostasie, l'invention du milieu intérieur, c'est l'invention d'une forme de l'habitat, une invention de l'évolution. Avec elle, le vivant, avant même de transformer son milieu pour le rendre plus ou moins

¹Anne Primavesi, *Gaia's Gift*, New York/London, Taylor & Francis, 2003

²Martin Heidegger, *Bâtir, Habiter, Penser*, éd. Gallimard, coll. « Tel », Paris, 1958, p.173

³Roland Schaer (1947) est un philosophe français. Professeur de l'École du Louvre, ses travaux philosophiques portent sur le vivant.

⁴Roland Schaer, *Répondre du vivant*, Paris, Le pommier, 2013, <https://www.pca-stream.com/fr/articles/roland-schaer-habiter-de-l-hospitalite-du-vivant-92?fbclid=IwAR1AQPVN33G-hAPLqmmCsOldbQsFgJUi6sEG-4J0qlGoZL9juepRioYxHsg>

⁵Claude Bernard (1813-1878), physiologiste français. Il est à l'origine de la médecine expérimentale où il s'agit d'expérimenter des traitements sur les animaux avant de les appliquer à l'homme.

habitable, en se faisant milieu intérieur pour ses composants, se fait lui-même habitat »¹.

Le vivant a tendance à reproduire des schémas permettant l'équilibre homéostatique à différents niveaux systémiques. C'est ce que l'auteur nomme l'*écopoïèse* ou externalisation de l'homéostasie. Au final le vivant est un hôte mais il crée aussi de l'habitat pour d'autres formes de vie.

Si nous, humains, sommes milieu extérieur pour d'autres organismes plus petits, comme les bactéries ou la flore intestinale, quel est le niveau supérieur qui nous accueille en facilitant notre évolution ?

James Lovelock avec sa théorie Gaïa propose que la Terre soit notre milieu intérieur, notre habitat. C'est dans cet espace que « le soin » au sens de Heidegger peut être prodigué. Comme en biologie, il peut y avoir différentes façons d'habiter un hôte : soit par la symbiose, soit par le parasitisme. Ayant eu la prise de conscience que nous pouvons être nocifs pour notre milieu intérieur, notre habitat, il ne reste que la solution de la symbiose.

C'est dans cette prise de conscience des responsabilités humaines dans le domaine écologique que l'artiste Joaquin Fargas pose une grande partie de sa démarche artistique.

b) Joaquin Fargas, un artiste entre nature et culture

C'est à travers la mise en relation de l'art, de la science et de la technologie que l'artiste argentin a construit son œuvre. L'artiste explique que les relations avec le monde scientifique sont parfois complexes, car les protocoles et les méthodologies sont différents. Pour le plasticien, les scientifiques doivent produire des documents, des thèses et les faire valider auprès de leurs confrères et dans des revues. Parfois il arrive qu'il y ait de grandes rencontres entre des scientifiques ou des techniciens qui s'investissent vraiment dans son travail. Mais l'interaction est parfois difficile, car il lui faut apprendre le langage et les concepts scientifiques pour comprendre comment cela fonctionne. Selon le site internet de l'artiste, dans certains cas et c'est cela qui passionne Fargas, il se passe un processus de symbiose entre les artistes et les scientifiques. N'oublions pas que l'art comme la science sont des chemins de questionnements sans fin, dont, en général, on ne possède pas les réponses. Depuis 1988, Fargas mène des actions d'envergure pour mettre en avant la science et la technologie sur le continent sud-américain. Ainsi, pour accompagner l'enseignement des sciences dures comme la physique, la chimie ou

¹Roland Schaer, « Habiter, de l'hospitalité du vivant » dans *Les paradoxes du Vivant*, PCA édition- PHC, p. 230, 2017

la biologie, mais aussi les sciences de l'environnement ainsi que les techniques comme l'informatique, la robotique ou l'interactivité, il crée le Centre de Technologie Interactive *Exploratorio*¹ dans la ville San Isidro dans la province de Buenos Aires, en 1990. Situé au 1400 rue Roque Saenz Pena, le Centre d'exploration a pour but de donner aux enfants des notions de science et de technologie de manière ludique. C'est grâce à une série de modules pédagogiques et interactifs indépendants que l'enfant peut choisir son propre parcours d'apprentissage en fonction de ses intérêts. L'enfant peut réaliser des expériences permettant de comprendre la différence entre une explosion et une implosion, faire décoller une fusée avec de l'air comprimé, réaliser des bulles géantes etc. C'est grâce à l'expérimentation et à des présentations dynamiques et amusantes que les visiteurs peuvent mieux saisir l'interrelation entre l'homme et la nature et ainsi aboutir à une meilleure qualité de vie. L'interactivité de certains modules permet de créer des réactions surprenantes attirant l'attention des visiteurs. C'est grâce à cette interactivité qu'ils vont saisir les principes et les expériences thématiques proposées durant leur visite des sciences et des technologies. Le musée a aussi pour pratique de sortir de ses propres murs en proposant aux écoles, collèges et lycées, parfois éloignés des centres urbains, des expositions interactives autour des questions d'énergie recyclable et alternative. Ces actions peuvent être de trois ordres : ces expositions itinérantes se déplacent dans les écoles ou dans d'autres lieux comme des centres commerciaux, des postes frontaliers et même des pays voisins de l'Argentine. Les shows scientifiques ponctuels, organisés dans le centre, où les enfants peuvent solliciter l'équipe scientifique et technique présente, pour répondre à leurs propres interrogations. Enfin des ateliers vont dans le primaire ou le secondaire, qui sont donnés par l'équipe du Centre autour d'un sujet choisi par l'enseignant. Cela permet d'aider les enseignants à illustrer ou à trouver des éléments déclencheurs permettant d'expliquer des phénomènes scientifiques ou techniques faisant partie du programme pédagogique académique, voire, de susciter de nouvelles interrogations. Ce type d'ateliers permet de mettre en avant la méthodologie scientifique grâce à la proposition d'hypothèses, l'observation puis la vérification. A l'origine du Centre de Technologie Interactive *Exploratorio*, Joaquin Fargas en est le directeur depuis sa création.

Après de multiples interventions et collaborations en son sein, il est recruté comme professeur à l'Université de Maimonides à Buenos Aires en 2007. Depuis, il est devenu professeur titulaire du département d'Art et de Technologie de cette université. C'est sous la

¹Source : www.exploratorio.com

direction d'Alejandra Marinaro¹ et du Dr. Alfredo Vitullo² qu'il a aidé à mettre en place son idée de premier laboratoire de Bio art d'Amérique Latine en 2008. L'intérêt de cette université de Maimonides, pour le bio art vient également d'un groupe d'administratifs, d'enseignants, d'artistes et d'étudiants, nommé « collectif artistique » qui ont proposé, en 2006, le projet sans titre (*Proyecto Untitled*). C'est la volonté de ce groupe de l'École de Communication et de Design Multimédia de Buenos Aires de rencontrer des artistes, des biologistes et autres scientifiques, qui a permis de faire le lien entre l'art, la science, l'enseignement et la société. L'objectif pédagogique était de mettre les meilleurs étudiants dans des conditions professionnelles en les intégrant dans des projets artistiques sophistiqués demandant un travail d'équipe dans les ateliers, les espaces de réflexions et de critiques. Depuis 2008, ce groupe a cherché à travers le « projet sans titre » à intégrer des éléments biologiques ou numériques dans leurs œuvres. Il a donc été l'un des pionniers du Bio art en Argentine. Il a présenté à partir de 2006 des œuvres comme *Dialahogando* de l'artiste Gabriela Golder au Centre Culturel Général San Martin et *Sinestesia* dans le centre culturel Recoleta. En 2009 le collectif d'artistes a présenté *Agua y Luz : Poéticas tecnológicas hacia el fin de la década* à la galerie « Objeto-a ». C'est pour promouvoir les pratiques artistiques comprenant des dimensions technologiques et scientifiques que le laboratoire argentin de Bio art a été inauguré en 2008 dans l'espace de l'Institut Supérieur de Recherche. Il partage le personnel et les installations du CEBBAD avec l'École de Communication et de Design Multimédia. Son directeur artistique est : Joaquin Fargas ; et le directeur scientifique est : Alfredo Vitullo. Dénommé BIOLAB, le laboratoire a permis la mise en place de procédures utilisant les biotechnologies sur des matières organiques comme les plantes, les bactéries, les cellules etc. Même si ces œuvres présentent avant tout des objectifs esthétiques, elles interrogent aussi les aspects éthiques, écologique et parfois scientifique. Cet espace possède quatre niveaux de recherches : la partie biologique du laboratoire qui permet de contrôler, de créer, de développer, puis de manipuler des organismes vivants. La partie archivage et documentation s'occupe d'enregistrer la matière vidéographique, photographique et textuelle concernant les recherches et les créations. Enfin, la partie théorique et critique, permet de poser une analyse esthétique et scientifique. L'idée originale du BIOLAB vient de Fargas : « qui aspirait à créer un champ multidisciplinaire pour

¹Alejandra Marinaro dirige l'École de Communication Multimédia de l'Université Maimonides, créée en 1997 et le BIOLAB, créé en 2008. Elle est titulaire d'un MBA en gestion des entreprises ; elle est devenue secrétaire technique et académique de l'université Maimonides.

²Dr. Alfredo Vitullo est directeur du centre d'étude biomédicales, biotechnologiques, environnementales et de diagnostic (CEBBAD) de l'Université Maimonides.

le développement de projets liés à l'art, la science et la technologie »¹. En 2008, Fargas réalise dans le cadre du laboratoire, l'œuvre *Incubaedro*. Il s'agit de la culture in vitro d'une orchidée sylvestre. Cette plante nécessite un champignon ou un milieu de culture pour réaliser sa germination. C'est cette dernière solution qui a pu être réalisée dans le BIOLAB. Voici ce que dit Fargas du concept de l'installation *Incubaedro* qui a été présenté au Centre Culturel Recoleta en 2008 et durant l'événement *Expo Trastiendas Phase 1* au centre d'exposition de la ville de Buenos Aires en 2009 :

« Un icosaèdre en métal de 1,80 mètre de haut, contenant une table en acrylique dans laquelle des tubes stériles contenant des orchidées fécondées in vitro ont été arrangées. Cette structure a été mise en mouvement lorsque des capteurs installés sous le tapis ont été activés par le passage de personnes et que l'icosaèdre a tourné dans les deux sens et s'est penché vers le spectateur montant sa nature »².

Les œuvres issues des projets du BIOLAB sont généralement présentées avec une description technique ainsi que son concept artistique. La particularité du projet de l'université des Maimonides est que les œuvres ont une explication sur les enjeux et apports scientifiques ; ceci afin que cela ne reste pas juste dans le domaine d'une élite scientifique ou de spécialistes du sujet. Stubrin Lucia³ démontre, dans son essai *Arte y ciencia : La practica bioartistica argentina en su relacion con La escena internacional*⁴, que les objectifs du laboratoire australien SymbioticA et ceux du BIOLAB ne sont pas tout à fait identiques. Pour le laboratoire argentin, ce qui est important n'est pas la production finale, mais bien le processus. Les recherches ici n'ont pas forcément de but utilitaire. Il est surtout recherché la mise en place de créations libres et la formation pointue des étudiants et des artistes dans les domaines abordés. Encadré par des propositions de « Projets sans titre » ou les projets proposés par Fargas, le laboratoire BIOLAB n'est pas seulement un lieu d'expérimentation où l'on peut réaliser des travaux complexes dans des domaines transdisciplinaires. C'est certes un moyen de rentrer dans le monde des nouvelles technologies biologiques et numériques, mais c'est surtout un moyen de générer des débats sur les transformations par les technologies de nos vies quotidiennes, de produire une réflexion sur l'innovation et la manipulation du vivant.

¹Multimédia Maimonides, 06/12/2009 : s/p

²Catalogue de l'exposition *Expo Trastiendas Phase 1* de Joachim Fargas sur l'œuvre *Incubaedro*, Buenos Aires, Centre Culturel Recoleta, 2008

³Stubrin Lucia (1985) est une docteure en théorie et histoire de l'art argentine. Elle est professeure de sémiotique et d'épistémologie des arts visuels à l'Université du Littoral.

⁴ Stubrin Lucia, thèse de doctorat, *Arte y ciencia : La practica bioartistica argentina en su relacion con La escena internacional*, Buenos Aires, 2015.

L'artiste a également participé en 2009 au projet éducatif *Pensar Contemporàno*¹ (Penser le futur) par le biais d'une conférence nommée « Conciencia Ambiental, el aporte del arte contemporáneo » (Conscience environnemental, les apports de l'art contemporain). Pour le centre culturel de l'Espagne à Buenos Aires (CCEBA - AECID), organisateur de ce programme, il s'agissait de proposer aux enfants, étudiants et à un large public durant les mois de juin à août 2009, un espace de dialogue et de travail en commun entre spécialistes, artistes, enseignants et étudiants. Voici comment les organisateurs du projet le présentent :

« Penser le futur propose un espace de dialogue et de travail en commun entre spécialistes, artistes, enseignants et étudiants. Cette initiative ouvre des espaces transversaux de réflexion et de génération de contenus tout en évoquant les approches pédagogiques possibles autour de différents problèmes qui traversent le monde contemporain (environnement, ville et culture urbaine, mondialisation et cybercultures) »².

C'est dans le cadre de l'école du parc Avellaneda de Buenos Aires que l'un des ateliers de l'artiste Joaquin Fargas s'est tenu. L'artiste a participé au développement du Musée des Amériques³ dans le cadre du Planétarium et du Musée des Sciences de la ville de Miami.

L'UNESCO a récompensé l'artiste en 2005 pour son travail de vulgarisation dans le domaine spécialisé de la science et la technologie ; puis en 2009, pour son travail de mise en relation des différentes structures scientifiques et technologiques d'Amérique Latine. Ainsi parallèlement à ses activités d'ingénieur et d'artiste, Joaquin Fargas fut le directeur-conseiller de l'UNESCO pour l'Amérique latine et la Caraïbe, entre 2010 et 2013.

L'artiste a donné depuis 1997 plus d'une centaine de conférences académiques et performatives dans plus d'une dizaine de pays à travers le monde. Les plus importantes sont les conférences de 2011 sur « La symbiose entre l'art, la science et la technologie » dans le show TedX Rio de la Plata et celle intitulée « L'art à l'aube de la révolution génétique » à Technarte à Los Angeles en 2015. Dans la conférence TED⁴, de Rio de la Plata en Argentine, l'artiste a présenté un résumé de sa démarche comme il le fera plus tard, en décembre 2014, devant les étudiants de la Faculté des Beaux-Arts de l'Université du Pays Basque espagnol. Lors de celle-ci l'artiste a souhaité faire se rencontrer l'art, la science et la technologie. Il se

¹ Projet *Pensar le futur*, organisé par le Centre Culturel de l'Espagne à Buenos Aires. C'est un des centres de coopération de développement et de promotion de la culture espagnole.

²www.pensarcontemporaneo.wordpress.com

³Musée des Amériques ou MoA est une des institutions artistiques de la Floride située dans la ville de Doral dans la région de Miami.

⁴TED veut dire globalement Technologie, Divertissement et Design. Ce sont des conférences de stature internationale qu'organise une fondation Etats-Unienne *The Sapling foundation*. Elle est à but non lucratif, et souhaite diffuser « les idées qui en valent la peine ».

pose d'ailleurs la question qui est de savoir si ceux-ci étaient séparés à la l'origine. Au début de son intervention, il s'interroge sur la durée des supports numériques actuels : 15, voire 20 ans. Ensuite l'artiste montre des peintures rupestres datant de 40 000 ans, puis il présente une œuvre datant de 2010, *La Cueva del Futuro* :

(...) « *La cave du futur* nous invite à faire un enregistrement numérique de nos jours, en laissant l'empreinte de nos mains dans les médias numériques comme une marque de nos présences dans ce monde et de l'héritage de cette époque pour les générations futures »¹.

Il s'agit d'une œuvre interactive collaborative, où le spectateur est amené à scanner sa main et à, éventuellement, écrire un message. Ce petit texte est stocké dans un tableau informatique, que l'image scanner viendra rejoindre après traitement. Cette image est traitée graphiquement par un logiciel qui lui donne des couleurs primaires ou secondaires. Ce programme informatique transforme l'image en positif ou négatif, c'est-à-dire que ce peut être directement la main qui prend une couleur bleue, comme si le spectateur l'avait trempé dans de la peinture ; ou au contraire, c'est la zone qui l'entoure qui est mise en couleurs vives, comme lors d'une projection de peinture sur un objet ; celui-ci apparaît en réserve et possède la couleur du support. Cette empreinte image va être ensuite ajoutée à une base de données générales du programme pour être mémorisée puis positionnée de manière aléatoire, en même temps que le petit message écrit par le spectateur, lui correspondant, dans la zone d'affichage en deux dimensions. A ce stade, nous avons un tableau numérique. Celui-ci peut être présenté sur un moniteur, ou bien grâce à une vidéo projection. *La Cueva del Futuro* est une installation interactive comprenant le dispositif de captation des mains des spectateurs qui comprend un scanner et un sous-programme de traitement d'images qui aide les spectateurs à réaliser les changements graphiques. Cette interface fait partie d'un logiciel plus important permettant de réaliser un tableau numérique avec l'ensemble des empreintes recueillies en temps réel. Ce logiciel est hébergé dans un ordinateur qui gère les entrées (comme le scanner ou l'appareil photo numérique) et les sorties (comme l'écran d'ordinateur ou le vidéo projecteur). Cette œuvre est un exemple simple du double statut d'une création numérique : souvent le programme informatique unique qui la compose est déjà une partie virtuelle de l'œuvre. Mais pour interagir avec le monde réel, l'œuvre doit avoir des capteurs, un support et des actionneurs ; elle doit posséder une matérialité. Au fur et à mesure des expositions, les différents tableaux sont stockés sur un site internet. A travers cette œuvre numérique, l'artiste s'interroge sur ce que nous allons laisser aux générations futures. Il se demande également si le numérique peut, à l'instar des

¹Joachim Fargas, *Cueva del Futuro* : <https://www.joaquinfargas.com/obra/cueva-del-futuro/>

peintures rupestres, porter ces messages aussi loin dans le temps. En reprenant à nos ancêtres de la préhistoire, le motif de la main, il établit un pont, une relation d'ordre sensible, entre eux et les hommes de l'Anthropocène. Il propose une archéologie digitale. Il se demande si, dans 40 000 ans, des humains pourront encore regarder l'œuvre *Cueva del Futuro* ?

Après la présentation de cette œuvre, Joaquín Fargas a développé ses interrogations concernant le changement climatique dans les deux créations qu'il a réalisées lors des Biennales de la fin du monde en 2007 et 2009, dans la ville australe d'Ushuaia. Comme nous l'avons évoqué un peu plus haut, sa première œuvre dans ce cadre est *Sunflower : Centinela del Cambio Climatico*¹. Il s'agit d'une installation en interaction avec son environnement immédiat. Ces interactions ont été de différents ordres. Premièrement, et durant la journée, le tournesol robotique se dirigeait automatiquement vers le soleil, recueillant plus d'énergie électrique qu'il n'en avait besoin pour ses propres opérations et mouvements. C'est grâce à de gigantesques panneaux photovoltaïques, qui lui donnaient justement cette forme florale, qu'il pouvait être totalement autonome énergétiquement. Le surplus d'énergie électrique fut utilisé pour alimenter des ampoules afin de, poétiquement, éclairer la nuit. La seconde interaction fut la prise de données concernant l'environnement que *Sunflower* a pu engranger, durant la période de la Biennale. Plus qu'une station météo, la fleur robotisée, a surveillé les conditions climatiques de son environnement : la pollution de l'air, les rayonnements ultraviolets, la température et ses variations, ainsi que d'autres variables. C'est par le biais de trois caméras que les scientifiques pouvaient observer le paysage en temps réel environnant ainsi que les mouvements d'orientation vers le soleil de l'installation *Sunflower*. Ces données ont été mises à la disposition des scientifiques de l'équipe de la Biennale et aussi consultables par le grand public via le site internet *Sunflower*², que l'artiste a conçu comme l'avatar virtuel de la partie matérielle qu'est la structure robotique. *Sunflower* est composée d'un socle pyramidal de 90 cm de hauteur, d'un axe vertical de 30 cm de diamètre, d'une corolle de 4,8 m de diamètre qui est surmontée d'une tour. Cette dernière fait environ 1 m de hauteur et 1 m de largeur. De section hexagonale, elle protège le mécanisme permettant l'orientation de la partie haute de l'œuvre c'est-à-dire les pétales supportant les panneaux solaires. L'œuvre fait approximativement 3,6 m de haut pour 4,8 m de côté et 4,8 m de profondeur. La structure est en acier et les pétales sont en inox. Elle est composée de matériaux réfléchissant la lumière. Les couleurs de la structure dépendent des variations lumineuses du paysage antarctique. Elles

¹ Joaquín Fargas, *Sunflower : Centinela del Cambio Climatico* <https://www.joaquinfargas.com/wp-content/uploads/2016/02/sunflowerespa%C3%B1ol.pdf>

²Le site internet sunflower : www.sunflower.com.ar

oscillent entre les bleus, les gris argentés. *Sunflower* est la sentinelle du changement climatique, constituée de formes géométriques simples, comme des pyramides ou des cylindres. C'est une œuvre structurellement et esthétiquement sobre. Elle évite les fioritures afin de mettre en avant sa dimension fonctionnelle. Seuls les supports des panneaux solaires ont une forme de pétales créant ainsi un effet poétique l'éloignant légèrement de la dimension robotique et créant ainsi une analogie entre l'objet mécanisé et la fleur du tournesol, qui poursuivent tous deux leur course vers le soleil, dans une sorte de rapport amoureux. Comme l'œuvre précédente de l'artiste, *Sunflower* possède une instance matérielle, qui est composée de la sculpture robotisée, et une instance virtuelle qui est le programme pilotant les capteurs, traitant les données, orientant la sculpture vers le grand astre solaire. Dans cette œuvre, l'innovation majeure est que l'espace d'internet est également mis à contribution, permettant ainsi de créer une œuvre d'art ouverte et consultable n'importe où sur la planète. Cela souligne ainsi la portée planétaire des questionnements de l'artiste sur le changement climatique et les actions que nous devons immédiatement entreprendre pour lutter contre celui-ci. L'artiste le souligne ainsi : « La réalité est devant nous, nous pouvons l'éviter ou en prendre conscience »¹. Cette œuvre a suscité de nombreuses controverses, à savoir : s'agit-il vraiment d'art ou de technologie ? Comment peut-elle être cataloguée ? Des scientifiques ont également critiqué cette création prétextant que le problème était tellement important que la réalisation d'une œuvre d'art était trop banale pour avoir un intérêt. L'artiste rappelle que l'objectif de *Sunflower* est de faire prendre conscience que nous devons tous faire quelque chose par rapport au changement climatique engendré par l'activité humaine. Et pour atteindre cet objectif, il faut avoir recours à tous les moyens qui sont à notre disposition : art, science et technologie. Il souligne que « nous devons faire quelque chose même si nous ne connaissons pas les résultats car si nous ne faisons rien, oui nous connaissons les résultats. »²

Toujours dans le même contexte de réflexion et de sensibilisation du public à l'impact environnemental de l'homme, Joaquin Fargas a présenté lors de la conférence « La symbiose entre l'art, la science et la technologie », l'œuvre *Don Quijote : contra el cambio climático* qu'il a réalisé en 2011 en Antarctique. *Don Quichote : contre le changement climatique* fait partie d'un projet plus global nommé *Utopia* par son auteur et qui regroupe des œuvres comme *Extinción–Creación*, *Quiescencia*, *Proyecto Hielos* ainsi que l'une de ses œuvres les plus récentes *Glaciator*. Cette dernière a reçu le prix *Ars Electronica* 2017. *Utopia* rassemble

¹« La realidad esta ante nosotros, podemos esquivarla o tomar conciencia de ella ».

<https://www.joaquinfargas.com/en/obra/sunflower-sentinel-of-climate-change/>

² Joaquin Fargas, *sunflowerespañol.pdf*, p. 10, traduit de l'espagnol.

diverses installations et robots artistiques qui ont comme point commun d'avoir une dimension utopique, d'être expérimentés au pôle sud et de poser la question de la fonte des calottes glaciaires et du changement climatique. Il est important, selon l'artiste, de garder en mémoire que l'Antarctique, il y a 40 000 ans, était un continent chaud à la faune et à la faune riches et diversifiés ; c'est le refroidissement progressif qui a été la cause de l'extinction de ces espèces végétales et animales. Les créations robotiques *Extinción–Creación* sont des fleurs ou des insectes électroniques alimentés par l'énergie solaire. L'artiste imagine qu'après leur multiplication et leur réintroduction par l'homme, ces nouvelles espèces cybernétiques ou hybrides, pourraient créer de nouveaux écosystèmes dans le futur. Les œuvres *Quiescencia* et *Proyecto Hielos*, sont des installations vidéo qui en 2019 été toujours en phase d'élaboration (work in progress). *Quiescencia* sera composée de trois moniteurs montrant chacune une vidéo différente d'icebergs immobiles tandis que les oiseaux et la mer s'agitent autour d'eux. En adjoignant à ces écrans un cadre qui génère du froid et de la glace, l'artiste souhaite créer des peintures vivantes soulignant l'éternité que peuvent évoquer ces montagnes de glaces ainsi que la subtilité des modifications qui sont au cœur de celle-ci. Parlant de ces projets l'artiste dit :

« L'expérience antérieure sur le continent blanc a conduit à se demander comment l'art pouvait occuper une place dans un lieu aussi éloigné et comment l'art lui-même est un moyen de parler de tous les dangers et de toutes les difficultés qui se produisent dans cette région, et donc sur la planète. Le domaine de l'art propose des solutions alternatives aux problèmes environnementaux susceptibles de devenir une source d'inspiration pour le domaine scientifique. La pensée artistique n'a pas de frontières. Les œuvres utopiques représentent des propositions de solutions aussi folles et insolites qu'elles puissent paraître, et pourraient constituer une source d'inspiration pour le monde scientifique afin de générer de vraies solutions en « pensant en dehors des sentiers battus ». Beaucoup de ces idées peuvent être considérées comme de la science-fiction aujourd'hui, mais elles pourraient devenir une réalité dans le futur. »¹

Bien concrète, l'installation *Don Quichotte contre le changement climatique* de Joachim Fargas, se compose de trois éoliennes couplées chacune à un dispositif de réfrigération et de l'air ambiant sensé préserver les calottes glaciaires. L'installation dans son ensemble fait environ 3 m de hauteur, 10 m de longueur et 3 m de profondeur. Elle est constituée d'éoliennes à trois pales de 80 cm de diamètre, posées sur des trépieds en métal et câbles d'acier. Lorsque que l'on compare la puissance dérisoire et la fragilité des éoliennes, il devient rapidement évident qu'il s'agit d'un geste insignifiant en comparaison avec le travail réel nécessaire pour avoir un minimum d'influence sur la fonte des glaces. Est-ce une métaphore de la capacité des

¹Antarctic-Biennale-2017-Joaquin-Fargas-Glaciator-pdf. joaquinfargas.com download.

humains de faire face à la puissance de la nature ? Ou la nécessité de lutter contre ce qui nous paraît impossible à vaincre ? Le titre de l'installation nous rappelle que le personnage de Miguel de Cervantes, qui s'est battu contre les moulins à vents, lequel représente un héros courageux et imperturbable face à l'étendue et l'impossibilité de gagner face aux adversaires qu'il devait affronter. D'ailleurs, Joachim Fargas cite Miguel de Cervantes : « Changer le monde n'est ni une folie ni une utopie »¹. C'est en 2017, dans le cadre de la Biennale de l'Antarctique que l'installation robotique *Glaciator* a été présentée : il s'agit d'un ensemble composé d'un à quatre robots alimentés par des panneaux solaires. Ayant pour dénomination complète *Glaciator*, « l'antivirus roulant », cette nouvelle création s'appuie sur le fait scientifique suivant : depuis 2003, de gros virus ont été découverts dans le pergélisol², les sols habituellement totalement gelés de l'Arctique. Cela prouve que la fonte des glaces, due à la hausse des températures, peut avoir comme résultat une montée significative du niveau de la mer, mais également le réveil et la dissémination d'anciens virus mortels. Le danger de voir l'apparition d'anciens virus, augmente avec la fonte de leur biotope : les étendus polaires extrêmes. Dans un nouveau geste utopique, l'artiste argentin propose un commando de robots *Glaciator* pour empêcher l'apparition de virus mortels anciens. Ces robots tassent la neige au-dessus des agents infectieux et les enfouissent juste avant qu'ils ne s'échappent de leur prison de glace. C'est grâce à l'apport de « firn », qui est un mélange hybride entre glace et neige, que *Glaciator* accélère la formation des glaciers.

2) Art et technologie

Avec des œuvres comme *Glaciator* (fig. 8, p. 6) ou celles entrant dans le projet global *Utopia*, Joachim Fargas propose grâce à l'humour et l'ironie, des points de vue nouveaux suscitant l'intérêt, des amateurs d'arts, des scientifiques, des étudiants, des scolaires et du public en général, pour les questions environnementales et climatiques. Il pose encore et encore les mêmes questions par le biais de nouvelles créations d'art contemporain. Il utilise les moyens technologiques au service d'un discours politique, écologique et artistique. Ces œuvres ont parfois été critiquées ; souvent elles ont été sélectionnées pour participer à des événements majeurs d'art contemporain. Pourtant il semble que c'est l'œuvre *Biosphera* (fig. 7, p. 6) qui a le plus suscité le consensus international que cela soit dans le monde des scientifiques ou dans

¹Citation de Joaquin Fargas : <https://www.joaquinfargas.com/obra/proyecto-utopia/>

²Le pergélisol est la partie du sol, gelée en permanence et totalement imperméable, on parle de permafrost également.

celui la sphère artistique contemporaine. Florencia Battiti, la curatrice de l'exposition *Biosphera* à la galerie Petronas de Kuala Lumpur, confie dans son texte d'introduction :

« Le projet Biosphère constitue une plate-forme de sensibilisation à la question de la préservation de la Terre, qui était jusqu'à présent le seul habitat possible pour les êtres humains. De manière poétique, le projet montre la nécessité de comprendre les propriétés de la nature et de prendre conscience de l'importance de ce problème. Il traite de l'art contemporain en tant qu'instance pour développer une critique constructive de notre propre contexte »¹.

a) La sélection végétale dans l'œuvre *Biosphera*

C'est lors de la première Biennale de la fin du monde, en 2007, que l'artiste a pu découvrir la spécificité de la végétation en Antarctique. Dans les zones côtières, il n'y a trouvé que quelques plantes, mousses, algues, champignons et lichens ; tout cela en raison d'une topographie qui monte vite en altitude, du grand froid, de la sécheresse et du manque chronique de lumière du aux longues nuits polaires. Les deux plantes à fleur sont capables de réaliser la réaction biochimique que constitue la photosynthèse ; cela grâce à leur système vasculaire composé de vaisseaux qui puisent l'eau par les racines. Au terme de la photosynthèse, six molécules de dioxygène et une molécule de glucose sont produites après avoir consommées six molécules de dioxyde de carbone et six molécules d'eau. La Canche² et la Sagine³ antarctiques sont donc les seules plantes à avoir été répertoriées par les botanistes sur le continent austral. La première ressemble à un petit tas de gazon tandis que l'autre ressemble à un petit bouquet de fleur jaune de 5 cm de hauteur. Concernant les mousses⁴, ce sont des plantes qui créent une sorte de tapis (généralement vert ou brun) composé de tiges denses et courtes. Ces mousses ne possèdent ni racine, ni lignine (un des composants du bois). Elles poussent dans divers milieux (terre, roche) ou supports (écorce ou substrat) et ce sont leurs rhizoïdes qui permettent leur accrochage.

Les algues dont on peut dénombrer plus de 700 espèces en Antarctique, sont, elles aussi, capables de produire leur propre nourriture grâce à la photosynthèse. Certaines comme la *Chlamydomonas nivalis* ou algue des neiges, se développent en milieu terrestre.

¹Proyecto-Biosfera-Florencia-Battiti.pdf sur le site joaquinfargas.com

² La Canche antarctique porte le nom scientifique de *Deschampsia antarctica* appartient à la famille des Poaceae. C'est l'une des rares plantes originaires de l'Antarctique.

³La Sagine antarctique ou *Colobanthus quitensis* est une plante à fleur supportant très bien le froid ainsi que l'altitude. Elle a comme lieu de pousse les zones côtières de l'océan Austral.

⁴Les mousses sont des végétaux de la famille des bryophytes. Elles ne sont ni des racines, ni des lignites. Ce sont les rhizoïdes qui leur permettent de s'accrocher aux différents supports (terre, roche, écorce).

Les champignons ont pour caractéristique d'être des organismes constitués de filaments très fins qui progressent dans le sol, le bois et les organismes vivants. Le mycélium est le nom que l'on donne à ce réseau de filaments qui vit à l'abri de la lumière. La partie visible est appelée porophores et sert à diffuser les spores nécessaires à leur reproduction. N'ayant pas de chlorophylle, il se nourrit par absorption d'eau chargée de sels minéraux. Certaines espèces de champignons entretiennent une relation symbiotique avec des plantes vasculaires. En échange d'un apport en eau et en sels minéraux, les plantes fournissent aux champignons une partie du glucose qu'elles fabriquent lors de la photosynthèse. Ce processus d'échanges est appelé mycorhyze.

Les lichens sont la symbiose entre des champignons et des algues vertes. Ainsi comme dans l'exemple précédent, les algues apportent le sucre en échange d'un support et de sel minéraux. Il en existe de différents types : les lichens en forme de tiges dits fruticuleux¹, les lichens en forme de feuilles dits foliacés, les lichens en forme de croûtes dits crustacés, les lichens en tête d'épingle, les lichens gélatineux et les lichens squameux².

A part les deux espèces de plantes vasculaires répertoriées sur le continent, les autres végétaux ont pour particularité de ne pas avoir de racines ; ce qui leur permet de ne pas avoir besoin d'apports nutritionnels complexes pour se développer en milieux extrêmes. Ce sont des organismes végétaux particulièrement résistants que Joaquin Fargas va rencontrer en terre Antarctique. Ce sont ces mêmes végétaux qui vont constituer la biocénose complexe de ses œuvres *Biosphera*.

Composées d'une sphère transparente fermée et parfois d'un socle, ses sculptures sont simples visuellement. Les socles sont en acier inoxydable, en fer ou en aluminium et ont des formes différentes. Il arrive que les sphères soient directement suspendues au plafond ; tout cela dans le souci de mettre en avant l'écosystème à l'abri, dans la bulle de verre ou de Plexiglas. La sphère peut aller jusqu'à 80 cm de diamètre. La hauteur de l'objet d'art est de 1,2 m (approximativement) ; ce qui le positionne à la hauteur moyenne des hanches d'une personne adulte et juste en face des yeux d'un enfant de dix ans. L'ergonomie de l'objet a été pensée pour une multitude de catégories de spectateurs. Ses dimensions facilitent l'accès du spectateur à l'œuvre et lui donne aussi une dimension conviviale et ludique. Les couleurs sont celles des éléments contenus dans la boule : roches, plantes, mousse, champignons, lichens, algues et eau ; plutôt des couleurs tertiaires, donc. Posés non loin, des modules interactifs permettent aux

¹Définition du Littré : Terme de botanique. Qui est petit et ligneux et forme un sous-arbrisseau.

²Squameux : ce dit d'une partie d'un organisme vivant recouverte d'écaille, de plaque ou d'écorce.

spectateurs d'avoir des informations documentaires concernant les écosystèmes en général, et les différentes espèces vivantes composant les biosphères. Il y a dans le projet une dimension esthétique, artistique. Celles-ci ont pour but d'attirer le regard puis de le piéger pour qu'arrivent le questionnement et la prise de conscience. Mais il y a aussi une dimension fonctionnelle, celle du Design. Le corps de l'œuvre est un écrin pour la vie. *Biosphera* est entre le design et l'art car il a des objectifs, une utilité, dans le sens où il est le vecteur d'une problématique environnementale. L'œuvre sert à la fois à porter le message, mais elle est aussi le message. C'est donc un projet hybride que l'on peut lire dans sa dimension fonctionnelle dans le cadre du design et dans sa dimension esthétique et philosophique, dans le cadre de l'art. Une autre dimension s'ajoute au deux précédentes, c'est celle d'écosystème vivant. C'est un objet vivant, à la façon dont James Lovelock le définit ; c'est-à-dire un ensemble autonome, capable de s'adapter et de s'autoréguler et dont les éléments entretiennent entre eux des relations systémiques.

C'est en Argentine, à Buenos Aires, que le projet Biosphère a été lancé en décembre 2006. Puis en mars 2007 il fut présenté dans plusieurs villes du pays. Finalement il a été exposé la première fois lors de la convention Red Pop au parc Inblo de San José au Costa Rica. En juillet 2008, c'est à Toronto, lors du Canada Day, que *Biosphera* fut ensuite exposé. La même année il réalise l'exposition *Les Nuits de la Galerie* dans l'espace *La Europea* à Buenos Aires. Il déplace les biosphères lors de l'exposition *Galerie Petronas* à Kuala Lumpur puis au Centre *Petrosains* de Découverte des Sciences, également en Malaisie. En 2009, il participe à la seconde biennale de la fin du monde avec cette œuvre. En 2013 il fait partie des artistes sélectionnés pour la Biennale de Göteborg en Suède et réalise l'exposition « Fargas-Projectiva » à la galerie *O+O* de Valence, en Espagne. Il montre son œuvre en Argentine lors d'une exposition au Muséum d'Art Contemporain (MAR) en 2014-2015. Entre temps et depuis, il a fait découvrir des variantes de cette installation, à travers le monde : États-Unis, Afrique du Sud, République Tchèque, Malaisie, Uruguay, Arabie Saoudite, Portugal, Suède, Espagne et Cuba. Comme nous le constatons, et au vu de sa diffusion et de la réception quelle a pu avoir à travers les Biennales et les manifestations d'art contemporain à travers le monde, cette œuvre a eu un véritable succès. Est-ce à cause de la dimension pédagogique et de l'énorme travail de socialisation de l'œuvre d'art qu'a réalisé l'artiste auprès des institutions éducatives du primaire et du secondaire d'Argentine et du Costa Rica ?

En 2009, le projet *Biosphère* fut un élément central de la partie éducative de la Biennale car il concentre des savoirs environnementaux, éducatifs et scientifiques et permet une sensibilisation du jeune public à la question environnementale et climatique. Des conférences

furent organisées un peu partout : au Centre d'Art Los Yaganes de la ville de Rio Grande ; au Centre Départemental et dans les écoles primaires Juan Ruiz Galan et Los Andes de la ville d'Ushuaia dans la province de la Terre de Feu ; à l'Institut Pedro Poveda dans la province de Buenos Aires ; dans l'école Parque de Espana de la Province de Santa Fé.

Un atelier de création de biosphères fut réalisé dans l'école pour malentendants et enfants aveugles de la ville d'Ushuaia. Il s'agissait pour les enfants, de partir dans les campagnes aux alentours, à la recherche des éléments des futurs écosystèmes. Ensuite il leur a fallu recueillir puis sélectionner les roches, les terres, les plantes, l'eau ainsi que d'autres composants de leur propre biosphère. Au final, les enfants ont installé sous les conseils de leur enseignants, ces éléments de façon assez précise : Ils ont commencé par mettre une couche de drainage constituée de petites roches qui peuvent être de la pouzzolane, du gravier, des roches volcaniques, des billes d'argile. Cette couche participe au bon écoulement de l'eau. Grâce à elle, les racines ne sont pas en contact direct avec l'eau ; cela évite toute fermentation des racines. Puis les élèves ont ajouté une couche de terre fine ou du terreau. Après cette étape, est venu le moment d'ajouter les végétaux récoltés. Pour finir, les scolaires ajoutent une certaine quantité d'eau en fonction du type d'écosystème auquel ils souhaitent aboutir. En laissant la sphère ouverte, puis semi-ouverte (en ajoutant sa seconde partie de la boule), ils ont laissé les végétaux se mettre en interrelation entre eux et avec leur nouvel environnement. Ces périodes d'une semaine chacune, ont permis au cycle de l'eau de se mettre en place et à l'ensemble, de prendre des forces et de fonctionner en vase clos ; aussi de passer d'un système ouvert à un système fermé sur lui-même. Après avoir fermé hermétiquement la sphère, les stagiaires ont pu observer ou constater que : soit l'écosystème trouve son équilibre, soit il se produit l'inverse ; ce qui signifie que les plantes n'ont pas réussi à adapter leur croissance à l'espace disponible. Dans ce cas, les échanges entre les composants vont décliner, entraînant la mort de l'écosystème. Que le résultat soit positif ou non, l'enseignement est le même pour les enfants : la vie est complexe, fragile et dépend de différents paramètres que nous, hommes, ne maîtrisons pas toujours.

L'artiste rappelle que la base scientifique de son installation concerne la notion de système. Système organique dans ce cas précis, où une série de réactions chimiques et interactions physiques ont lieu en son sein. L'une d'entre elles est la photosynthèse dont le bilan énergétique peut se décrire avec la formule chimique suivante : $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + \text{énergie lumineuse} > \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{glucose}) + 6\text{O}_2$. Ce bilan énergétique se fait en deux temps car les plantes ont des métabolismes différents, selon la nuit ou le jour. La phase « claire » correspond aux réactions photochimiques et a pour équation : $12\text{H}_2\text{O} + \text{lumière} > 6\text{O}_2 + \text{énergie chimique}$

cela sur 24 heures. La seconde est dite phase sombre ou cycle de Calvin : $6\text{CO}_2 + \text{énergie chimique} > \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O}$. Les plantes ne sont pas les seules à produire des réactions de photosynthèse. Ainsi certaines bactéries en sont également capables. Le résultat de ces différents types de photosynthèse est la production de glucose pour les plantes et un surplus d'oxygène. Une autre réaction chimique est active dans le système biosphère : c'est la décomposition de la matière organique. Elle provient de l'oxydation, par des micro-organismes présents dans le sol, des éléments morts qui peuvent être des feuilles, des racines ou des végétaux et autres animaux introduits dans la sphère. La décomposition transforme la matière organique en éléments minéraux créant ainsi un nouveau cycle énergétique pour les autres végétaux. L'autre action de la décomposition organique est la production d'eau H_2O , de dioxyde de carbone CO_2 d'énergie c'est-à-dire de la chaleur. L'eau, le gaz carbonique et la chaleur sont tous trois nécessaires au renouvellement du système dans le temps. L'équilibre entre la photosynthèse et la décomposition, combiné avec d'autres réactions physico-chimiques, produit un cycle et un écosystème autonome.

Joaquin Fargas rappelle que, comme pour la Terre, les facteurs déterminants pour l'équilibre d'une biosphère sont la lumière et la température. La *Biosphera* est un système qui évolue en cherchant son équilibre. A un moment elle ne peut se développer davantage. Que l'écosystème soit simple ou diversifié, il doit atteindre un équilibre ou mourir. C'est en puisant dans les matériaux qui sont déjà dans la bulle qu'il peut arriver à l'homéostasie. Car il ne peut pas créer plus de matériaux par rapport à l'espace dont il dispose, il y a donc une adaptation. Mais il ne faut pas se faire d'illusion, car nous connaissons la seconde loi de la thermodynamique sur l'entropie, surtout celle appliquée au système vivant. Finalement la question pertinente est de savoir combien de temps une biosphère va durer plutôt que de se dire qu'elle sera pérenne. A la question : quelle est la durée de vie des biosphères, l'artiste répond simplement que certaines durent très longtemps tandis que d'autres meurent très vite. Il nous confie durant sa conférence « La symbiose entre l'art, la science et la technologie », devant les étudiants de la Faculté des Beaux-Arts de l'Université du Pays Basque Espagnol que :

« Ces écosystèmes artistiques posent la question suivante : comment l'oxygène va-t-il faire pour continuer le cycle de la vie dans les biosphères en générale et sur la terre en particulier ? Le but de ce projet artistique est la prise de conscience de la fragilité de la planète. A une échelle infinitésimale, les biosphères représentent notre planète. En regardant ces sphères, le public doit se dire : nous sommes enfermés dans cette bulle, comment allons-nous faire pour vivre s'il y a un problème. Il n'y a pas de tube pour nous alimenter en oxygène, dans cette

planète qui nous semble infinie à cause d'une question d'échelles. En fait c'est un monde avec des dimensions finis. Il s'agit d'une prise de conscience »¹.

Reprenant la notion d'interaction au cœur des systèmes, l'artiste souligne l'importance des interconnexions, certes économiques et technologiques entre les différents pays du monde, mais aussi les connexions d'ordre naturel, qui passent par l'air, l'eau, le vent, la terre. Il y a des échanges énergétiques indispensables avec notre système solaire, mais nous ne sommes pas connectés avec l'espace, car c'est un milieu hostile pour nous et plus généralement pour le vivant. Pour vivre à l'extérieur de la planète Terre, il faut des équipements spéciaux, capables de reproduire les conditions terrestres. Et s'il y a une catastrophe planétaire, où irons-nous ? Nous devons donc prendre soin de notre habitat, la planète qui nous abrite.

En créant en 2007, au Costa Rica, une nouvelle série de 50 petites biosphères, faisant moins de 10 cm de diamètre, l'artiste a souhaité accentuer le rapport d'échelle entre le spectateur et ses œuvres. Les spectateurs tiennent libéralement ces petites sphères entre leurs mains. En pouvant les faire tomber ou en leur bloquant l'accès à la lumière, ils ont un pouvoir énorme sur celles-ci. Lorsqu'il les remet à des théoriciens, des décideurs, des hommes politiques, il réalise en même temps une sorte de performance, comme un acte politique. Car chacun peut avoir, concrètement et entre les mains, un symbole représentant la planète. Pour l'artiste ces petits écosystèmes sont comme un manuel d'instructions pour savoir comment maintenir la vie. En partant, les décideurs peuvent expérimenter et prendre soin de leur œuvre vivante. En installant cette nouvelle série de biosphères dans le parc Inblo de San José au Costa Rica, le président de cet organisme a bien compris le message de ces biosphères. Il a dit qu'elles étaient parfaites, en ce sens qu'il a compris que nous n'avons pas beaucoup de temps pour réagir. Artiste engagé et représentatif de l'Art écologique, Joaquin Fargas rappelle que nous humains, sommes une partie du problème concernant le changement climatique mais que nous sommes aussi une partie de la solution. Pour Joanne Clavel², l'auteur de l'essai *L'art écologique : une forme de médiation des sciences de la conservation ?*³, il est maintenant clair que c'est l'apparition des problèmes environnementaux actuels que sont la pollution à grande échelle, la diminution de la biodiversité, les bouleversements climatiques et certainement encore bien d'autres raisons, qui sont la cause de l'apparition, dans les années 1960, de mouvements

¹ Joaquin Fargas, Conférence « La symbiose entre l'art, la science et la technologie », Faculté des Beaux-Arts de l'Université du Pays Basque Espagnol, 2011. <https://vimeo.com/116323200>

² Joanne Clavel (1981), chercheuse et artiste française. Elle enquête sur l'émergence d'une culture et d'un « art de vivre » écologique au Muséum national d'Histoire naturelle, associé à l'Université Paris 8.

³ Joanne Clavel *L'art écologique : une forme de médiation des sciences de la conservation ?* Natures Sciences Sociétés, vol. vol. 20, no. 4, 2012, pp. 437-447.

artistiques contestataires comme le Land art ou le Earth art. De nos jours, et avec un certain recul, un certain nombre d'artistes comme Michael Heizer ou Robert Smithson font que le Land art ne soit plus considéré comme un art écologique vu l'impact négatif que leurs œuvres monumentales ont sur l'environnement. Pourtant l'art écologique se différencie de ces deux mouvements artistiques majeurs par le profond respect que les artistes contemporains intervenant dans la nature ont pour celle-ci. Mais aussi par le fait que l'art écologique ne soit toujours pas reconnu dans le monde de l'art contemporain. Est-ce à cause de sa dimension politique, ou du fait qu'il n'y a pas toujours d'objet à commercialiser pendant ou après l'action ?

c) Un art écologique

Dépassant la thématique environnementale, l'art écologique reste, pour l'heure, indéfinissable. Ce qui le caractérise, c'est sa capacité à intégrer les objets, la participation et l'action. En essayant de modifier de façon pérenne le cadre de vie de l'homme, en prenant publiquement position pour un véritable engagement écologique et éthique de la société, en travaillant de manière étroite avec des scientifiques et les dirigeants d'organismes internationaux comme l'Unesco ou l'ONU, les artistes et les activistes cherchent à éveiller les consciences. Le positionnement politique et éthique de ces artistes, structure leur mouvement artistico-politique. Il a existé des courants et des artistes écologiques en Europe comme Joseph Beuys ou Giuseppe Penone, au Japon, en Amérique latine comme Frans Krajcberg, en Caraïbe comme Jason DeCaires Taylor et en Amérique du Nord. L'auteur Joanne Clavel, pour étayer ses recherches sur l'art écologique, utilise l'événement d'art contemporain *Badlands : New Horizons in Landscape* et les recherches de la commissaire d'exposition, Denise Markonish¹ du Massachusetts Museum of Contemporary Art (Mass MoCa) en 2008. Dans son essai sur l'art écologique, elle propose quatre groupes d'artistes :

1. Les « historiens » sont bien représentés par les œuvres du photographe Robert Adams². Celui-ci a choisi comme sujet, la beauté des paysages de l'Amérique de l'Ouest au travers duquel il montre l'action dévastatrice des hommes. Le photographe dénonce la vision idéalisée et romantique du paysage en montrant la pollution de la nature par les habitations et les déchets.

¹Denise Markonish est commissaire d'exposition états-unienne, au Massachusetts Museum of Contemporary Art (Mass MoCa).

²Robert Adams (1937) est un photographe états-unien, mondialement reconnu pour ses œuvres sur les changements des paysages nord-américains.

2. Les « explorateurs », sont un autre groupe d'artistes qui, eux, vont à l'aventure. Ils vont dans la nature et posent la question de la place de l'homme au sein de celle-ci. L'artiste Jane D. Marsching¹ est une représentante de ce courant. Dans une de ses recherches menées entre 2005 et 2009 et nommée *Artic Listening Post*², l'artiste pose la question « Qu'est-ce que le pôle nord ? ». C'est, en créant un site web qu'elle a, d'abord, eut l'idée de concrétiser son interrogation. Sur cette plateforme virtuelle, les internautes pouvaient lui poser des questions, laisser des commentaires ou des images. Ensuite Jane D. Marsching s'est demandée ce que serait l'Arctique dans 100 ans. En s'aidant de scientifiques, d'architectes, l'artiste pose des questions écologiques et propose des solutions qui se veulent concrètes, éthiques et durables.

3. Les « activistes » sont la troisième catégorie d'artistes. Ils sont les plus radicaux en posant d'emblée la crise écologique au centre de leurs œuvres. Ces artistes alertent et proposent parfois eux aussi des solutions aux problèmes environnementaux et sociétaux. C'est en dénonçant, en révélant ou en prédisant les catastrophes que ces activistes conduisent leurs actions. Leila Daw³ réalise des œuvres picturales représentant des cataclysmes. En général, il s'agit de cartes géographiques proches de l'abstraction, montrant des fractures, séismes et brisures. Un autre artiste activiste, J. Henri Fair⁴ lui, utilise la photographie prise en altitude pour montrer des paysages bien réels et aux couleurs surprenantes. Après avoir éprouvé la dimension esthétique de ces photographies, le spectateur comprend que ce qu'il admire, ce sont en fait des catastrophes industrielles dues à des pollutions chimiques, pétrolières ou industrielles de grande ampleur. Le résultat plastique est d'une beauté fascinante. Par contre, les effets sur l'environnement sont tout simplement incalculables. C'est la confrontation entre les aspects esthétiques et écologiques qui produit le choc émotionnel.

4. La quatrième mouvance qualifie « esthéticiens » les artistes utilisant la simple beauté de la nature. Mary Temple⁵, une des représentantes de ce courant, reconstitue avec l'œuvre *Northwest Corner, South east Light* dans un angle d'une « white box », les ombres et lumières

¹Jane D. Marsching est une artiste interdisciplinaire états-unienne. Professeure à l'École d'Art et de Design du Massachusetts, elle explore notre impact actuel, passé et futur sur l'environnement. Elle est auteur de *Platform2 : Art and Activism*, 2009-2012.

²Jane D. Marsching, *Artic Listening, Post* : www.janemarsching.com/projects/artic-listening-post-2005-2009/

³Leila Daw (1940) est une artiste contemporaine états-unienne. Professeure à l'École d'Art du Massachusetts.

⁴J. Henri Fair (1959) est un photographe états-unien. Militant écologiste et co-fondateur du Wolf Conservation Center.

⁵Mary Temple (1957) est une artiste états-unienne. Elle est connue pour ses installations en trompe l'œil, figurant l'ombre et la lumière des espaces naturels, grâce à la peinture.

d'un recoin de forêt. Seules les silhouettes des arbres et de la végétation sont présentes. Tous les spectateurs pensent qu'il s'agit d'une projection de lumière. Le spectateur est fasciné par cette atmosphère idyllique jusqu'à ce qu'il prenne conscience qu'il est dans une reconstitution de morceaux de nature peinte directement sur les murs et au sol. Le trouble est d'autant plus grand que le spectateur peut se sentir parfois comme dans un paradis perdu.

Avec ces quatre catégories d'artistes, différentes perceptions de la nature sont exprimées : une nature vierge et sauvage pour les « historiens » ; une nature à habiter pour les « explorateurs » ; une nature égale de l'homme et à respecter pour les « activistes » ; enfin une nature sublime pour les « esthéticiens ». Tous ces qualificatifs (vierge, sauvage, sublime) pourraient être donnés à la femme en général et à la femme « exotique » en particulier. Nos visions concernant la nature auraient donc à voir avec une forme de personnification ? D'où cette facilité à créer des entités, des divinités ou des monstres, la représentant ? La déesse-mère Gaïa pour les Grecs et l'hypothèse Gaïa pour les scientifiques.

Dans ses recherches, Joanne Clevel, montre que l'art écologique se caractérise par sa volonté de produire un éveil, une prise de conscience des enjeux éthiques et environnementaux ; peu importe le médium. Nathalie Blanc¹ et Jacques Lolive² sont les auteurs de l'essai *Vers une esthétique environnementale : le tournant pragmatiste*. Ils écrivent :

« L'art environnemental peut se présenter comme une synthèse esthétique traduisant une volonté de “réparer” symboliquement l'environnement [...]. C'est là une façon d'intervenir sur la géographie, l'histoire, la biologie du site, bref : d'évoquer un nouveau rapport à celui-ci. [...] Il engage, alors, non seulement l'expérience esthétique singulière et individuelle, mais aussi le jugement de goût politique et collectif. C'est en ce sens que l'espace public esthétique peut renouveler l'espace contemporain du politique »³.

Dans ce type d'art engagé, il ne s'agit plus de produire des objets, mais plutôt de créer des actions politiques, de changer les points de vue, d'agir sur les consciences. Ici c'est le message qui est important, pas la forme. Les artistes utilisent les médiums qui leur semblent les plus en adéquation avec leurs objectifs écologiques et esthétiques. Comme nous l'avons vu, certains artistes sont dans la représentation ; d'autres utilisent des théories scientifiques ou s'approprient directement le vivant et sont dans la présentation. Enfin, beaucoup choisissent l'action, la performance et proposent des projets participatifs où le public est invité à être au

¹Nathalie Blanc est une géographe française. Directrice au CNRS et du laboratoire LADYSS de l'université Paris VI.

²Jacques Lolive est un chercheur français. Directeur de recherches au CNRS.

³Jacques Lolive, Nathalie Blanc. *Vers une esthétique environnementale : le tournant pragmatiste*. *Natures Sciences Sociétés*, EDP Sciences, 2009, 17 (3), pp.258-272. (halshs-00419363), p. 289.

cœur de l'œuvre. Le spectateur change de statut. Il n'est plus un consommateur. Il devient acteur. Il devient un producteur de sens. Il y a passage de la contemplation à l'expérience physique. Au final, l'art écologique n'accomplit-il pas, aussi, le projet de sculpture sociale de Joseph Beuys qui fut d'intégrer la vie à l'art ? N'est-ce pas cet engagement éthique et politique qui donne sa cohésion au mouvement d'art écologique ? N'est-ce pas le fait qu'un même message, exprimé différemment par les artistes ou les activistes, soit finalement mieux entendu par le public ? N'est-ce pas ainsi que la publicité opère, comme répéter inlassablement le même message pour qu'il soit intégré par les consommateurs ou les cibles ? Dans une posture assez étonnante (pour des artistes), les activistes reprennent les méthodes des publicitaires et des politiques. Ils sont donc une nouvelle espèce hybride entre plasticiens et publicitaires, entre artistes et politiques. Ils ne produisent plus une grande œuvre. Ils réalisent des actions en résonance avec les problématiques majeures contemporaines.

Joaquin Fargas fait partie de la catégorie des artistes engagés. Comme nous l'avons vu, sa démarche s'articule sur les rapports entre arts, sciences et technologies. Les questions écologiques, environnementales ou liées au Bio art, ne sont pas les seules à le questionner. Ainsi les pratiques numériques immersives, interactives, robotiques ont également son attention. Bien-sûr, il n'est pas toujours aisé de classer les œuvres de l'artiste dans des catégories étanches, mais nous allons suivre la classification qu'il propose lui-même, sur son site, qui présente sa démarche et ses œuvres. Concernant les œuvres immersives de Joaquin Fargas, nous pouvons citer *Caminata lunar*. Dans cette installation, datant de 2015 et présentée dans le cadre de l'exposition rétrospective « Fargas-Planétario » au Planétarium de Buenos Aires, les spectateurs ont eu le loisir d'aller dans la lune. En fait, ils ont pu se coucher ou marcher sur une lune filmée en temps réel et projetée au sol. La projection lunaire fit environ 10 m de diamètre ; ce qui lui permet d'accueillir généreusement les quelques passants qui veulent bien profiter de ses douceurs argentées. Dans le champ de l'interactivité, l'installation *Palomas Twitters* donne une version romantique des réseaux sociaux en utilisant de vraies colombes pour distribuer des messages enregistrés et récupérés via un terminal informatique. Cette œuvre est particulièrement humoristique car l'artiste avertit que les oiseaux n'ont pas la même efficacité que les réseaux électriques ou que la fibre optique. Une des créations de J. Fargas va nous permettre de faire la transition avec la démarche de l'artiste que nous évoquerons au chapitre suivant.

Natasha Vita-More, est traversée par des interrogations post-humanistes. Classée dans la catégorie des créations Bio art par son auteur, l'œuvre *Immortalidad* est un organisme vivant artificiel capable de vivre indéfiniment. Elle est composée d'un tissu cellulaire produit par un

« bioréacteur ». Ce tissu est lui aussi un organisme semi-vivant. Il est composé de cellules cardiomyocytes d'un fœtus de souris. Celle-ci donne la capacité à un cœur de battre « ex vivo ». Ces cellules de cœur ont été produites sur une plaque de culture alimentée par du sérum. L'organisme obtenu a la capacité de se répliquer indéfiniment dans le laboratoire. Selon l'artiste, « chaque fois que ces cellules se reproduisent, elles n'ont pas d'âge biologique »¹. Ce qui signifierait que l'organe cultivé obtenu, un cœur en l'occurrence, pourrait être théoriquement immortel car incapable de vieillir. L'artiste dit : « L'immortalité marque un début, ouvre la possibilité de modifier la principale condition humaine : la mortalité, créant un nouvel être transcendant à la fois la mort et la détérioration du corps. »² Son créateur pense que *Immortalidad* a pour mission de concrétiser le désir post-humaniste, qui est de dépasser la finitude de l'homme et de surmonter les oppositions de la modernité, en révélant ce qui est hybride, ce qui est entre deux. Son néo-organisme est justement la combinaison de l'informatique, de la biologie et de la physique : autrement dit, des bits, des gènes et des molécules. C'est aussi un organisme hybride qui a un lien avec l'art et la science, mais aussi avec le naturel et l'artificiel. Pour l'artiste, cette approche hybride et transdisciplinaire permet peu à peu la transformation de nos corps biologiques, pour nous adapter puis nous intégrer à l'environnement technologique artificiel comme le prédisent les théoriciens du post-humanisme. David Moravec affirme que nous entrerons rapidement dans un univers post biologique où des formes de vies robotiques seront largement autonomes et où nous dépasserons la temporalité de nos existences grâce à des corps robotisés issus de cette évolution des technologies numériques. Joaquin Fargas, ainsi que Natasha Vita-More (et bien d'autres), considèrent qu'avec le XXI^e siècle, nous sommes entrés dans une ère post-humaine où les évolutions biologiques sont plus rapides et contrôlées que celles ayant eu lieu les siècles précédents. Ils en viennent à cette conclusion en s'appuyant sur les recherches et les développements en matière de bio-informatique et en biologie de synthèse. Dans ces sciences, la numérisation permet de transformer la matière naturelle biologique en donnée informatique. Celles-ci peuvent être manipulées, modifiées facilement. Considéré comme un organisme post-biologique, *Immortalidad* pose des questions éthiques, écologiques et ontologiques sur la nature du vivant et de l'humanité. C'est bien souvent par le biais de l'art ou dans le cadre de rituels que ces nouvelles formes ont pu voir le jour et être représentées. Le Bio art ne serait donc,

¹Joaquin Fargas, *Immortalidad*, 2016. pdf p. 2 traduction. <https://www.joaquinfargas.com/wp-content/uploads/2016/02/Inmortalidadspanol.pdf>

²*id.*, *ibid.*

qu'une radicalisation, grâce aux biotechnologies, des interventions médicales, physiques et rituelles sur le corps humain.

B) Le transhumanisme féministe chez Natasha Vita-More. Étude de *Substrate Autonomous Person*

Pour débiter le chapitre sur « le corps en tant que matériau », dans son livre *Histoire matérielle et immatérielle de l'art moderne & contemporain*¹, Florence de Mèredieu² nous propose une citation de Nietzsche³:

« L'homme n'est plus artiste, il est devenu œuvre d'art (...). Ici se pétrit l'argile la plus noble, se sculpte le marbre le plus précieux : l'homme lui-même ... »⁴.

C'est avec un mouvement précurseur comme Gutai, dont les artistes Saburo Murakami et Akira Kanayama sont des représentants, des artistes comme Yves Klein, Piero Manzoni ou Gina Pane, que l'utilisation du corps dans l'art a émergé vers les années 1960. Le Body art semblait le mieux correspondre au propos du philosophe allemand, jusqu'à ce que le Bio art vienne rebattre les cartes de l'art actuel, au début du XXI^e siècle. Mais revenons en arrière. Gutai est un mouvement d'avant-garde japonais dont la première exposition a eu lieu en 1954. En trois années, les artistes de ce mouvement ont expérimenté des formes d'art qui prendront, plus tard, le nom de happening, d'installation et de Body art. C'est l'artiste Yoshihara Jiro⁵ qui, en 1954, fonda l'association Gutai, dans la ville de Ashiya, tout près d'Osaka. C'est dans cet encadrement que, de plus jeunes artistes, feront leurs premières créations en relation avec l'art de l'Occident, sans perdre pour autant la filiation avec les traditions culturelles japonaises. L'art abstrait sera une des pratiques les plus développées au début de Gutai. Jackson Pollock⁶, Henri

¹Florence de Mèredieu, *Histoire matérielle et immatérielle de l'art moderne & contemporain*, Paris, Larousse, 1994- 2011.

²Florence de Mèredieu (1944), est théoricienne de l'art moderne et contemporain. Professeure à Paris-1 Panthéon-Sorbonne en philosophie.

³Friedrich Wilhelm Nietzsche (1844-1900), philosophe allemand, penseur du nihilisme, il a également théorisé la volonté de puissance et la transmutation de toutes les valeurs.

⁴Friedrich Wilhelm Nietzsche, *La Naissance de la tragédie*, 1872, trad. par Angèle Kremer-Marietti, Le Livre de Poche, Librairie Générale Française, 1994, édition 05 - février 2008, pas de numéro de page.

⁵Yoshihara Jiro (1905-1972) est un artiste japonais. Il est le fondateur du collectif d'artiste Gutai. Théoricien et écrivain, grâce à ses relations artistiques internationales, il a fait connaître l'avant-garde japonaise à travers le monde.

⁶Jackson Pollock (1912-1956), peintre états-unien. Figure emblématique de l'expressionnisme abstrait, il inventa la technique du dripping en projetant de la peinture sur une toile à même le sol.

Mathieu¹, et bien d'autres artistes occidentaux de l'expressionnisme abstrait, seront des exemples pour ce collectif d'artistes. Yoshihara Jiro en est le fondateur et théoricien. Ce sont des personnalités comme Michel Tapié² ou l'artiste Allan Kaprow³ qui assureront la réputation internationale du collectif japonais. Allan Kaprow, dans son livre *Assemblage, Environnements and happenings*⁴, va reconnaître la dimension précurseuse des actions de Gutai. La fin de Gutai est située en 1972 après la mort de son fondateur. En 1956, à Tokyo, l'artiste Saburo Murakami⁵, lors de la seconde exposition d'art Gutai, utilise son corps comme projectile pour traverser une vingtaine de châssis couverts de papier dans sa série d'actions *Paper-Breaking*. Cet acte de dépassement des cadres, de destruction des surfaces, dans le sens du mouvement « Support-Surface » français, est d'une certaine violence. Il demande un effort physique répété ; le corps et l'installation sont mis en relation dans une pénétration, métaphore de l'acte sexuel et de la naissance. Murakami écrit en 1957 : « Les artistes de Gutai aspiraient à créer une nouvelle peinture. » Il recommandait de jeter le cadre, de se décoller, de passer d'un temps immobile à un temps vécu.⁶ L'artiste Akira Kanayama⁷, en 1957, réalise une performance à l'aide d'un engin téléguidé. Ce petit véhicule sur roulette est propulsé par un moteur électrique. Il supporte un récipient dans lequel le peintre verse de l'encre ou de la peinture. La toile est placée au sol, comme dans *l'Action Painting* de Jackson Pollock. L'action-peinture débute par la création de lignes peintes de manière aléatoire grâce à l'engin électrique. Ensuite, l'artiste finalise l'œuvre avec des pinceaux.

En Europe, Yves Klein change lui aussi les rapports du corps à la peinture en imaginant « la technique des pinceaux vivants ». Grand voyageur, il a fait des séjours en Irlande, en Espagne et au Japon entre 1948 et 1953. Parallèlement à ses travaux d'artiste, Yves Klein a mené une carrière de judoka. On peut ainsi parler d'influence orientale chez l'artiste puisqu'il publie en 1954 les livres *Yves peintures*, en Espagne, et *Les fondements du judo*, à Paris. En 1955, il présente ses tableaux monochromes, et en 1957, il invente *l'International Klein Blue*. Ses recherches le poussent à dépasser les définitions classiques de l'art. Il questionne l'espace de l'art ainsi que l'espace public en exposant le vide ou en illuminant l'Obélisque de la place

¹Georges Mathieu (1921-2012), peintre français. Membre du mouvement de l'abstraction lyrique.

²Michel Tapié de Céleyran (1909-1987), critique d'art français d'influence internationale. Il fut artiste et musicien et il inventa le concept d'art informel.

³Allan Kaprow (1927-2006), peintre états-unien. Il fait partie du mouvement du Pop art.

⁴Kaprow Allan, *Assemblage, Environnements and happenings*, New York, Harry N. Abrams, 1966

⁵Saburo Murakami (1925-1996) est un artiste japonais. Il fut membre du collectif japonais Gutai et l'un des précurseurs de la performance.

⁶Murakami Saburo, *Gutai bijutsu ni tsuite*, Gutai 7, 1957, pas de numéro de page.

⁷Akira Kanayama (1924-2006), artiste moderne japonais membre du collectif Gutai. Il est connu pour sa peinture abstraite réalisée avec un véhicule téléguidé. Il est aussi l'un des précurseurs de la performance.

de la Concorde. La *Sculpture aérostatique* est sa première performance qu'il met en scène la même année : c'est un lâcher de 1001 ballons bleu Klein. Les œuvres d'Yves Klein¹ les plus connues sont sans nul doute les anthropométries. Ce terme fut inventé par le critique d'art Pierre Restany² qui cherchait à expliquer ce que Yves Klein nommait « la technique des pinceaux vivants ». Les modèles sont perçus comme des « pinceaux vivants » par l'artiste. Il souhaite faire disparaître l'illusion de la troisième dimension au profit de la présence du modèle, du vivant. Les anthropométries de l'époque bleue, sont réalisées en public, lors d'événements médiatisés. Il s'agit bien de performances durant lesquelles les corps des modèles sont badigeonnés de peinture, puis sont plaqués contre des supports picturaux positionnés à la verticale. Les corps livrent leurs empreintes, laissent leur figure. La trace prend des résonances de suaire (sans les connotations religieuses). La tache glisse vers le signe, l'idéogramme. Pierre Restany pour le Centre Pompidou décrit l'œuvre globale de Yves Klein en ces termes :

« L'œuvre d'Yves Klein révèle une conception nouvelle de la fonction de l'artiste. Celui-ci n'est jamais à proprement parler l'auteur d'une œuvre, puisque, selon Klein, la beauté existe déjà, à l'état invisible. Sa tâche consiste à la saisir partout où elle est, dans l'air, dans la matière ou à la surface du corps de ses modèles, pour la faire voir aux autres hommes »³.

Les anthropométries sont comme la photographie : un moyen de capturer l'image du monde sur une plaque sensible. Ici la peinture sert à impressionner l'événement, à faire émerger une sensibilité nouvelle. L'artiste italien Piero Manzoni⁴ a largement contribué à interroger et a renouvelé la nature de l'objet d'art. Il fut influencé par les idées de Yves Klein et de Marcel Duchamp. Les matériaux inusités par le champ artistique de l'époque, avaient sa préférence ; ainsi la fourrure ou des excréments humains furent des médiums dont il fit usage. L'œuvre *Merde d'artiste* de 1961 où il met dans 90 boîtes de conserves ses propres matières fécales, est l'une des plus connues. A Rome, un peu plus tôt la même année, Piero Manzoni signe des corps nus de jeunes femmes qu'il fait monter sur des *socles magiques*, à la galerie La Tartaruga. L'artiste accompagne de certificats d'authenticité, ses modèles signées, nommées *Sculptures vivantes*. Radicalisant les propos de Marcel Duchamp, l'artiste, par cet énoncé performatif, transforme en œuvre d'art tout ce qu'il signe ou fait monter sur un socle. C'est en s'installant

¹Yves Klein (1928-1962), artiste français, il est l'un des artistes les plus influents de l'avant-garde française. Pratiquant du Judo à un niveau mondial, il inventa la technique des anthropométries.

²Pierre Restany (1930-2003), historien et critique d'art français. Il est l'auteur de la théorie du « nouveau réalisme » qui a vu le jour en 1960.

³Yves Klein, Paragraphe 1, http://mediation.centrepompidou.fr/education/ressources/ENS-yves_klein/ENS-Yves_Klein.htm

⁴Piero Manzoni (1933-1963), artiste italien. Pionnier de l'art conceptuel, il fit partie du mouvement Arte Povera défendu par le critique d'art Germano Celant.

lui-même ainsi que son socle dans un lieu de validation artistique qu'il produit cette transformation *substantielle de la réalité*. Un peu plus tard, dans les années 1960, avec Gina Pane¹, nous rentrons clairement dans ce que l'on qualifie d'art corporel ou body art. Entre 1962 et 1967, l'artiste française, s'est d'abord consacrée à la peinture géométrique dans un style proche d'artistes comme Bruce Nauman² ou Robert Morris³. Puis c'est à la sculpture et à l'installation que Gina Pane s'est intéressée. Très tôt la relation à la nature a été un des moteurs de sa création. Sa relation avec l'environnement est interrogée dans sa série de performances réalisées entre 1968 et 1970. Il s'agit des performances : *Pierres déplacées*, *Terre protégée* et *Enfoncement d'un rayon de soleil*. Dans ces deux premières actions, l'artiste déplaçait des petites pierres, de l'ombre à la lumière. Plus tard, son propre corps est questionné dans la série de performances réalisées en public à partir de 1970. *Action Escalade non-anesthésié, 26 juin 1971* est une des premières performances réalisées dans un espace clos dans l'atelier. Durant l'action, l'artiste recherche à établir un échange non verbal avec le public. La performance est réalisée dans le silence ; c'est le corps qui devient médium. Les performances comme *Azionne sentimentale*, sont particulièrement impressionnantes par leur radicalité et la douleur que l'artiste supporte. Le Frac des Pays de Loire, sous la plume du commissaire d'exposition Jean de Loisy, explique cette action :

« Devant un public, au premier rang exclusivement féminin, l'artiste répète deux fois la même séquence avec, pour accessoires, un bouquet de roses rouges, puis un bouquet de roses blanches. Passant progressivement de la station debout à la position fœtale, elle exécute d'abord un mouvement de va-et-vient avec le bouquet, avant de se mettre les épines d'une rose dans le bras et de pratiquer une incision avec une lame de rasoir dans la paume de sa main. Son bras se transforme alors en rose, la blessure évoquant les pétales et l'avant-bras représentant la tige de la fleur »⁴.

Gina Pane se blesse, se pique, se coupe avec différents outils comme des rasoirs ou des épines. Elle dit ne jamais vouloir se mutiler : « Je me blesse mais ne me mutile jamais. (...) La blessure ? Identifier, Inscrire et repérer un certain malaise, elle est au centre »⁵. L'artiste, à travers ses actions violentes et parfois féministes, cherche la rencontre avec l'Autre. Elle réalise une critique sociétale. Après l'action, elle présente de la documentation dans les lieux d'exposition, sous forme de story-board, de photographies, de textes, de documents sonores,

¹Gina Pane (1939-1990), artiste française. Elle est connue pour ses performances impliquant son propre corps

²Bruce Nauman (1941), artiste contemporain états-unien. Sculpteur et vidéaste de renommée mondiale.

³Robert Clarke Morris (1931-2018), artiste états-unien. Sculpteur et écrivain. Principal représentant du mouvement minimaliste, il a également pratiqué le Land art et l'installation.

⁴Jean de Loisy, commissaire d'exposition, http://fracdespaysdelaloire.com/public/pdf/peda_gina_pane.pdf

⁵Gina Pane. Terre-Artiste-Ciel Archive, sur www.centrepompidou.fr, 2005.

qu'elle nomme « constat », généralement du même nom que la performance. Vers la fin des années 1970, l'artiste crée une nouvelle série d'installations nommées *Les Partitions*. Des photographies, des formes découpées, des objets, des dessins ou des peintures, sont posés sur une barre ou un support vertical ; ensuite l'artiste juxtapose plusieurs de ces groupes pour produire un ensemble constituant une partition. Le spectateur, par le biais d'une lecture aléatoire et personnelle, déchiffre et reconstitue sa propre partition. Dans ses œuvres, la blessure devient symbolique et le corps est représenté par des matériaux comme le fer, le cuivre, le verre ou le bois. Dans la série, *Les partitions*, elle réintègre des éléments de documentation qui concernent ses performances antérieures. Elle y additionne des objets à caractère religieux comme des icônes ou d'autres objets rituels ou des citations de l'histoire de l'art.

Gina Pane et Natasha Vita-More ont un parcours artistique assez proche. De dix ans sa cadette, Natasha Vita-More a débuté sa carrière par la peinture également ; puis la sculpture et la performance. Leurs vies ont brutalement changé vers la cinquantaine : un cancer pour l'artiste française se traduira par sa mort prématurée. Un grave accident pour l'artiste états-unienne la fera changer radicalement d'orientation artistique en la poussant à devenir designer et scientifique. Nous reviendrons sur les relations entre ces deux artistes, dans la sous-partie traitant de la démarche de Natasha Vita-More. Pour l'heure revenons sur les différentes manipulations possibles du vivant.

1) De l'art au design ou de l'émotion à la fonction

a) Le corps à l'œuvre. NBIC¹ et transhumanisme

Concernant les manipulations du vivant, il est clair que l'homme a toujours agi sur son environnement. François Képes² dans son article « Manipuler le Vivant »³, dans la revue *Stream 04*, nous confirme que, depuis 100 000 ans, l'agriculture et l'élevage sont les premiers domaines où son action a eu lieu. C'est en opérant des croisements puis des mutations à partir de 1920 que les premières modifications ont vu le jour. Assez aléatoires, ces techniques ne

¹Mihail C. Roco and William Sims, « Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information technology and cognitive science », Bainbridge, National Science Foundation, 2002.

²François Képes, est un biologiste cellulaire français. Directeur de recherches au CNRS, il poursuit des travaux sur la supra-organisation des génomes.

³François Képes, « Manipuler le Vivant », in *Stream 4, Les paradoxes du vivant*, Paris, PCA Edition, 2018

permettent pas de garantir les résultats souhaités. C'est à partir de 1973, qu'il a été possible de changer l'expression d'un gène : dans un premier temps il a fallu comprendre les processus de stockage et de lecture des informations inscrites dans les gènes, puis les procédures de fabrication des molécules encodant ces informations. C'est à partir de ce moment que l'homme a pu intervenir et modifier la production de gènes. La transgénèse se décline en plusieurs phases. La première consiste à repérer le gène qui a des qualités particulières : le gène d'intérêt, que l'on souhaite transférer à l'organisme génétiquement modifié. La seconde étape est la fabrication du transgène : c'est-à-dire d'une suite de molécules, une séquence nucléotidique. Cette suite de molécules est organisée de la façon suivante : une séquence promotrice qui est un morceau de l'ADN situé devant le gène et qui va permettre la transcription (de l'ADN en ARN), la séquence codant le gène d'intérêt, et le terminateur de transcription. La troisième étape est l'introduction du transgène dans le génome de l'organisme cible. Elle se fait parfois grâce à l'aide d'un vecteur : en général, des plasmides (molécule d'ADN, différent de l'ADN chromosomique). La quatrième phase caractérise la transformation de l'organisme que l'on veut modifier : L'ADN du transgène est intégré dans les cellules de l'organisme cible. La dernière étape consiste à sélectionner les cellules transformées (en éliminant par exemple les cellules qui n'ont pas été modifiées par un antibiotique).

Avec la transgénèse il a été possible d'introduire un gène étranger dans un organisme ; ce qui a donné des organismes génétiquement modifiés. Depuis 1920, notre nourriture est manipulée génétiquement. Avec les biotechnologies, les modifications sont juste devenues plus précises ces dernières décennies. François Képés rappelle que les manipulations génétiques sont devenues indispensables à l'industrie agro-alimentaire, à l'industrie de la santé, de l'environnement et des cosmétiques. Certains plastiques et métaux rares peuvent être produits par le biais d'organismes vivants génétiquement modifiés. La production à grande échelle de ces nouvelles matières, est appelée bioéconomie. A la différence de la biologie des systèmes qui a pour but d'observer, d'analyser et d'expliquer les phénomènes biologiques, la biologie de synthèse utilise ces principes pour agir et manipuler le vivant. Finalement, la biologie des systèmes cherche à comprendre, tandis que la biologie de synthèse utilise et exploite le vivant. La domestication et la négociation sont les processus au cœur de la biologie de synthèse. L'auteur prend l'exemple de la production laitière. Pour avoir du lait, il est nécessaire d'avoir une vache que l'on nourrit et qui a un veau. Ce sont ces contraintes naturelles qui sont imposées par l'organisme bovin. C'est identique concernant les micro-organismes. La biologie de synthèse peut être comparée à du dressage, car il s'agit de prendre soin des nouveaux organismes créés ou modifiés ; de leur apprendre à produire certaines matières. Pour cela, il est

nécessaire de les placer dans des conditions optimales. On voit donc qu'il s'agit plutôt de coopération que d'asservissement.

Concernant la manipulation du vivant les critiques se concentrent sur la méthode de construction des organismes. Pour François Képés, la véritable question est, concernant ces organismes génétiquement modifiés, de savoir quel en est l'usage ; aussi ce que ces organismes vont apporter à l'humanité. Comme nous l'avons vu, certains OGM sont largement bénéfiques pour l'homme, et l'exemple de l'insuline, qui est produite majoritairement par des OGM depuis 1982, est là pour le démontrer.

La biologie de synthèse fait partie des biotechnologies qui font elles-mêmes parties des NBIC : les Nanotechnologies, les Biotechnologies, l'Informatique et la Cognitive. Un rapport sur les NBIC fut rendu public aux États-Unis en juin 2002. Il porte le nom de « Converging Technologies for Improving Human Performance : Nanotechnology, Biotechnology, Information technology and cognitive science ». Ce texte réalise l'état des lieux concernant les quatre technologies les plus susceptibles de modifier en profondeur le futur de l'humanité. Dans cet épais dossier de plus de 450 pages, une cinquantaine d'experts donnent leur vision de l'avenir de notre civilisation. Le rapport fait mention de différentes techniques du futur, comme la communication entre humains grâce à l'interconnexion des cerveaux ; l'analyse de l'environnement et de notre intériorité grâce à des capteurs ; la santé et le ralentissement du vieillissement avec l'aide des nanorobots ; le contrôle des machines par la pensée ou l'arrivée de robots intelligents et domestiques. Les prothèses bioniques, l'amélioration des performances intellectuelles et physiques, la maîtrise des cellules et de la santé humaine, la traduction automatisée en temps réel, les domaines militaires et les soldats et les armes du futur, sont les six axes qui ont été explorés par ce rapport. La nanotechnologie regroupe les techniques qui opèrent au niveau atomique et moléculaire. Elle bénéficiait de budgets de recherches de plus de 600 millions de dollar en 2002, de 989 millions en 2004 pour la seule recherche états-unienne. Cette somme est passée à 10,7 milliards pour la recherche mondiale en 2006. C'est l'informatique, les nouveaux matériaux ainsi que les sciences du vivant qui sont actuellement les domaines les plus en vue et qui concentrent les recherches. Les industries de la micro-électronique ainsi que celle des cosmétiques utilisent pleinement ces technologies.

La biotechnologie, en 2002, concernait l'ingénierie génétique ainsi que le clonage. Il consiste à introduire le noyau d'une cellule adulte dans un ovule non fécondé. Il s'agit ensuite de reprogrammer le noyau transféré pour qu'il retourne à l'état embryonnaire. Après que la brebis Dolly soit clonée en 1996, les tests sur les humains ont été infructueux jusqu'en 2014 où les premières cellules humaines furent clonées avec succès par l'équipe états-unienne du

professeur Shoukrat Mitalipov de l'Université de la Santé et des sciences de l'Oregon. Le clonage reproductif et le clonage thérapeutique sont deux techniques dont les applications posent le plus de questions éthiques et morales. Le clonage reproductif est considéré comme une forme d'eugénisme. La technique des *cellules souches pluripotentes induites*, a remplacé la technique du clonage dans de nombreux laboratoires de recherches. En 2006 le savant Shinya Yamanaka a découvert les cellules IPS en apportant un mélange particulier à des cellules adultes. Le résultat est que celles-ci produisent des cellules souches embryonnaires sans avoir recours à des donneuses d'ovocytes. Le savant japonais a reçu le prix Nobel 2012 pour ses recherches. La transgénèse est une des techniques biologiques que nous avons décrites un peu plus haut. La difficulté de celle-ci est la nécessité d'identifier et de cloner le gène d'intérêt et d'en faire la synthèse in vitro. Par contre elle a pour avantages, sur les autres techniques classiques de manipulation du vivant, d'être rapide, de transmettre uniquement le caractère intéressant à l'organisme cible. Elle permet de réaliser des croisements multiples en une seule séquence. Les cultures cellulaires, d'organes ou de tissus sont des techniques relativement simples où l'on maintient, hors de l'organisme (animal ou humain) des cellules, des organes ou des tissus en les faisant se développer de manière artificielle. Les cellules sont, soit récupérées par prélèvements, soit synthétisées. Les prélèvements correspondent à des méthodes de dissection (Carrel, Jensen, mécanique) qui consistent à prendre un tissu puis à le découper en petits fragments de 1mm³ à 4mm³. Il suffit ensuite de le placer dans un milieu nutritif à l'intérieur d'un récipient. Les cellules vont se multiplier en se déplaçant d'un fragment à l'autre. Pour obtenir des cellules, il existe une autre méthode appelée la digestion enzymatique. Elle fut inventée en 1952 par le savant Aron Moscona¹. Il inventa la culture cellulaire grâce à la méthode de trypsinisation². Il s'agit en fait de plonger des tissus d'œuf (de poule) dans une solution de trypsine. Le résultat est une série de cellules isolées ou des amas cellulaires dont la propriété est de réaliser sa multiplication in vitro. Le milieu nutritif est généralement du sérum, de l'eau et du sel. Les méthodes de culture proprement dites sont, soit la culture stationnaire (ou monocouche), soit la culture en suspension. Dans la première méthode, un support est nécessaire ; il peut être en verre ou en plastique. Pour le plastique, il est nécessaire de le recouvrir d'un support physiologique comme du collagène de fibronectine. Dans des boîtes micropuits ou sur des microporteurs (microbilles en plastique), les cellules sont disposées. L'ensemble est ensuite mis dans des récipients auxquels on imprime une agitation calme et

¹Aron Moscona (1921-2009) est un biologiste états-unien. Ses travaux ont porté sur le développement embryonnaire et les méthodes de culture cellulaire.

²Trypsinisation : utilisation de la trypsine pour réaliser une dissociation cellulaire.

régulière. La seconde méthode, celle de la culture en suspension, est inventée en 1933 par George Gey¹. Le biologiste réussit la culture de cellules grâce à un dispositif faisant tourner à grande vitesse des tubes à essais en verre. La conservation des cellules pour de longues durées, se fait par cryoconservation, c'est-à-dire en plongeant les tubes de congélation contenant les cellules et un agent cryoprotecteur (glycérol ou du diméthyle sulfoxyde) dans de l'azote liquide à -180°C, tandis que les courtes durées se passent à -20°C. Ce sont ces méthodes que les artistes de SymbioticA et Joaquin Fargas utilisent dans leurs démarches. Le séquençage génétique qui a révolutionné la biologie moléculaire dans les années 1970, fait partie de ces biotechnologies. Les biologistes Watson et Crick sont à l'origine de la découverte de la molécule d'ADN en 1953. Cette molécule ou génome, contenue dans chacune des cellules, permet l'expression des informations contenues dans les gènes. L'ADN est une suite de bases Adénine, Cytosine, Guanine, Thymine (A, C, G, T). La séquence consiste à déterminer la succession de ses bases. Il existe différentes méthodes de séquençage ; la première réalisée est celle de Maxam et Gilbert² qui utilise les propriétés chimiques des nucléotides. Un nucléotide est construit sur une base azotée, par un sucre et un certain nombre de phosphates : c'est l'unité de construction des acides nucléiques. La méthode de Sanger est actuellement la plus répandue, bien qu'il y en est d'autres comme le séquençage par synthèse³ ou par nanopore⁴. Ces méthodes sont basées sur l'utilisation de composants biologiques qui se trouvent dans les cellules. Les éléments biologiques nécessaires pour un séquençage sont l'ADN de l'organisme vivant. Comme celui-ci est en double hélice, il s'agit, dans un premier temps de le dissocier et de ne garder que le brin *matrice* (celui qui est utilisé pour réaliser la transcription de l'ADN). Il y a les briques de l'ADN que sont les nucléotides également dénommés désoxynucléotides, qui sont attachés les uns aux autres par des liaisons chimiques (comportant une molécule OH). Il y a des nucléotides privés de leurs molécules OH, les didésoxynucléotides, qui interrompent la création de l'ADN. Un brin d'ADN d'une vingtaine de nucléotides en constitue l'amorce et a pour fonction de s'hybrider à une autre séquence complémentaire. Enfin une enzyme ou ADN polymérase a pour mission de copier l'ADN et de produire le brin complémentaire, au brin matrice. C'est grâce à

¹George Otto Gey (1899-1970), biologiste cellulaire états-unien. Il est le précurseur de la multiplication cellulaire in vitro nommée HeLa. Ses recherches ont été réalisées en collaboration avec sa femme Margaret Gey à l'hôpital Johns Hopkins.

² Le séquençage Maxam et Gilbert est une technique nécessitant des réactifs chimiques toxiques ; elle limite la taille des fragments d'ADN analysable.

³Séquençage par synthèse : il s'agit de techniques de séquençage « nouvelle génération » : Illumina, Roche 454, Ion torrent : Proton/PGM. On utilise l'amplification clonale et de PCR. Cela permet de détecter les bases d'ADN en même temps.

⁴Séquençage par nanopore : méthode datant de 1995, qui permet de connaître dans quel ordre des nucléotides sont disposés grâce à un champ électrique à travers une membrane.

l'amorce, que l'ADN polymérase peut ajouter la bonne succession de nucléotides en partant du fait que toujours un « A » est mis en face d'un « T » et qu'un « C » est mis en face d'un « G ». Concernant la réalisation du séquençage, la première étape se passe au niveau du tube à essai où tous les éléments sont concentrés. On utilise les différentes propriétés de l'ADN polymérase, (la copie et l'interruption de la séquence d'ADN en cas de présence d'un didésoxynucléotide) et on marque, grâce à des fluorochromes, chaque didésoxynucléotide d'une couleur spécifique : le « A » en vert, le « C » en bleu, le « G » en jaune et le « T » en rouge. Nous pouvons savoir par quoi se termine une chaîne ; si elle se termine par « A », par exemple, elle sera verte. Les chaînes ont, soit des tailles identiques et se terminent par un même didésoxynucléotide, ou sont différentes. C'est grâce à la combinaison d'un gel d'acrylamide avec un léger courant électrique qu'il est possible de séparer et de ranger les chaînes ADN selon leur taille. Les chaînes courtes (et légères) vont loin, de la source électrique tandis que les autres trouvent leur distance en fonction de leur longueur. Au final, il est produit une suite de bandes colorées dépendant de la couleur du didésoxynucléotide de fin de chaîne, dont il suffit de lire la succession pour connaître celle des bases ; ce qui correspond à la séquence de l'ADN.

Dans les NTIC, l'informatique vient en troisième position. Elle regroupe l'électronique, les télécommunications, la robotique et l'intelligence artificielle. L'une des pistes les plus prometteuses est l'ordinateur quantique. Issus de recherches datant d'une trentaine d'années, les ordinateurs quantiques voient leur application concrète depuis 5 ans. Ils utilisent les propriétés de la physique des particules et de la mécanique quantique : soit la superposition et l'intrication quantique, pour créer des systèmes de calculs qui sont exponentiellement plus puissants que les ordinateurs classiques. Contrairement aux ordinateurs classiques qui utilisent une suite de 1 et de 0, les ordinateurs quantiques utilisent le qubit. Il s'agit d'une superposition de 0 et de 1. Lorsque l'on ajoute un qubit à un système comportant un qubit, cela augmente sa puissance par deux. Avec ce type d'ordinateur les calculs se font en parallèle et sont répétés plusieurs fois. Cela donne des résultats probabilistes qui ont ensuite besoin d'être validés par des statistiques (le pourcentage de chance que cela soit le bon résultat).

Pour finir les sciences cognitives ont comme objectifs la compréhension du fonctionnement du cerveau humain. La philosophie, la linguistique, l'anthropologie, les neurosciences, l'intelligence artificielle et la psychologie font partie des six disciplines scientifiques qui constituent les sciences cognitives. Ces dernières cherchent à analyser puis à modéliser des phénomènes comme le raisonnement, le langage, la mémoire, l'attention, la perception, l'intelligence, les émotions et la conscience. Nées aux Etats-Unis en 1950, dans le cadre de recherches sur l'intelligence artificielle, les sciences cognitives sont à la jonction de

l'intelligence naturelle et artificielle. La recherche fondamentale est dite science de la cognition tandis que l'ingénierie de la connaissance est nommée la cognitique.

Les NBIC, en 2002, selon les rédacteurs du rapport, sont les quatre pistes qui vont apporter des solutions et proposer une vision plus claire de la vie. Les auteurs considéraient aussi que l'humanité est à la veille d'un âge d'or, à un tournant de son histoire. Les NBIC se complètent mutuellement et des applications concrètes ainsi que des recherches transdisciplinaires ont lieu. Les nanotechnologies permettent la production de nouveaux types de circuits électroniques. L'ordinateur quantique et les supercalculateurs permettent d'envisager des modélisations de certaines fonctions cérébrales. L'électronique et la biologie trouvent des passerelles entre elles et aboutissent à des prothèses commandées directement par le système nerveux des patients. Les auteurs désignent cela par la connexité des sciences et des technologies entre elles. Partant de ces constats, ils proposaient un changement dans les modes d'enseignement, la fin de la spécialisation des savoirs et imaginaient une « nouvelle renaissance » avec l'unification et même la modification de la notion de science. Pour ces auteurs, la science doit se placer au centre de l'organisation future de la société et doit montrer de nouvelles voix dans toutes les activités scientifiques, techniques et sociétales majeures.

L'augmentation de l'humain (dans le sens post-humaniste) ne pose pas que des questions techniques ou scientifiques et les dimensions éthiques et morales sont oubliées dans ce rapport. De nos jours, la question du clonage reproductif pose toujours problème et les États ont des positions contradictoires vis-à-vis des NBIC. Ces nouvelles techniques et sciences touchent au plus humain chez l'humain ; à savoir ses capacités physiques et intellectuelles, son intimité, son histoire. Les questions éthiques et politiques sont explosives à tel point qu'elles peuvent réellement causer des face à face violents entre bioconservateurs et transhumanistes ; comme ce fut le cas pour les mères porteuses ou les OGM. La réflexion et la discussion doivent être posées avec sérieux. Après que le terme d'eugénisme ne soit devenu très négatif avec les camps d'extermination nazis et la Shoa, le terme « transhumaniste » a été inventé par Julian Huxley en 1957, le frère de l'auteur du *Meilleur des mondes*, Aldous Huxley. Les idées transhumanistes ont été présentées pour la première fois à la New School of Social Research de New York, par l'auteur FM Esfandiary dit FM-2030¹, dans les années 1960. C'est en Californie que, plus tard, au début des années 1990, ces idées ont commencé à se diffuser grâce aux travaux de FM-2030, de Max More et du « Manifeste du transhumaniste » écrit par Vita-More en 1983, ainsi que de

¹ Fereidoun M Esfandiary dit FM-2030 (1930-2000), philosophe iranien. Il est l'auteur de *Are you a Transhuman?* Il est une figure majeure du transhumanisme avec Max More et Natasha Vita-More.

nombreux autres artistes, philosophes et auteurs. Le mouvement transhumaniste a été fondé en 1998 par Nick Bostrom¹, un philosophe travaillant à l'université de Yale en Angleterre. L'Association Mondiale de Transhumanisme (WTA) regroupe des scientifiques, des philosophes des sociologues européens pour la plupart. La WTA dit :

« Considérant qu'il est possible et souhaitable d'améliorer les capacités humaines d'un point de vue intellectuel, physique ou psychologique, tout en luttant contre le processus de vieillissement, les possibilités et les dangers de l'utilisation de la science et de la technologie pour surpasser les limites humaines »².

Nick Bostrom pose le transhumanisme à l'intérieur de la science avec des critères universitaire ; à la différence des travaux des futurologues états-uniens dont Raymond Kurzweil est un des représentants les plus connus. Le philosophe suédois par son positionnement éthique et politique a intéressé plusieurs auteurs européens et français dont Jean-Michel Besnier³. En effet, le transhumanisme est peu connu en Europe et encore moins en France. L'image de ce mouvement sur le vieux continent est plutôt exotique, ou encore associée au scientisme, ou pire, à des sectes comme les Raéliens. Nick Bostrom en affirmant la dimension morale et éthique du transhumanisme, équilibre la vision plutôt technicienne de ses homologues états-uniens. L'Institut d'Éthique pour les Technologies Emergentes, the *Future of Humanity Institut*, qu'il a créé en 2004, a pour objectifs d'étudier trois champs. Le premier champ concerne les transformations de l'humain à travers une approche pratique et pluridisciplinaire comme l'éthique ; aussi la politique contribuant à l'augmentation de l'homme. Le second champ cherche à éviter les catastrophes globales et politiques. Le dernier champ se focalise sur l'avenir de la vie intelligente, sa définition et les apports de nanotechnologies et de l'intelligence artificielle. Pour Nick Bostrom :

« Le cœur de la philosophie transhumaniste est l'idée simple que nous pourrions vivre des vies meilleures par l'utilisation raisonnée des technologies afin d'étendre nos capacités biologiques et notre durée de vie. Le transhumanisme promeut une façon éthique de donner aux gens la possibilité de vivre des existences enrichies par les technologies émergentes »⁴.

¹Nick Bostrom (1973) est un philosophe suédois. Il a créé avec David Pearce la World Transhumanist Association en 1998, puis en 2004, l'institut d'éthique pour les technologies émergentes

²« Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information technology and cognitive science », edited by Mihail C. Roco and William Sims Bainbridge, National Science Foundation, 2002

³Jean-Michel Besnier (1950) est un philosophe français. Professeur des universités en philosophie des technologies d'information et de communication.

⁴Jean-Paul Baquiast, *Entretien avec un transhumaniste*, iatranshumanisme.com. 2006

Le futurologue Raymond Kurzweil est connu pour son livre *Humanité 2.0. La bible du changement* qu'il a publié en 2005. Il y décrit la « Singularité technologique », qui pourrait naître de la convergence des NBIC. Pour l'auteur, nous entrons dans une nouvelle ère où la définition de l'humain va être complètement bouleversée grâce à la rencontre entre le développement de nos capacités physique et cérébrale et la fusion avec les machines. L'espèce humaine va se libérer de sa base génétique ; elle va être améliorée, augmentée, grâce aux technologies. De nos jours, on parle plutôt de *Human Enhancement* pour décrire l'amélioration des capacités émotionnelles, physiques, et cérébrales des êtres humains. Dans leur essai *L'humain augmenté, un enjeu social*¹, Nicolas Le Dévédec² et Fany Guis³ font le point sur les enjeux des technosciences, la bioéthique et sur la confrontation entre bioconservateurs et transhumanistes. Appelé parfois « anti-mélioristes » ou « bioluddistes », les bioconservateurs rejettent les technologies qui n'auraient pas d'autre but que thérapeutiques, c'est-à-dire le rétablissement de la santé d'un individu ou la réparation d'un handicap. Les critiques de l'augmentation humaine les plus connus sont le politologue Francis Fukuyama, les philosophes Leon Kass et Michael Sandel et l'environnementaliste Bill McKibben. Le professeur Francis Fukuyama, dit, en déclarant que le transhumanisme est l'idée la plus dangereuse du monde :

« Cela est fondamental, dirai-je, parce que la nature humaine existe, qu'elle est un concept signifiant et qu'elle a fourni une base conceptuelle solide à nos expériences en tant qu'espèces. Conjointement avec la religion, elle est ce qui définit nos valeurs les plus fondamentales »⁴.

Il est intéressant de noter que, prenant comme exemple les combats pour la défense des droits de l'environnement, Francis Fukuyama souhaite que ces droits et protections soient étendus à l'humain en sa qualité d'organisme vivant naturel. Le politologue désire protéger l'intégrité, la dignité et la nature particulière de l'être humain :

« Le mouvement écologiste nous a appris l'humilité et le respect de l'intégrité de la nature non humaine. Nous avons besoin d'une humilité similaire concernant notre nature humaine. Si nous ne la développons pas bientôt, nous pourrions sans le vouloir, inviter les transhumanistes à dégrader l'humanité avec leurs bulldozers génétiques et leurs centres commerciaux psychotropes »⁵.

¹Nicolas Le Dévédec et Fany Guis, *l'humain augmenté, un enjeu social*, SociologieS [En ligne], premiers textes, mis en ligne le 19 novembre 2013.

²Nicolas Le Dévédec est professeur à l'Université HEC Montréal sur les sujets comme l'humain augmenté et le transhumanisme, le biopouvoir, les technosciences et la biomédication.

³Fany Guis, est professeur de sociologie à l'Université de Montréal.

⁴ Fukuyama, *The world's most dangerous ideas : transhumanism2002*, p. 26 <https://www.au.dk/fukuyama/boger/essay/>,

⁵*Id.*, *ibid.*

Dans son ouvrage *The Case Against Perfection*, le philosophe Michael J. Sandel dénonce l'ambition transhumaniste de chercher à avoir un contrôle absolu sur la nature en général et la nature humaine en particulier. Michael J. Sandel pense que le principal danger de l'augmentation de l'homme se situe dans le contrôle, la maîtrise de ce dernier par des groupes ou des personnes (à des fins personnelles). Cette même volonté de maîtrise, oublie le caractère de dons que sont les pouvoirs et les réalisations humaines. Un lobby anti transhumaniste s'est constitué très tôt, et le président George W. Bush a commandé un rapport au comité de bioéthique en 2011.

Au final, les bioconservateurs considèrent que l'augmentation est une atteinte à la « nature humaine » et à ses valeurs les plus fondamentales tandis que les bioprogressistes argumentent que c'est l'occasion pour l'humain de devenir l'artisan de sa propre évolution. Dès 1865, le physiologiste Claude Bernard, auteur du concept de « milieu intérieur » confie à propos du rôle que les sciences expérimentales ont à jouer concernant la maîtrise de l'homme vis-à-vis de la nature :

« L'homme devient un contremaître de la création, un inventeur de phénomènes ; et l'on ne saurait, sous ce rapport, assigner des limites à la puissance qu'il peut acquérir sur la nature, par les progrès futurs des sciences expérimentales »¹.

Nicolas Le Dévédec et Fany Guis démontrent que, actuellement, une position médiane est défendue par une nouvelle génération d'universitaires bioéthiciens, qui refusent le « acceptons tout » et le « rejetons tout ». Le nouveau rapport réalisé par Fritz Allhoff et son équipe pour le compte de la *National Science Fondation* sur les problématiques liées à l'homme augmenté et aux nanotechnologies datant de 2010, définit cette voie médiane entre le contrôle strict de ces techniques et la liberté individuelle.

a) Changer de statut, changer de corps

Dans une interview² réalisée en mars 2018, l'artiste Natasha Vita-More nous confiait combien la fragilité de sa nature humaine avait déterminé son parcours. Nous vous proposons de suivre son cheminement, entre arts design et science.

C'est à l'Université de Memphis en 1973 que Natasha Vita-More a obtenu sa licence en beaux-arts (*Bachelor in Fine Art*). Elle a présenté un mémoire sur *Le Mysticisme Navajo interprété dans les beaux-arts*. Ses pratiques plastiques furent la peinture et la sculpture. De ces années, l'artiste retient qu'elle a beaucoup dessiné en s'inspirant de Léonard de Vinci et a copié

¹Claude Bernard, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Baillière, 1865.djvu/40

²Henri Tauliaut, interview sonore enregistrer en mars 2018, voir annexe questionnaire p. 381

son travail. Elle a étudié l'anatomie, les structures corporelles, l'emplacement des muscles, le paysage et la perspective. Après avoir connu les techniques dans les moindres détails, elle a pu s'amuser en se les réappropriant. Un peu plus tard, elle s'est intéressée à l'abstraction et a produit une série de peintures proches de l'expressionnisme abstrait de Jackson Pollock. Découvrant que le peintre avait eu pour influence la culture Navajo, c'est ainsi qu'elle a décidé d'approfondir ce lien en réalisant un mémoire sur le mysticisme Navajo. Avant de partir en tant qu'auditrice libre en 1975 à l'académie des beaux-arts de Ravenne en Italie pour une formation en performance, l'artiste réalisa une série de sculptures et de performances dans le Colorado. Elle tailla dans la pierre rouge des formes anthropomorphiques ressemblant à son propre corps. La majorité de son travail performatif se passait dans l'environnement. Entre 1979 et 1980, elle fit une résidence d'artiste à l'Université du Colorado comme réalisatrice de film. A cette période, elle a véritablement découvert le monde de l'art contemporain. Elle confie :

« A cette époque il y avait beaucoup de vidéastes, de performeurs, d'installations. Stelarc avait commencé à se suspendre avec des cales. Il y avait beaucoup de choses qui se passaient dans le monde de l'art, quand je me suis rendu compte de ce que je faisais. Les artistes en vidéo par exemple, étaient très forts dans les années 1980, en passant par de la vidéo dans le ciel, des installations, etc. Je me suis demandé ce que cela voulait dire pour nous. L'art électronique et l'art virtuel commençaient à émerger. Je me suis demandé ce qui pouvait nous toucher finalement ? »¹.

En 1981, Natasha Vita-More poursuit un programme d'étude à Kyoto. Après un grave accident au Japon, elle repart s'installer à Hollywood durant la décennie suivante. Elle y réalise des courts métrages et des vidéos. Elle expose au *Women In Video Festival*, où son travail obtint un prix ; ce qui lui vaut d'être repérée par le *Hollywood reporter* qui l'embauche. Elle réalise *Portrait of the Stars*, dont une interview de Raquel Welch qui obtient aussi une distinction. L'artiste a animé et produit un show télévisuel du nom de *Transcentury Update* sur une des chaînes câblées de la ville de Los Angeles sur la période qui va de 1986 à 1994. Entre 1986 et 1989, elle étudie le métier d'actrice au *Loft Actors Studio* et le métier de juriste à l'Ecole de la Loi de Blackstone de Los Angeles en 1992. Entre 2000 et 2002 elle suit une formation en sport, nutrition et entraîneur personnel à l'*American Muscle and Fitness Institute* de Los Angeles. En 2003, elle décide de changer complètement de direction artistique en s'inscrivant au Master en sciences sociales de l'Université de Houston dans la Faculté des Sciences Sociales. Elle crée *Extropy Institute, a non-profit education organisation*, dont elle sera la présidente jusqu'en

¹Henri Tauliaut interview de Natasha Vita-More, enregistrement sonore, mars 2018, annexe questionnaire p. 381.

2006, année où elle valide son Master. Son mémoire avait pour titre *Design : Strategic Plan for Non-Profit, Futures Organisation* ; ce qui veut dire « Conception : Plan stratégique pour des organisations à but non lucratif du futur ». Poursuivant son parcours universitaire, elle s'est inscrite en Master de philosophie à l'université de Plymouth, en Angleterre, dans la Faculté de Technologie, entre 2006 et 2008. Elle y obtient son master en présentant comme sujet *Designing Transitional Human Futures* ; ce qui signifie : *Concevoir les humains en transition du futur*. Jusqu'en 2012 elle s'est consacrée à la rédaction d'articles pour différents journaux de la culture numérique comme *Metanexus global Spiral Academic Journal* ou *Metaverse Academic journal*. Natasha Vita-More a également fait de nombreuses interventions dans des universités aux USA, en Europe, en Asie, en Amérique du Sud et au Canada. En 2012, elle est reçue Docteure de l'Université de Plymouth pour sa thèse sur *Life Expansion : Toward A Theory of Artistic and Design-Based Approaches to the Transhuman/Posthuman* dont la traduction correspond à : « Expansion de la vie : vers une théorie des approches artistiques et basées sur le design du transhumain / posthumain ». Depuis, elle poursuit ses interventions dans les Universités prestigieuses comme : Yale à New Haven, l'École d'Art et de Design d'Aalto d'Helsinki en Finlande, La Nouvelle Académie des beaux-arts de Milan en Italie. Elle est directrice du laboratoire Humanity+ et professeure à l'Université des Technologies Avancées (UAT) de Tempe en Arizona. Elle ne se considère plus comme étant artiste au sens classique du terme, mais plutôt comme théoricienne de l'art et de la technologie. Elle est une futuriste qui travaille dans l'espace de la technologie et des sciences de l'éducation. Le parcours de Natasha Vita-More est véritablement singulier. En passant ainsi à travers divers pratiques artistiques et métiers qui vont de l'enseignement à l'aide juridictionnelle en passant par la production télévisuelle ou l'acteur studio, elle fait le choix de changer de statut. Elle confie :

« Avant, j'étais dans le monde de l'art, je faisais de la peinture abstraite, des installations, des performances. Ce qui m'intéressait dans ma pratique des beaux-arts était la dimension poétique. Beaucoup de mes travaux avaient comme but la poésie, bien plus que la technologie. Mon intérêt pour le design est qu'il pose l'égo à l'extérieur. Le *designer* regarde les problèmes qui existent dans le monde et cherche à trouver des solutions à ceux-ci »¹.

Au début des années 1980, l'artiste a failli mourir suite à un accident lorsqu'elle était enceinte, alors qu'elle vivait au Japon. Le fœtus est mort et elle a pu être sauvée. Elle y a passé quinze jours. Cela a été une période particulièrement difficile de sa vie. Elle a pris conscience de la fragilité de la vie humaine et a réfléchi sur le sens de sa vie. Elle s'est posé la question : «

¹Henri Tauliaut, interview de Natasha Vita-More, enregistrement sonore, mars 2018, annexe questionnaire p.381

en tant qu'artiste, à quoi je contribue ? ». A son retour aux États-Unis, elle a passé une dizaine d'année à se former et à réaliser toutes sortes de métiers dans les domaines de l'art et de la communication. C'est à partir de ce moment qu'elle commença à étudier la technologie, le corps humain, les techniques d'allongement de la vie. Elle se plonge dans les sciences et les technologies et anime une importante émission de télévision qui explique aux téléspectateurs comment la science et la technologie peuvent aider l'humanité. C'est aussi la période où elle rencontre son mari, le philosophe Max More¹, l'une des éminentes figures du transhumanisme et président de la Fondation Alcor² depuis 2011. Son travail a donc été très influencé par le transhumanisme. Elle a même participé à la rédaction du manifeste éponyme. Avant cette période de conceptualisation, le transhumanisme n'était pas encore une philosophie ; il regardait en direction du futur, le futur de l'humain en transition. Il y eut un passage entre les humains qui sont à 100% biologique et tous les autres, déjà présents et à venir, qui sont en état d'hybridation avec les biotechnologies. Dans sa démarche de designer, Natasha Vita-More a pour objectif d'identifier comment les humains vont pouvoir s'améliorer dans le futur, en utilisant la technologie. Elle cherche à savoir ce que sera l'humain dans un monde où la technologie s'accélère, où il y a des robots, de l'intelligence artificielle, de la computation ; enfin tout ce que les gens lambda ne comprennent pas bien. Le cœur de son travail est de comprendre, de vulgariser ce que peut être un humain dans ce nouveau monde technologique. Elle souhaite donner une vision claire et positive de toutes ces disciplines. L'artiste part du constat que nous utilisons déjà les biotechnologies pour assister nos corps. En médecine, par exemple, il y a la procréation in vitro ou les stimulateurs cardiaques. Plus généralement, la société occidentale ne peut plus se passer d'ordinateurs pour fonctionner. Nous ne pouvons pas prétendre que les ordinateurs ou les autres technologies ne sont pas là. Une de ses problématiques majeures concerne l'évolution de l'I.A., l'Intelligence Artificielle : que ferons-nous lorsque les intelligences artificielles vont commencer à se programmer toutes seules. Seront-elles amicales ou dangereuses ? Selon l'auteur, c'est à ce genre de problèmes que l'humain doit faire face aujourd'hui. Il ne peut pas les oublier, les effacer. C'est en voulant concurrencer ces AI que la designer conçoit le corps du futur. Elle souhaite ajouter un Méta-Brain, un second cerveau électronique à nos lobes cérébraux qui va nous permettre d'avoir une meilleure connaissance de notre environnement, de notre milieu extérieur ainsi que d'améliorer

¹Max More (1964), docteur en philosophie et futuriste anglais. Né Max T. O'Connor, Max More est un transhumaniste et directeur de La Alcor Life Extension Foundation depuis 2011.

²Fondation Alcor est un centre cryonique et aussi une organisation à but non lucratif états-unienne, dirigée par Max More, dont le siège est en Arizona. Cette structure conservant des têtes et des corps de clients ayant souhaité se faire cryoniser à -190°C.

notre logique et la gestion de nos émotions. Le point de vue de l'artiste est que personne ne sait ce que seront le design des corps dans le futur. Les intégrations de prothèses informatiques pourraient se faire via des cheveux punks, des tatouages ou des piercings. Tout cela va beaucoup changer avec l'impression 3D et être récupéré par le monde de la mode. Dans le futur, nous vivrons plus longtemps et en bonne santé ; dans le monde réel et dans d'autres mondes virtuels.

En 2012, elle écrit sur le Bio art, sa thèse *Expansion de la vie : Vers une théorie des approches artistiques et basées sur le design du transhumain / posthumain*. La communauté des arts biologiques de Melbourne en Australie, chapeauté par le critique et théoricien de l'art biologique Jens Hauser, a rejeté ses créations et recherches sur l'amélioration de l'être humain. Ces artistes étaient d'accord pour travailler avec des papillons comme Marta de Menezes, des cellules, de la culture de tissus comme SymbioticA ou la transgénèse comme Edouardo Kac. Par contre, ils se sont interdits des interventions sur le corps humain. Pour Natasha Vita-More ce rejet vient du fait que, se positionnant en tant que transhumaniste, elle proposait d'agir sur le corps humain. Pourtant, selon Natasha Vita-More, son travail n'avait que pour but de préserver la vie, de supprimer les maladies et d'essayer de nous faire aller mieux. Ce clivage entre artistes pour ou contre l'amélioration de l'homme, pour ou contre la philosophie transhumanisme, montre comment, même au sein du monde de l'art contemporain, les NBIC ne font pas l'unanimité. L'artiste au passage, rappelle que le collectif australien SymbioticA, réalise un travail fort intéressant mais qui demeure superficiel, car n'ayant aucune influence sur la vie en général : leurs travaux n'aident pas véritablement l'humanité. Finalement l'artiste pose la question suivante : est-ce que le Bio art a une action concrète sur la vie et la mort ? En nous citant l'exemple sur la cryogénéisation, elle nous rappelle que maintenant, si nous sommes malades et que la médecine ne peut rien, nous avons les deux solutions suivantes : mourir ou être cryogénisé. La personne ayant fait ce choix a l'espoir que dans 10 ou 100 ans, la recherche aura trouvé un remède à sa maladie et que l'on pourra la réanimer, avec l'espoir que le patient se rappellera qui il est. D'ailleurs son travail scientifique sur la mémoire, datant de 2017, sur le sujet nommé *C.elegans*, lui a valu la reconnaissance de la communauté scientifique ainsi que la parution dans des revues prestigieuses. Les expériences sur les nématodes *Caenorhabditis elegans* avaient pour objectif de découvrir si la mémoire demeure après un processus de vitrification. C'est la même technique que l'on utilise pour congeler les cellules ou des embryons. La scientifique a entraîné des nématodes microscopiques à réaliser une action. Elle les a vitrifiés puis ramenés à la vie afin de vérifier s'ils se rappelaient ce qu'elle les avait entraînés à faire. Cela fut une véritable réussite : la mémoire à long terme sur les nématodes pouvait demeurer après une période de cryogénéisation ; ce qui donne un petit espoir concernant

le recouvrement de la mémoire chez les êtres humains après une vitrification. C'est une contribution majeure à la biologie de synthèse et au Bioart, pas seulement comme œuvre biologique où l'on change la couleur de la peau d'un animal, où l'on produit une culture de tissus qui reste dans une boîte.

2) Du corps performatif au corps en transition

a) Du *Primo posthuman* à la *Substrate Autonomous Person*

En tant qu'artiste, Vita-More nous confie que ce qui l'intéresse dans l'art c'est de développer une conscience de son époque et de transmettre ce qui compte pour elle grâce aux différents modes d'expression artistique qu'elle utilise. En transhumaniste, elle se définit comme une promotrice des droits de l'homme, de la liberté morphologique et des moyens éthiques pour l'augmentation humaine (*human enhancement*). Dans l'interview donnée en avril 2018 au magazine *La Spirale*¹, l'artiste donne son point de vue sur les changements sociétaux entre 2000 et 2018 :

« Les transhumanistes prônent ainsi l'usage éthique de méthodes scientifiques valides et d'innovations technologiques pour diminuer l'impact des maladies corporelles et cognitives. Maintenant que les progrès génétiques, le clonage des cellules souches, les traitements hormonaux, la lutte contre les déséquilibres psychologiques, les prothèses et les appareils externes d'aide au bien-être se trouvent tous à l'avant-plan de la recherche scientifique et des investissements économiques, l'agenda transhumaniste se trouve enfin sous le feu des projecteurs. Comment s'appelle la culture des gens qui veulent vivre longtemps, en bonne santé, et améliorer leurs capacités cognitives, mémoire incluse ? Le transhumanisme »².

Son travail sur l'amélioration de l'être humain et l'allongement de la vie s'est concrétisé dans la dimension du design corporel, à travers trois projets : *Primo Posthuman*, *Platform Diverse Body* et *Substrate Autonomous Persons*. Le premier de ces projets a débuté en 1996. À l'origine il y a eu d'abord *Primo 3M+*, un corps intelligent du futur qui serait associé à un véhicule (une voiture). Dans ce moyen de locomotion, des systèmes divers avaient été imaginés,

¹*La Spirale* fut au départ une lettre d'information sur les mouvements cyberpunks et techno-industriels, tirée à 300 exemplaires, née dans les années 1990. C'est devenu ensuite un site web en 1995.

² <https://laspirale.org/texte-560-natasha-vita-more-il-primo-posthuman.html>

un cerveau électronique nommé *Metabrain*, une communication vertébrale nanotechnologique, une intelligence artificielle en ligne. Ce projet a laissé place à *Primo Posthuman* (fig. 9, p. 7) dans lequel il s'agissait de la conception d'un prototype de corps humain ayant des capacités d'intégration des technologies NBIC. Pour réaliser ce projet, elle a constitué une équipe d'experts pour la conseiller dans les domaines des NBIC et de la cryptographie. Elle a également réalisé un site internet pour que les internautes puissent avoir des informations sur les innovations qui sont en développement. Il s'agissait d'une recherche théorique mais aussi utile, destinée à répondre aux problèmes cellulaires à la maladie et à la mort. Vita-More explique les réflexions qui soutiennent son projet :

« Le corps humain représente la « forme physique » de l'être humain. L'homme et la machine continueront de fusionner de multiples manières et les machines pourraient à l'avenir se mettre à développer leurs propres identités, séparément des humains »¹.

Elle considère que dans le futur, il y aura différents types d'identités, des identités humaines, des humains en transition c'est-à-dire hybrides et d'autres identités qui seront totalement non humaines. Cela sera le cas des IA forte et des identités, post-humaine.

« La question de l'identité ou de la pérennité de l'identité est un problème d'ordre philosophique (voir Derek Parfit et Max More). Pour ma part, je l'envisage d'après une grille de lecture plus comportementaliste, qui englobe notre conscience et nos désirs. Par exemple, si le christianisme repose sur le corps du Christ, la question reste de savoir si cette emphase sur le corps doit s'étendre à la définition même du corps ? Ma réponse est oui. C'est ce que je suggérais avec *Primo Posthuman*. Plutôt que de prôner la désincarnation, j'argumentais que le système nerveux périphérique de l'être-humain fait partie intégrante de son agencement et de son identité, transmis vers la sphère extérieure. Que nos dispositifs "intelligents" se télescopent et fusionnent en synergie, pour former une identité extracorporelle. Une identité qui dispose toujours d'un "corps", sous la forme d'un système de données, de séries de zéros et des uns qui nous appartiennent dans le cyber espace »².

Natasha Vita-More ne préconise pas, comme certains post-humanistes, de « télécharger » notre conscience sur internet afin d'éliminer la maladie, le vieillissement et la mort. Pour elle, le corps biologique est un élément indispensable à notre nature humaine. Par contre, il lui semble nécessaire que notre intelligence soit augmentée et que notre corps est une prolongation, un avatar dans le monde virtuel. Cette nécessité du corps explique les deux autres projets qu'elle a développés en 2013.

¹*Ibid.*

²<https://laspirale.org/texte-560-natasha-vita-more-il-primo-posthuman.html>

Dans le projet *Platform Diverse body* c'est-à-dire *Corps multi plates-formes* en français, *Il Primo Posthumain*, l'important est mis sur l'intégration dans le corps biologique de biotechnologies afin qu'il soit capable, avec sa collection d'applications, de prendre en charge des informations, voire des mondes de différente nature. Pour l'artiste, un tel corps est la clé de la préservation de la personnalité ainsi que le maintien de l'identité dans l'espace-temps. Ce type de corps est nécessaire à la prise de conscience, de la perception, de la pensée et des comportements d'une personne. L'hybridation corporelle rassemblerait une interface robotique avancée, une intelligence artificielle et une connectivité hybride avec des environnements numériques et des systèmes informatiques. Dans l'objet *Platform Diverse Body*, le grand nombre de fonctions d'amélioration humaine développées par le concept « Body by Design » (2013), en est un exemple de possibilités qui s'offriront à l'homme dans un futur proche. « Body by Design » est une plateforme qui pose la question : et si nous pouvions créer des plates-formes diversifiées axées sur l'esprit qui pourraient intégrer nos personnes dans les systèmes informatiques et la téléprésence par le biais d'avatars ?

Selon Vita-More, sa série de *Corps-Concepts* est rationalisée et adaptative. Le dispositif répond aux besoins des utilisateurs qui apprécient les circulations entre la réalité matérielle et la réalité virtuelle. Ce système permet de prendre en charge le temps linéaire du monde physique et le non linéaire c'est-à-dire le temps vécu. Enfin *Platform Diverse Body* gère aussi les interfaces avec les environnements biosphériques (réels) et cybernétiques. Les techniques incluront la robotique, l'intelligence artificielle, les interfaces cerveau-ordinateur, la réalité virtuelle, l'informatique, les neurosciences, la conception d'espaces immersifs et d'interfaces, ainsi que l'hybridation du corps entier, y compris les prothèses neurales¹. Les matériaux peuvent comprendre du plastique, du métal, de la silicone, des peaux et des cheveux. Des capteurs peuvent augmenter la vue et les autres sens. Les sources d'énergie probables pourraient inclure des dispositifs portables générant de l'électricité, tels que des batteries au lithium ou des piles à combustible, peut-être également des centrales solaires spatiales ou d'autres méthodes restant à déterminer. L'autonomie énergétique de chacun est nécessaire dans le développement de nouvelles solutions dédiées à l'allongement de la durée de vie ou à l'intégration de nouveaux dispositifs NBIC. Dans le schéma explicatif de *Il Primo Posthuman*, le corps humain est augmenté grâce à une série d'éléments. A cause du caractère très technique de ces dispositifs, il peut parfois arriver que nos traductions de l'anglais au français ne soient pas toujours très claires. La zone de la tête contient le Metabrain (cerveau électronique) composé d'un système

¹Neurax, neural : canal rachidien, situé pres du névraxe. Arc, plaque neural partie du système nerveux central.

de mémoire de stockage de données nanotechnologique, d'une ouïe parabolique à plage de fréquence accrue, d'un dispositif de correction d'erreurs - relais de données instantané et de feedback, enfin des capteurs sonars (connectés au réseau informatique) qui affichent les informations dans le champ visuel. La partie interne du corps abrite sur la colonne vertébrale, un système de communication par fibre optique intégré, un système de navigation (GPS) interne, un moniteur de contrôle du débit et des fonctions cardiaques, des organes de remplacement. La couche externe comporte : une peau intelligente protégée contre le soleil avec des tonalités et des textures variables.

Vita-More pense que tous ces systèmes fourniront ce qu'elle nomme la biosphère pour les systèmes biologiques de l'homme et la cybersphère pour les systèmes informatiques des personnes numériques. La dernière évolution de ce concept s'appelle *Substrate Autonomous Person* (fig. 10, p. 7) signifiant personne autonome du support. Ce qui veut dire que l'utilisateur du corps peut glisser d'une plateforme biologique à une plateforme informatique ou aller d'un environnement virtuel à un autre sans avoir à réaliser de nombreux protocoles. *Substrate Autonomous Person* est le prototype d'un corps alternatif qui a été conçu avec des nanotechnologies, de l'intelligence artificielle pour être plus résistant qu'un corps biologique. Ce corps peut être augmenté biologiquement et techniquement. Pour la designer, tout cela n'est pas de la science-fiction ; au contraire les techniques sont tout à fait envisageables. L'idée est d'avoir un corps de plus en plus sain et un cerveau le plus efficient possible. Ce projet a également comme but de concurrencer l'I.A. lorsque celle-ci va commencer à apprendre toute seule, même si la designer considère que la singularité sera comme une seconde conscience qui permettra à l'humanité d'agir plus objectivement. Vita-More explique le principe de son projet :

« Les utilisateurs sont des personnes qui ont besoin de prothèses corporelles complètes fonctionnant comme un système d'accueil pour les téléchargements. C'est dans cet esprit que les applications et les périphériques internes et externes de *Substrate Autonomous Person* fonctionnent comme un système humain biologique, tout en offrant une connexion transparente avec le cyberspace. En raison de sa facilité d'utilisation à plusieurs niveaux, le dispositif réalise une transition en douceur de l'avatar humain à l'avatar transhumain en s'adaptant aux divers comportements sociaux d'une société tout le temps connecté. De plus, la sauvegarde de la continuité de l'identité est enregistrée via des expériences instantanées qui forment une mémoire narrative et des schémas comportementaux »¹.

¹Substrate Autonomous, Networked Avatar Bodies by Design,
<http://ieet.org/index.php/IEET2/more/vitamore20150128>

Avec toutes ces possibilités de circulations et d'échanges, Vita-More signale qu'il est également nécessaire de pouvoir se déconnecter du flux d'information et d'avoir une confidentialité garantie. Elle rappelle que l'amélioration humaine étant au centre de ces projets de corps intelligents, la dimension théorique et philosophique est celle qui est la plus développée. Les projets concernant le corps humain chez Natasha Vita-More sont du domaine de l'art conceptuel, car ils ne sont pas définis par leur dimension esthétique mais par leur caractère intellectuel réflexif. Il s'agit de prospective, mais aussi de design conceptuel. Comme Vita-More qui est à la fois artiste et designer, ses conceptions sont à la fois sensibles et fonctionnelles. Dans toute cette série de design corporel, l'équipe autour de l'artiste, reste à la première phase d'étude : elle articule les grandes lignes de la fonction et de la forme, puis conçoit les différentes interactions, expériences et processus liés à l'objet.

Ces projets, que nous plaçons sous le label « Body by Design », ont débuté en 1996, il y a 23 ans. Durant ce laps de temps la technologie n'est pas arrivée à se confondre avec les objectifs de la plus simple de ses conceptions, à savoir *Primo 3M+*. Ainsi nos voitures ne sont pas (encore directement) connectées à nous, et ne nous rendent pas plus intelligents. Ces propositions conceptuelles ont, malgré la volonté scientifique et sérieuse de leur conceptrice, une dimension ludique et poétique certaine. La couleur orange du *Primo Human* en est un exemple. La modélisation du corps certainement récupérée dans un logiciel comme *Poser*¹, comporte de grosses erreurs, montrant le manque de maîtrise de ces applications, signe d'une certaine distance vis-à-vis de l'exactitude et de la perfection en matière de représentation. Dans le label *Body By Design*, les corps ne sont pas chamboulés comme chez l'artiste Stelarc qui ajoute, une oreille à « l'écoute du web » sur son avant-bras, ou un troisième bras robotique. Natacha Vita-More a au contraire le désir d'intégrer les différentes prothèses et dispositifs sans que rien ne dépasse : les transhumains du futur ressemblent aux humains de maintenant. La *designer* aurait pu choisir d'inventer des anthropométries nouvelles, d'ajouter des protubérances esthétisantes, comme l'a fait ORLAN sur son propre corps ; aussi donner au corps une taille de géant, une silhouette de chimère, une transparence ou une évanescence en résonance à la dématérialisation de la technologie et des échanges. Est-ce une forme de minimalisme, un désir de discrétion qui affirme la volonté de faire fondre dans un même moule les humanités, post, trans ou simplement humaines ? Finalement la dimension esthétique est laissée à d'autres designers et à la Mode (aux ornements et bijoux), mais surtout aux goûts et

¹Logiciel Poser est une application permettant de faire de la modélisation et de l'animation de personnages en 3D. Ce logiciel est réalisé par la société Smith Micro.

aux choix du transhumain qui va les acheter, les installer puis les intégrer. Nous sommes dans un schéma de customisation du corps qui est à l'opposé de l'organique où les fonctions nouvelles sont retenues si et seulement si elles apportent un avantage décisif. Dans le modèle de Vita-More, il n'y a pas d'évolution au sens organique du terme, qui serait due à l'évaluation de l'efficacité du programme ou de la prothèse dans la biosphère ou la cybersphère : le travail n'a pas déjà été fait, pour nous, par la nature, là il faudra faire confiance à d'autres hommes. Nous sommes, nous semble-t-il, dans une forme de bricolage, toujours perfectible. Il n'y a pas la perfection du corps du jaguar, sculpté par des milliers d'années d'adaptation. Il y a augmentation. Il est plutôt question dans ces nouveaux corps, de formes composites et non pas symbiotique. Il n'y aura pas de forme définitivement parfaite, ce n'est pas de l'eugénisme, mais plutôt la transformation de chaque transhumain en son propre créateur, selon ses désirs, ses besoins et ses moyens. La question de la reproduction, sexuée ou pas, n'est pas évoquée. Est-ce une dimension taboue pour l'auteur et les transhumanistes ou simplement une question qu'elle considère faisant partie de la sphère intime ? Cela explique, peut-être, pourquoi l'artiste reste sur un schéma corporel non modifié. S'éloigner du modèle naturel, c'est mettre en danger la fonction reproductrice naturelle. Le modèle est l'automobile, la maison modulaire, le kit, le *Do It Yourself* (fais-le par toi-même). Pour les corps augmentés, comme dans le domaine automobile, il y aura toujours des Ferrari et des Scoda (des modèles clefs en main). Pourtant certains seront plus rapides que des Formule 1, ou plus adaptatifs que des tous terrains de rallye sportif. Les transhumains d'une même série de production prendront-ils le même nom que Mustang, Twingo, Primo 3M + ?

En interrogeant la notion de système, est-ce que la somme des parties biologiques et numériques donnera véritablement un système global créant à son tour un niveau supérieur d'organisation ? Est-ce que ce sera la singularité (faible) ou l'émergence d'une nouvelle propriété non déductible des éléments mis en présence ? La designer conçoit de nouveaux corps pour les futurs humains, laissant la création de robots à d'autres. Contrairement à un fort courant du transhumanisme qui souhaite un effacement du corps et un téléchargement des données du cerveau dans un ordinateur, Natacha Vita-More poursuit sa volonté de donner aux transhumains une matérialité qui pourrait être le dernier vestige de notre humanité. L'artiste a bien compris que, comme les technologies numériques, les technologies qui se concentrent sur l'augmentation humaine, ne sont pas neutres. Que la société est modifiée, transformée par actions, au niveau social et culturel, des NBIC. Après le transhumain, il est question du posthumain : esprit immortel, n'ayant plus de support donc plus de contraintes : celles de se nourrir, de se reproduire ou de faire perdurer l'espèce humaine. Ce posthumain sera-t-il une

sorte d'équivalent capable de rivaliser avec une intelligence artificielle forte et autonome que certains nomment la singularité ?

b) Corps-artefact ou corps-concepts ?

Avec les corps-concepts de la série *Body by Design*, sommes-nous dans la définition du cyborg ? Jean Michel Bernier sur ce point, considère que c'est le mélange d'un organisme biologique avec des dispositifs cybernétiques autonomes (comme c'est le cas de l'astronaute qui dépend d'un ensemble de machines et de capteurs pour être maintenu en vie), qui explique sa vision du cyborg : l'homme dans l'espace peut agir sans avoir à penser à ses fonctions vitales grâce à cet ensemble de capteurs ordinateurs actionneurs. L'auteur cite un autre exemple qui est celui du porteur d'un pacemaker. Il existe donc beaucoup de cyborgs autour de nous ! Ce qui nous semble problématique, c'est la dépendance, que l'humain de demain pourrait avoir vis-à-vis de cette seconde partie cybernétique. Des personnalités comme Elon Musk, le fondateur de Tesla et de SpaceX (entre autres), affirment que « les intelligences artificielles sont plus dangereuses que les armes nucléaires »¹ et que nous risquons de devenir leurs domestiques dans le meilleur des cas. D'autres dirigeants du GAFAM, comme Mark Zuckerberg ou Jeff Bezos patrons respectivement de Facebook et de Amazon ; comme les transhumanistes, considèrent que la seule solution pour demeurer compétitifs face à l'IA est de nous hybrider avec elle. Ce qui revient à déclarer la fin de l'humanité biologique telle que nous la connaissons. Jean Michel Bernier déclare :

« La fusion avec la machine se fait toujours au détriment de l'humain. Elle exige la négation du biologique qui maintient une marge d'indétermination dans son fonctionnement, une part d'aléatoire. Le cyborg, lui, obéit à la programmation qui résulte de l'adjuvant technologique qui le compose. En toute rigueur, la notion de liberté ne lui convient plus. La cyborgisation est destinée à faire triompher la sécurité et, à cet égard, elle requiert la suppression du hasard qui qualifie pourtant la vie. Les performances qu'elle rend possibles sont l'actualisation de possibles technologiques mais ne doivent rien au libre-arbitre ni à l'entraînement des humains qui semblent les réaliser. C'est bien pourquoi on se pose la question de savoir à quel moment et avec quel degré la possession de dispositifs cybernétiques fait-elle basculer l'humain dans le non-humain ? »².

¹ Source l'Express : <https://fr.express.live/lintelligence-artificielle-est-potentiellement-plus-dangereuse-que-les-armes-nucleaires-exp-206889/>, « Worth reading Superintelligence by Bostrom. We need to be super careful with AI. Potentially more dangerous than nukes ».

²Laurent Alexandre et Jean-Michel Bernier *Les robots font-ils l'amour ? Le transhumanisme en 12 questions*, Paris, Edition Dunod, 2018, p. 49.

La question pour l'auteur est donc, à quel moment, à partir de quel pourcentage, perdons-nous complètement notre humanité ? Sur ce point, les transhumanistes n'ont pas forcément de réponses. Il semble que d'ailleurs, ils ne s'intéressent que peu à la question, car selon eux, nous serons à terme, soit transhumains, soit post-humains. Etant féministe à ses débuts, Vita-More s'est inspirée du *Manifeste Cyborg* de Donna Haraway qui était une biologiste, primatologue et professeure à l'université de Californie à Santa Cruz. Cette dernière, en réunissant ses différents essais dans le manifeste cyborg, a construit une sorte de mythe politique : le cyborg. Ainsi, elle fait la critique de la notion de « genre » en partant du féminisme, du socialisme et du matérialisme. Elle a cherché à proposer un nouveau point de vue permettant aux femmes de se « dénaturer » et de prendre conscience de la domination des femmes. En s'éloignant de l'idée de la nature et d'enracinement du genre dans celle-ci, elle a inventé le genre cyborgien. Le cyborg n'a pas la nécessité d'avoir de rapports sexuels et encore moins de se reproduire. Il n'est pas contraint par la nature de faire perdurer ce qui peut s'apparenter à une forme de domination pour la femme. C'est en utilisant la figure du cyborg, en proposant aux femmes et aux hommes un point de vue hors du phallogocentrisme, que l'auteur a cherché à provoquer une désaliénation radicale. Donna Haraway démontre que c'est toujours le « mâle » qui est mis en valeur, que cela soit dans la science ou bien dans les musées. Dans sa démarche scientifique, il s'agissait de revoir les rapports politiques et technologiques qui concernent le travail ainsi que le sexe. Il fallait déconstruire les mécanismes qui ont placé les femmes sous la domination matérielle et mentale des hommes (dans l'histoire). Dans le texte *Donna Haraway, Manifeste cyborg et autres essais, Sciences, fictions, Féminismes*, Brigitte Steinmann dit de la scientifique :

« Bienvenue, dit-elle, au bruit, à la pollution et aux fusions illégitimes entre l'animal et la machine. Donna Haraway a dépassé de loin l'anthropomorphisme du Frankenstein de Mary Wollstonecraft : elle lui préfère le Primate fluorescent, l'Homme de Kivu, celui qui se dresse sur la couverture du livre au milieu d'une forêt recomposée comme les familles du même nom. Sa suspicion sur la validité des limites qui séparent les organismes des machines et sur les frontières érigées entre règne animal et règne humain s'avère beaucoup plus révolutionnaire que les positions circonspectes des écologistes de la planète Terre soucieux de « tri sélectif » des déchets-poubelles, qui ne font en réalité qu'aménager de nouvelles frontières hygiénistes »¹.

Donna Haraway a également dénoncé les dualismes modernes premiers : nature/culture, esprit/corps, soi/autre, mâle/femelle, civilisé/primitif, animal/humain. Donna Haraway et ses

¹Brigitte Steinmann, *Donna Haraway, Manifeste cyborg et autres essais. Sciences, fictions, féminismes*, Paris, Exils, 2007, p. 333.

travaux ont permis la diffusion de nouveaux concepts comme celui de « Sœurs d'Ailleurs » d'Audre Lorde et l'émergence de nouvelles mythographies.

Natasha Vita-More confirme l'influence de Donna Haraway sur sa propre démarche. Avec le recul, elle signale être en désaccord avec la formule de la biologiste qui dit en substance : « On ne naît pas femme (...) on ne naît pas organisme non plus. Quitte à être quelque chose, j'aime mieux être cyborg que déesse ». Pour mieux comprendre, il est important de savoir que le cyborg-féminisme rentre en confrontation avec l'écoféminisme. Cette forme de féminisme apparue dans les années 1960, a pour philosophie que la femme est une déesse, une guérisseuse, sorcière, shaman en symbiose avec la nature. Manifestement Vita-More se réclame de ce mouvement. A notre question, « quelle est la dimension spirituelle de votre travail ? », l'artiste a répondu :

« La dimension spirituelle est en relation avec l'amour. Quand je suis dans un endroit, je me sens bien, en amour, je suis bien avec moi-même, ne suis embêtée par personne, ni par rien. La présence avec moi-même est la paix : juste être. Je trouve que les gens, lorsqu'ils créent ou réalisent ou font quelque chose qu'ils aiment, ils sont en paix, pas d'énervement pas de frustration etc. : juste l'existence. La vie est trop incroyable, juste le fait que nous soyons en vie »¹.

Le rêve transhumaniste le plus fort réside dans l'immortalité : l'euthanasie de la mort. C'est en invalidant l'idée que la nature humaine est invariable, que le transhumanisme a fait tomber la principale barrière morale. Ce veto des bioconservateurs abattu, les possibilités et pistes sont devenues infinies et la mort de la mort, envisageable. Pourquoi ne pas vivre mille ans ou plus et dépasser le fameux mur biologique naturel de 122 ans, 5 mois, et 14 jours, atteint par Jeanne Calment² ? Cela ne semble plus hors de portée, grâce à la médecine régénératrice, à l'analyse des données génétiques de chacun, les cellules souches pluripotentes (IPS) et aux biotechnologies. En tous cas, c'est ce qu'affirme Google en créant la société Calico qui a pour but d'allonger la vie de manière importante grâce à l'utilisation des données (médicales et autres) qu'elle amasse sur ses clients via la myriade d'objets connectés. Plusieurs espaces de recherches sont explorés. La première est la rencontre entre les nanotechnologies et la biologie de synthèse qui aboutira d'ici une ou deux décennies à une ingénierie du vivant capable d'agir au niveau de l'atome et qui va transformer la médecine réparatrice en médecine d'augmentation. Il est également prévu, dans un avenir plus lointain, que la manipulation de l'enzyme provenant

¹Henri Tauliaut interview de Natasha Vita-More, enregistrement sonore, mars 2018, annexe numérique

²Jeanne Calment (1875-1997), centenaire française. Célèbre pour être la personne ayant eu la vie la plus longue.

de l'usure des chromosomes, la télomérase¹, couplée à la modification du sérum contenu dans les cellules, puisse avoir un effet significatif sur le vieillissement. Les artistes Fargas et Vita-More ont eu aussi ce rêve ; chacun apportant sa pierre à l'édifice. Le premier avec son œuvre *Inmortalidad*, la seconde avec sa recherche *C.Elegans*. Ils réalisent leurs objectifs par le biais de l'hybridation entre le biologique et le numérique. Pour ces deux artistes, c'est le meilleur chemin pour l'humanité de demain.

¹Télomérase : « C'est une enzyme présente chez les organismes eucaryotes, et qui lors de la réplication de l'ADN, a pour mission d'habiller les chromosomes. » (Définition : *futura sciences*)

Chapitre 2 : Le matérialisme poétique et l'anthropophagie virtuelle

A) Le matérialisme poétique de Nicolas Reeves. Etude de *Voiles/ Sails*

La relation la plus forte entre les quatre créateurs, Natasha Vita-More, Joaquin Fargas, Nicolas Reeves et Vera Bigetty, semble être le fait qu'ils font partie du courant de pensée tenant du matérialisme contemporain. Nous l'avons vu : Vita-More et Fargas ont des démarches certes différentes, transhumaniste pour l'une, écologique pour l'autre ; pourtant ils ont tous deux comme préoccupation principale de protéger le vivant, qu'il soit végétal ou humain. Reeves et Bigetty¹ sont des artistes originaires du Canada et du Brésil qui ont comme principaux outils de création, les langages de programmation. Architecte et physicien, le canadien Nicolas Reeves mène un travail de recherche et de création qui porte sur les possibilités qu'offre l'informatique en matière de création de formes ou de son. Vera Bigetty a comme domaine d'expertise l'art génératif. C'est donc le matériau numérique qui les rassemble ici, mais aussi leur méthodologie d'architecte et de designer. A la différence de Vita-More et Fargas qui travaillent autour de la notion d'hybridation entre le biologique et le numérique, ces deux artistes ont fait le choix de n'utiliser que des données et du langage informatique pour produire des œuvres dans le monde réel. La matérialité de leurs créations plonge le spectateur dans un espace immersif où il est mis en relation avec des objets interactifs. L'œuvre *Voiles/ Sails* (fig. 11, p. 8) de Reeves simule une forme de vie artificielle. Bigetty invente un espace immersif dont les changements de couleur et d'ambiance dépendent directement du flux de données que les joueurs génèrent *in vivo*. Il s'agit de l'œuvre *Selfcinema*. Pour l'ensemble de ces créateurs, nous constatons une forme de matérialisme philosophique, dû à leurs formations scientifiques et intellectuelles, et aussi une matérialité de l'œuvre. Est-ce dû au hasard ou bien les artistes éprouvent-ils le besoin de la présence du corps de l'autre en opposition avec la dématérialisation promise par le numérique ?

¹Vera Bighetti (1955) est une artiste des nouveaux médias brésilienne. Elle développe des projets artistiques en utilisant des processus génératifs et des présentations en vision stéréoscopique.

1) La lévitation du cube

a) Langage, volume, espace et corps

Nous sommes de plus en plus tributaires des bases de données ; que ce soit pour nos messages électroniques, nos achats en lignes ou bien pour nos informations conservées dans le « cloud ».¹ Nous stockons, organisons et traitons un grand nombre de données numériques. Comme nous l'avons vu plus haut, c'est la numérisation qui permet la compression puis le stockage de ces masses colossales de Giga ou Terra-octets. Andreas Kratky, dans sa thèse *Les auras numériques. Pour une poétique de la base de données*, propose d'expliquer le succès de cette technique par deux raisons. La première serait un des signes de notre époque : la propension à la quantification. Ce qui signifie que la numérisation, comme nous l'avons plus largement expliqué dans les chapitres précédents, permet la transformation de la plupart des formes analogiques en des signaux numériques. La seconde explication proviendrait de la banalisation de l'outil informatique dans les foyers. Pour l'auteur, c'est l'addition de l'ordinateur avec la base de données consultable via internet qui explique cet engouement du public. Grâce à ces outils, nous avons accès à l'information, presque n'importe où et n'importe quand. Actuellement, l'ergonomie et l'intuitivité de ces outils rendent agréable leur utilisation par le public lambda. La base de données, en récupérant une partie de notre mémoire, change la façon dont nous la vivons et la transmettons. Ainsi nous nous donnons moins d'objets (photos, souvenirs, courriers). Nous échangeons des fichiers. Les écrits et autres éléments qui n'ont pas été numérisés et mis dans une base de données n'existent pas pour le monde numérique. La mémoire (numérique) du passé est tronquée. Pour l'auteur :

« L'ensemble des opérations qui constituent la base de données possède une valeur épistémologique dans la mesure où elles nous permettent de structurer nos expériences et de leur conférer des significations. Situées dans le domaine du numérique, elles comportent des aspects relevant du calcul mathématique et de l'exécution de programmes informatiques qui, en conjonction avec une pensée individuelle et expressive, transposent les opérations technologiques dans un domaine poétique. Il est ainsi important d'être conscient de ces deux dimensions de la base de données, technologique et poétique, pour pouvoir l'analyser en tant que moyen d'expression »².

¹Le Cloud : qui signifie nuage en anglais, concerne les solutions de stockage à distance sur des serveurs accessibles via internet.

²Andreas Kratky *Les auras numériques. Pour une poétique de la base de données*, thèse de Doctorat, 2013, p.12.

Dans le livre *La condition photographique de l'art*, Damien Huygue¹ décrit le concept d'appareil : « faire voir, rendre visible ou sensible quelque chose qui n'est pas du champ de la perception actuellement possible, quelque chose qui n'est pas de l'ordre d'une sensibilité donnée ou établie »². Pour Huygue, il est clair que même si l'appareil est une structure technique, il permet en même temps d'aboutir à une expression artistique. Martine Bubb³ démontre la différence entre le concept d'appareil et celui de dispositif, dans son livre *La camera obscura - Philosophie d'un appareil*⁴.

Le dispositif est une structure technique qui vise une efficacité, une fonction, tandis que l'appareil laisse place au hasard, à la variation, à la surprise. Le dispositif a comme principale caractéristique son efficacité fonctionnelle tandis que l'appareil, lui, se situe dans un champ poético-technique. La base de données en fonction de son utilisation peut être perçue de deux façons : elle peut être classée parmi les dispositifs qui ont pour mission de produire des résultats attendus et efficaces ou parmi les appareils poético-techniques qui produisent des résultats imprévus et sensibles. Les artistes contemporains utilisent les données récupérées dans les bases spécialisées sur le climat, la bourse, les flux aériens, maritimes, routiers, épidémiques, migratoires. Ils les représentent aux spectateurs, généralement sous une forme esthétique, visuelle, sonore, réelle ou virtuelle. C'est en transformant ces informations mathématiques, numériques, en objet sensible, que l'artiste atteint son objectif : produire une œuvre d'art. Marc Veyrat parle de poétique des données ; celle-ci a cela de particulier qu'elle permet l'émergence d'une œuvre produite et perçue collectivement. C'est Marcel Duchamp et l'art conceptuel qui sont à l'origine de la transformation radicale du paradigme de l'art contemporain : l'œuvre est ouverte et le spectateur devient lui aussi coauteur de l'œuvre, en ajoutant sa propre histoire, ses référents, sa culture. L'œuvre actuelle est produite collectivement et la notion d'auteur a évolué. Dans le domaine informatique, tout un chacun a la possibilité de récupérer librement des programmes avec l'open source. Certaines applications sont ouvertes et permettent de sélectionner, de récupérer et de traiter des données. C'est généralement un travail collectif dévolu à une équipe de programmeurs, de designers et d'ingénieurs qui, travaillant sur le

¹Pierre-Damien Huygue (1945) est un philosophe français. Professeur à l'Université Paris1-Panthéon-Sorbonne. Il étudie l'architecture, les arts visuels, l'esthétique et l'épistémologie des enseignements des arts et de la musique. Il dirige le Master Design et environnements.

²Huyghe, Pierre Damien, *La condition photographique de l'art*, in *L'art au temps des appareils*, Paris, Harmattan, 2010, p. 15.

³Martine Bubb est une chercheuse philosophe française. Maître de conférences à l'Université Paris VIII. Elle fut diplômée de l'Ecole Supérieure d'Art et de Design de Saint-Etienne en 2000.

⁴Martine Bubb, *La Camera obscura. Philosophie d'un appareil*, Paris, Harmattan, 2010, coll. Esthétiques.

modèle de la production cinématographique, permet la mise au point de dispositifs traitant l'information, puis la présentant en la scénarisant parfois. Ces différentes phases sont le résultat du travail de différents individus. Au final, l'œuvre proposée est expérimentée par le spectateur. Reeves et Bigetty utilisent pleinement le potentiel de ces flux d'informations dans leurs œuvres. L'œuvre *Gr@phite* de Vera Bigetty, est basée sur la culture hip-hop : elle explore le potentiel des arts visuels génératifs afin de produire des sonorités expérimentales et poétiques. *La Harpe à nuages* de Reeves, a eu une reconnaissance médiatique internationale. Son œuvre est un instrument de musique qui « récupère » la forme des nuages l'environnant et la convertit en temps réel, en une création musicale et sonore. Cette recherche et d'autres, ont été primées lors du concours d'architecture et de littérature. Mais revenons à la formation d'architecte de Nicolas Reeves.

Les interrogations sur les relations entre l'architecture, la ville et le vivant, ont été abordées dans la revue bisannuelle *Stream 4*. Le texte de Pierre Musso¹, « La ville vivante ou la ville morte », semble particulièrement intéressant pour comprendre l'évolution de la vision de la ville qui est, bien-sûr, le reflet des positions philosophiques de cette époque. Pour Pierre Musso, la métaphore du vivant et de l'artificiel ainsi que celle de la machine et du corps servent régulièrement à décrire la complexité de la ville. Depuis le XIX^e siècle, la ville est tantôt perçue comme une machine, un automate ou comme un organisme. Ces visions dépendent des périodes importantes de l'histoire des idées en Occident. La métaphore, la comparaison au vivant, semblent être une solution contre la vision mécaniste techno-industrielle aux problèmes liés aux pollutions, aux naissances engendrées par la ville du XIX^e siècle. Pour Pierre Musso, dans l'opposition ville naturelle et ville artificielle, semble se jouer l'enjeu principal qu'est la vie ou la mort, car la ville vivante serait naturelle tandis que la ville artificielle serait *Anti-Nature* et donc morte. La ville pouvant également être posée en opposition à la nature, il y a donc une ambivalence dans les représentations de l'espace urbain. La ville est vivante, dynamique ; c'est un lieu d'échanges et de circulation, mais elle peut aussi mourir, car abandonnée ou asphyxiée, ou au contraire surpeuplée ou dépeuplée à cause de la désertification de son tissu économique, éducatif ou de santé. Parfois la mégalopole s'étale et n'a plus de frontière ; elle peut aussi être paralysée. Au bout du compte, la ville est vivante car vulnérable, fragile et mortelle. Elle a une finitude, une limite temporelle.

¹Pierre Musso (1950) est un philosophe et docteur en sciences politique français. Il fut professeur à l'Université de Rennes II.

L'auteur nous rappelle que, depuis la découverte par William Harvey de la circulation sanguine en continu en 1628, l'Occident moderne considère celle-ci comme caractérisant le vivant. Il y a deux possibilités selon les savants de l'époque : soit il y a circulation réticulaire, c'est-à-dire en forme de réseaux et il y a vie ; soit l'inverse et c'est la mort. Pierre Musso cite Georges Canguilhem qui explique : « Harvey parvenait à la conclusion que le sang d'un animal est une masse liquide donnée, contenue dans un appareil fermé où elle circule, c'est-à-dire se meut en un cercle »¹.

Cela a conduit à concevoir l'organisme comme un ensemble composé par la circulation de différents fluides dans des réseaux. Par métaphore, la ville est devenue un système de circulation réticulaire ayant les mêmes caractéristiques (routes, réseaux électriques ou de gaz). Jean-Baptiste Lamarck², au XIX^e siècle, définit la vie comme étant la possibilité de circulation continue des fluides dans les « capacités » tubulaires des corps. C'est donc l'existence des réseaux à l'intérieur du corps et la circulation des fluides qui expliqueraient la vie. La comparaison de la ville à un organisme, a poussé à découvrir ce qui l'anime : réinterroger la définition de la vie. Si l'on remonte à l'Antiquité grecque, la vie a deux sens. *Zoé* signifie mouvement, vie commune ou animation, tandis que *bios* désigne le mode de vie ou une forme (de vie). Le concept de vie émerge entre 1750 et 1850, soit cent ans ; cette période correspond à la transition entre l'archétype mécaniste d'Aristote et le modèle cellulaire proposé par Claude Bernard. Rappelons que, dans la vision mécaniste, l'organisme vivant a une fonction : il s'agit d'une machine. Le philosophe du matérialisme le plus radical (dépassant Descartes sur ce point) est sans nul doute Julien Offray De La Mettrie dont les travaux sont consignés dans son livre *L'homme machine*. De La Mettrie ne rejette pas l'hypothèse divine dans ses écrits ; au contraire il considère que le machiniste de l'homme est Dieu. C'est avec les naturalistes Georges-Louis-Leclerc de Buffon³ et Pierre Louis Moreaux de Maupertuis⁴ que les premières critiques du modèle du matérialisme cartésien vont avoir lieu. Ainsi, avec la rédaction de *l'histoire naturelle* par Buffon entre 1751 et 1779, c'est le récit religieux sur la genèse qui est remis en question. Maupertuis diffuse les théories newtoniennes. Il réalise une expédition proche du pôle nord, en Laponie, qui lui permet de mesurer un degré de méridien ; ce qui prouve que la terre n'est pas ronde ; ce qui réfute les théories cartésiennes. La transition entre ces deux représentations va

¹Georges Canguilhem, article « Physiologie », *Encyclopédie Universalis*, Paris, 1971

²Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829), naturaliste français. Il est l'un des précurseurs de la biologie, car il est le premier à avoir classifié la branche des invertébrés.

³Georges-Louis-Leclerc de Buffon (1707-1788) est un philosophe et écrivain français. Il fut également naturaliste, biologiste et mathématicien. Il a collaboré activement à la rédaction de l'Encyclopédie.

⁴Pierre Louis Moreaux de Maupertuis (1698-1759), philosophe et biologiste français.

durer une centaine d'années, l'une avec Dieu comme machiniste, c'est le modèle matérialiste ; la seconde représentation concerne le modèle cellulaire (ce dernier étant autogéré sans l'aide d'une divinité). Canguilhem nomme cette période la « physiologie baroque »¹, avec « le vitalisme » comme mouvement philosophique principal et Bichat, Barthez et Bordeu comme penseurs.

Pierre Musso pense que la référence cellulaire provoqua la fin du modèle « technologique machinique » où la machine et l'organisme se superposaient, étaient équivalents. Le modèle cellulaire fit du corps son propre référent, sans la nécessité d'une présence divine. Le corps devient son propre étalon rationnel qui s'auto-définit sans référent extérieur. D'où l'apparition des nouveaux et nombreux termes comme auto-mobile, auto-nome, auto-reproduction, auto-organisation ou auto-suffisant. Avec la théorie cellulaire, la partie peut engendrer le tout. Maintenant l'organisme est divisé en autant de sous-parties : les organes, la structure osseuse, etc. L'organisme est rationnel avant tout. Il peut donc être compris et analysé juste par l'observation : il n'y a pas de secret, ni d'explication en dehors de ce qui est sous nos yeux. Enfin, avec le modèle cellulaire, le corps est rationalisé, médicalisé. Le concept de vie, à partir de 1850, devient synonyme d'ignorance, de doute et d'indétermination. Parler de force vitale, c'est pour un rationaliste, comme Claude Bernard, avouer que l'on ne comprend pas tout. Dans son livre, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, il dit en 1865 : « La vie n'est qu'un mot qui veut dire ignorance »². Nous pouvons mieux comprendre que, au fil des époques, le corps vivant fut mis en résonance avec un corps technologique ou un corps machine ; puis il fut assimilé à un corps usine, un corps réseaux et plus récemment à un corps hybride ou à un cyborg. Maintenant les robots et les ordinateurs deviennent les nouveaux standards pour le corps : l'idéal du corps est cybernétique. Avec l'intelligence artificielle et les sciences cognitives, certaines machines imitent le fonctionnement du cerveau. La rencontre entre la biologie et l'informatique fait que le corps est numérisable, et la biologie de synthèse permet la réversibilité entre texte et matière, entre suite de données et suite de molécules. Pierre Musso résume : « Le corps doté d'un logiciel est programmable, mesurable, calculable et codable »³. La ville actuelle, à l'image du corps, est un tissu de signes plus que de flux, elle est devenue un corpus davantage qu'un corps.

¹G. Canguilhem explique la « physiologie baroque » dans *Physiologie animale*, troisième partie, livre III de la science moderne de 1450 à 1800, René Taton (dir.), Paris, PUF., 1995.

²Claude Bernard, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Paris, 1865, p. 291.

³Pierre Musso, <https://www.pca-stream.com/fr/articles/pierre-musso-ville-vivante-ville-texte-96>.

En ce sens Nicolas Reeves est bien l'expression de son époque. En utilisant les flux numériques ou analogiques circulant dans la ville où il pose ses œuvres pour donner vie à ces dernières, il se situe bien dans le modèle cybernétique. Par contre il ajoute au matérialisme et au dualisme, une dimension poétique en numérisant des formes analogiques naturelles comme les nuages puis en les restituant sous formes d'ondes sonores et musicales. Les travaux architecturaux de Reeves semblent s'opposer à la vision du célèbre architecte français Le Corbusier, qui considère l'architecture comme une « Machine à habiter ». Julie Cattant¹ dans son essai *Le corps dans l'espace architectural, Le Corbusier, Claude Parent et Henri Gaudin*, décrit trois visions de l'architecture que nous mettrons en relation avec les travaux de Nicolas Reeves. Julie Cattant explique que Le Corbusier est l'inventeur d'un outil qu'il décrit dans son livre *Le Modulor* et qu'il publie en 1950. L'idée est de créer un système de mesure universel, basé sur les proportions corporelles d'un homme de 183 cm. L'architecte, grâce à cet outil, peut mettre en relation les proportions des espaces architecturaux avec celles du corps humain. Le Corbusier dit :

« Le mètre n'est qu'un chiffrage sans corporalité. (...) Les chiffres du Modulor sont des mesures. Donc des faits en soi, ayant une corporalité »².

En créant *Le Modulor*, Le Corbusier propose une standardisation des mesures du corps humain. Même si son but est de concevoir des espaces harmonieux en aboutissant à « l'espace indicible », l'invention de ces proportions corporelles moyennes, implique une forme d'idéalisation des corps qui, comme dans l'industrie de la mode, est bien loin de correspondre à la réalité des proportions des corps, même en Occident. Pour Julie Cattant, le corps Corbuséen est standardisé, mais aussi mécanisé. Elle cite Marc Perelman³ qui dit à propos de Le Corbusier : « L'architecture et l'urbanisme sont comme la projection Idéale du corps (...) mais d'un corps qui est travaillé par la machine »⁴. L'auteure décrit le dualisme de Le Corbusier ainsi :

« La vision du corps proposée par Le Corbusier répond à une pensée profondément dualiste. Elle implique en effet une distanciation et une objectivation de l'être humain vis-à-vis de lui-même mais aussi vis-à-vis de son

¹Julie Cattant est une architecte et docteure française. Elle est maitre-assistant à l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon et poursuit des recherches sur les relations entre le paysage l'architecture, l'horizon et la notion d'habiter. Elle est chercheuse, associée au Gerphau (Groupe d'Etudes et de Recherches Philosophique Architecture Urbain).

²Le Corbusier, *Le Modulor : essai sur une mesure harmonique à l'échelle humaine applicable universellement à l'architecture et à la mécanique*, Édition de l'Architecture d'Aujourd'hui, 1950, p. 63

³Marc Perelman (1953) est un architecte français. Il travaille à l'université Paris Ouest-Nanterre La Défense comme professeur en esthétique.

⁴ Marc Perelman, *Le Corbusier ; Le courant froid de l'architecture*, Paris, éditions de la passion, 1986

milieu. Séparé de l'esprit, le corps est également à distance de son environnement »¹.

Pourtant Julie Cattant apporte une certaine nuance quant aux différentes oppositions chez Le Corbusier. Ainsi, c'est par le déplacement que le corps expérimente l'espace. Et c'est entre la perception et le sentir que se situe l'appréhension de l'architecture. L'œil n'est pas le seul instrument ; les autres sens sont mis à contribution, réduisant ainsi la distance entre le sujet et l'objet-environnement.

Nicolas Reeves interroge dans ses œuvres la relation qu'il y a entre l'architecture et la présence des corps humains : comment l'architecture accueille et échange-t-elle avec nos corps ? L'architecture est un espace recevant les volumes que nous sommes. Il y a bien un échange. Benoit Goetz² décrit cette relation :

« On dira alors que le mouvement en architecture est l'acte commun de l'édifice et du promeneur (de l'utilisateur). Ce sont des gestes innombrables qui se répondent, qui se comprennent. Les gestes de l'architecture sont la masse des intentions enfouies dans un édifice comme une multiplicité de propositions d'habitabilité »³.

La relation entre l'espace architectural et nous-mêmes est donc un échange qui passe principalement par la vue, mais aussi à un niveau inconscient et vibratoire. Ainsi nous mesurons constamment l'espace autour de nous, avec nos sens puis celui-ci nous renvoie des idées, des sensations changeantes (en fonction de la lumière, des matériaux etc.). Cette relation dynamique est également continue.

b) Démarche : la matérialité flottante

Fils du célèbre astrophysicien Hubert Reeves, Nicolas Reeves est né en 1957. Il a étudié à l'Université Laval, qui est l'un des plus importants établissements d'enseignement supérieur du Québec. Il est détenteur de deux licences obtenues à l'Université de Montréal. La première en architecture, lui a été remis en 1982 et la seconde en physique en 1985. Il a poursuivi des études approfondies en physique jusqu'à 1986, date à laquelle il part étudier à Cambridge au *Massachusetts Institute of Technology*. En 1988 il est diplômé du MIT, en architecture. A partir de 1989, Nicolas Reeves est embauché comme professeur et créateur-chercheur à l'école de

¹Julie Cattant, *Le corps dans l'espace architectural, Le Corbusier, Claude Parent et Henri Gaudin*, <https://gerflint.fr/Base/Europe11/cattant.pdf>, p. 35.

²Benoit Goetz (1955) est un philosophe français. Il est professeur de philosophie à l'Université de Metz et rédacteur de la revue *Le Portique*, interrogeant la philosophie et les sciences sociales.

³Benoit Goetz, *Théorie des maisons. L'habitation, la surprise*. Lagrasse : Verdier, 2011, p. 144.

design de l'Université du Québec à Montréal. Il y poursuit ses enseignements jusqu'à présent. Nicolas Reeves a eu sa formation pratique dans les ateliers des architectes Philippe Madre, basé à Paris, puis chez Jacques Rousseau, situé à Montréal. Il a reçu le Prix de Rome et a été admis dans l'Ordre des architectes du Québec en 1992. En 1994, il remporte le concours du Grand prix d'Architecture du Québec. Entre 1998 à 2000, il fut vice-président de la Société des Arts Technologiques. Cette structure créée en 1996, a pour mission de promouvoir des œuvres des arts vivants utilisant les technologies numériques. La SAT a un rôle particulièrement dynamisant dans la sphère des arts numériques en proposant des formations, des budgets de productions, une assistance technologique et des festivals pour le public Québécois et international. Elle participe à la renommée internationale de Montréal comme ville des festivals de musiques et d'arts numériques. De 2001 à 2008, il fut un des membres fondateurs puis directeur scientifique de l'Institut Hexagram. Hexagram qui a, depuis, évolué sous la forme d'un réseau regroupant des chercheurs-créateurs au Québec et à l'international, se présente ainsi :

« Hexagram est un réseau international dédié à la recherche-crédation en arts médiatiques, design, technologie et culture numérique. La qualité et la diversité des infrastructures techniques et de recherches offertes aux chercheurs ainsi qu'aux étudiants des cycles supérieurs font d'Hexagram un organisme tout à fait unique. Ses deux principaux objectifs sont : (1) la promotion du travail collaboratif entre ses membres afin de promouvoir la recherche-crédation en tant que champ de recherche en émergence par le développement de concepts, d'outils, de procédés et de pratiques théoriques et méthodologiques et (2) la consolidation, l'échange et l'exportation de cette expertise à l'international »¹.

Les deux principaux centres de recherche du réseau Hexagram sont basés dans deux Universités : l'UQAM (où le premier centre Hexagram-UQAM a vu le jour) et Concordia (où le centre de recherche *Hexagram* est intégré depuis 2016 à l'Institut de recherche-crédation *Milieux*). Ce réseau travaille avec des entreprises, des établissements d'enseignement supérieur et des organismes (arts, industries, cultures) au Canada et dans le monde.

Le laboratoire NXI Gestatio de Nicolas Reeves situé à l'UQAM, possède une équipe scientifique et technique. Les recherches sont basées sur les travaux collaboratifs entre l'ingénieur David St Onge² et Nicolas Reeves. Il est dirigé par l'artiste et architecte canadien. David St Onge, quant à lui, a une formation d'ingénieur en structure architecturale, qu'il a complété par une maîtrise et un doctorat en génie mécanique et robotique. En créant NXI

¹Hexagram, <https://www.hexagram.ca/index.php/fr/>

²David St Onge est un ingénieur et docteur en mécanique robotique canadien. Il a fait des études à l'Université de Laval avant d'entrer à l'école polytechnique de Montréal. Il codirige le laboratoire NXI Gestation avec l'artiste Nicolas Reeves.

Gestatio, il s'est spécialisé dans des projets artistiques nécessitant de la robotique. St Onge et Reeves présentent le laboratoire via leur site internet :

« Il développe des œuvres, des installations et des performances artistiques qui explorent l'impact, le risque et le potentiel des technologies numériques dans tous les domaines liés à la création. Par leur nature intrinsèquement transdisciplinaire, ses travaux, situés à la frontière de l'art numérique et du science-art, l'amènent à collaborer régulièrement avec des protagonistes de toutes les disciplines (arts, sciences technologies), et sont diffusés tant dans les milieux artistiques que dans les milieux technologiques et scientifiques »¹.

Reeves explore les notions d'ordre et d'organisation de manière approfondies. L'ensemble de sa démarche est représentatif des arts numériques du Canada. L'artiste utilise la science et de la technologie en les détournant afin de produire des œuvres poétiques, sonore ou formelle. Il invente de nouvelles façons de composer dans l'espace sonore et sculptural.

Un autre grand axe de travail pour Nicolas Reeves est une recherche sur la morphologie des structures urbaines tels que les bidonvilles et les quartiers traditionnels. Ces recherches le conduisent à mettre en relation les développements des structures conçues par des insectes comme les fourmis ou les abeilles avec ces structures humaines. Il met aussi en interaction les systèmes informatiques cellulaires avec les modèles de genèse de cités antiques comme en Turquie. Il mène ces travaux depuis une vingtaine d'années. Ce qui semble le fasciner, c'est l'action collaboratrice d'individus aux capacités limitées qui sont capables de générer un collectif sophistiqué ou de créer des structures très complexes. Le film *Bidonville : architecture de la ville future*, en anglais *Slums : Cities of Tomorrow*, tourné dans sept pays et réalisé par J.N. Orhon, est significatif de cette démarche. L'artiste a participé à l'écriture du scénario, à sa documentation ainsi qu'au tournage. Plusieurs fois récompensé, ce documentaire reprend et présente l'essentiel de ses travaux sur la ville.

L'œuvre *La Harpe à Nuages*, fait partie des œuvres les plus connues de Nicolas Reeves qui la conçoit, avec le laboratoire NXI Gestatio, à partir de 1997. Cette œuvre est aussi connue sous le nom de la *Harpe de Kepler* en hommage à l'astronome inventeur du terme « la musique des sphères » Johannes Kepler. Les auteurs définissent l'œuvre comme étant un instrument « météo-électronique », lisant la structure des nuages via un laser infrarouge. C'est en mesurant le temps de retour et l'intensité du faisceau laser que le dispositif peut déterminer la densité d'un nuage puis reconstituer sa structure. Ces données sont converties *in vivo* en séquences audio et musicales grâce à un logiciel nommé *Midilidar* mis au point spécialement pour ce projet. Une caméra ayant une vision globale du ciel a été couplée à un ordinateur pour définir,

¹<http://www.nxigestatio.org/NXI/nxi-presentation.html>

à partir de sept catégories, l'état du ciel : ciel clair, ciel couvert, une couche de nuages, deux couches de nuages, trois couches de nuages, précipitations, ciel bouché. Ce dispositif appelé *harmoniseur climatique* permet d'agir sur les sons en évitant des sons trop aigus et en faisant varier subtilement les sonorités de la *Harpe à Nuages*. Cette fontaine sonore peut être utilisée lors de performances ou des concerts. Les sons et musiques ne sont jamais identiques, car ils varient en fonction des conditions météorologiques dans laquelle la *Harpe à Nuages* est plongée. Elle peut fonctionner en continu par tous les temps et à des températures extrêmes. Nicolas Reeves se réfère au concept d'architectone créé par Kasimir Malevitch¹ dans les années 1920, et qui est une forme de proto-architecture. Reeves pour souligner la qualité architecturale de son œuvre, décrit les architectones ainsi :

« Une formule qui peut devenir architecture pourvu qu'un programme lui soit imparti, et qu'elle devienne habitée. Les architectones suprématises de Malevitch sont lus aujourd'hui comme des architectures ; il n'en allait pas de même à l'époque de leur création, où peu d'architectures empruntaient de telles morphologies. Les architectones de Malevitch, tout comme les architectures fabuleuses de Piranèse, les spectres de Ferris ou les délires de Liebeskind, évoquent l'existence de formes architecturales latentes, qui hantent l'imaginaire humain depuis parfois des millénaires (...) »².

Grâce à l'évolution technologique, ces formes architectoniques peuvent devenir réalisables et prendre forme dans l'architecture moderne et contemporaine. Comme nous l'avons vu plus haut, cette création a connu un certain succès international auprès des publics de l'art contemporain. Dans le domaine universitaire, plusieurs mémoires lui ont été consacrés. Elle fut montrée au public la première fois au Québec dans la ville d'Amos. C'est avec le soutien financier de la Fondation Daniel Langlois qu'une seconde version a pu être développée. Cette dernière comportait sept cordes (au lieu d'une dans la première version) et avait également des dimensions plus imposantes. En 2000, durant l'événement *Lyon Cité Sonore*, une démonstration de l'œuvre fut réalisée au Musée d'art contemporain de Lyon.

Basée sur *La Harpe à Nuages*, la nouvelle version de l'instrument de musique a vu le jour à partir de 2012. Elle prit pour nom : *La Sonde Méridienne*. Cette fois, en plus des formes des nuages, l'œuvre récupère également différentes données atmosphériques au niveau du sol : pression, température, humidité, pluviosité, luminosité, champ électrostatique, vitesse et direction des vents et foudre détectée dans un disque de 80 km de diamètre ; puis les transforme en musique. Rebaptisée *Le songe d'Ithaca*, la première mouture de la Sonde Méridienne, a

¹Kasimir Malevitch (1879-1935) est un artiste russe. Il est l'un des précurseurs de l'art abstrait.

²Stephan Barron, http://www.multimedialab.be/doc/projections/doc_nicolas_reeves_harpe.pdf, paragraphe 5

produit de la musique pour la première fois au Centre National d'Art Contemporain du Fresnoy, en 2013 en France (Tourcoing).

Les mutations de la Blanche Biche, une autre œuvre issue également du laboratoire NXI Gestatio, a vu le jour à la fin des années 1990. Dans un texte de la Fondation Daniel Langlois¹ écrit par Angela Plohman², l'architecte décrit son projet :

« [Les sculptures] proviennent de l'évolution des systèmes de la vie artificielle, elles font appel à des méthodes informatiques connues comme des "automates cellulaires", des "algorithmes génétiques", et des "réseaux neuraux". Dans ces systèmes, que l'on peut comparer à des biocultures virtuelles, un grand nombre d'organismes numériques vivent, évoluent, se croisent (par métissage) et meurent. Différentes sortes d'organismes existent, chacune d'elles se caractérisant par un comportement particulier. Leur environnement social est strictement déterminé : la chance n'a pas sa place dans ce processus »³.

Deux mutations ont vu le jour dans le laboratoire NXI Gestation : *Coireault* et *Doncieux* en 1999. Inspirée de la chanson traditionnelle *La Blanche Biche*, chaque mutation produit une séquence sonore en basse fréquence. Les composantes sonores des « architectones » de l'installation proviennent des variations de la chanson en provenance du Danemark et du Québec. L'œuvre *les Mutations de la Blanche Biche* a été présentée à l'espace d'exposition d'Amos en 2001 au Québec.

Nicolas Reeves mène des projets avec d'autres artistes, ainsi le dispositif *NOX MATER étude pour muons et silence* a été conçu en collaboration avec la sculptrice Lorella Abenavoli⁴. Cette artiste franco-italienne s'est spécialisée dans l'art sonore. Elle réalise des installations mélangeant les sciences dures comme la biologie, la physique ou l'acoustique avec les arts visuels et la programmation informatique. Sa démarche globale vise à explorer la pratique de la sonification dans les arts plastiques et médiatiques. La sonification peut être définie comme étant la représentation de données informatiques par le biais de la production de signaux acoustiques non verbaux ayant comme finalité la transmission ou la perception d'une information. L'exemple du signal sonore de recul d'un engin de chantier est significatif de ce

¹Fondation Daniel Langlois est une structure à but non lucratif basée à Montréal au Canada. Elle a pour vocation d'aider des projets en arts et en sciences en recherchant à développer la relation entre l'homme et son environnement. Elle a été fondée en 1997 par l'homme d'affaire et mécène Daniel Langlois.

²Angela Plohman est une femme d'affaire anglo-canadienne. Après avoir travaillé pour la fondation Daniel Langlois entre 1998 et 2001, elle est devenue la vice-présidente de la fondation Mozilla. Mozilla est un moteur de recherche informatique.

³Angela Plohman, <http://www.fondation-langlois.org/html/f/page.php?NumPage=101>, 2000.

⁴Lorella Abenavoli, est une artiste sculptrice et sonore franco-italienne. Docteure en arts sonore, elle poursuit ses travaux sur la sonification dans les arts visuels et numériques.

que peut être la sonification. C'est dans le cadre du *Festival @rtOutsiders*¹, organisé par Henri Chapier² et Jean-Luc Soret³, que la création collaborative *NOX MATER* a eu lieu en 2007. Nicolas Reeves et Lorella Abenavoli expliquent leur création en ces termes :

« L'installation *NOX MATER étude pour muons et silence*, propose d'expérimenter le silence de la nuit. Une pièce, rendue anéchoïque, est plongée dans une obscurité quasi totale. Sur ses parois se trouvent des haut-parleurs à haute fréquence, capables de projeter des faisceaux sonores très étroits et très directionnels. L'arrivée d'une particule provoque l'émission d'une brève lame sonore (une voix qui annonce un fragment de poème) et une lueur tout aussi fugace. Aussitôt absorbées par le revêtement des parois, elles rendent immédiatement l'espace à l'obscurité et à l'immensité de son silence »⁴.

Le dispositif consiste à rendre une salle totalement sourde tant d'un point de vue acoustique qu'électromagnétique, puis à placer un détecteur de particules cosmiques (nommées muons). A chaque détection de muons, des haut-parleurs diffusent des bribes de poèmes et une petite lumière. C'est à la maison européenne de la photographie, à Paris que *NOX MATER étude pour muons et silence* a été présentée la première fois par le commissaire d'exposition Jean-Luc Soret. La thématique du *Festival@rtOutsiders 2007* fut les territoires invisibles, proposant aux spectateurs de découvrir des œuvres récentes se situant dans l'infiniment petit, ou d'explorer des mondes parallèles et des sphères mentales nouvelles.

En 2004, Nicolas Reeves débute le programme de recherche Aérostables, qui le fera connaître dans le milieu de l'art contemporain international. Il s'agit de robots volants cubiques dont la spécificité est qu'ils sont capables de développer des comportements autonomes. Nous étudierons ces automates, que l'artiste appelle les *Voiles* ou en anglais les *Self-Assembling Intelligent Lighter-than-Air Structures* (les *SAILS*).

Depuis 2014, dans ses plus récentes recherches, l'architecte propose, en déclinaison de sa série *La Harpes à Nuages* et *La Sonde Méridienne*, une transposition en musique et en son de l'architecture de bâtiments classés ou reconnus.

¹*Festival @rtOutsiders*, consacré aux rapports entre arts sciences et technologie, est un événement d'envergure internationale, il met en lumière les formes émergentes de créations contemporaines autour de NBIC. Il a été cofondé par Henri Chapier et Jean-Luc Soret et s'est déroulé de 2000 à 2011.

²Henri Chapier, est directeur de publication et commissaire d'exposition français. Il est co-fondateur du *Festival @rts Outsiders* avec Jean Luc Soret. Il a écrit *Festival @rts Outsiders : Du Bio art à la vie artificielle*, Maison européenne de la photographie, 2002.

³Jean-Luc Soret, est un commissaire d'exposition français. A la maison européenne de la photographie, il coordonne les projets liés aux nouveaux médias. Il travaille avec le centre National d'Etudes Spatiales pour réaliser des projets artistiques en relation avec le domaine spatial.

⁴N. Reeves et L. Abenavoli sur le site internet : <http://abenavoli.net/projects/nox-mater-etude-pour-muons-et-silences-2007/>

Reeves explique l'œuvre réalisée à Mende en France, sur le site internet du laboratoire NXI Gestation :

« *MENDE CATHÉDRALE* est une installation sonore interactive qui transpose en timbres sonores et en musique, par l'entremise d'un objet mathématique appelé "harmonique sphérique", l'architecture de la cathédrale Notre-Dame-et-Saint-Privat de Mende. Version contemporaine et poétique de l'harmonie des sphères¹, repensée à la lumière des modèles actuels du cosmos et des représentations que donne la physique du son et de la musique, elle invite le visiteur à se munir d'un casque d'écoute et d'un petit module lumineux appelé « lanterne harmonique », puis à déambuler dans la nef et les collatéraux de l'édifice. La transposition s'effectue en chaque point de l'espace en prenant pour centre la position du visiteur. C'est celui-ci qui, par ses mouvements et ses déplacements, assemble les timbres sonores et les embryons mélodiques pour générer à chacune de ses trajectoires une composition différente »².

Il utilise des concepts scientifiques avancés (mathématiques, physique etc.), pour générer des propositions artistiques de toucher tous les publics. En 2017, ces recherches ont été présentées durant l'été dans la cathédrale de Mende en Lozère.

L'artiste architecte expose peu. Pourtant il est invité régulièrement à montrer ses travaux dans des lieux prestigieux comme Le Grand Palais, le Théâtre du Chatelet et la Maison Européenne de la Photographie à Paris. Il fut convié à la Wood Street Galerie de Pittsburg, pour présenter son œuvre *La Harpes à Nuages* en 2004. Il a également montré son travail au Palais de Rumine de Lausanne en Suisse, à l'Institut Culturel Itau de São Paulo, au Centre d'Art Contemporain Winzavod à Moscou en 2009. Son travail est soutenu par différentes institutions canadiennes comme la Fondation Daniel Langlois ou le Gouvernement du Québec.

Nicolas Reeves est titulaire de nombreux prix et bourses. Il a présenté ses travaux et conférences sur les différents continents.

2) Architecture interactive en lévitation

a) *Voiles/ SAILS* +, *L'anti-dirigeable*

Dans le projet *Voiles/SAILS*, la préoccupation majeure de Nicolas Reeves fut de réaliser le rêve de nombreux architectes et bâtisseurs qui consiste à libérer l'architecture des lois de la

¹«L'harmonie des sphères ou Musique des Sphères est une théorie d'origine pythagoricienne, fondée sur l'idée que l'univers est régi par des rapports numériques harmonieux, et que les distances entre les planètes dans la représentation géocentrique de l'univers — Lune, Mercure, Vénus, Soleil, Mars, Jupiter, Saturne, sphère des fixes — sont réparties selon des proportions musicales, les distances entre planètes correspondant à des intervalles musicaux», http://www.resonance-harmonie.fr/?page_id=91

²Nicolas Reeves, <http://www.nxigestatio.org/NXI/MENDE-CATHEDRALE/>

gravité. En utilisant l'une des formes de base de l'architecture, ici le cube, N. Reeves constitue une structure minimale plus légère que l'air.

A l'origine de ce projet, est une recherche de Nicolas Reeves, datant de 1988, sur des structures architecturales capables de réaliser un vol stationnaire. L'idée était de créer des formes géométriques volantes, en opposition avec les dirigeables aux formes aérodynamiques classiques. Entre 1999 et 2000, le premier *Mascarillon* a été construit. *Mascarillons* étant le mélange de mascaret (ou raz de marée) et carillons. Les premiers vols ont eu lieu au-dessus de l'embouchure d'une rivière ; le cube nommé *Moncton*, carillonnait à chaque fois qu'une vague passait en-dessous de lui. Ces formes flottantes n'avaient pas de système de navigation et étaient maintenues au-dessus du cours d'eau grâce à des câbles. La structure était particulièrement imposante en comparaison des versions robotisées futures.

C'est à partir de 2002, que les recherches ont ensuite portées sur le développement de robots volants dont les formes géométriques permettront la réalisation d'assemblages complexes en plein vol. C'est pour cela que la forme choisie pour les dirigeables fut le cube. L'équipe du laboratoire *NXI Gestatio* s'est également inspirée des comportements collectifs des insectes comme les fourmis ou les abeilles pour développer un protocole dit « d'intelligence en essaim ». Les créateurs du projet expliquent comment ils se sont inspirés des sociétés animales dans la description du projet dans leur site internet nxigestatio.org :

« Il s'intéresse en particulier aux simulations d'assemblages et de comportements dérivées de l'observation de sociétés animales (animalcules coralliens, fourmis, guêpes, termites...). Ces sociétés savent produire collectivement des structures sophistiquées, bien que les possibilités individuelles des animaux soient très limitées »¹.

La recherche a visé à la réalisation d'un essaim de robots cubiques pouvant évoluer de manière autonome dans un espace intérieur. Il y a eu plusieurs versions de *SAILS* : la première fut nommée *Mascarillons*. Leurs structures furent réalisées en bois de tilleul. Il y a eu un prototype et quatre modèles expérimentaux : les M180t et M170t, faisant 180 cm et 170 cm de côté, respectivement. La seconde série, en matériaux composites et faisant 160 cm de côté, porta comme nom *Nestor* et avait pour référence technique N160c. Enfin la troisième série baptisée *Tryphon*, a nécessité quatre modèles en matériaux composites pour sa mise au point. Le *Tryphon* ou *T225c*, fait 225 cm de côté. Les robots volants sont aussi appelés *aérostables* en référence aux mobiles et stables d'Alexander Calder où « les objets sont suspendus et extrêmement sensibles aux plus petits mouvements de l'air et pour lesquels l'immobilité est presque

¹<http://www.nxigestatio.org/PROJETS/SAILS/description.html>

impossible à atteindre »¹. Les projets *Voiles/SAILS* (fig. 12, p. 8) ont amené des chercheurs en arts et en sciences de différents horizons à collaborer pour aboutir à un environnement robotique en relation avec l'art, l'architecture, les sciences et les technologies numériques ; avec en arrière-plan, la possibilité que ces robots volants puissent interagir avec le public ou avec des performers. Les *Voiles* ou les *Self-Assembling Intelligent Lighter-than-Air Structures* ont permis une collaboration universitaire internationale entre chercheurs du Canada comme David St Onge, Nicolas Reeves et Eric Poncet de l'institut Hexagram et NXI Gestatio, des universitaires suisses comme Julien Nembrini et Alcherio Martinoli de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne, des scientifiques anglais comme Alan Winfield du Laboratoire de Systèmes Autonome Intelligent de l'University of the West of England à Bristol en Angleterre. C'est ce dernier qui a trouvé le sigle SAILS, qui veut dire voiles en français. Grâce à ces collaborations interdisciplinaires, trois cubes volants de la série *Tryphon* ont pu être mis au point. N. Reeves explique :

« Les mascarillons sont les premiers aérojets développés pour ce projet. Comme leurs ancêtres non-robotiques, ils sont fabriqués à partir d'une vessie en polyuréthane hélium tendue entre les bords intérieurs d'une structure cubique ultralégère. Tous les équipements robotiques et mécatroniques sont situés dans les formes structurelles. La conception est déterminée par un certain nombre de contraintes, parmi lesquelles le rapport poids / portance occupe la place la plus importante et influe sur toutes les autres caractéristiques. La force de levage de l'hélium au niveau de la mer, à une pression et à une température normale, est d'environ 9,81 N par mètre cube de l'hélium, ce qui signifie qu'un mètre cube d'hélium peut lever environ 1000 g »².

Les *Aérojets*, comme certains chercheurs les appellent, sont animés par un micro-ordinateur de bord de 40g, qui contrôle huit microturbines ; ce qui leur permet de se déplacer et de s'incliner dans toutes les directions. Lors de démonstrations, les facettes des cubes peuvent être éclairées par le faisceau des vidéos projecteurs, durant certaines présentations ou performances. Grâce à un procédé de localisation précise des cubes dans l'espace, les images vidéo-projetées suivent parfaitement les évolutions spatiales des cubes. Avec la lévitation, l'autre concept qui est mis en avant dans cette recherche, est l'interactivité : les cubes interagissent entre eux, comme pour l'œuvre *La Harpe des Nuages*, avec l'environnement, c'est-à-dire, la température locale, la couleur, les conditions sonore et de luminosité de l'espace

¹N. Reeves, E. Poncet, J. Nembrini, A. Martinoli, A. Winfield, *Voiles/SAILS Self-Assembling Intelligent Lighter-than-Air Structures*, PDFhttp://nxigestatio.org/REEVES/download/a_comparison_of_collaborative_approaches_in_roboti.pdf, p.5

² *Id.*, *ibid.*, p.6

intérieur. Ces énormes cubes réagissent aussi aux mouvements des humains. Nous pouvons également avoir une expérience interactive en bougeant autour de ces grands volumes flottants. Les spectateurs peuvent aussi interagir avec les sculptures, dans certaines conditions, en utilisant leurs téléphones et en envoyant des messages textuels. Le projet débuté depuis le début des années 2000 se poursuit toujours. De nos jours, les recherches portent sur la réalisation d'un mur flottant grâce à l'assemblage de plusieurs cubes autonomes. Il cherche également à produire des comportements collectifs. Ce qui est plus récent, c'est l'exploration des relations et les interactions humains-automates, qui pourraient avoir lieu dans le cadre de performances chorégraphiées et impliquer plusieurs *aérostables* et plusieurs performeurs. Pour atteindre ces objectifs, de nombreux problèmes ont dû être résolus avant que le premier *Aérobot* ne puisse s'envoler : les artistes, les scientifiques, les électroniciens et ingénieurs ont dû solutionner des problèmes de légèreté de la structure des dirigeables dont le passage d'une structure en bois de tilleul à une structure en matériaux composites. Question logiciel, ils ont dû mettre au point différents modules s'occupant du vol de l'alimentation, de la perception de l'espace environnant le robot et aussi définir ses interactions avec les humains et ses paires dans le cadre d'une programmation comportementale. Concernant la fusion entre les éléments mécaniques et les composants électronique que l'on nomme mécatronique, une réflexion profonde a dû être menée sur ce qui est indispensable à l'obtention des fonctions souhaitées. Certaines fonctions ont dû être abandonnées à cause de la chasse au poids. C'est en s'appuyant sur l'étonnant potentiel des dispositifs de vie artificielle que le projet *Voiles/ SAILS* a pu se développer. Analysons le système qu'est l'*aérostable* (ou robot volant) par ses composants principaux : la structure, la mécatronique, les capteurs et logiciels.

La Structure reflète l'idée de départ qui consiste à créer un cube parfait, ayant des faces planes et des arrêtes identiques, permettant de pouvoir assembler les cubes en vol. Pour un assemblage optimum, il est absolument nécessaire, comme dans le cas des briques que les dimensions soient identiques entre elles et que les faces soient bien nivelées. Lorsque deux cubes s'assemblent, la puissance commune de leurs turbines leur permet de se déplacer. C'est pour cela que les turbines ont été placées au centre de chaque arête, et que les flux d'air issus de ces moteurs ont été dirigés vers les coins des cubes. La seconde problématique concernant la structure a consisté à optimiser le rapport poids / efficacité de chaque composant. Les concepteurs parlent des caractéristiques de la structure :

« Comme tous les objets volants rigides, la structure du [VOILES | SAILS] *aérobots* doit remplir les critères de légèreté, de rigidité et de stabilité. Il doit

également être démontable, afin de permettre le transport facile des *aérobots* pour des expériences, des démonstrations ou des spectacles / performances »¹.

Un *aérostabile* est composé d'un châssis cubique en fibre de carbone ayant pour fonction de maintenir tous les éléments du robot ensemble. La dernière version des aérobots, le *T225c Tryphon* dont la longueur d'arrête est de 225 cm constitue un aboutissement en matière de structure. Douze poutrelles triangulaires constituent un exosquelette ; c'est à l'intérieur des petites poutres qu'est disposé l'ensemble mécatronique. Les poutrelles sont un assemblage de tubes, de tiges et bandes de fibres de carbone assemblées au moyen de connecteurs en résine de synthèse. Ce châssis cubique enferme une enceinte souple contenant l'hélium. Cette poche est composée d'un parallélépipède cubique en film plastique (polyuréthane). Un *aérostabile* pèse environ 2500 g la structure, l'enveloppe et l'hélium pesant 1500 g, il ne reste que 1000 g pour la mécatronique d'où la nécessité d'évaluer très précisément l'intérêt de chacune des composantes de celle-ci.

La mécatronique a été étudiée pour intégrer rapidement différents types de capteurs. Un bus de communication (de technologie I2C) relie tous les composants. Ce centre de communication est lui-même géré par un ordinateur sous programmation linux :

« Le cerveau de Mascarillon est la carte KoreBot, un ordinateur entièrement UNIX miniaturisé, qui pèse environ 40 g. Chaque dirigeable a sa propre adresse IP, le transformant en un nœud Internet en vol. Les quatorze capteurs sont des sonars d'une portée de six mètres et d'une résolution d'un centimètre ; six d'entre eux (un par visage) ont une capacité de détection de la lumière. Huit petits ventilateurs gainés sont situés au milieu des fermes verticales et horizontales inférieures. Les flux d'air sont guidés aux extrémités des fermes par des tubes en polycarbonate transparent.

Les communications entre les composants des aérobots utilisent le protocole I2C, tandis que la communication entre le sol et les aérobots est assurée par un réseau local sans fil (WLAN) standard »².

Une caméra vidéo et un système d'acquisition sonore sont actuellement en cours de développement, et seront intégrés dans la prochaine phase du projet. Elle est composée d'une chaîne s'organisant en trois sous-groupes principalement : les capteurs, l'unité de traitement ou CPU et les actionneurs. Dans le premier groupe, il y a une vingtaine de capteurs dont une quinzaine de capteurs de distance dont le positionnement sur la structure est variable et dépend des spécifications de chaque nouvelle version. Les capteurs de distance sont des sonars à ultrason capables de détecter des obstacles ou une présence humaine à 6 m de distance. Des

¹*Id., ibid., p.6*

²*Id., ibid., p.6*

détecteurs de lumière, des boussoles, des altimètres et des accéléromètres, des capteurs sonores et une caméra, une carte réseau sans fil, sont aussi installés dans les robots flottants. L'ensemble de ces capteurs permet la réalisation des performances et des démonstrations. Dans le second groupe, il y a l'unité centrale de traitement (le processeur) pesant à peine 40 ; ce qui est très efficace, vu le nombre de données qu'il a en charge de traiter. Le troisième groupe comprend les contrôleurs moteurs, huit à douze moteurs avec leurs tuyères en polycarbonate, neuf batteries et une douzaine de mètres de fils.

Pour ce qui est du logiciel, le programme embarqué à bord des aérojets leur donne la possibilité d'évoluer selon deux états : le premier consiste en un mode télécommandé. Le technicien pilote le robot flottant via une interface de type clavier souris ou manette de jeux et entre des coordonnées spatiales que l'ordinateur de bord va chercher à atteindre et à garder de manière très stable. Le second état correspond à l'autonomie du dirigeable fonctionnant selon une programmation comportementale.

« Les tâches faciles à mettre en œuvre sur des robots au sol deviennent de véritables défis pour les pilotes en vol. L'immobilité est un bon exemple : faire rester immobile un robot terrestre peut difficilement être considéré comme une « tâche », mais c'est en fait un processus dynamique pour un aérojet, impliquant : mesures constantes et ajustements en hauteur. On peut en dire autant de l'arrêt d'un robot à une position donnée : à partir des capteurs, l'ordinateur doit anticiper la position finale et arrêter les moteurs de sorte que l'inertie de l'aérojet soit compensée exactement par la résistance d'air et que l'aérojet s'arrête à la position souhaitée. Les tâches plus complexes nécessitent des algorithmes plus sophistiqués ; leur étude sur les aérojets réels implique beaucoup de temps, de grands espaces expérimentaux, ainsi que des ressources humaines et matérielles »¹.

Les deux premiers programmes ont porté sur l'utilisation des données des capteurs de distance afin, soit de les tenir à une distance fixe d'un mur ou du sol, soit d'éviter des obstacles lors de leurs déplacements. D'autres programmes permettent aux cubes d'être en interaction dynamique, lumineuse ou sonore avec leur environnement immédiat, en déclenchant chez eux des réactions simulant une forme de sensibilité. Actuellement les recherches s'orientent sur la résistance structurelle des *aérostables*, afin qu'ils puissent être mis en interaction avec des humains lors de performances artistiques. Les développements portent aussi sur certains programmes de commande qui leur permettront d'enregistrer une série de déplacements et d'actions. Le but étant de pouvoir utiliser les robots dans des démonstrations répétitives comme des shows ou des représentations théâtrales. L'autre piste est l'amélioration des capacités

¹*Id., ibid., p.6*

perceptives des robots par le biais de caméras embarquées permettant une reconnaissance spatiale et par l'utilisation de détecteurs sonore pour une identification des présences humaines.

b) Se libérer des lois de la nature

Ce projet même s'il a des racines dans les recherches sur la genèse complexe et organique de certaines villes (hors des schémas d'aménagement des urbanistes), ou avec les architectones de Malevitch, *SAILS* est, selon son auteur, en relation direct avec l'architecture. Ici les (futurs) assemblages de formes cubiques volantes laissent présager d'une nouvelle architecture libérée du poids de la gravité. Une ville comme Venise, en s'appuyant sur des milliers de poteaux en bois, semble flotter sur les eaux. Les gratte-ciels ont pour fonction symbolique de toucher le ciel et de démontrer la toute-puissance humaine en rejoignant la demeure mythologique des dieux (grecs et autres). Des images dans l'histoire antique évoquant ce mythe sont nombreuses. Ainsi les Vimanas sont les chars des dieux ou chars célestes venant de l'Inde antique. Il s'agit de machines volantes régulièrement citées dans les textes sacrés. Il y aurait deux types de Vimanas selon Richard Thompson¹ : les Vimanas fabriqués par des hommes ayant des ailes et volant comme les oiseaux et la seconde catégorie que sont des machines qui ne sont pas aérodynamiques et ne sont pas réalisées par des êtres humains et qui volent mystérieusement. C'est dans le *Mahabharata* que l'on trouve la description de ces engins. Reeves cite également les cathédrales gothiques cherchant l'allongement et la légèreté afin d'être en harmonie avec leur volonté de transcendance. Ici vitrail et lumière se transmutent l'un, l'autre. Plus près de nous, l'artiste évoque le dirigeable *Albatros* dans le roman d'anticipation de Jules Verne *Robur le Conquérant*. Il est paru en 1886, d'abord sous forme de feuilleton dans le *Journal des débats politiques et littéraires* ; il conte les aventures de trois personnages enlevés par un mystérieux individu. L'albatros est une sorte d'hélicoptère ressemblant à un navire ayant une forme oblongue et pointue, mue par deux hélices situées à l'avant et à l'arrière. Des hélices fixées aux mats permettent la sustentation dans les airs. Enfin, Reeves évoque les villes volantes du constructiviste Georgii Krutikov² :

« La "*Ville Volante*" est un projet utopiste de la part de ces architectes pour répondre à ces critiques. Celle de Georgii Krutikov se base sur la relation entre bâti et nature pour répondre aux "*besoins de l'individu type*" qui serait l'Homme, avec pour objectif tout de même un "*rendement maximum*". Pour se faire, son

¹Richard L. Thompson (1947). Docteur en mathématique, il est connu pour ses travaux en mécanique et en probabilité. Il a écrit *Vedic Cosmography and Astronomy*, ed Motilal Banasidas, 2003.

²Georgii Krutikov (1899-1958) est un artiste et architecte russe faisant parti du mouvement constructiviste. Il est connu pour ses recherches pour crée une ville volante dans les années 1920.

projet est d'utiliser l'élément volant pour des habitations ou pour des moyens de circulation, seul les complexes industriels sont travaillés au sol. Son objectif est de libérer le sol et de se déplacer dans la 3^e dimension. Il veut conquérir l'élément aquatique, sous, dans et au-dessus de l'eau, l'élément aérien, ville volante, et de l'espace »¹.

L'interrogation, la démarche principale de ce projets *Voiles/Sails* est de proposer une nouvelle vision de l'architecture. Il s'agit de créer un geste architectural basé sur l'opposition entre la flottabilité et les formes géométriques comme le cube ou la pyramide. Reeves semble vouloir libérer l'architecture, des contraintes physiques, méthodologiques et humaines. Les contraintes physiques sont connues : le poids, la pérennité, l'équilibre. Les contraintes méthodologiques et humaines concernent la façon de créer l'architecture, ce sont des humains qui la conçoivent avec comme but d'y habiter. La fonction reste une caractéristique essentielle du moment où l'architecture est pensée par et pour l'homme. N. Reeves propose, à travers de multiples recherches, le retour de l'architecture à son lieu d'origine qu'il nomme architectonique. C'est le lieu où celle-ci est en plein processus génératif, comme pour les réseaux cellulaires ou les constructions coralliennes, termitières et les bidonvilles. Ici l'architecture est comme un organisme vivant, ayant son propre programme d'évolution, qui s'accomplit indépendamment des êtres humains. L'architecture abrite toujours des espèces naturelles ou artificielles. Par contre son développement est organique. Pour les termites, fourmis et les humains des favélas, cette architecture est comme une prolongation protectrice, à un niveau systémique supérieur, des caractéristiques des espèces habitantes. Cette architecture est comme un exosquelette. Le projet *Voiles/Sails* est libéré de la fonction d'habitable. Ce sont des artefacts que N. Reeves souhaite affranchir de la tutelle humaine. Leurs futurs assemblages dépendent de leurs caractéristiques techniques et architecturales, mais aussi de leur programme, qui, à terme, se veut complètement autonome.

c) La sensibilité des artefacts

Reeves interroge la transcendance que cela soit à travers l'immobilité, ou la lévitation. Son souhait est de dématérialiser l'architecture, en la déconstruisant. En cherchant d'autres formes de genèse architecturale dans les bidonvilles, il cherche à se rapprocher du développement organique, qui lie directement l'homme aux anfractuosités du sol, en le libérant

¹Duran Andres, *La ville volante de Georgii Krutikov*, 1928, p.356. <http://traac.info/blog/?p=356>.

du plan de l'urbaniste, de la vue du ciel du Corbusier. L'architecte cherche des pistes de libération du vivant comme dans ce qui se passe dans les programmes informatiques liés à la vie artificielle. L'architectonique ou proto architecture est une autre piste, une autre méthode d'évolution architectural organique pour que la naissance des formes reste aléatoire et génétique. La force de lévitation de l'hélium est mise à contribution pour donner à la brique, au cube, une nouvelle liberté spatiale. Le projet *SAILS* se concentre sur le fait d'avoir des modules assemblages et pilotables. N. Reeves, dans une dimension utopique, rêve de formes libres capables de se développer de manière autonome comme les automates cellulaires ou d'autres programmes génétiques. Finalement il rêve de libérer l'architecture du contrôle des humains.

Étrangement, son matérialisme scientifique est nourri des expériences de vies artificielles, de genèse formelle, urbaine, sculpturale et architectonique. Les dimensions plastiques et architecturales s'accordent parfaitement avec les domaines musicaux, scientifiques et informatiques pour produire du sens. Il s'agit clairement d'une vision humaniste de l'homme et de son rapport à son propre destin en liaison avec sa production d'artefacts architecturaux, artistiques ou technologiques. N. Reeves comme beaucoup d'artistes pressent que l'œuvre a les caractéristiques du vivant. Comme toute forme autonome, elle doit pouvoir sortir des rails de son créateur. Il y a autre chose chez Reeves : c'est cette spiritualité qui ne s'incarne pas dans un art religieux, mais qui s'affirme par des créations sonores prenant vie dans des cathédrales comme celle de Mende en Lozère, ou dans les pierres flottantes que sont les *Voiles/Sails*. Au tout début de ses recherches sur les harpes à nuages dans son œuvre *The Sixth Diffractal* datant de 2001, il interroge l'œuvre *XVIII Goldberg Variation* de Jean Sébastien Bach. Le musicien allemand est le créateur de l'équilibre entre l'harmonie et le contre-point et est aussi considéré comme un grand maître spirituel. Nicolas Reeves, même s'il est athée, a une forte relation au sacré.

Ce qui semble relier Vera Bigetty et Nicolas Reeves, les artistes de ce chapitre, est leur utilisation de programmes informatiques pour la réalisation de leurs œuvres. C'est grâce aux automates cellulaires, algorithmes et génétiques que Reeves aboutit une nouvelle forme d'architecture qu'il nomme *Architectones Informatiques*. C'est par le biais de la programmation que les dirigeables cubiques sont susceptibles d'évoluer dans leur environnement et de se stabiliser jusqu'à feindre l'immobilité iconique. C'est autour et avec des programmes d'art génératif que l'artiste brésilienne conçoit ses œuvres. Ces programmes peuvent être réalisés par des entreprises comme Adobe, Microsoft. Ils peuvent être Open Source comme Processing, ou être « fait maison » par des programmeurs sous les consignes des artistes. C'est aussi en

utilisant les réseaux téléphoniques et internet ou en récupérant directement des informations dans les bases de données que ces artistes nourrissent leurs œuvres afin de les rendre interactives et vivantes. Parfois, l'œuvre-appareil est un système ouvert qui nécessite la mise en relation avec les réseaux pour fonctionner et créer une nouvelle poétique. Parfois c'est un système fermé, qui peut prendre la forme d'une application autonome et être téléchargeable comme certains écrans de veille de nos ordinateurs. Dans ces petits programmes animant nos écrans d'ordinateurs, il peut s'agir d'une forme plus ou moins organique et lumineuse se baladant lentement dans l'espace tridimensionnel informatique ou encore d'un paysage qui peut osciller entre la figuration ou l'abstraction en passant par tous les possibles proposés par l'histoire de l'art. Nous le devinons ces mini-programmes n'ont pas beaucoup de variations. Ce sont les mêmes que nous avons tous sur nos ordinateurs. La dimension aléatoire est donc faible. C'est pour donner aux spectateurs une expérience poétique unique et chaque fois renouvelée que les artistes comme Reeves ou Bighetti augmentent les possibilités de leurs appareils. A l'instar du vivant, c'est en utilisant un système ouvert sur les mondes réels ou virtuels qu'ils atteignent leur but. En dotant leurs appareils d'une *sensitivité*, celle-ci est une capacité donnée à une machine d'avoir des réactions différentes aux mêmes stimuli, qui sont obtenus en augmentant la palette des capteurs (de lumière, de son, de chaleur, de couleur de distance, de présence), en proposant dans la programmation une dimension aléatoire ou en établissant de nombreuses conditions ; enfin en développant une programmation comportementale, copiant une forme de cognition, ou de prise de décisions pouvant varier en fonction de certains critères ou de très nombreux paramètres définis par le programme et le grand nombre de capteurs. Cette sensibilité, ou sensibilité des machines, est au cœur des œuvres ou des machines voulant être en interaction avec les humains (ou entre elles). Avec la sensibilité il n'est plus juste question d'imiter ou de simuler le vivant, grâce à des machines ou des intelligences artificielles mais la nouvelle étape : est de rentrer en interaction sensible avec celles-ci.

B) Vera Bighetti et l'anthropophagie virtuelle : Etude de *Self Cinema*

Née à São Paulo, Vera Sylvia Bighetti est une artiste, qui a pour démarche d'utiliser les algorithmes de programmation, comme langage de communication entre elle et les ordinateurs, afin d'obtenir des œuvres d'art génératives. Pour elle, l'art génératif est un processus pratique dans lequel l'artiste a collaboré avec la machine, décrivant les qualités esthétiques en termes de règles et d'instructions. La présence de facteurs aléatoires permet de simuler des

comportements biologiques. La combinaison de principes rationnels scientifiques avec des principes subjectifs et esthétiques donne la possibilité de faire émerger de nouvelles formes inattendues. Golan Levin¹ définit l'art génératif de la façon suivante :

« L'art génératif, comme on le comprend habituellement aujourd'hui, est une pratique artistique qui utilise des algorithmes mathématiques pour produire automatiquement ou semi automatiquement, des expressions dans des formes artistiques plus conventionnelles. Par exemple, un programme génératif pourrait produire des poèmes, des images, des mélodies ou des animations. Habituellement, l'objectif d'un tel programme est de créer des résultats différents à chaque fois qu'il est exécuté. Et généralement, on espère que ces résultats auront une valeur esthétique et qu'ils seront distincts les uns des autres, dans des variantes intéressantes. Un certain art génératif opère de façon complètement autonome, alors que quelques œuvres génératives intègrent également l'intervention d'un utilisateur, ou encore de l'environnement »².

Vera Sylvia Bighetti a réalisé une thèse en 2008 ayant pour titre *Programação generativa como linguagem e comunicação - Processos de rotinas de código executável como ferramenta de transmissão da informação* dont la traduction correspond à *La programmation générative en tant que langage et communication - Processus de routines de codes exécutables en tant qu'outil de transmission d'informations*.³ Il s'agit d'étudier les échanges et les supports de ce type de communication générative. En d'autres termes, elle a analysé les créations esthétiques et artistiques ainsi que les différents milieux de productions et de diffusions de celles-ci. Les concepts de code et de protocole sont au cœur de sa recherche. Le code est un langage, compréhensible par les humains (à base d'anglais généralement), nous permettant de programmer un ordinateur ou de rédiger une application. Le code, c'est du texte, soit une série d'instructions données à l'ordinateur qui vont être ensuite traduites en langage machine constitué de 0 et de 1. Le concept de protocole, lui, correspond aux différentes lois structurant les flux de données ou organisant la connexion des ordinateurs au sein d'un réseau. Le but d'un protocole est de rendre performante la connectivité du réseau et d'harmoniser les technologies de communication.

¹Golan Levin (1972) est un artiste et ingénieur états-unien. Il travaille sur l'utilisation expressive des nouveaux médias par le biais d'artefacts et d'expériences impliquant l'utilisateur.

²Golan Levin, interviewé par Carlo Zanni en 2004 : http://www.flong.com/texts/interviews/interview_ciac/

³Vera Sylvia Bighetti, *La programmation générative en tant que langage et communication - Processus de routines de codes exécutables en tant qu'outil de transmission d'informations*, Université Pontificale Catholique de São Paulo¹ (PUC), 2008

Pour développer sa thèse, Vera Bighetti se base sur les recherches de Jacques Derrida¹ sur la parole, l'écriture et la grammatologie. Elle cite également les travaux d'Alexander R. Galloway² sur le protocole et l'interface, et ceux de Espen J. Aarseth³ sur l'ergodisme.

1) Génération d'image et espace interactif

a) Langage, image et contrôle

Le premier philosophe que cite Vera Bighetti est Jacques Derrida. C'est certainement l'un des auteurs les plus importants du XX^e siècle. Lui-même a puisé dans la pensée de Heidegger et se réclame de ce dernier. Il a étudié Husserl afin de mieux déconstruire la pensée du philosophe allemand. Il cite régulièrement la psychanalyse en général, et Freud en particulier. Le marxisme est aussi une de ses sources de réflexion. C'est chez le philosophe Heidegger, que J. Derrida a puisé le concept de déconstruction. Pour ces deux philosophes, c'est à cela que doit s'atteler la philosophie contemporaine. Ils soulignent que dans la philosophie traditionnelle grecque, le monde est perçu sous le prisme du dualisme : celui d'oppositions binaires comme le corps et l'esprit, la nature et la culture ou la parole et l'écriture. Ces rapports aboutissent toujours à la minoration d'un des termes de la relation ; ainsi l'esprit est supérieur au corps ; la culture est au-dessus de la nature. Chez Derrida, cette mise en opposition s'appelle la différence. Le philosophe constate qu'il arrive rarement que ce dualisme soit remis en cause de façon profonde par les penseurs occidentaux, et quand cela se produit, il est particulièrement difficile de constater que ces philosophes arrivent à se situer hors du champs critique, hors de l'univers de pensée de sa propre culture, c'est-à-dire hors de sa propre métaphysique. Montrer les oppositions, c'est faire acte de déconstruction, pour Derrida et Heidegger. Pour eux, démonter un système ne veut pas dire le détruire. Il s'agit d'abord de mieux cerner les rapports de force, les structures, les sous-parties en présence. Il y a des similitudes entre la systémique et la déconstruction ; toutes deux procédant par l'analyse et le repérage des éléments ou des niveaux d'un objet, d'une œuvre ou d'un système. Dans l'une de ses déconstructions, Derrida interroge l'opposition écriture/parole. Il constate que la philosophie accorde une primauté de la

¹Jacques Derrida (1930-2004) est un philosophe français. Il est l'auteur de la théorie de la déconstruction. J. Derrida fut directeur d'études à l'École des Hautes Études en Sciences Sociales et professeur à l'École Normale Supérieure.

²Alexander R. Galloway (1974) est un philosophe états-unien. Programmeur et écrivain, il travaille sur les problématiques liées à la théorie des médias et des technologies numériques.

³Espen j. Aarseth (1965) est un chercheur norvégien. Il est connu pour ses travaux sur les jeux vidéo et la littérature électronique.

parole face à l'écriture, car la parole serait plus proche de la pensée, tandis que l'écriture ne serait qu'une représentation secondaire. Le philosophe nomme ce rapport, phonocentrisme. Le logocentrisme, quant à lui, postule que la raison existe sans avoir besoin de mots ou de structures linguistiques. C'est contre ces théories que Derrida démontre qu'il y a toujours un écart, une distance dans la conscience qu'un sujet a de lui-même et de sa propre parole. Ce temps, ce délai qu'a le vivant sur lui-même, il le nomme écriture. Il ne s'agit pas de l'écriture comme représentation graphique, mais plutôt comme une trace montrant l'écart que nous avons par rapport à la présence à nous-même. Derrida nous propose que du fait de l'écart temporelle de la conscience que nous avons de nos paroles, du fait de l'écriture comme trace (et non pas représentation graphique), nous ne pouvons dire les choses directement. C'est pour lui une des conditions du langage qu'il nomme la *différance* (écart ou espacement). Cela implique que nous différons (dans le sens psychanalytique du terme), de la compréhension de ce que nous faisons ou vivons, et que le sens nous échappe tout le temps. Derrida en tire une autre conclusion : toutes les sociétés (parlantes) sont dans l'écart, la *différance*, ce qui implique qu'elles sont forcément dans l'écriture.

Dans son livre *De la grammatologie*¹, Jacques Derrida affirme dans la première partie, que l'écriture a comme origine le langage ; d'ailleurs il s'interroge sur la possibilité de l'existence d'une écriture qui serait antérieure au langage. Il s'oppose à Jean-Jacques Rousseau² et à Ferdinand de Saussure³ qui, tous deux, considèrent que la langue est naturelle et qu'elle est distincte de l'écriture. J. Derrida fait l'étude de l'*Essai sur l'origine des langues*⁴ de J-J Rousseau ; plus précisément, la seconde partie de l'ouvrage sur la science de l'écriture, qu'il propose de nommer la grammatologie. Cette science nouvelle a pour but de commander la pensée métaphysique et scientifique. Pour Derrida, le mot "écriture" renvoie à deux concepts : le premier concerne l'écriture au sens courant, c'est-à-dire le signe ou la représentation graphique du langage. Le second est nommé archi-écriture par le philosophe. L'archi-écriture est la condition même du langage ; elle menace la parole et l'écriture alphabétique, depuis l'intérieur. Il considère ce concept comme étant antérieur au langage, celui-ci ne peut être perçu que par la trace. La trace est un concept essentiel de la déconstruction chez Derrida. Il l'explique ainsi :

¹Jacques Derrida, *De la grammatologie*, Paris, éditions de Minuit, 1967.

²Jean-Jacques Rousseau (1712-1778) est un philosophe suisse majeur. Il a collaboré à la rédaction de l'Encyclopédie et développé une pensée philosophique où le concept de liberté est central.

³Ferdinand de Saussure (1857-1913), linguiste suisse, il est l'un des fondateurs du structuralisme. Il a étudié les langues indo-européennes.

⁴Jean-Jacques Rousseau, *Essais sur l'origine des langues*, Genève, le Pléiade édition, 1781.

« Toute trace peut toujours s'effacer, s'oublier, se perdre. Cette perte appartient à sa structure. Mais l'archi-trace est déjà effacée. D'une part, elle a déjà disparu dans l'oubli, n'existe plus. Elle n'a jamais existé ou plus exactement *elle n'arrive qu'à s'effacer* (si elle arrive, c'est seulement dans l'effacement). Son inscription est devenue impensable. Mais d'autre part, nul ne peut garantir qu'une trace puisse être définitivement et radicalement effacée. Elle peut toujours faire retour comme symptôme, comme spectre ou autrement (de manière inattendue, imprévisible, monstrueuse ou inimaginable). Nous sommes toujours hantés par la trace »¹.

Toujours dans la seconde partie, J. Derrida, observe que le XVIII^e siècle est une période où le *logocentrisme* va reprendre toute son ampleur face aux réflexions de Leibniz concernant l'écriture. Dans la dernière partie, Derrida explique que la vision occidentale concernant l'écriture est tributaire de son univers de pensée, c'est-à-dire sa propre métaphysique.

En posant « qu'il n'y a rien hors du texte »², Jacques Derrida démontre que le langage n'a aucun sens prédéterminé ou transcendantal. Pour lui, il n'y a pas de relation entre la réalité objective et le langage, car ce sont les relations entre signifiants (les mots) qui donnent un sens au langage. Pour le philosophe, le sens se transforme à chaque nouvelle façon de lire ou de dire le mot ; ce qui implique un jeu infini de significations, ou un sens infini dans le langage. Au final, c'est le lecteur qui crée la signification du texte. Cela vaut également pour les textes issus des sciences sociales (historique, ethnologique) ; il ne peut y avoir de lecture objective de ces documents. L'auteur développe cette pensée dans sa théorie sur la déconstruction. Concernant la signification et l'interprétation des œuvres (écrites, sonores ou visuelles), Jacques Derrida, rejoint la théorie proposée par Umberto Eco dans son livre *L'œuvre ouverte*. Ce dernier dit :

« Toute œuvre d'art, alors même qu'elle est une forme achevée et close dans sa perfection d'organisme exactement calibré, est ouverte au moins en ce qu'elle peut être interprétée de différentes façons, sans que son irréductible singularité soit altérée. Jouir d'une œuvre d'art revient à en donner une interprétation, une exécution, à la faire revivre dans une perspective originale »³.

Grace à ses recherches sur la signification et l'interprétation, l'auteur italien repense le rapport du lecteur à l'œuvre. Le lecteur, tout comme le spectateur rétinien chez Marcel Duchamp, quitte sa posture de consommateur, pour devenir coauteur de l'œuvre. Il s'ensuit un nouveau rapport au public et à l'artiste. La perception esthétique est également bousculée, ainsi que la contemplation de l'œuvre. Enfin les productions artistiques trouvent de nouveaux

¹<https://www.idixa.net/Pixa/pagixa-0509140437.html>

²J. Derrida, *De la Grammatologie*, Paris, éditions de Minuit, 1967 p.232

³Umberto Eco, *L'œuvre ouverte*, Paris, 1962, Point Seuil, 1965, p. 17.

débouchés, de nouvelles places au sein de la société ; ce qui modifie les rapports entre les artistes et les producteurs (galeries, sociétés d'édition ou de production musicale, théâtrale).

Concernant les fichiers électroniques et les machines à lire, c'est-à-dire les ancêtres des ordinateurs, en 1967, Derrida les rapprochait de ses concepts de "trace" et de "gramme". Le concept d'écriture, à partir des années 1960, a commencé à désigner autre chose que la représentation graphique d'une lettre ou d'un idéogramme et fut utilisé pour désigner d'autres inscriptions dans l'espace comme la danse, la sculpture ou le cinéma. Ce sont les concepts de trace, graphème et de gramme qui ont permis d'unifier l'ensemble de ces utilisations. Ils ont en commun de ne pouvoir être expérimentés et de ne pas rentrer dans le système classique des oppositions du "logocentrisme". Par contre ils peuvent être assimilés aux écritures mathématiques. Dans son livre *De la Grammatologie*, Derrida dit : « Les machines électroniques procèdent de l'extériorisation de la trace qui élargit la *différance* et la possibilité de la mise en réserve »¹. Ce qui signifie que les ordinateurs et internet (qui ne possèdent pas de subjectivité par définition) permettent de rendre visible la trace grâce à l'augmentation de l'écart entre l'énonciation et la prise de conscience par l'enregistrement dans des fichiers numériques.

Le second chercheur que cite Bighetti est Alexander R. Galloway et ses recherches sur le protocole, les réseaux et le jeu vidéo et en particulier son livre *Protocol : How control Exits after Decentralization*² ou *Protocole : Comment le contrôle existe après la décentralisation*. Il propose de mieux comprendre comment le social et le politique ne sont pas indépendants de la technologie et qu'au contraire, cette dernière peut servir pour augmenter le contrôle sur nos sociétés dites en réseaux, disciplinaire ou d'informatisation. Ce livre aborde trois points majeurs dans la notion de protocole : les réseaux d'information, les logiciels informatiques et la normalisation informatique. Alexander R. Galloway rappelle que le code correspond à une fonction. Même si c'est une série de lignes de texte, qui pourrait être perçue comme un poème, c'est malgré tout un ensemble de procédures, d'actions et de pratiques conçues de manière très étudiée afin d'aboutir à des objectifs spécifiques dans des cadres spécifiques. Le code est parfois un langage, mais ce n'est pas un signe. Il est basé sur un processus : tout d'abord il est analysé, puis compilé. Il peut être procédural ou orienté objet. Ainsi dans le premier cas, le code est centré sur le traitement. Il décompose l'objectif à atteindre en procédures (des sous programmes). Dans la programmation orientée "objet", il s'agit d'agir sur les données en les

¹Jacques Derrida, *De la Grammatologie*, op. cit., p. 125.

²Alexander Galloway, *Protocol: How control Exits after Decentralization*, The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, 2004

regroupant par groupes ; ce que l'on nomme les classes d'objet. Le code est à chaque fois défini par des normes ontologiques c'est-à-dire par un ensemble de règles et de concepts structurés permettant la représentation de ce champ de connaissance. Dans son livre, l'auteur traite de la dimension technique du protocole et des réseaux dans la première partie. Les réseaux sont bien des objets techniques ; ce sont des circuits pas une métaphore, une infrastructure, un substrat pour reprendre le terme que développe Natasha Vita-More. Il y a deux visions du réseau : la première désigne la relation entre deux éléments mesurables (deux entités discrètes). Dans ce cas, tout pourrait être qualifié de réseaux. L'autre définition concerne la potentialité du réseau, ce qu'il permet de faire. Pour bien se faire comprendre, l'auteur pose la question :

« Un réseau est-il un réseau, s'il n'est pas utilisé ? Internet est-il un réseau en raison de ses câbles à fibres optiques, de son utilisation, de son transfert de données, des normes pour une telle utilisation, ou des concepts qui informent le développement de réseaux de la technologie elle-même ? Probablement tout cela »¹.

Dans la seconde partie du livre de A. R. Galloway, il est question de pouvoir et de contrôle sur la société. Les positions politiques concernant internet sont, soit dans la mouvance libertaire ; les internautes cherchant à ce que le réseau soit le plus libre possible. Soit, dans un fonctionnement bureaucratique ; les politiques préférant un accès contrôlé à l'information. C'est Gilles Deleuze² et Antonio Negri³ qui ont démontré que nous sommes passés d'une société disciplinaire (annoncée par Michel Foucault) à une société de contrôle. Maintenant, il n'est plus besoin d'enfermer les gens pour garantir l'ordre. Il suffit d'établir un contrôle continu sur ceux-ci (de façon diffuse).

Pour Galloway, la connectivité va de pair avec les réseaux. Mais c'est par la déconnexion que le protocole affirme son caractère éminemment politique. La déconnexion arrive de façons multiples : elle peut être due à une limite de temps imposé par un fournisseur d'accès internet, à des blocages de services dus à des actes de militantisme politique (hacking, cyber-féminisme etc.), de piratage informatique civil ou militaire, à petite ou grande échelle. L'auteur donne de nombreux exemples prouvant que la déconnexion est aussi essentielle que la connectivité dans son livre *Protocol*.

Dans la dernière partie, il s'intéresse aux futures orientations envisageables lors de la rencontre des NBIC ainsi que des questions sur l'info-politique et la biopolitique. Les sciences

¹*Id.*, *ibid.*, p.15.

²Gilles Deleuze (1925-1995) est un philosophe français. Ses ouvrages les plus connus sont *l'Anti-Œdipe* (1972) et *Mille Plateaux* (1980).

³Antonio Negri (1933) est un philosophe italien. Militant communiste engagé, il est arrêté en 1979 après des attentats en Italie. Il est l'auteur du livre *Empire*, paru chez Exils en 2000.

de la vie comme la biologie et les techniques informatiques se rapprochent de plus en plus jusqu'à donner de nouvelles branches que sont la biologie de synthèse ou les biotechnologies. Avec celles-ci, la séparation entre le corps et la machine s'amenuise et les prothèses, voire des cyborgs, se développent. Les biotechnologies permettent de définir les caractéristiques ethniques et autres de populations ou groupes d'individus, au niveau national ou régional ; ce qui constitue une nouvelle forme de contrôle pour qui détient ces informations. L'individu est un sujet civil mais aussi un sujet biomédical avec la médecine régénérative, les diagnostics génétiques et le regroupement de ses informations médicales dans des bases de données que peuvent gérer des sociétés privées comme Google ou Apple. Galloway insiste sur le développement de ces nouvelles info-économies et bio-économies basées sur des transactions liées aux données recueillies via nos téléphones portables ou aux objets connectés, mais aussi grâce à la culture in-vitro, aux cellules souches, à la culture de tissus ou d'organes. Il rappelle que les biotechnologies posent des questions qui ne sont pas morales mais éthiques et qu'il s'agit bien de problèmes biopolitiques en ce sens que ce ne sont pas les sociétés du GAFAM et les autres, qui vont proposer une régulation de leurs propres activités économiques, mais que c'est bien aux politiques et aux populations de légiférer dans ces domaines.

Dans son second ouvrage *The Interface Effect*¹, Alexander R. Galloway souhaite redonner une dimension engagée aux *medias studies* (études sur les médias) et passe par une dimension politique pour analyser les technologies numériques actuelles. L'auteur propose une vision différente des médias numériques, là où les théoriciens Marshall McLuhan² ou Friedrich Kittler³ pensent les objets médiatiques comme des prothèses du corps humain. Lui, préfère les analyser dans la dimension d'une pratique vécue, une manière d'être (ethos), équivalente au rapport que nous avons avec une œuvre d'art. Il base sa vision sur la tradition philosophique critique de Martin Heidegger et de Fredric Jameson⁴. Il affirme, à l'inverse des transhumanistes, que la technique est une pratique humaine (comme l'art) qui n'a pas pour but d'augmenter les capacités humaines. Ainsi les médias sont d'abord des pratiques de médiation avant d'être des substrats ou des objets. En s'appuyant sur le concept d'interface plutôt que sur celui de médium, le chercheur souhaite s'éloigner de la dimension de représentation, de la fétichisation de l'écran, pour mettre en avant la dimension pratique du numérique. L'interface pour Galloway, est un

¹Alexander R. Galloway, *The Interface Effect*, Polity Press, 2012.

²Marshall McLuhan (1911-1980) est un théoricien canadien. Il est le précurseur des recherches sur les médias contemporains.

³Friedrich Kittler (1943-2011) est un historien et théoricien allemand, spécialiste des médias.

⁴Fredric Jameson (1934) est un théoricien et critique littéraire états-unien. Marxiste, il porte une réflexion sur le post-modernisme.

seuil, non une fenêtre. Avec l'ordinateur, nous sortons complètement du rapport à la représentation où la passivité physique dénoncé par Marcel Duchamp et Umberto Eco était la règle. Avec l'interface, nous agissons : « Les médias numériques instaurent une pratique et non pas une présence, un effet et non pas un objet »¹.

Espen J. Aarseth² est le dernier chercheur sur lequel se base l'artiste Vera Bighetti pour réaliser sa thèse. Il s'agit d'un spécialiste renommé en ce qui concerne l'étude du jeu vidéo et de la littérature électronique. Il a d'ailleurs réalisé une thèse au département de littérature comparée de l'Université de Bergen. C'est au Centre de recherche sur les jeux informatiques de l'Université de Copenhague qu'il poursuit ses recherches. Dans son livre *Cybertext : Perspectives on Ergodic Literature*³, il propose une alternative au terme interactivité, qui, selon lui, est utilisée pour désigner des phénomènes qui ne recouvrent pas forcément la même réalité. Pour lui, l'industrie a créé des concepts comme les journaux, les vidéos, la télévision et même des maisons interactives. Cela, dans le but de souligner le changement de statut du consommateur. Il a créé le concept d'ergodisme, qui correspond à un texte qui nécessite un effort non négligeable pour être parcouru. Il se base sur la littérature pour éclairer son concept :

« Le terme "littérature ergodique", dérivé du grec *ergon* et *hodos*, qui signifie "travail" et "chemin". Au lieu de mettre l'accent sur le support électronique, il {Espen J. Aarseth} estime que l'élément qui caractérise la littérature numérique est l'action du lecteur, qui doit s'engager dans une voie (non-linéarité) et choisir entre des raccourcis ; action qui implique à la fois un effort de prise de décision et une création mentale de sens »⁴.

Des formes anciennes de littérature comme le Yi Jing, les calligrammes d'Apollinaire, les expérimentations du mouvement littéraire de l'Ouvroir de Littérature Potentielle (OuLiPo), ainsi que les formes électroniques comme le jeu vidéo, les récits utilisant l'hyper-textualité, sont incluses dans sa définition de l'*ergodisme*. L'auteur réfléchit à la non-linéarité :

« En lisant un cyber-texte, on nous rappelle constamment la présence de stratégies inaccessibles, de chemins non empruntés et de voix qui n'ont pas été entendues. Chaque décision rendra certaines parties du texte plus accessibles et certaines

¹ Matteo Treleani, citation, <https://www.inaglobal.fr/numerique/note-de-lecture/alexander-r-galloway/interface-effect/les-interfaces-sont-de-retour>.

²Espen J. Aarseth (1965) est un chercheur norvégien. Il est connu pour ses travaux sur les jeux vidéo et la littérature électronique.

³Espen J. Aarseth, *Cybertext : Perspectives on Ergodic Literature*, Johns Hopkins, UP, 1997.

⁴http://www.lindin.cat/introduccio_literatura_digital/c_lit_ergodica.htm

moins accessibles ; et vous ne saurez jamais le résultat exact de vos choix, car c'est précisément ce qui est perdu »¹.

Ce qui est important pour l'auteur c'est la nécessité de créer un nouveau langage pour une nouvelle réalité numérique, d'où l'utilisation du concept d'ergodisme. Le chercheur a écrit l'article « Nonlinearity and Literary Theory »² en 2003. Ce texte traite des notions qui sont dans les textes non linéaires, ainsi que ceux s'éloignant de la catégorie de l'hypertexte et explorant différents types de mediums pouvant, eux aussi, être considérés comme non linéaires. Il définit les textes non linéaires comme des structures linguistiques dans lesquelles les mots ou une suite de mots peuvent varier d'une lecture à l'autre. Les différentes catégories et variétés de textes non linéaires y sont aussi analysées. De plus, il décompose l'écriture en deux unités appelées textons³ et scriptons⁴ et explique ainsi comment l'écriture est plus que des signes et des symboles rejoignant en cela les travaux de Jacques Derrida.

b) Entre perception et sensation stéréoscopique

V. Bighetti a commencé ses études par un diplôme d'architecture intérieure de l'Institut d'Art et de Décoration de la ville de São Paulo entre 1965 et 1967. Elle fit une licence en arts plastiques entre les années 1974 et 1978, à l'École Supérieure d'Arts Plastiques de São Paulo. A partir de 1999 jusqu'à l'année 2001, elle fit une spécialisation en art et technologie à la Faculté des Beaux-arts (de la même ville), ainsi qu'une formation autour de l'amélioration du processus de création et de la méthodologie à l'université de São Paulo durant l'année 2000. Entre 2001 et 2002, elle fit un Master en Communication et Sémiotique des médias digitaux à l'Université Pontificale Catholique de São Paulo⁵(PUC). Cela lui permit de participer au V^e Congrès International de sémiotique, puis l'année suivante, au II^e et III^e Salon International d'info-poésie numérique.

En 2003, elle réalisa une formation sur la cyberculture 2.0 au Centre SENAC pour la Communication et l'Art et prit part au 5^e Salon et colloque international d'art numérique à La Havane. Elle fut invitée à la 2^e Biennale Internationale d'Art Numérique en Thaïlande. Sa

¹Aarseth, Espen J., *Cybertext: Perspectives on Ergodic Literature* Johns Hopkins, UP 1997, p. 120.

²Aarseth, Espen J., *Nonlinearity and Literary Théorie*, MIT Press, 2003, p. 762–780.

³Textons : « Dans un texte dynamique ou un hypertexte, c'est une chaîne de texte agissant comme une variable à partir de laquelle les scripts d'un texte dynamique sont assemblés ». Source : wiktionary

⁴Scriptons : « Est une séquence ininterrompue de textons dans un hypertexte ou un autre texte dynamique telle qu'elle apparaît au lecteur ». Source : wiktionary

⁵ La PUC de São Paulo, est une université de grande importance. <http://www.pucsp.br/>

première exposition semble être « 3 Teses e 1 Hipotese », à la galerie alternative Vermelho¹ de São Paulo. Cet espace d'exposition fut inauguré en 2002 par ses créateurs Eliana Finkelstein et Eduardo Brandão, afin d'être une alternative aux galeries commerciales très rigides concernant les œuvres d'arts proposées à la vente. La galerie Vermelho, c'est-à-dire rouge en langue brésilienne, encourage les nouvelles idées et discours développés par des artistes émergents et établis. « 3 Teses e 1 Hipotese » fut l'une des premières expositions collectives organisées par la galerie Vermelho. Elle rassemblait les artistes/étudiants André Teruya Eichemberg², Marcelo Bicudo³ et la directrice de thèse Giselle Beiguelman.⁴ « 3 Teses e 1 Hipotese » eut lieu du 14 octobre au 8 novembre 2003. Le texte de présentation rédigé par la galerie explique les intentions de l'exposition :

« 3 thèses et 1 hypothèse rassemble des projets qui traitent de nouveaux paramètres et paradigmes d'appréhension, de perception et d'utilisation de l'espace, dans la ville par le biais de réseaux et de dispositifs de communication à distance. Il apporte des interventions et des installations à la frontière de l'art et de l'architecture, de la communication et du design, des médias et des interfaces, de l'image et du texte. Les projets résultent des thèses de maîtrise et des projets de doctorat de Marcelo, Vera et André, tous guidés par Giselle Beiguelman depuis 2001 et portant sur des environnements modulés par l'interconnexion entre réseaux en ligne et hors connexion »⁵.

Dans le cadre de l'exposition, André Eichemberg proposa la 3^e thèse, *Les médias sont la ville*. L'architecte était déjà connu, en 2002, pour des projets d'intervention urbaine utilisant des capteurs et des intelligences artificielles, ainsi que pour sa conception d'espaces réversibles. Vera Bighetti présenta lors de l'exposition, l'espace immersif *Cadeira*, la 2^e thèse. Dans ce projet, les visiteurs perdent la limite entre les espaces réels et virtuels durant l'exploration spatiale qu'ils réalisent grâce à des lunettes 3D et une souris sans fil. Dans les œuvres *Cadeira* et *Stéréoscopique Space*, Bighetti exploite les technologies numériques et stéréoscopiques, et les conditions de perception dans les jeux vidéo. L'auteur de la 1^e thèse est Marcelo Bicudo qui est architecte. Pour cette exposition, il crée une installation qui explore les nouveaux contextes

¹La Galerie Vermelho se situe rue Minas Gerais à SÃO PAULO au Brésil. <https://www.galeriavermelho.com.br/>

²André Teruya Eichemberg est architecte, diplômé de l'UNESP. André Eichemberg s'est distingué dans le concours international dédié à l'architecture numérique. Finaliste du festival international d'architecture numérique FEIAD 2001, dirigé par Peter Eisemann et Greg Lynn et classé dans l'édition 2002 du même festival.

³Marcelo Bicudo a étudié l'architecture et est titulaire d'un doctorat en sémiotique dans le domaine des technologies de l'information. A l'Université de Stanford, il a également suivi une formation de cadre. Directeur artistique de Salem Propaganda et architecte de la FAU, professeur de typographie, de typographie numérique et de création d'emballages au Anhembí-Morumbi College, il a développé des projets intégrant un nouveau design hybride à l'échelle urbaine.

⁴Giselle Beiguelman (1962) est une artiste chercheuse brésilienne. Elle étudie les relations entre l'art numérique, l'art et l'activisme dans la ville connectée, ainsi que l'esthétique de la mémoire du XXI^e siècle.

⁵Texte de présentation de l'exposition collective « 3 Teses e 1 Hipótese » : <https://www.galeriavermelho.com.br/pt/exposicao/756/coletiva-3-teses-e-1-hip%C3%B3tese/texto>.

de lisibilité, où l'architecture se dissout dans la typographie pour se composer d'images, dans un ensemble de miroirs qui les reconstruit en volume. L'auteure de l'hypothèse de l'exposition est donc Giselle Beiguelman qui fut professeure responsable du programme post-diplôme en communication et sémiotique à la PUC de São Paulo. Elle fut également l'une des plus importantes créatrices de nouveaux médias de la scène contemporaine brésilienne durant les années 2000. Ses créations furent exposées dans des musées et centres de nouveaux médias internationaux, tels que ZKM (Allemagne), MECAD (Barcelone), Fundación Telefónica (Madrid). Son travail artistique est référencé et analysé dans des ouvrages de références, dédiés aux arts en ligne, tels que le *Yale University Library Research Guide for Mass Media*. Ses projets les plus significatifs sont *Wop Art* pour téléphones cellulaires datant de 2001 et des œuvres telles que *Leste o Leste ?* et *Egoscópio* créées en 2002 et comportant un accès public grâce à des bornes interactives et des panneaux électroniques. Les projets de Giselle Beiguelman impliquent des panneaux électroniques, des bornes interactives, le système d'exploitation Palm (PDA), des téléphones mobiles et Internet. Les œuvres de Beiguelman ont une forte influence sur les recherches de Vera Bighetti.

Bighetti a réalisé *Percepção em 3D* entre 2001 et 2002 ; c'est une première version de *Stéréoscopique Space*. Elle réalisa *Gramatologi + tal*, en 2003, en référence aux travaux de Jacques Derrida sur l'écriture et la grammatologie. Ses deux créations ont pour départ la recherche scientifique menée sur le jeu comme processus cognitif, ainsi que sur les dispositifs infographiques comme révélateurs de la société de l'information. Pour réaliser ses œuvres, Bighetti se base sur les travaux des théoriciens Jacques Derrida, Lev Manovich¹ et Stephen Wilson². Afin d'approfondir la dimension théorique de sa recherche plastique, elle débuta à partir de 2004, à l'Université Pontificale Catholique, un doctorat en Communication et Sémiotique, qu'elle finalise en 2008. Entre-temps, elle fit une formation autour du multimédia professionnel et a développé des projets artistiques avec processus génératif et vue stéréoscopique qui furent salués par de nombreux sites médiatiques et par la presse internationale. L'une de ses œuvres les plus connues est *Stereoscopy space*, produite en 2004. Cette installation interactive était composée d'une souris sans fil, couplée à un ordinateur. Un vidéoprojecteur diffuse sur un écran un diaporama constitué d'images abstraites prises au hasard dans un fichier. Le spectateur porte des lunettes stéréoscopiques ainsi qu'une souris dont

¹Lev Manovich (1960) est un théoricien russe, auteur de plusieurs ouvrages sur la théorie des nouveaux médias. Il enseigne à l'Université City de New York et en Suisse à l'European Graduate School de Saas-Fee.

²Stephen Wilson est un théoricien états-unien. Il est l'auteur de nombreux ouvrages sur les relations entre les arts, les technologies et les sciences. Le livre *Using computers to create art*, est paru en 1986 et *Information arts : intersections of art, science, and technology*, en 2002.

les mouvements s'affichent par le biais de petites taches colorées virtuelles. Au final, le spectateur perçoit la superposition de ces deux espaces virtuels reconstitués en un seul lieu. Avec le recul d'une quinzaine d'années, nous étions proches, dans les années 2002, de la réalité augmentée. Dans l'œil du spectateur, se fait le mélange, la synthèse au niveau de la perception. Au cœur de l'ordinateur, un programme produit cette animation infographique abstraite et répartit chaque composant vers les afficheurs respectifs que sont les lunettes et le vidéoprojecteur. Les créations *Diesel New Art* (DNA) et *Gr@phite, Drag and Drop* furent toutes produites en 2004. En 2005 elles participent à l'exposition collective « Ocupação », puis se met en place l'œuvre *Tsunami*.

En 2006 Bighetti prend part au VII^e Salon International d'art numérique de La Havane. En 2007 elle présente *Stereoscopy Space* au Musée National d'art du XXI^e siècle de São Paulo. En 2012 elle montre *Campus Party*. En 2013 elle poursuit sa formation en réalisant des études universitaires sur les interventions en réseaux urbains à la Faculté d'Architecture et d'Urbanisme de São Paulo. Vera Bighetti est une artiste des nouveaux médias et une essayiste en culture numérique qui développe des projets de recherche en art et technologie sur les processus auto-génératifs. Sa démarche consiste à développer des projets en suivant sa définition de ce qu'est l'art génératif :

« L'utilisation du système est identifiée initialement comme un élément clé de l'art génératif. Cela conduit à l'adoption de la complexité, ordre et désordre, en tant que principes efficaces d'organisation dans la comparaison des différents systèmes de l'art génératif (...). Le rôle de l'artiste est de construire, de démarrer ou de sélectionner la structure des procédures pour générer des formes potentielles et, par conséquent, l'aspect visuel final peut être ou non décisif »¹.

Pour Vera Bighetti, l'art numérique génératif permet aux artistes d'explorer le protocole comme quelque chose qui échappe aux règles et conventions. Il doit avoir pour première préoccupation de créer un nouveau protocole qui émerge lors de l'utilisation des systèmes de programmation complexes. Ce protocole est influencé également par la culture et les processus naturels et humains. Son travail plastique et théorique apparaît dans de nombreuses anthologies et divers ouvrages de référence consacrés au numérique. Vera Bighetti dit aussi :

« Les artistes démontrent leurs capacités à comprendre le monde, notant que l'univers est un système génératif, et montrent comment l'art peut donner un sens à la place et à la participation de l'homme dans cet univers »².

¹Vera Bighetti : <http://www.artzero.net/bio.html>

²Henri Tauliaut interview de Vera Bighetti, questionnaire, mars 2018, annexe p. 378

Elle pense que la structure des langages de programmation informatique permet de combiner la rigidité de la programmation avec l'imagination. Pour Bighetti, l'art génératif redéfinit le processus de conception artistique et la notion de paternité de l'œuvre. Ses créations obtenues grâce à des algorithmes remettent en question l'anthropocentrisme, les catégories traditionnelles, la paternité, l'originalité et le génie créateur.

Elle est invitée de nombreuses fois à exposer ou à donner des conférences au Festival International du Langage Électronique (FILE), au New Thaïlande Art Festival à Bangkok, aux événements Confluence et Fluxus en 2005 en Espagne. Elle fait partie des artistes de la Biennale Digital Art à Cuba en 2003 et 2006. D'autres manifestations internationales comme Rhizome.org, Hipersônica de São Paulo, International Arts et Machinista.org Technology Festival de Pern en Russie, l'ont invitée à présenter ses créations.

2) Narcisse et le capitalisme cognitif

a) *Self Cinema* ou le nouveau miroir de Narcisse

*Self Cinema*¹ (fig. 13, p. 9) a été présenté à São Paulo en décembre 2007 lors du festival Nokia Trend². L'artiste explique sur son site internet, son œuvre :

« *SELF CINEMA* est une conception développée pour les téléphones mobiles. Nous avons créé un studio de cinéma qui utilise l'image comme une expérience de perception du mouvement dans laquelle l'image offre de nouveaux stimuli facilitant la sensation d'immersion. La technologie mobile permet d'accéder à la production ainsi qu'à de nouvelles formes de distribution et de réception »³.

Il s'agit d'un dispositif comportant trois écrans suspendus au plafond faisant 2 mètres sur 2 mètres et disposé en forme de U. Ces écrans en toile vinyle de grande qualité, sont éclairés par l'arrière ; ce qui libère la place pour les spectateurs et surtout permet de faire disparaître aux yeux du public, tout le dispositif de vidéoprojection et de traitement des images. Nous avons déjà rencontré ce type de système d'immersion dans l'œuvre de Maurice Benayoum *World Skin, safari photo au pays de la guerre*. Il s'agit du Cube immersif 3D aussi appelé *CAVE Automatic Virtual Environnement*. Ce type d'espace de réalité virtuelle a été mis au point avant les casques de réalité virtuelle. Le spectateur disposait de lunettes 3D identiques à celles utilisées pour les

¹Vera Bighetti, *Self Cinema*, installation interactive créée en 2007 par Vera Bighetti, voir en annexe dans la table illustration fig.9 p.13.

²Nokia Trend est un projet créé par la marque au Brésil en 2001 afin de promouvoir les échanges entre art et musique mais surtout de trouver d'autres façons de consommer les produits de la téléphonie mobile.

³Vera Bighetti, *Self Cinema* : <http://www.artzero.net/>

films en trois dimensions (stéréoscopique) diffusées dans les salles de cinéma. Pour *Self Cinema*, il n'y a que trois murs sur lesquels de la vidéoprojection est diffusée, contrairement aux autres systèmes CAVE où parfois même le sol et le plafond étaient utilisés pour parfaire l'immersion. Les spectateurs portent également des lunettes stéréoscopiques. Le carré au sol, grâce à l'effet de miroir qu'il produit, augmente l'espace de l'installation. Ainsi les trois écrans se reflètent dans le sol et prolongent l'effet immersif du dispositif. Par contre une barrière, composée de deux plots et d'une grosse chaîne, empêche les joueurs de rentrer dans l'espace formé par les trois écrans. Sur ces écrans, les spectateurs découvrent une autre forme de cinéma, « l'auto-cinéma » interactif. En fait, il s'agit de vidéos d'eux-mêmes, prises en temps réel grâce à leur propre téléphone portable. L'artiste explique la fonction des téléphones portable dans son œuvre :

« Installez simplement le programme que nous fournissons et une connexion bluetooth pour utiliser les applications créées et démarrez une nouvelle façon de générer des images transformées en couleur, en mouvement et en vision 3D stéréoscopique »¹.

L'idée de miroir est de nouveau présente, sauf que cette fois, les images sont modifiées, colorisées, pixélisées, déformées grâce au dispositif numérique que constitue l'installation *Self Cinema*. Au préalable, les participants ont pris soin de télécharger une application pour leur téléphone mobile qui va permettre la liaison avec l'ordinateur de l'installation. Le principe global du dispositif est le suivant : des téléphones envoient (par bluetooth ou wifi) ce qu'ils captent à un ordinateur. Celui-ci traite les données en y adjoignant des effets spéciaux, puis répartit ces données vers trois sorties vidéo, grâce à un programme de type Processing spécialement conçu pour l'installation *Self Cinema*, puis les diffuse sur les écrans par le biais des trois vidéoprojecteurs. Une bande son est également diffusée. L'artiste présente son œuvre comme « un nouveau mode de génération d'images qui transforme les images en couleurs, en mouvements et en vision stéréoscopique 3D » ou « *Self Cinema* transforme les téléphones portables en studios de tournage »². *Self Cinema* se décompose en trois parties : une partie tangible, bien inscrite dans le monde réel et visible par le public. L'installation sculpturale, elle, consiste en un cube de 2 mètres de côtés dont trois facettes sont matérialisées par les écrans en toile vinyle et la quatrième facette par une bâche plastique transparente et réfléchissante qui, elle, est placée au sol. L'autre partie, bien réelle mais cachée, regroupe le matériel de réception des données venant des téléphones des joueurs, de l'ordinateur et les vidéoprojecteurs. Les

¹*Id.*, *ibid.*

²*Self Cinema*, vidéo sur Vimeo à l'adresse : <https://vimeo.com/16037491>

téléphones portables et les joueurs sont dans un espace intermédiaire, ils sont indispensables à l'œuvre en étant des interfaces. Les téléphones, comme éléments techniques l'alimentant de ses données visuelles, font le passage entre le réel et le virtuel. Les joueurs sont la matière même de l'image qui est captée. Pourtant ils ne font pas entièrement partie de l'œuvre. Car celle-ci se situe dans l'espace du cube. La limite de l'œuvre est matérialisée par la barrière qui, comme le quatrième mur dans la représentation théâtrale ou scénique, crée la séparation entre le public et l'œuvre. La dernière partie ne se donne pas à voir ; c'est la strate numérique. Elle est composée des flux de données issues de la numérisation du réel en données binaires, de la transformation de celles-ci en ondes hertziennes, en énergie électrique. C'est aussi l'ensemble des programmes, des langages informatiques qui communiquent entre eux grâce à des protocoles et des technologies compatibles. Il est indispensable d'assurer la communication entre tous les éléments techniques du dispositif. Finalement le spectateur peut garder son statut de consommateur d'images s'il le souhaite. C'est en téléchargeant l'application proposée par l'artiste à l'entrée de l'exposition, qu'il change de statut et qu'il devient un joueur potentiel. Pour Bighetti, l'œuvre est une nouvelle forme de cinéma, et donc, comme celui-ci, une nouvelle forme de narration visuelle. Dans le cas de *Self Cinema*, on peut rajouter le terme plastique à la question de la narration visuelle.

La dimension plastique dans l'œuvre de cette l'artiste consiste à reprendre, découper, multiplier, coloriser l'image, mais aussi à augmenter les propriétés vibratoires de celle-ci. Comme nous l'avons vu dans ses travaux d'images génératives, Bighetti transforme le réel en espace artistique où la perception est modifiée par l'ajout d'une troisième dimension grâce au procédé stéréoscopique, mais aussi en créant un léger déplacement de l'image dans le sens vertical et/ou horizontal. Ce déplacement visuel crée une vibration. Suely Rolnik¹ propose à ce sujet une réflexion sur la perception qu'elle nomme le paradoxe du sensible. Pour Rolnik, il existe deux modalités de connaissance du monde, la première consiste à percevoir celui-ci comme une forme, la seconde comme un champ de force (une énergie). Dans le premier cas, notre subjectivité rencontre le monde par la perception et dans l'autre par la sensation. La perception est consciente, rationnelle autant dire cérébrale. Tandis que la sensation est interne, corporelle. Suely Rolnik dans son essai *Anthropophagie zombie*, nous décrit la différence entre ces deux pôles du sensible :

« “Perception” et “sensation” se réfèrent à des puissances distinctes du corps sensible. La perception de l'autre apporte son existence formelle à la subjectivité

¹Suely Rolnik (1948) est critique d'art et théoricienne brésilienne. Elle dirigea le programme de recherche de l'Université de Sao Paulo sur la subjectivité. Avec Felix Guattari, elle a coécrit l'essai *Micropolitiques* en 2007.

(une forme sur laquelle se projette un sens, à partir de la cartographie de représentations visuelles, auditives en vigueur). La sensation, quant à elle, apporte à la subjectivité la présence vivante de l'autre. C'est par la sensation ou affect de vitalité que la subjectivité peut évaluer si l'autre en question produit un effet d'intensification ou d'affaiblissement des forces vitales spécifiques dont on est porteur »¹.

La dimension vibratoire des œuvres génératives peut être observée chez des collectifs d'artistes ou des artistes comme Granular Synthesis, Ryoji Ikeda ou David Gumbs. A cette qualité vibratoire peuvent être ajoutés des effets multiples comme la solarisation qui est une technique issue de la photographie. Il semble que la solarisation, provienne d'une erreur de développement du photographe et artiste Man Ray². Celui-ci ayant oublié des négatifs dans un bain de liquide révélateur, obtint un contour sombre et la partielle inversion des valeurs de l'image de départ. Plus tard l'effet photographique et chimique fut reproduit en infographie et en vidéo grâce à des sous programmes intégrés dans des logiciels de traitement d'images ou de montage vidéo. Un autre effet, est la neige « électronique », qui est souvent associée à la vidéo de surveillance ou aux perturbations du signal télévisuel. Due au bruit propre d'un système comme une caméra vidéo ou une télévision qui ne reçoivent pas de signal, cette texture est emblématique des arts vidéo. D'ailleurs c'est le traitement du signal (analogique) qui est l'une des caractéristiques des œuvres vidéo, chez des chercheurs comme Ben Laposky ou des artistes comme Wolf Vostell³ ou Nam June Paik. Puis les artistes se sont préoccupés de la disposition dans l'espace des téléviseurs puis avec l'art numérique, des écrans ou des vidéoprojecteurs. Tout ce langage plastique est repris plus tard dans les œuvres numériques. La solarisation, comme la pixellisation ou la neige électronique font parties des nombreuses techniques, effets et filtres que l'on peut observer dans l'installation vidéo de Bighetti, et dans l'art vidéo en général.

Que cela soit dans la composition d'une image préhistorique ou bien dans l'organisation d'un dispositif de représentation numérique, le lexique de la narration s'applique à tous les récits visuels. Ce vocabulaire, qui débute avec les premières peintures rupestres, va s'enrichir, peu à peu, de nouvelles formes. Après la juxtaposition d'actions dans la même image, va apparaître la superposition d'images. Le palimpseste en est un exemple bien connu. La peinture, puis le cinéma, vont proposer l'incarnation d'une idée par une chose ; ce que l'on nomme la

¹Suely Rolnik, *Anthropophagie zombie*, Paris, Blackjack édition, 2011, Paris, p. 14.

²Man Ray (1890-1976) est un artiste états-unien. Il fut l'une des principales figures du Dadaïsme à New York et du Surréalisme à Paris.

³ Wolf Vostell (1932-1998) est un artiste allemand. Peintre et sculpteur, il est l'un des précurseurs de l'art vidéo et de l'installation.

symbolisation ou la réification. La peinture de René Magritte¹, *Le retour*, offre un bon modèle de condensation d'idées. La compartimentation est largement connue du fait des polyptyques ou encore de la bande-dessinée. Le procédé de la mise en abîme est connu depuis la renaissance avec l'œuvre la *Chambre des époux Arnolfini*, créée en 1434 par Van Eyck. Mais c'est avec l'électronique que sont apparus les premiers effets de Larsens audio ou vidéo. La mise en abîme est une forme d'incrémentation. Ce terme vient du domaine de l'informatique. Dans la programmation, incrémenter consiste à ajouter 1 à un nombre N à chaque nouvelle boucle du programme. Lorsque l'on retire des éléments à une histoire par exemple, on parle de décrémentation. Pour approfondir la question du récit, la science de la narration postule que, pour les œuvres littéraires, toute histoire comporte au moins trois figures indispensables : le personnage participant à l'histoire, le narrateur racontant celle-ci et l'auteur qui écrit cette histoire. Le cinéma comme le théâtre sont reconnus comme des formes de récits. Ils sont qualifiés de récits panoptiques, car ces formes d'arts donnent à voir d'un seul coup d'œil tous les personnages de l'histoire. Une installation comme *Self Cinema* est donc elle aussi un récit panoptique. Le fait que le public, comme dans toutes les installations interactives, intervient de façon aléatoire dans l'œuvre, lui donne une autre caractéristique qui est d'être un récit exogène. Les transformations viennent du dehors, de l'extérieur du dispositif. Lors de la conception, les interactions sont imaginées mais bien souvent elles ne peuvent être toutes prévues ou contrôlées. La mise en scène curatoriale, c'est-à-dire l'organisation des différentes œuvres d'un artiste ou de plusieurs par un commissaire d'exposition, est aussi une narration visuelle.

Pouvons-nous considérer que *Self Cinema* fait partie de la catégorie des œuvres narratives ? En fait cela dépend de la définition de ce qu'est une narration, une histoire, un récit. Le Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales nous propose différentes définitions de ce qu'est un récit : c'est en premier lieu une présentation d'événements à l'oral ou à l'écrit. En littérature il s'agit d'une création racontant des faits réels ou imaginaires. En linguistique c'est un écrit caractérisé par l'emploi des temps du passé et de la troisième personne. Enfin en musique occidentale, il est question de passage récitatif et de solo vocal ou instrumental. La notion de récit en arts plastiques n'existe pas dans ces définitions, pourtant il est facile de proposer une transposition dans les arts visuels, tels les éléments indispensables du récit en littérature c'est-à-dire le triptyque : personnage, narrateur et auteur. Ainsi le personnage aurait comme équivalent le spectateur, le narrateur se transformerait en œuvre d'art et l'auteur correspondrait à l'artiste.

¹René Gislain Magritte (1898- 1967) est un artiste surréaliste belge.

Self Cinema dans sa volonté d'être une forme narrative nouvelle, intègre l'ensemble du lexique du récit visuel et plastique : elle propose des manipulations d'images permettant au spectateur de se plonger dans un univers esthétique très proche de lui puisque le *Self Cinema* est tourné à côté, voire avec lui, comme personnage. Bighetti a pressenti le phénomène de l'égo portrait (ou selfie), une dizaine d'années avant son émergence et a intégré à son œuvre la dimension narcissique du monde actuel avec une grande pertinence. Le miroir ou la mise en abîme sont des figures et des procédés techniques qui correspondent parfaitement avec notre société des réseaux sociaux et de la communication superficielle. Mais cette fois, elle détourne la production d'images personnelles, généralement sans grand intérêt, afin de concevoir une œuvre pour tous. Le détournant du statut de simple consommateur d'image, elle propose au spectateur de devenir acteur d'une création collective et esthétique. Détournant les technologies de la communication et les forme de jeu télévisé, l'artiste crée une œuvre hybride entre art et spectacle, jeu et représentation. Car certains spectateurs deviennent les acteurs d'un jeu qui les incorporent. Les autres regardent cela avec distance et peuvent alors adopter des positions critiques ou au contraire enthousiastes. L'auteur Brian Holmes¹, dans *La personnalité potentielle, Trans-subjectivité dans la société de contrôle*, s'interroge sur comment « se chorégraphier » :

« Mais qu'est-ce qui arrive si je donne au mot *chorégraphie* une signification plus large, celle d'une interaction, d'une auto-orchestration des corps en mouvement à travers l'espace ? Et qu'est-ce qui arrive si j'entends le *soi* comme une réflexivité plus complexe, exercée de manière réciproque par un groupe ? Quelle sorte de *soi* pourrait participer à la création d'une chorégraphie qui serait en même temps la mienne, et celle d'un agencement multiple ? Quel serait le style d'une telle œuvre, comment pourrait-elle se dessiner, se retracer, s'identifier ? Qu'est-ce qui adviendrait de la distinction entre sujet et objet, entre *moi* et *toi* ? Et l'intentionnalité — c'est-à-dire la projection d'actions possibles dans un espace-temps futur — comment fonctionnerait-elle dans ces conditions ? »².

Il ne s'agit plus seulement de réaliser une suite de mouvements pour soi-même dans l'espace. Se chorégraphier, pour lui, désigne autre chose. Il conçoit cette chorégraphie comme une relation entre un autre et soi-même, comme une interaction, une auto-composition ou organisation de multiples subjectivités bougeant dans l'espace. Il n'y a plus de « je » et de « tu », plus de « sujet » et « d'objet », il y a un tout. C'est certainement ce que cherche l'artiste brésilienne en mettant en présence les spectateurs dans son espace d'installation. Les actants

¹Brian Holmes est un critique d'art et chercheur états-unien.

²Brian Holmes *La personnalité potentielle, Trans-subjectivité dans la société de contrôle. Multitudes*, 2007/5 (HS n°1), p. 209-224. § N°1

dont l'image est répétée et modifiée dans le dispositif se chorégraphient eux-mêmes (grâce à leur téléphone portable) dans un jeu où l'autre disparaît pour se fondre dans l'œuvre où nous nous projetons au final. Dans ce même texte, Brian Holmes décrit le travail d'expérimentation chorégraphique et plastique de l'artiste brésilien Ricardo Basbaum¹. Voici ce qu'il décrit concernant une installation nommée *système-cinéma* et présentée à la galerie A Gentil Carioca à Rio, en novembre 2004 :

« En même temps il devient possible, depuis certaines positions dans l'espace, de regarder sur un moniteur des images de mon activité et de la tienne, retransmises en direct par un certain nombre de micro-caméras discrètes, branchées sur un séquenceur afin de présenter un cycle de points de vue changeants. C'est ce que l'artiste appelle « *système-cinéma* » : des caméras en circuit fermé, diffusant en temps réel, qui augmentent ma perception de l'espace tout en enregistrant des images pour des installations futures. Le système-cinéma ajoute un autre jeu de références — technologiques, cette fois — pour la compréhension de l'environnement que tu auras brièvement habité »².

Le dispositif complet comportait des mots écrits au mur (parler avec, formuler des souhaits, toucher) et des clôtures à hauteur de chevilles rythmant l'espace et forçant le spectateur à les enjamber. Les mots et les obstacles avaient comme objectifs de maintenir le visiteur en pleine conscience et en interrelation avec les autres. Basbaum conclut sur l'œuvre :

« Les éléments que je viens d'énumérer constituent un dispositif spatial qui relie des mouvements contraints à une sensibilité accrue, m'invitant à prendre conscience de mes attitudes physiques, discursives et affectives, en même temps que je t'observe et que j'interagis avec toi. Et ce dispositif de réflexivité partagée, qui se constitue par notre présence, deviendra à son tour le point de départ pour une étrange expérience où 'toi' et 'moi' serons à la fois objectivés et mis en relation, à travers des changements de position et d'identité induits par le jeu »³.

C'est exactement ce qui se passe dans l'œuvre de V. Bighetti : les sujets échangent leurs places de spectateurs et d'actants, dans une chorégraphie qu'ils sont libres d'interpréter en entrant en interrelation.

Une autre œuvre peut être mise en relation avec *Self Cinema*, c'est *Structuration du Self*, de Lygia Clark (fig. 14, p. 9). Comme Ricardo Basbaum, ces deux artistes ont en commun d'être brésiliens et de proposer une critique acerbe de la société de contrôle. Réalisée en 1976, lors de son retour au Brésil après une longue période d'exil due à la dictature militaire, *Structuration du Self*, est une œuvre qui explore la dimension thérapeutique et psychanalytique de l'art. Elle

¹Ricardo Basbaum (1961) est un artiste brésilien. Il développe l'art comme outil permettant des expérimentations sensorielles et la rencontre sociale.

²Brian Holmes *La personnalité potentielle, Trans-subjectivité dans la société de contrôle. Multitudes*, 2007/5 (HS n°1), p. 209-224 § 5.

³*Id. Ibid.*, p. 209-224 § 6.

propose aux spectateurs des objets relationnels qui ont comme objectif d’agir sur leur mémoire sensorielle. Déjà durant les années 1960, L. Clark, avec Hélio Oiticica¹, furent les artistes emblématiques du Néo-Concrétisme, le mouvement artistique brésilien né à Rio De Janeiro en réaction au Concrétisme de la ville Sao Paulo. Ce mouvement naquit en 1959 avec le *Manifeste Néo-concret* rédigé par le théoricien et poète Ferreira Gullar². C’est dans ce contexte qu’elle privilégie l’interaction avec le public, en le laissant manipuler et recréer les œuvres. Dans son article « Sur les traces de Lygia Clark », David Zerbib³ explique l’origine de la démarche de l’artiste et les premières œuvres rentrant en relation direct avec le public :

« Prolongeant la “Ligne organique”, la “Destruction du cadre” ou ses célèbres *Bichos* (“bêtes”, sortes de cocottes en métal articulées), l’artiste propose, en 1963, *Caminhando*, qui consiste à faire réaliser par le spectateur un ruban de Möbius en papier, et à l’inviter à y entrer par un point à l’aide de ciseaux, puis à le découper dans le sens de la longueur, aussi longtemps qu’il est possible d’éviter le point de départ de la découpe »⁴.

Entre L. Clark et V. Bighetti, il y a cette volonté d’inclure le public dans l’œuvre d’art. Ainsi, dans la *Structuration du Self*, le spectateur a comme possibilité de ressentir ou d’être en résonance avec les propositions plastiques de l’artiste. Ces créations artistiques sont issues d’une réflexion profonde sur la psychanalyse et sur la possibilité que pourraient avoir certains objets ou certaines formes sur la santé de certains spectateurs. Toutes les deux cherchent à mettre en mouvement la partie « sensation » de la subjectivité de l’actant grâce à des objets relationnels, tels le téléphone portable pour V. Bighetti, les sculptures/objets pour L. Clark.

b) Les antivirus contre l’anthropophagie zombie

Les trois artistes que sont Lygia Clark, Ricardo Basbaum et Vera Bighetti font partie d’une lignée de créateurs contemporains posant la question de l’implication du public dans l’œuvre d’art et aussi celle de la relation à l’autre. A l’origine de ces démarches, les mouvements nés au Brésil, comme le Néo-concrétisme et le Tropicalisme (dans une moindre mesure) ne peuvent être saisis sans d’abord expliquer le mouvement Anthropophage dont ils sont en partie issus. En 1928 le poète brésilien, Oswald de Andrade⁵ publie le *Manifeste anthropophage*. A

¹Hélio Oiticica (1937-1980) est un artiste contemporain brésilien. Il fut l’une des figures majeures du néo-concrétisme.

²José Ribamar Ferreira dit Ferreira Gullar (1930-2016) est un poète brésilien fondateur du néo-concrétisme.

³David Zerbib est un philosophe et critique d’art français. Il collabore notamment à *Artpress*.

⁴David Zerbib, « Sur les traces de Lygia Clark », <https://journals.openedition.org/critiquedart/1451>, § 2, 2011.

⁵Oswald de Andrade (1890-1954) est un poète brésilien faisant partis du Groupe des Cinq. Avec Mario de Andrade, il publie en 1928 le *Manifeste anthropophage*.

travers un long poème, l'auteur fonde la modernité brésilienne par le biais de deux mythes autour de la dévoration ou du rejet du colonisateur par les peuples amérindiens. Par la prose du poète, le cannibalisme passe du statut de tabou à celui de totem. C'est par l'affirmation de la dévoration irrévérencieuse que la modernité de ce sous-continent va se forger. Pour mieux saisir le caractère rituel de ce type d'anthropophagie, il est nécessaire de raconter les deux rencontres qui fourniront les éléments d'élaboration du manifeste. Suely Rolnik dans *Antropophagie zombie* résume les rencontres entre les missionnaires et militaires espagnols et les peuples natifs américains. Dans la première histoire, des Amérindiens Caeté¹ ont attrapés un évêque nommé Sardinha² ainsi que 90 membres d'équipage d'un navire ayant fait naufrage sur les côtes. Ce groupe de conquistadors venus faire la catéchèse aux Amérindiens, finit, dévoré par ceux-ci. Non sans un certain humour, les Caeté ont dévoré ceux qui voulaient les convertir au catholicisme. Ici les natifs ne s'arrêtent pas à l'hostie qui est offerte par les espagnols : ils mangent la main, le bras et les corps de ceux-ci afin d'incorporer totalement le message religieux. Dans la seconde histoire, des membres du peuple Tupinamba³ renoncent à dévorer un aventurier du nom de Hans Staden⁴ car la lâcheté manifeste de celui-ci n'est pas compatible avec l'acte rituel anthropophagique. Ici également les natifs américains font le choix de ce qu'ils souhaitent incorporer ou pas. Ces deux histoires renvoient à la façon dont les Amérindiens ont perçu les Européens venus coloniser leur territoire, l'Amérique. S. Rolnik rappelle que, dans l'imaginaire brésilien, c'est aussi un des éléments fondateurs du rapport à l'autre, qui est donc souvent perçu comme celui qui vient le conquérir et l'exploiter d'où cette forme aigüe d'irrévérence. En fait, ce qui se joue dans ces deux rencontres dans les issues sont totalement différentes, c'est la puissance, l'énergie vitale qui peut être digérée puis incrémentée. Ne pas dévorer le lâche, celui qui, au final, n'assume pas sa position de guerrier et de colonisateur, c'est éviter d'être contaminé par des atomes, des particules négatives.

Les avant-gardes du pays, à partir de 1920, ont commencé à mettre en avant ce qui est devenu un mythe fondateur, puis l'ont appliqué et théorisé en créant le mouvement

¹Les Caeté sont un peuple natif du Brésil qui vivaient sur la côte. Ils sont proches linguistiquement des tupis. Ils pratiquaient une forme rituelle de cannibalisme.

²Pero Fernandes Sardinha (1496-1556) est un homme d'église portugais. Il fut ordonné évêque à Paris et devint le premier du Brésil. C'est sur le chemin de Lisbonne que son navire échoua sur les côtes du littoral Alagoas. Il mourut dévoré par les Caeté.

³Les Tupinambas sont un peuple originaire du Brésil. Comme les Caeté, les Tamoios, ou les Tupiniquim, ils font également partie du grand peuple des Tupis vivant sur la côte nord-est du Brésil. Ils pratiquaient une forme rituelle de cannibalisme.

⁴Hans Staden (1525-1579) est un militaire allemand. Capturé par les Tupinambas, il écrit le livre *Nus, féroces et anthropophages* (traduit en français et publié aux éditions Metaillé en 2005), qui est le récit de ses aventures à son retour en Europe.

anthropophage. C'est celui-ci qui a transmis ces nouveaux paradigmes à la société brésilienne, en affirmant que l'autre doit être abandonné ou dévoré pour être totalement intégré. Le choix entre le rejet ou l'incorporation dépend de ce que l'autre peut apporter en termes d'énergie vitale, de puissance, « d'empowerment ». Au final, si c'est le choix de la dévoration qui est fait, celle-ci doit être totale afin d'incorporer l'autre jusqu'à sa dimension transcendante. S. Rolnik dit :

« Le mouvement anthropophage rend visible la présence active de cette formule dans un mode de production culturelle qui serait en fonctionnement dès la fondation du pays : la culture brésilienne naît sous le signe de la dévoration critique et irrévérencieuse d'une altérité qui a toujours été multiple et variable »¹.

Au cœur de l'anthropophagie, la culture brésilienne juge ce qui est bon pour elle et cela, non pas en fonction de systèmes de valeurs ou d'un classement des savoirs qui lui sont extérieurs. Les fragments de cultures extérieures, nouvellement incorporées, sont validés par le fait qu'ils apportent de la puissance, en s'agréant aux autres éléments culturels et en apportant du dynamisme. Dans ce contexte nouveau, aucun apport n'est mis en avant, n'est considéré comme supérieur à l'autre, à tel point que la culture brésilienne affirme sa non-européanité, sa non-amérindianité et sa non-africanité, se voulant unique et fruit du métissage. Plus loin dans ses recherches, Suely Rolnik se demande si les processus inhérents à la culture brésilienne ne correspondent pas à ceux de la mondialisation. En rapprochant les deux mécanismes, l'auteur constate que le capitalisme financier transnational produit les mêmes effets d'hybridation des mondes, le même éclatement du système de hiérarchisation des valeurs, chez le colonisé comme chez le colonisateur, avec comme corollaire la fin de la stabilité des identités et des cultures. Vu sa mise en avant de la liberté d'expression, des multiples formes d'hybridation ou de métissage, l'anthropophagie peut-elle être une arme contre le capitalisme financier ?

Yanne Moulier Boulang rappelle qu'à partir des années 1980, ce type de capitalisme va récupérer et détourner les mouvements de transformation des sociétés à ses fins propres en utilisant une nouvelle forme de travail. Il ne s'agit plus d'exploiter la force musculaire d'un prolétariat remplaçable par les machines et autres robots, mais de s'appropriier les connaissances, la créativité, l'inventivité de la nouvelle classe sociale que le théoricien et activiste Franco Berardi nomme cognitariat². Ce capitalisme d'entreprise n'a plus la production d'objets pour vocation. Sa raison d'être est la création de mondes-prêt-à-porter. Avec l'arrivée

¹Suely Rolnik, *Anthropophagie zombie*, Paris, Blackjack édition, 2011, p. 10.11.

²Le cognitariat est l'ensemble des travailleurs dont le capital est le savoir.

à partir de 1970 des NTIC, l'Empire comme le nomment Antonio Negri et Michael Hardt dans leur livre *Empire*¹, se mondialise et se déterritorialise. Jean-François Nordmann² dans son essai *Michael Hardt et Antonio Negri : empire*³, explique :

« Frappant par l'ampleur et la radicalité de ses analyses et ayant suscité dès sa parution de vifs débats, *Empire* a pour thèse centrale que la « mondialisation » et la « globalisation » en cours ne doivent pas être interprétées ni *a fortiori* diabolisées (à la manière dont le font certains « antimondialistes ») comme s'il s'agissait de la lame de fond du capitalisme triomphant, mais qu'elles sont bien plutôt liées à l'événement d'une mutation profonde et structurelle touchant nos formes et nos paradigmes mêmes d'autorité et de production et se produisant comme une réponse et une réaction de la domination à la récente et historique montée en puissance des mouvements de contestation et des désirs de libération de la « multitude »⁴.

A. Negri et M. Hardt, considèrent que la déterritorialisation est une réaction aux différents mouvements d'émancipation des pays, des peuples et des groupes minoritaires. C'est le signe de l'abandon du système disciplinaire décrit par Gilles Deleuze dans son livre *Post-scriptum sur les sociétés de contrôle*⁵. Deleuze annonce, dès 1990, la fin du régime disciplinaire et son remplacement par la société de contrôle. Celle-ci émerge à travers l'acceptation de toutes les différences, dans un espace s'étendant peu à peu à l'ensemble de la planète. C'est dans un double mouvement de punition et de stimulation que s'exerce ce contrôle, ce qui lui permet d'aboutir à son autoréplication et donc à sa pérennité. Selon Maurizio Lazzarato⁶, les mondes prêt-à-porter du capitalisme cognitif sont mis en place par quatre types d'acteurs. Il y a tout d'abord les créatifs, ceux qui créent des concepts. Ils font partie des métiers de l'image et de la communication comme les graphistes, les designers, les photographes. Le second groupe est constitué par les consultants, ceux qui repèrent et proposent les nouvelles tendances ainsi que les stratégies d'investissements pour constituer de nouveaux marchés. Les créatifs et les consultants donnent des armes pour ce que M. Lazzarato nomme la « Guerre esthétique planétaire ». Les consommateurs sont les troisièmes acteurs. Ils permettent à ces mondes-images de voir le jour, hors des studios et des cabinets de design. C'est avec les consommateurs que les guerres de parts de marché sont gagnées. Le dernier acteur est le conseiller personnel, le dermatologue, le chirurgien esthétique, le spécialiste du développement personnel. Il va aider

¹Michael Hardt et Antonio Negri, *Empire*, Paris, Exils, 2000.

²Jean-François Nordmann est un philosophe et théoricien français. Maître de conférences en philosophie à l'ESPE de Cergy-Pontoise.

³Jean-François Nordmann dans son essai *Michael Hardt et Antonio Negri : Empire*, Paris, édition Exils, 2000.

⁴*Id.*, *ibid.*, p. 1.

⁵G. Deleuze, « Post-scriptum sur les sociétés de contrôle », in *Pourparlers*, Minuit, 1990.

⁶Maurizio Lazzarato (1955) est un philosophe et sociologue italien. Il est l'auteur du livre *Signs and Machines : Capitalism and the Production of Subjectivity*, New York, éditions Semiotext(e), 2014.

le consommateur à être en correspondance avec les mondes-images en vente. Comme le constate S. Rolnik :

« Prend corps une subjectivité flexible de type showroom : ce qui l'on expose à l'autre, ce sont les éléments des derniers lancements de monde, tout comme l'habileté et la rapidité à les incorporer, en une espèce de marketing ou de campagne publicitaire de soi-même »¹.

La profusion de ces mondes-images et le marketing intensif auquel est soumis le consommateur brouille la vision qu'il a de lui-même. Ces mondes-images créent l'illusion que dans une forme de paradis glamour, des élus passent leur temps loin de toutes formes de fragilité, de doute, d'inquiétude, de silence. Ce nouveau paradis, où les dieux monothéistes sont absents, accueille ces êtres hors du temps et de l'humaine condition. C'est seulement en incorporant ces mondes que le spectateur peut se rapprocher de ces êtres élus et du Dieu Capital.

Rolnik explique :

« Cette fausse promesse constitue le mythe fondamental du capitalisme mondial intégrée, la force motrice de sa politique de subjectivation, la différence qu'il introduit dans l'expérience contemporaine de la déterritorialisation. L'illusion qui nourrissait la structure du sujet moderne acquiert ici une nouvelle formule. Elle se transvalue et atteint son sommet de crédibilité dans la religion du capitalisme cognitif. Une religion monothéiste dont le décor est fondamentalement le même que celui des religions de cette tradition : il y a un Dieu tout-puissant qui promet le paradis, avec cette différence que le capital est dans le rôle de Dieu, et le paradis qu'il promet se trouve dans cette vie et non dans un au-delà. Les êtres « glorieux » garantis des mondes de la publicité et des spectacles de divertissements culturels de masse sont les saints d'un Panthéon commercial »².

L'Empire, comme le nomme Antonio Negri, a réussi à intégrer l'apparition du sujet post-moderne. Il a contrôlé le potentiel critique de la subjectivité contemporaine, qui, même si elle est flexible, est complètement brouillée par les flux d'informations de mondes à consommer venant de celui-ci. Dans ce nouveau cadre, les rendez-vous citoyens, la vie sociale et politique des états et des regroupement culturels et économiques deviennent de larges mascarades où il ne s'agit plus d'informer, mais au mieux de divertir et au pire de manipuler l'opinion publique. Suely Rolnik, sur la transformation des subjectivités flexibles du manifeste de l'anthropophagie en anthropophages zombis, dit :

« Ce qui commence à prendre forme est le peuple de zombis hyperactifs qui prolifère sur toute la planète dans les dernières décennies du XX^e siècle et du

¹Suely Rolnik, *Anthropophagie zombie*, Paris, Blackjack édition, 2011, p. 30.

²*Id.*, *ibid.*, p. 32

début du XXI^e siècle, modèle idéal d'une subjectivité adaptée aux temps néolibéraux »¹.

Jean-François Nordmann note que le maillage de la société de contrôle, obtenu par les systèmes de surveillance regroupés en réseaux, par le pistage informatique, par la récupération et l'analyse des données personnelles, n'offre que peu de prise pour que les subjectivités et les artistes puissent le subvertir avec les moyens de la modernité. Il est clair qu'il leur faut inventer d'autres moyens. Basbaum présenta « Quatro características da arte nas sociedades de controle » en 1992, lors de son Master en communication et culture à l'ECO-Université fédérale de Rio de Janeiro. Cette recherche sur les quatre caractéristiques de l'art dans les sociétés de contrôle, proposait déjà une typologie de solutions afin de sortir de l'impasse artistique moderne et contemporaine vis-à-vis de la société de contrôle :

« 1)Un environnement machinique autopoïétique, ou auto-renouvelant, dont l'autonomie se développe par variation continue vis-à-vis de tout ce qui l'entoure ; 2)Une intervention qui consiste non pas dans la rupture de frontières génériques ou disciplinaires, mais dans une confrontation locale avec des formes culturelles diffuses ; 3)Un statut impersonnel de l'artiste, qui devient un vecteur pour la théâtralisation d'un environnement vécu, à travers la diffusion d'une « mythologie individuelle » ; 4)Une nouvelle réception du travail artistique, dans laquelle un spectateur-participant adopte une position éthique-esthétique-créatrice »².

L'installation *Self Cinema* de Bighetti est dans la lignée de ces réflexions, en proposant des éléments de départ, comme le dispositif sculptural, téléphonique et logiciel. L'artiste permet aux visiteurs de se rencontrer, de jouer, d'être avec eux-mêmes et avec l'autre selon des modalités qu'elle-même ne contrôle pas. La dimension du hasard et la possibilité d'un scénario exogène font que cette œuvre se rapproche de l'indétermination de la vie. Ricardo Basbaum rappelle la nécessité de modifier le mécanisme des œuvres contemporaines et actuelles afin qu'elles sortent du maillage de la société de contrôle :

« Depuis longtemps a disparu la possibilité illusoire de construire des modèles qui n'incorporent pas, dans leur structure même, la capacité et la nécessité d'une mobilité constante, comme la condition de leur existence et de leur survie — modèles qui deviennent de cette manière de véritables constructions stratégiques, des systèmes qui conjuguent l'action et la pensée »³.

¹*Id.*, *ibid.*, p. 32

²Ricardo Basbaum, *Quatro características da arte nas sociedades de controle*, Master en communication et culture, ECO-Université fédérale de Rio de Janeiro, 1992. Source <http://www.le-hub.hear.fr/playurban/2013/05/brian-holmes/>

³*Ib.*, *ibid.*

Y a-t-il des antivirus à l'anthropophagie zombie ? Les artistes brésiliens comme Lygia Clark, Ricardo Bashaum et Vera Bighetti tentent d'apporter des réponses plastiques en proposant de mettre à disposition du public les moyens d'entrée en relation de manière unique et non reproductible. Il s'agit bien d'être dans des actions, des mots, des affects où le sensible et l'intériorité sont mis au premier plan. Dans ces œuvres, le contrôle, la prédictibilité, le calculable et le modélisable sont mis hors d'état de nuire. A l'exemple de la performance quand le scénario laisse place à l'intervention imprévue et réelle de l'autre, l'art se rapproche de la vie. Ici il n'y a pas de modélisation possible des comportements, ni d'expertise des algorithmes cybernétiques.

Les artistes de cette seconde partie portent diverses questions : l'art écologique et le devenir de la planète pour Joaquin Fargas ; le transhumanisme et l'augmentation des humains pour Natasha Vita-More ; un matérialisme poétique et la métamorphose de l'architecture pour Nicolas Reeves ; enfin un art génératif permettant de réactiver la relation avec l'autre en dépassant l'anthropophagie zombie pour Vera Bighetti. Ces individualités répondent chacune d'une façon différente à l'obligation de dépasser les cadres de la société de contrôle. Elles introduisent toutes, une dimension aléatoire et non reprogrammable dans leurs processus de création ; que cela soit avec le végétal dans les *Biosphères* de l'artiste argentin, les *Bodydesigns* de Vita-More qui sont très personnalisables au final, les sculptures musicales en relation avec les nuages ou les cubes autonomes architecturaux de Nicolas Reeves. Ces artistes sont dans un espace culturel : celui de l'Occident.

Nous allons découvrir dans la troisième et dernière partie des artistes se positionnant à l'extérieur de cette sphère. En guise de transition, évoquons la réponse de Vera Bighetti aux questions « Pensez-vous qu'il existe un art des Caraïbes ? Comment peut-il être défini ? », Vera Bighetti répond

« L'art numérique (ou non), l'information, n'ont pas de frontières ni de limites. La fabrication de l'art est universelle. Il porte les caractéristiques et les influences de la région, mais ne lui appartient pas. L'art n'est plus limité à l'espace physique des galeries et des musées. Il est sur le réseau, en ligne, dans un non-lieu, reliant les cultures et points de vue différents »¹.

Cette réponse est très juste dans le contexte du capitalisme cognitif et de son maillage planétaire. Les réalités virtuelles, les arts interactifs et le Net art sont des outils et des concepts mondialement diffusés et accessibles. Vera Bighetti a une production en droite ligne avec l'art

¹Henri Tauliaut interview de Vera Bighetti, questionnaire, mars 2018, annexe questionnaire p. 379

contemporain international. Pourtant au XXI^e siècle, il semble évident que de nouveaux paradigmes culturels émergent partout sur la planète, et aussi dans la Grande Caraïbe.

**III^e Partie : Emergence de nouveaux paradigmes :
L'art comme nouvelle forme de vie**

Chapitre 1 : Le vivant : code et transfiguration

Les artistes de cette troisième partie ont pour particularité de se positionner hors de la césure « nature/culture » et du dualisme occidental. Certains plasticiens se situent dans le réalisme spéculatif et d'autres, dans une forme d'empirisme transcendantal. Michel Pétris et Omar Estrada sont tous deux originaires de la Caraïbe insulaire. Ils viennent respectivement de la Martinique et de Cuba. A partir de la conquête de l'Amérique par certains pays d'Europe, l'espace de la Caraïbe est devenu un lieu de brassage des populations. Il en fut de même pour leurs cultures, ainsi que leurs croyances religieuses et spirituelles. Les pratiques magico-religieuses africaines ont largement essaimé autour du bassin caribéen. Ces deux artistes ont en commun de développer une recherche artistique contemporaine en s'appuyant sur le substrat des religions afro-caribéennes. Michel Pétris s'en inspire, en puisant la matière de sa réflexion dans l'histoire de l'esclavage ainsi que dans les contes et légendes des Antilles. Par ailleurs, Pétris trouve dans la nature qu'il côtoie, son vocabulaire de formes qu'il déploie comme designer et créateur de robots Bio-inspiré. Le Cubain Omar Estrada, quant à lui, interroge la religion Santéria dans ses fondements en la mettant en relation avec la question de la sémiologie des langages informatiques et génétiques.

Les notions de biomimétisme, de langage, de code génétique ou informatique, de signe et de symbole seront au cœur de ce premier chapitre, tandis que le second chapitre analysera l'émergence de nouveaux paradigmes grâce au concept d'hybridation apportant une critique au dualisme. Mais pour débiter cette dernière partie, nous proposons d'aborder la critique et les éclairages nouveaux que posent les sciences humaines en général et l'anthropologie en particulier sur la question de la séparation cartésienne entre la nature et la culture. Après Claude Lévi-Strauss¹ et Charles Sanders Peirce², une série d'anthropologues contemporains remettent largement en question ce dogme de la pensée occidentale. Les scientifiques français comme Bruno Latour et Philippe Descola³ ou le chercheur brésilien Eduardo Vivieros de Castros⁴ sont internationalement reconnus pour leurs travaux. Mais c'est le scientifique canadien Eduardo

¹Claude Lévi-Strauss (1908-2009) est un scientifique français internationalement connu pour ces recherches en anthropologie et en ethnologie.

²Charles Sanders Peirce (1839-1914), philosophe et sémiologue états-unien, il est l'un des précurseurs de la sémiologie moderne.

³Philippe Descola (1949) est un ethnologue et anthropologue français dont les travaux en immersion auprès des sociétés amérindiennes et océaniques questionnent le rapport dualiste nature/culture.

⁴Eduardo Vivieros de Castros (1951) est un anthropologue brésilien spécialiste des sociétés amérindiennes. Il propose les concepts de perspectivisme et de multinaturalisme.

Kohn¹ qui a été le plus loin dans la déconstruction d'un des piliers de la culture occidentale, avec son livre *Comment pensent les forêts : Vers une anthropologie au-delà de l'humain*². Après une sortie en anglais en 2013, le livre de l'ethnologue canadien a bénéficié d'une traduction française en 2017. Les anthropologues Bruno Latour³ et Philippe Descola ont largement apporté leur soutien à cette publication, qui est devenu un ouvrage de référence en ce qui concerne l'anthropologie en Amazonie. *Comment pensent les forêts : Vers une anthropologie au-delà de l'humain*, est aussi un ouvrage incontournable sur la question centrale du dualisme entre nature et culture, prise sous l'angle de la relation des humains aux non-humains. Pour Jean Foyer⁴, Eduardo Kohn interroge la question à travers deux théories dans son essai « Eduardo Kohn, Comment pensent les forêts : Vers une anthropologie au-delà de l'humain »⁵. La première est défendue par Bruno Latour et Michel Callon⁶ et est nommée « acteur réseau ». L'autre est centrée sur l'anthropologie des mondes indigènes et est promue par les scientifiques Philippe Descola, Eduardo Vivieros de Castro et Bruce Albert⁷.

Eduardo Kohn, en posant la question de « comment pensent les forêts » et non pas « comment les Runa pensent la forêt », propose une « Anthropologie au-delà de l'humain ». Le scientifique a réalisé une enquête ethnologique auprès du peuple Runa. C'est ainsi qu'il a séjourné pendant quatre ans dans la forêt, s'immergeant totalement dans l'environnement et dans la culture Runa. Afin d'étayer ses travaux, Kohn s'est appuyé sur le philosophe et inventeur de la sémiotique Charles Sanders Peirce, pour ces travaux sur l'interprétation sémiotique du monde. Pour ce dernier, ce qui manque aux recherches des scientifiques qui l'ont précédé sur la question « nature/culture » ou « humain/non humain », est qu'ils n'ont pas réalisé l'étude de l'ensemble des signes (ou sémiose). En orientant leurs recherches principalement sur la question du symbole dans le langage humain, ils ont éludé les autres types de signes. Le scientifique explique qu'il existe plusieurs catégories de signes, le plus humain étant le

¹Eduardo Kohn (1951) est un anthropologue canadien, interrogeant les limites du langage par le biais d'études ethnographiques en immersion dans les sociétés amérindiennes d'Amazonie.

²Eduardo Kohn, *Comment pensent les forêts : Vers une anthropologie au-delà de l'humain*, Bruxelles, Zones sensibles éditions, 2017, 334 p.

³Bruno Latour (1947) est philosophe et anthropologue français. Il est reconnu pour ses recherches en sociologie des sciences, pour son concept de l'acteur-réseau et pour son livre *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*, Paris, La Découverte, 1991.

⁴Jean Foyer est un sociologue français. Il est l'auteur de la thèse *Controverses autour des biotechnologies au Mexique*, qui a reçu, en 2009, le prix *Le monde de la recherche*.

⁵Jean Foyer, « Eduardo Kohn, Comment pensent les forêts : vers une anthropologie au-delà de l'humain, Cahiers des Amériques latines », 88-89, 2018, 179-183.

⁶Michel Callon (1945) est un ingénieur et sociologue français. Il réalise des recherches sur les sciences et les technologies.

⁷Bruce Albert est un ethnologue français. Il est l'auteur du livre *La chute du ciel* qui est une enquête sur le chamanisme amérindien réalisé avec David Kopenawa.

symbole. Kohn dit du symbole « renvoyant à des objets de manière indirecte, en vertu de leur relation systémique avec d'autres symboles »¹. Ce type de signe est une forme de représentation, d'une idée, d'un objet réel ou abstrait et qui s'inscrit dans un système de symbole. Ainsi Kohn se base sur les théories de Peirce afin de compléter l'ensemble théorique avec l'apport d'autres types de signes, comme les signes indiciels et les signes iconiques. Jean Foyer décrit ce type de signes :

« Le signe "indiciel" indique que quelque chose se passe entre deux entités sans nécessaire ressemblance entre les deux. La relation peut être de nature très différente. Il est illustré par l'exemple de la chute d'un arbre qui représente un signe (un indice) pour un singe et entraîne sa fuite. Le signe "iconique" implique, lui, une ressemblance ou au moins une forme de correspondance entre l'objet et sa représentation »².

Dans le langage humain, le mot est l'archétype du symbole. Pourtant, dans le langage des Runa, il existe un ensemble de « mots imitatifs ». Ces bruits faits avec la bouche cherchent à imiter certains bruits caractéristiques, comme le bruit de la machette Tyas, ou Tsupu copiant le bruit d'un objet tombant dans l'eau. C'est ce que l'auteur appelle des signes iconiques ou énoncés qui, par leur ressemblance avec le bruit évoqué, ont une véritable signification, même s'ils se situent au-delà du langage. Pour l'auteur, l'une des caractéristiques du vivant est sa capacité à interpréter ces différentes strates de signes. Chaque entité vivante est un soi, une seité³ selon Kohn, capable de représentation et aurait donc une forme de pensée. Le vivant serait donc fondamentalement sémiotique. Cette extension du langage à l'ensemble du vivant, qu'il soit humain ou non humain est une proposition radicalement nouvelle, qui bouleverse les rapports entre nature culture en mettant sur le même niveau, signe, vie et pensée. Jean Foyer dans son analyse du livre de Kohn résume :

« Avec son anthropologie au-delà de l'humain, il appelle donc à "provincialiser le langage " pour considérer dans l'analyse tous les signes qui ne sont pas symboliques et les capacités de représentations des non-humains. Kohn opère même un alignement radical entre signe, vie et pensée, le vivant pensant étant caractérisé par sa capacité à interpréter les signes. En Amazonie plus qu'ailleurs, on se trouve donc dans une forêt de signes »⁴.

Pour Kohn, la pensée existe en dehors du langage et des êtres humains. Cette pensée dite sylvestre est partagée par l'ensemble du vivant. C'est, durant son immersion qui a duré quatre ans dans la société des Runa en forêt amazonienne, qu'il a mené des recherches

¹Eduardo Kohn, *Comment pensent les forêts : Vers une anthropologie au-delà de l'humain*, p. 59

²*Id.*, *ibid.*, p.1.

³Seité : terme de scolastique pour désigner la qualité du soi. Dictionnaire Littré

⁴Jean Foyer, *op. cit.*, p.1

ethnographiques et biologiques. Ensuite il a développé ses recherches d'un point de vue métaphysique afin de les légitimer et de proposer une forme de guide éthique pour sortir de la crise écologique généralisée qu'est l'Anthropocène. Pour le scientifique, l'Occident a commis l'erreur métaphysique de ramener toutes les formes de pensée à la seule pensée humaine. Ce faisant, il exclut toutes les autres formes de pensée et cela débouche sur le dualisme : il y a la pensée humaine et le reste, qui est de la non-pensée. L'auteur considère que même s'il y a des différences significatives avec le reste du vivant, dans la façon dont les humains pensent, il y a une continuité et une unité fondamentale. Cette unité correspond à ce que Peirce décrit comme un monisme englobant le dualisme. L'auteur invite à comparer le vivant et les machines afin de mieux comprendre cette unité première. Il rappelle que les machines sont un assemblage de pièces. Par contre, les organismes vivants sont une totalité, une unité dès leur naissance et grandissent en étant vivants dès leur début, en ayant tous leurs organes, l'ensemble se développe, les organismes sont un. Kohn rappelle que c'est lorsque nous cherchons à les étudier, comme l'a fait Descartes et les scientifiques du siècle des Lumières, que nous créons des parties et cela tout à fait artificiellement. Dans ses travaux, les pensées sont comme des organismes vivants qui naissent puis meurent en étant des unités des ensembles. Dans son livre, plutôt que de déconstruire ou de créer de nouvelles catégories, Kohn souhaite établir des relations. Il écrit : « La vie et la pensée sont une seule et même chose ; la vie pense ; les pensées sont vivantes »¹. L'une des méthodes du scientifique est de montrer la continuité entre des choses qui semblent complètement différentes ou éloignées. Prenant l'exemple du niveau de la cellule, l'ethnologue propose une égalité entre celle-ci et la première pensée. Ainsi pour lui, la vie est d'abord un processus de signification :

« La vie est fondamentalement un processus de signification. Toute chose qui représente quelque chose ou quelqu'un d'une manière ou d'une autre est un processus de signification ; et la personne à travers laquelle ce processus a lieu est un soi. C'est cette dynamique que j'appelle pensée, et tous ceux qui s'y livrent sont vivants »².

A partir du moment où il y a une représentation, il y a une volonté de dire. Si cette volonté existe, elle ne peut que provenir d'un soi. Que la communication se fasse par des bruits ou de manière chimique, ce qui est important, c'est qu'il se produit une forme de pensée. Pour Eduardo Kohn, à ce niveau primaire, la vie et la pensée sont identiques.

¹Eduardo Kohn, *Comment pensent les forêts : Vers une anthropologie au-delà de l'humain*, Stream 04, les paradoxes du vivant, PCA édition, 2018, p. 148, question 2.

²*Id.*, *ibid.*, p. 148.

Revenant sur la notion de symbole, Kohn nous rappelle que l'anthropologie a permis l'analyse de la pensée humaine basée sur les symboles. C'est de la pensée conceptuelle issue des propriétés des symboles dont est issue une série de concepts comme la culture et la construction sociale. Pourtant, pour bien comprendre ce qui est au-delà des systèmes symboliques, il faut sortir du symbole par le biais de l'ethnographie. L'auteur explique que l'on peut considérer cette science comme une méthode qu'il qualifie d'agnostique, c'est-à-dire qui est considérée comme neutre d'un point de vue des croyances religieuses. L'anthropologie quitte sa dimension théorique grâce à l'ethnographie qui convie le scientifique à une immersion totale au sein des peuples qu'il étudie. Le but de cette plongée est de noter puis de transmettre les différentes connaissances et concepts qui ont été modifiés ou ayant émergé après l'immersion. Généralement l'expérience ethnographique est d'abord vue comme l'immersion d'un scientifique dans une population. Dans le cas de Kohn, la population Runa a pleinement conscience de faire partie d'un écosystème complexe comprenant des êtres vivants, la forêt et d'autres entités qu'ils doivent comprendre et avec lesquelles ils doivent communiquer et échanger afin d'assurer leur survie et la pérennité de leur société. Ici l'auteur rappelle à propos des Runa :

« Ils utilisent certains des éléments de leur milieu pour s'alimenter – par la chasse, la cueillette, la pêche et le jardinage – ce qui les force à devenir très réceptifs à ce monde de la forêt qui les abrite. Pour cela, ils ont été amenés à comprendre les relations écologiques à l'intérieur de ce monde comme des relations de communication »¹.

Le long séjour de Kohn lui a permis de comprendre que beaucoup des actes des Runa avaient comme objectif d'échanger avec les différentes entités de cet écosystème complexe. Cette immersion lui fait également dire :

« Je pense que la forêt contient des sois non humains appartenant à un ordre plus vaste que les individus eux-mêmes. Certains d'entre eux présentent des propriétés émergentes que je conçois comme des sortes "d'esprits". Comprendre quelle forme de réalité cette "vie spirituelle" revêt est devenu l'un de mes intérêts majeurs. S'agit-il de sois ? Je reste à ce stade en terrain inconnu »².

Kohn a bien conscience de ses limites et de celle de ses théories. Il note, par ailleurs, une séparation fondamentale avec les communautés qu'il étudie. C'est un scientifique en désaccord avec les peuples amérindiens avec lesquels il travaille. Il est clair que les pierres ne peuvent être vivantes dans son espace scientifique de référence. L'anthropologue exprime ses doutes :

¹*Id., ibid.*, p 152.

²*Id., ibid.*, p 151.

« Pourtant, les pierres sont bel et bien vivantes pour les Runa, et d'ailleurs, quand je prends des substances psychédéliques avec eux – notamment de l'*ayahuasca* –, je saisis alors le côté animé des pierres. C'est une tension avec laquelle je dois composer »¹.

Jean Foyer explique Kohn, avec l'aide des théories de l'anthropologue Eduardo Vivieres de Castro sur la figure du Puma-Runa ou homme jaguar. En effet, Eduardo Kohn, par le biais de l'interprétation sémiotique du monde, propose de décrypter l'épaisseur des différentes interactions du vivant au centre de la forêt amazonienne. Ainsi, au fil des chapitres, il décrit la vie des phasmes, les multiples chasses humaines et non humaines, les rêves des chiens et les esprits maîtres. Il explique comment la capacité d'interpréter les signes peut être totalement variable selon les contextes et comment l'existence d'esprits peut être perçue comme faisant partie de l'émergence du monde. Les travaux des anthropologues E. Kohn, E. Vivieres de Castro, de B. Latour ou de P. Descola donnent une vision renouvelée du rapport dualiste « nature/culture ».

Le concept d'hybridation, ontologiquement lui aussi, propose une critique des oppositions binaires humain/non humain, homme/femme, nature/culture. Emmanuel Molinet² dans son essai *L'hybridation : un processus décisif dans le champ des arts plastiques*³ propose d'étudier la notion d'hybride, ainsi que le processus d'hybridation. L'hybride est conçu comme la création d'un objet grâce à un certain nombre d'éléments qui, au final, génère un nouveau groupe de formes. L'auteur constate que l'hybridation va plus loin que la superposition, l'emprunt ou la combinaison de formes de techniques ou de pratiques. Du fait que cette notion est relativement récente dans le champ des arts visuels et des sciences humaines et que sa généalogie est complexe, elle nécessite une véritable étude historique. Bruno Latour constate, que de nos jours, il y a une prolifération des hybrides et qu'il est nécessaire de comprendre dans quelles mutations et transformations ceux-ci s'inscrivent. Dans son livre *In Parpaings*, Christophe Le Gac, confie que :

« L'ensemble des sphères productives (médicales, scientifiques, artistiques, voire sexuelles) sont touchées par l'hybridation, et que les identités de la modernité ont imposée »⁴.

¹*Id.*, *ibid.*, p 155.

²Emmanuel Molinet (1970) est un chercheur français travaillant sur le processus d'hybridation et la notion d'hybride dans l'art actuel. Il est l'auteur de la thèse *L'hybridation : un processus décisif dans le champ des arts plastiques*.

³Emmanuel Molinet, *L'hybridation : un processus décisif dans le champ des arts plastiques*, Le Portique [En ligne], 2-2006 | Varia, mis en ligne le 22 décembre 2006, consulté le 25 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/leportique/851>

⁴Christophe Le Gac, *In Parpaings*, Paris, éditions Jean-Michel Place, p.2, 1999.

L'utilisation de la notion d'hybride n'est pas toute récente, mais actuellement, elle est utilisée dans différents domaines comme l'économie, le management et les TIC. En fait, ce terme souligne que le monde est organisé autour d'un modèle de pensée politique globale correspondant à la mondialisation. Ce modèle renvoie, comme le démontre Suely Rolnik, à une volonté d'uniformisation par le capitalisme financier qui, au final, est en contradiction avec la notion même d'hybridation. C'est par le biais de la biologie et de la physique puis dans le vocabulaire courant que ce terme a proliféré au cours des années 1970 et 1980. Actuellement l'hybridation est utilisée dans une nouvelle acception, et indique plutôt un processus impliquant la participation l'humain dans une action ou une technologie. Le clonage, l'intelligence artificielle, les biotechnologies sont autant de nouveaux espaces qui mettent en avant l'hybride. Emmanuel Molinet confie :

« L'hybridation n'étant pas un objet en soi, mais l'action de transformer et modifier à la fois les objets, les outils, les pratiques, agissant sur les formes de construction ou réception du réel »¹.

Dans l'art contemporain, l'utilisation du terme hybridation correspond à l'intégration des technologies numériques. Edmont Couchot considère que l'hybridation marque la fin d'un demi-millénaire du système de la figuration. Il formalise cela en disant que l'hybridation correspond à « un nouvel ordre visuel, qui ne définit plus le réel, mais le simule »². Dans l'art contemporain il existe d'autres utilisations du mot hybride. Ainsi les installations sont qualifiées parfois de disciplines ou de modèle hybride. Les notions d'hybride et d'hybridation permettent de penser la complexité du monde actuel. Dans le contexte américain, il est pertinent d'interroger ces relations avec les notions de métissage et de créolisation. Dominique Berthet et les auteurs de la revue « Recherches en Esthétique »³ posent ce travail d'interrogation de ces notions. Ainsi dans l'éditorial du numéro cinq voici ce que nous confie Dominique Berthet :

« Hybridation, métissage, mélange des arts trois termes qui renvoient aux croisements des arts, à leur interaction, aux rencontres, aux dialogues, aux emprunts, aux connexions, dans une tentative de renouveler les pratiques, d'étendre l'art, d'élargir les horizons. Dans ce foisonnement de réalisations hybrides qu'offre l'art contemporain et actuel, il est souvent fait appel à des domaines à priori étrangers au champ artistique. Ceci montre bien au passage que la sphère artistique n'est pas étanche et qu'elle n'est pas coupée des autres domaines de la société. La science, la technologie, la chirurgie, la mécanique,

¹*Id.*, *ibid.*, p. 2.

²Edmont Couchot, *L'art numérique*, Paris, Flammarion, 2003. Source : <https://journals.openedition.org/leportique/851?lang=en>

³Recherches en Esthétique est une revue du Centre d'Etudes et de Recherches en Esthétique et Arts Plastiques (CEREAP), sous la direction de Dominique Berthet. Elle est publiée en Martinique depuis 1995 et interroge la création contemporaine au sens large dans le monde et dans la Caraïbe plus particulièrement.

l'écologie, etc., font en effet de plus en plus souvent partie intégrante du dispositif proposé par les artistes »¹.

Une autre discipline scientifique ayant vu le jour dans les années 1960, le biomimétisme, pose également la question du dualisme. Née de la volonté de copier la nature à des fins militaires (principalement), cette nouvelle science a peu à peu évolué jusqu'à nos jours, en intégrant la dimension écologique et celle du développement durable. Le biomimétisme contemporain est une volonté d'un nombre de plus en plus important d'acteurs des secteurs scientifiques, technologiques et économiques de ne plus être en opposition avec la nature. La définition la plus actuelle proposée par Janine Benyus² indique au contraire l'obligation de trouver un espace d'équilibre où notre développement est en harmonie avec la nature. L'ingénierie Bio-inspiré est une déclinaison du concept de biomimétisme qui s'intéresse principalement aux technologies pouvant être produites grâce à la biologie sans inclure la dimension éthique que convoque le biomimétisme.

A) Les *Hexapodes* de Michel Pétris une rencontre entre le cyber-écosystème et le biomimétisme.

1) Les Crabes Cybernétique Caribéens

a) L'inspiration biomimétique : de nouvelles espèces robotiques

Le biomimétisme et l'ingénierie bio-inspiré font partie des questionnements Michel Pétris. Qu'il s'agisse de ses *Robots hexapodes* ou de ses créations en design objets, l'artiste a toujours porté une attention particulière à la nature. La végétation et ses courbes, le monde microscopique peuplé d'amibes ou de bactériens, la luminescence de certains insectes ou êtres aquatiques l'on toujours fasciné. C'est en cherchant une harmonie entre formes organique et géométrique, qu'il a voulu développer son univers artistique.

Les chercheurs Tarick Chekchak et Karim Lapp dans leur essai *Biomimétisme, la nécessaire resynchronisation de l'économie avec le vivant*³, rappellent, en conclusion, que nous n'avons pas le choix : soit nous trouvons des solutions durables et équilibrées pour nous et pour

¹Dominique Berthet, « Hybridation, métissage, mélange des arts », Paris, L'Harmattan, 1999. Recherches En Esthétique. Revue du C.E.R.E.A.P. Martinique. No. 5 Octobre 1999. Issue thème : Hybridation, métissage, mélange des arts.

²Janine Benyus (1958) est une scientifique états-unienne, ayant donné au concept de biomimétisme une dimension écologique et politique.

³Chekchak, Tarik, et Karim Lapp, *Biomimétisme, la nécessaire resynchronisation de l'économie avec le vivant*, Ecologie & politique, vol. 43, no. 3, 2011, pp. 159-166.

la biosphère, soit nous disparaissions. Mais avant cela, ils expliquent l'origine de cette science en donnant l'exemple d'une éponge très particulière qui a la propriété de produire du verre sans nécessiter un four à température extraordinaire. En 2003, des scientifiques et ingénieurs, durant leurs recherches au laboratoire Bell ont découvert les propriétés du squelette d'une éponge à spicules de silices. La question fut de comprendre comment un organisme dont l'origine remonte à des millions d'années est capable de produire du verre aux qualités comparable aux meilleures fibres de verres actuelles ? L'autre question plus technique fut de savoir s'il était possible d'imiter le processus de biosynthèse du verre de l'éponge *Euplectella*. La recherche se poursuivit un certain nombre d'années jusqu'à ce que la biosynthèse de la protéine d'*Euplectella* (la silicatéine) fut mise au point. Les chercheurs ont découvert que l'éponge produit une protéine qui a comme propriété de faciliter une réaction chimique qui consiste à utiliser les silicates présents dans l'eau de mer. Cette protéine modifie leur organisation chimique en faisant apparaître des blocs de molécules produisant une structure de verre. Au final, cette structure est produite à une température entre 0 et 30 degrés, c'est-à-dire plutôt basse, comparativement aux 1500 degrés nécessaires dans l'industrie du verre. Le squelette de verre de ces organismes possède des qualités de conduction de la lumière complètement exceptionnelles, qui viennent de la haute qualité de ce verre biosynthétique et des dimensions nanométriques de ses spicules. Le squelette est très flexible grâce à un maillage des spicules en cylindre sur plusieurs couches et dans de multiples directions. Cette structure en verre permet aux éponges de diffuser la lumière des microorganismes bioluminescents qui habitent en elles. Cette lumière attire la nourriture de ces éponges, des algues ou des bactéries, qui ont besoin de la lumière pour réaliser le processus de photosynthèse.

Tarick Chekchak et Karim Lapp expliquent que les hommes ont toujours observé la nature, que cela soit pour s'inspirer des techniques de chasse de l'ours blanc par les Inuits, ou de Leonard de Vinci, qui observa les oiseaux afin de mettre au point des machines volantes, ou George de Mestral qui constate l'accrochage des fleurs de Bardane sur son chien (ou son pantalon) et qui imitera, avec l'aide d'un microscope, les caractéristiques de celle-ci pour inventer le Velcro.

Il semble que cela soit le biophysicien états-unien Otto Herbert Schmitt qui utilisa le premier, le terme « biomimétisme » en 1963. Le scientifique le définit comme :

« L'examen des phénomènes biologiques dans l'espoir de susciter des idées et de l'inspiration pour développer des systèmes physiques ou biophysiques à l'image de la vie »¹.

Un peu plus tard, en 1974, une autre définition pu être consultée dans le dictionnaire Webster, qui fait autorité pour tout ce qui concerne l'anglais états-unien. Dans ce dictionnaire le biomimétisme est défini comme :

« L'étude de la genèse, de la structure et de la fonction de substances et de matériaux biologiques (tels que les enzymes ou les soies), ainsi que des mécanismes et des processus biologiques (tels que la photosynthèse), dans le but de synthétiser des produits similaires par des processus artificiels imitant ces processus naturels »².

A cette période, les domaines qui ont particulièrement été développés sont l'armement, l'urbanisme, l'architecture des paysages et l'industrie. C'est en 1997 que Janine Benyus présente ses recherches dans le livre de référence sur le biomimétisme, *Biomimicry : Innovation Inspired by Nature*.³ La principale contribution de Janine Benyus est d'avoir introduit le concept d'innovations durables inspirées par le vivant, et aussi d'avoir défini les principes essentiels du biomimétisme. La nature est prise comme un modèle. Il s'agit d'étudier et d'imiter les exemples naturels pour trouver des solutions à des problèmes humains. La nature devient aussi une mesure permettant de déterminer si les innovations sont en accord avec la notion de limites écologiques et avec les principes du vivant. La scientifique Janine Benyus propose d'organiser le biomimétisme en trois niveaux. Il est d'abord question de s'inspirer de la forme. Par exemple les ingénieurs peuvent suivre la forme des nageoires des baleines afin d'optimiser les questions d'hydro ou d'aérodynamisme. A un second niveau, ce sont les procédés qui sont étudiés comme dans le cas de la fabrication de verre biosynthétique, inspirée par l'éponge *Euplectella*. Le troisième niveau s'intéresse aux écosystèmes. Tarick Chekchak et Karim Lapp proposent l'exemple de la reforestation de l'île d'Haïti par des arbres oxalogènes endémiques. Ces végétaux fertilisent le sol, nourrissent les habitants et transforment le carbone de l'atmosphère en plaque de calcaire, en plus d'avoir une action bénéfique à différents niveaux de la biodiversité comme récupérer l'eau en évitant la désertification. C'est le professeur Eric

¹Dictionnaire Webster, titré par Chekchak Tarik, et Karim Lapp, *Biomimétisme, la nécessaire resynchronisation de l'économie avec le vivant*, Ecologie & politique, vol. 43, no. 3, 2011, pp. 159-166. Citation §6.

²Chekchak, Tarik, et Karim Lapp, *Biomimétisme, la nécessaire resynchronisation de l'économie avec le vivant*, Ecologie & politique, vol. 43, no. 3, 2011, pp. 159-166. Citation § 6.

³J. Benyus, *Biomimétisme. Quand la nature inspire des innovations durables*, Paris, éd. Rue de l'Échiquier, 2011.

Verrechia¹ qui a fait des recherches sur les arbres oxalogènes. Le projet de reforestation s'inspire des écosystèmes forestiers naturels où les forêts se régénèrent de manière autonome sans besoin d'apport d'eau ou d'engrais par les humains.

Le biologiste Donald Ingber², directeur du Wyss Institute For Biologically Inspired Engineering³ à l'université de Harvard, fait le constat que l'ingénierie a modifié le monde dans les domaines de la médecine, de l'industrie et de l'architecture. Il remarque que la somme des connaissances sur la façon dont la nature se fabrique et se construit, est suffisante actuellement pour nous en inspirer et appliquer ses méthodes à différentes échelles, allant des nano aux macro-biotechnologies. Avec cet institut, il s'agit de trouver des applications qui sont nommées ingénierie bio-inspirée. Donald Ingber observe que l'effondrement des frontières entre les systèmes vivants et non vivants est en cours. Les biologistes publient des articles sur l'informatique ou la physique tandis que les informaticiens ou les chimistes publient dans des revues de biologie. Il est donc nécessaire pour les scientifiques d'être dans la transdisciplinarité ou l'hybridation. Au niveau de l'ingénierie, il nous est facile de constater que les technologies dédiées à l'industrie comme l'impression 3D ont été utilisées dans le domaine médical pour réaliser des prothèses et des organes artificiels. A la différence près que l'homme et la nature ont des méthodes de construction opposés. Tandis que les humains fabriquent à partir de matériaux bruts comme le verre, le béton, le bois, les métaux ou les plastiques, la nature procède par niveau hiérarchique, c'est-à-dire que les choses commencent au niveau des cellules qui ont certaines fonctions puis s'assemblent et s'auto-organisent afin de faire émerger une structure ou des niveaux supérieurs ayant de nouvelles propriétés, comme nous l'avons vu dans l'étude des systèmes. L'organisation cellulaire peut ainsi aboutir au tissu organique, puis l'organisation de différents types de tissus (épithélial, conjonctif etc.) va créer un organe, jusqu'à l'auto-organisation des organes aboutissant à un organisme encore plus complexe. Au final, il s'agit d'une forme d'architecture mais vivante, dynamique, économique et particulièrement efficace. Pour Ingber il s'agit de prendre le meilleur dans chaque monde, humain ou naturel et d'en réaliser l'hybridation afin d'obtenir une solution inédite et puissante. Nous nous inspirons des principes biologiques et les utilisons dans d'autres disciplines d'où le terme de bio-inspiré.

Comme nous l'avons observé, le concept d'hybridation est un outil particulièrement pertinent pour décrire le monde actuel ainsi que les productions artistiques contemporaines

¹Eric Verrechia (1961) est un géographe français. Professeur à l'université de Lausanne, il poursuit des travaux sur l'interaction entre les microorganismes et les minéraux.

²Donald E. Ingber (1956) est un biologiste états-unien. Fondateur du Wyss Institute For Biologically Inspired Engineering, il poursuit ses recherches sur les technologies bio-inspirées.

³Wyss Institute For Biologically Inspired Engineering est un centre de recherche transdisciplinaire basé à Harvard.

qu'il génère. Il est important toutefois de montrer les différences entre l'hybridation telle qu'elle est activée dans le projet occidental et celle qui est en œuvre dans les créations de la grande caraïbe et du continent américain. Nous observerons ces différences lors de l'étude des œuvres et des démarches artistiques de chacun des plasticiens de cette troisième partie.

L'hybridation, chez des artistes contemporains comme ORLAN ou SymbioticA, est d'abord un processus artistique historique, issu de la filiation et des ruptures entre les arts romantique, classique, moderne, contemporain et premiers. Emmanuel Molinet explique que l'utilisation du terme "hybride" en littérature a précédé sa même utilisation dans les arts plastiques. C'est dans l'art du romantisme que le passage entre le classique et le moderne s'opère. Molinet considère que c'est à ce moment que l'œuvre passe de la codification à sa propre autonomie. C'est ainsi que les notions d'unité et de pureté laissent place au fragmentaire et à l'aléatoire. La littérature, le théâtre puis les arts plastiques deviennent des disciplines autonomes ayant chacune leur propre champ exploratoire. Pourtant, l'autonomisation des disciplines va produire de nouvelles rencontres entre celles-ci, en donnant naissance à de nouveaux objets artistiques : les notions de mélange, de synthèse ou d'art total vont apparaître.

Il est nécessaire pour saisir la notion d'hybride d'interroger sa signification originale ; d'abord en rapport avec les peuples premiers, puis les civilisations européenne, asiatique, amérindienne et les civilisations d'origine africaine comme celle de l'Égypte ou du Soudan, chez qui les mythologies ont eu un rôle central. Dans ce large panel de civilisations, il semble que les premières figures hybrides, c'est-à-dire mi-homme/mi-animal, apparaissent dans les fresques de Namibie, pour ensuite être visibles dans la plupart des cultures du monde. Dans ce contexte, la figure de l'hybride participe à un espace symbolique, c'est-à-dire qu'elle a un sens qui peut vouloir dire la manifestation du divin au niveau humain, l'accouplement, l'association d'objets ou d'éléments différents. L'hybride est un symbole. C'est la modification puis le remplacement du cadre symbolique par celui de la représentation qui provoque le changement de statut de la figure de l'hybride. Pour E. Molinet, ce sont les opérations plastiques et narratives comme la superposition, la juxtaposition ou l'emprunt ou l'expérimentation, étant apparues durant l'histoire de l'art, qui vont modifier les relations entre le fond, la forme et la composition et ainsi qui vont transformer l'espace symbolique en espace pictural. E. Molinet explique :

« Ce que l'on nomme art hybride, pourrait apparaître ainsi comme un art qui provient du croisement de plusieurs formes, engendrant une nouvelle forme, nécessairement extraordinaire »¹.

¹Emmanuel Molinet, *L'hybridation : un processus décisif dans le champ des arts plastiques*, p. 4.

Autrement dit, cette forme extraordinaire nouvelle est à mettre en relation avec le monstrueux. Jusqu'à la modernité, l'hybride est une entité monstrueuse, un être anormal. Le terme « hybride » vient du latin *ibrida* signifiant « bâtard » ou « sang mêlé ». Puis *ibrida* s'est transformé en *hybrida* en rencontrant le terme grec *hubris* voulant dire « excès, ce qui dépasse la mesure » et « viol, outrage ». Le mélange de ces racines grecque et latine compose un ensemble qui possède des connotations particulièrement négatives, voire péjoratives. Il en est de même dans les définitions scientifiques ou esthétiques contemporaines. Dans les sciences naturelles, l'hybridation correspond aux croisements d'espèces ou de genres différents pour produire des hybrides qui, dans la majorité des cas, ne pourront pas perpétuer l'espèce car étant infertiles. On retrouve ce même caractère négatif dans le dictionnaire d'esthétique d'Etienne Souriau :

« On qualifie d'hybrides des œuvres qui mélangent des influences, des styles, ou des genres disparates et mal assimilés, d'où manque d'unité et disharmonie »¹.

Contrairement à l'époque moderne, le terme hybridité prend un sens positif dans le monde contemporain. Il est signe de transdisciplinarité et d'interaction au niveau technologique et conceptuel. André Chastel rappelle que le projet de l'art moderne et par la suite de l'art contemporain fut exemplaire en ce qui concerne le dépassement de l'autocensure et des « catégories restrictives »² en devenant un espace inédit. L'art moderne et l'art contemporain ont en commun d'avoir une pensée de la diversité. L'art contemporain se régénère, en explorant de nouvelles techniques, en intégrant des pratiques ou des problématiques issues d'autres espaces de réflexions, en s'étendant vers des scènes artistiques extra-occidentales. Il propose de nouveaux projets, de nouvelles voies. C'est ainsi qu'il repousse ses limites et démontre que l'art n'a pas de fin. Cette démarche de l'art contemporain occidental est radicale. C'est un positionnement non critiquable en ce qui concerne le champ de l'art proprement dit, mais qui relève malgré tout du projet qui lui est propre. Edouard Glissant le dit autrement : « l'Occident n'est pas un lieu mais un projet ». Mais quel est-il ?

Pour Picasso par exemple, c'est le jeu de la représentation qui est au centre de la démarche, de l'idée. Représenter a ici le sens de maîtriser. La fameuse dichotomie entre nature et culture, philosophiquement discutable, devient, une fois instrumentalisée, un outil de pouvoir et de domination des autres cultures.

¹Etienne Souriau (dir.), *Vocabulaire d'esthétique*, Paris, PUF, 1990, p. 840.

² André Chastel, « Le fragmentaire, l'hybride, l'inachevé » in *Fables, formes, figures*, volume 2, Paris, Flammarion, 1978, p. 33 à p. 44.

Le concept d'hybridation, chez les artistes de la zone Caraïbe, est certes lié aux mélanges des arts, mais surtout à la notion de métissage et de syncrétisme. Appréhender l'idée du métissage dans sa simple définition contemporaine, et du point de vue d'autres terres que celles de la Caraïbe, devrait être une évidence, scientifique. Pourtant, hormis les travaux des chercheurs de l'Université des Antilles, ceux du Centre d'Etudes et de Recherche en Esthétique et Arts Plastiques de la Martinique et particulièrement ceux du Centre de Recherche Interdisciplinaire en lettres, Langues, Arts et Sciences Humaines, il faut, pour avoir des éléments, se déplacer à l'université de Montréal au Canada. Voilà comment les éditions Textuel présentent l'ouvrage d'Alexis Nouss, *Plaidoyer pour un monde métis* :

« Issue du contexte colonial et récupérée par la publicité, la notion de métissage porte des stigmates négatifs. Alexis Nouss récuse ces deux dérives dans ce plaidoyer fondé sur une double perspective sociologique et politique. Sa réflexion est nourrie de son expérience vécue – la frontière, la ville, l'exil – et d'exemples empruntés aux champs esthétiques – littérature et musique. Il défend ici un métissage fondé sur la multi-appartenance identitaire – être ici et là, être ceci et cela – refusant autant les modèles assimilateurs que communautaristes, un métissage capable d'afficher un pouvoir conceptuel novateur pour aborder la citoyenneté, la laïcité, le racisme, la globalisation ou le cosmopolitisme »¹.

La problématique du métissage traverse cette étude, mais surtout dans l'histoire de nos régions insulaires, elle les bâtit. Le livre de Nelly Schmidt, *Histoire du métissage*², rappelle comment ce concept est complexe et polémique. Tant du point de vue scientifique, historique, économique que culturel, le concept de métissage a en face de lui l'idée de pureté, en termes de race et de civilisation.

b) Une recherche libre de droit

Particulièrement représentatif des artistes travaillant sur les notions de métissage et d'hybridation, Michel Pétris est né à la fin des années 1960. Il est originaire de Sainte-Marie, commune située dans le nord-est de la Martinique. Très jeune, il s'est mis à reproduire avec des matériaux de récupération, des engins de chantiers qui réalisaient une route à proximité. La curiosité poussa le jeune artiste à démonter toutes les machines pour en découvrir le fonctionnement. Il bricolait, faisait de petits dépannages en électricité ou en électronique et apprit ainsi, comme les gens du quartier, à trouver des solutions par lui-même. Après avoir

¹Alexis Nouss, *Plaidoyer pour un monde métis*, Préface, Paris, Textuel, 2005.

²Nelly Schmidt, *Histoire du métissage*, Paris, La Martinière, 2003.

obtenu un Brevet de technicien supérieur dans le bâtiment et les travaux publics, il réussit au concours d'entrée de l'École d'Arts Visuels de la Martinique et effectua les deux premières années du cursus (1988-1990). Admis à l'École Nationale Supérieure d'Arts Appliqués et des Métiers d'Art – Olivier de Serres en 1991, à Paris, il apprend comment marier le métal avec d'autres matériaux. Il est diplômé des Métiers d'Art « Métal » Option Bijoux. Il s'est nourri durant sa vie estudiantine des grands événements culturels et artistiques, des musées, des monuments, de la vie nocturne et intellectuelle. L'art cinétique l'intéresse, ainsi que les sculpteurs Rodin et Giacometti. Ce qui le passionne chez Giacometti, ce sont ses dessins-sculptures dans l'espace avec une ligne de métal qui émerge du chaos. Le sculpteur sénégalais Ousmane Sow, l'inspire aussi, du fait qu'il fabrique ses sculptures à partir d'un squelette selon une méthode presque organique, d'ajout de matière, qui est à l'opposé de la sculpture classique où l'on enlève de la matière d'un bloc. Pétris se pose également la question de savoir s'il y a une différence entre art et design. Il constate que même si le design répond à un cahier des charges, ses sculptures empreintent au design par l'organisation des éléments mais celles-ci suivent son intention de simuler le vivant. L'artiste raconte une anecdote de sa vie estudiantine. Lors d'un séjour à Londres, il prit conscience du décalage culturel entre les Français et les Anglais grâce aux différences architecturales, vestimentaires et technologiques, ce qui le fit se poser des questions sur son identité de français caribéen en situation diasporique.

De retour en Martinique, en 1994, il fut tout de suite recruté par l'École d'Art de la Martinique (devenu Institut) en tant que professeur d'enseignement en bois et métal. Pétris fait coïncider le début de sa démarche artistique en 1994 avec un travail autour du conte où il réalise une série de masques à partir de matériaux végétaux ramassés dans la nature, en forêt ou en bord de mer. Les formes, les couleurs, les textures des matériaux, les procédés d'assemblage donnent toutes leurs forces et tout leur sens aux masques qui doivent évoquer les personnages centraux des légendes antillaises. Il s'inspire de formes naturelles pour traduire les différentes figures. Il y a, entre elles, des analogies formelles. Toujours, à partir des contes et légendes créoles, où un sortilège fait pousser des cornes de bœufs dans les champs, il réalise des « *lamp kon* » ou « lampes cornes » en français. L'artiste renverse les cornes et annule ainsi le maléfice par ce geste démiurgique.

A partir de 1996, il s'inspire également de l'histoire de la Caraïbe, et plus particulièrement des objets de captivité des esclaves. Sa réflexion se porte donc sur les entraves, les fers et les chaînes. Ces objets portent une charge émotionnelle très forte, qu'il tente de sublimer en inventant une utopie créatrice. Il part du métal, matériau dont il maîtrise le façonnage mais aussi les portées symboliques, pour ensuite rejoindre le paysage. Il y a une

rencontre entre ces objets d'entraves et la nature. Ainsi l'artiste propose une poétique de la métamorphose, de la floraison de ces fers où l'esclave reconquiert son corps. Cette utopie créatrice n'est-elle pas à l'origine de nos sociétés créoles ? Il dit en parlant des esclaves : « Malgré leur captivité, il y avait des instants de création. » Est-ce pour se guérir de « la Blesse » que l'artiste transforme ces ferrements en plantes ? La Blesse étant ce mal étrange que l'on dit proprement antillais, théorisé par l'ethno-analyste Simone Henry-Valmore¹ et dont parle Aimé Césaire² dans *Moi, laminaire*. La Blesse ou « Blès » est une maladie qui échappe à la médecine officielle en relevant plutôt de l'ordre des maladies culturelles. Dans cette série d'œuvres, les éléments métalliques qui vont vers le bas, symbolisent l'enfantement et le sexe féminin, tandis que ceux qui vont vers le haut, idéalisent la germination végétale. Il y a des analogies formelles entre les stades de croissance et les dimensions des œuvres.

En 1998, Pétris propose des lampes « papillons-méduses » qui viennent du fait de la présence toute l'année sous nos latitudes, de ces insectes sur nos luminaires, le soir, et de la bioluminescence de ces créatures. L'objet, une nouvelle fois, a phagocyté la nature ! Michel Pétris cherche à comprendre les principes de génération des formes de la nature et provoque des rencontres impossibles pour celle-ci. A travers le biomimétisme, il s'intéresse au mouvement : comment les animaux se déplacent, quelle est leur gestuelle. Ce qui le passionne en dehors de la marche, c'est la beauté du mouvement. Pour l'artiste, chaque déplacement est une danse. Il essaye de reproduire la morphologie des animaux. Ce qui l'intéresse, c'est de créer des formes nouvelles, comment dans la nature les éléments interagissent entre eux, comment ils sont liés au niveau écosystémique. Michel Pétris confirme qu'il n'y a pas de rencontre logique entre le papillon et la méduse dans ses luminaires et reconnaît que dans la théorie de l'évolution de Charles Darwin, la forme est principalement due à l'optimisation des fonctions vitales. Il s'agit bien d'hybridation car les deux éléments disparaissent véritablement au profit d'une création artistique. C'est ce que l'artiste nomme des rencontres inopportunes. Sur le biomimétisme, Pétris dit :

« La nature fait les choses suffisamment bien et c'est dommage de s'en écarter. Un courant de pensée nommé Biodesign, qui s'intéresse au médical, à la santé, à l'habitat, se développe largement »³.

¹Simone Henry-Valmore est une ethno-psychanalyste française, née en Martinique. Elle est l'auteur de *Dieux en exil*, en 1988 et de *Aimé Césaire, le nègre inconsolé*, en 1993.

²Aimé Césaire (1913-2008) est un poète et homme politique français, né en Martinique. Il est l'un des fondateurs, avec Senghor et Damas, du mouvement de la négritude.

³Michel Pétris, réponses au questionnaire, Fort de France, 2017, voir annexe questionnaire p. 380.

Poursuivant ses créations biomimétiques, en 2007, Pétris présente la série de lampes-mobilier *Amibes* et *Abysses* (fig. 16, p. 11), interrogeant ainsi la vie dans sa dimension microscopique. Il considère que l'art, la science et la technologie sont devenues indissociables et que l'art actuel doit s'appropriier la science et la technologie. Parmi les artistes dont la démarche l'inspire, il y a Nicolas Schöffer. Cet artiste français, dont nous avons déjà parlé dans cette thèse, pensait dès 1950, qu'il y avait nécessité de faire appel à des ingénieurs et à des scientifiques afin de réaliser les œuvres d'art. Schöffer réalisa d'ailleurs une sculpture robotique en interaction avec l'environnement. Il utilisa des moteurs, des miroirs et des capteurs dans ses sculptures et créa avec le concours d'une chorégraphe la première œuvre cybernétique et chorégraphique *CYSP1*. Quand Pétris était étudiant, il réalisa une série de sculptures à trois pieds, les *Tripodes*. Ceux-ci se déplaçaient grâce à un petit moteur dont le mouvement était aléatoire. Ce furent les premiers tests de sculptures prenant en compte la notion d'aléatoire ainsi que la technologie, ici la mécanique et l'électricité. Lorsque nous interrogeons Michel Pétris sur la question de l'aléatoire, il confie ceci :

« Cela m'intéresse de prendre ce qui est déterminé et ce qui est de l'ordre de l'aléatoire. Ainsi ce qui est déterminé serait le code génétique par exemple et ce qui est aléatoire serait l'interaction avec le milieu. Ce qui m'intéresse, c'est l'inattendu, ce qui échappe au contrôle et à l'évolution dans le temps »¹.

En 2009, très intéressé par les questionnements liés à la robotique et à l'interactivité, Pétris fait un stage au Centre de Ressources Art Sensitif (à Mains d'Œuvres, Saint-Ouen) ; puis en 2010 à Kër Thiossane au Sénégal (à Dakar). C'est un lieu de formation, de recherche et de résidence concernant la création numérique et les échanges Sud-Sud.

Déjà en 2008, avec un petit groupe d'artistes parmi lesquels Alexandre Cadet-Petit² et moi-même Henri Tauliaut³, tous accompagnés d'ingénieurs et d'électroniciens, il poursuit ses recherches sur le vivant dans un projet qui prit le nom d'*Ecosystème*. Pétris se pose des questions comme : l'objet a-t-il une âme ? Est-il vivant ? Pétris pense également que le vivant peut être traduit par la posture ou le mouvement. Il prend l'exemple des œuvres de Michel-Ange dans lesquelles les sculptures sont tellement parfaites en tant que copie de la nature, qu'elles semblent vivantes. Ces œuvres traduisent l'intention de Michel-Ange d'être dans un mimétisme, dans un simulacre de la vie. Par contre, Michel Pétris, lui, se positionne dans la

¹*Id.*, *ibid.*

²Alexandre Cadet-Petit (1945- 2014) est un plasticien contemporain et écrivain français, né en Martinique. Il fut membre du collectif *Cyber-écosystème*.

³Henri Tauliaut (1966) est un artiste contemporain français, né en Guadeloupe. Il a participé à la XII^e biennale de la Havane. Il est aussi membre du collectif *Cyber-écosystème*.

simulation du vivant à partir de procédés électromécaniques. Il le fait pour le divertissement et pour la recherche artistique et scientifique. En 2013, pour le projet d'exposition « Le vivant », Pétris crée de nouvelles espèces robotiques ayant les caractéristiques du vivant. Parmi les espèces nouvelles, il y a les *hexapodes* (fig. 17, p.11). Ce groupe de robots, au niveau formel, peut être mis en relation avec une œuvre de l'artiste Stelarc, nommée *Exoskeleton*, datant de 2003. Le livre *Art+Science* de Stephen Wilson, dans son chapitre concernant la cinétique et la robotique, en parle :

« Dans cette performance, un exosquelette (un appareil mécanique à six pattes ressemblant à un squelette et actionné par de l'air comprimé) amplifie la puissance des muscles humains. En se tenant debout à son sommet, Stelarc peut se déplacer de manière non humaine. Les chercheurs militaires travaillent sur des machines similaires qui permettraient aux soldats de courir à très grande vitesse ou de transporter des charges énormes »¹.

Pétris dit que, lorsqu'il était étudiant, la question de l'aléatoire l'intéressait déjà et qu'avec le projet *Cyber-Ecosystème*, ses interrogations sont revenues. À la question, quels sont vos médiums et démarches, Michel Pétris répond :

« Je travaille sur le vivant et je cherche à représenter mon espace, mon environnement immédiat, à travers des sculptures. Mes médiums sont les matériaux, les métaux, le plastique. Ces matériaux doivent être assez légers. Il faut choisir des matériaux légers afin d'économiser un maximum d'énergie comme dans la nature. Il s'agit d'être le plus efficace. Il faut trouver des astuces en essayant d'être cohérent. Dans l'ensemble, cela reprend aussi le principe du design où la forme et la fonction sont bien ajustées. Il s'agit d'être dans une économie de moyens »².

Le designer cherche à mettre en place un processus visant à ce que l'œuvre soit dans son développement autonome. Le déterminisme, l'aléatoire, l'éphémère sont autant d'éléments de ce processus. Habituellement, de façon classique, les artistes décident de la fin de l'œuvre. Ils déterminent, en fonction de leurs intentions plastique et esthétique, quand celle-ci est validée. Pour Michel Pétris, la question est inversée. C'est davantage la mise en place du processus qui est importante. Pétris désire que l'œuvre échappe à son créateur. Il crée un univers formel, autonome, en s'appuyant sur la théorie de l'évolution où le hasard, le déterminisme, le milieu naturel et la biocénose font que les espèces changent pour s'adapter ; sinon, elles disparaissent. Pétris trouve qu'il y a de nombreux domaines à explorer dans le design, comme

¹Stephen Wilson, *Art+Science*, Londres, Thames & Hudson, 2005, commentaire sur *Exoskeleton* de Stelarc, p. 128

²Michel Pétris, réponses au questionnaire, Fort de France, 2017. Annexe questionnaire p. 380.

la programmation ou les objets connectés. Par contre, il a des craintes pour l'avenir concernant la globalisation et surtout la globalisation du vivant.

2) Le *Cyber-Ecosystème*

a) Des Espèces-Artistes et du Système Global à l'interactivité stratifié

Le développement du projet *hexapode* est basé sur un kit de robots, en plastique à six pattes, disponible dans le commerce mesurant une quinzaine de centimètres de longueur et de largeur et environ 8 centimètres de hauteur. Ce petit robot autonome comporte des capteurs de distance afin de se repérer dans l'espace, une batterie pour l'alimentation électrique et une carte Arduino recevant le programme qui le pilote. L'intérêt de ce petit robot est de proposer une solution moins compliquée à la question du déplacement des robots hexapodes sophistiqués où l'ensemble des pattes est motorisé grâce à des servomoteurs permettant d'articuler chaque tronçon de pattes. Au final, les hexapodes les plus complexes peuvent nécessiter jusqu'à trois servomoteurs par membre, ce qui en fait 18 au total, à contrôler et à alimenter. Cette complexité a, bien-sûr, une influence sur la consommation énergétique, sur le poids et sur le prix des prototypes. La simplicité du kit choisi a permis à l'artiste de faire différentes recherches. La première concerne le déplacement qui se fait grâce à trois servomoteurs. Les pattes avant et arrière de chaque côté (droit ou gauche) du robot sont solidaires et sont commandées par un servomoteur. La paire centrale, elle, fonctionne sur un principe de bascule commandée par un seul servo. Ce mode de déplacement simplifié a comme autre avantage celui de pouvoir produire certaines sonorités. La seconde recherche a pour objet l'alimentation électrique du robot. Cette partie de la recherche qui comportait la mise au point d'une carte électronique permettant la régulation de l'alimentation des différents organes du robot, fut confiée à l'enseignant en électronique Gilles Simoneau, et à sa classe de BTS du lycée technique de Trinité en Martinique. Plus tard l'enseignant a eu comme mission de réaliser un ensemble permettant aux différents robots du projet *Cyber-écosystème* de venir s'alimenter en électricité de manière autonome. Selon Pétris, cette partie poursuit son développement. Troisièmement, le kit a permis de faire des essais de capteurs et de choisir leurs nombres et leur type. Pour l'œuvre robotique *Hexapode*, Pétris a opté pour des capteurs de distance (à infrarouge) qu'il a placés sur chaque patte avant. Ces capteurs, deux par patte (le rayon infrarouge du premier disposé à la verticale tandis que l'autre pointe vers l'avant), permettent d'éviter les obstacles et les trous grâce à l'augmentation du champ de détection du au mouvement des pattes antérieures.

Des capteurs de son et de lumière ont également été testés. La quatrième partie de la recherche concerne la programmation et son implémentation dans le micro-ordinateur que constitue la carte Arduino. La mise au point du programme a été réalisée en plusieurs étapes. Pétris a pris comme base de départ un des programmes conseillés par le fabricant du kit et l'a ensuite adapté à son projet. La structuration du logiciel en langage Java (C++) correspond globalement à la déclaration des noms des variables puis à la mise en place d'une série de conditions correspondant à différents états des parties du robots puis à la détermination des actions à mener en retour. Cet organigramme, c'est-à-dire l'ensemble des cases ayant une fonction structurelle et correspondant aux différentes parties qu'il faut contrôler, sont organisés dans une boucle rétroactive. Différents sous-programmes ont parfois été inclus au programme principal. L'un d'entre eux est le biomimétisme du camouflage des céphalopodes et a comme objectif d'imiter la façon dont les pieuvres changent de couleur. Cela s'est traduit par la production de lumières colorées via une trame de LED possédant les trois couleurs-lumière, le rouge, le vert et le bleu qui, mises ensemble, permettent d'obtenir toutes les couleurs.

Après le kit industriel, Pétris développe une première version dont les dimensions ont été augmentées. Ainsi, le prototype numéro un avait 40 centimètres de diamètre pour une hauteur de 20 cm environ. Le châssis et les pattes sont en contreplaqué. Le corps ou châssis, en sandwich est composé de deux plaques liées mécaniquement par des tiges filetées. Il contient le micro-ordinateur et supporte les servomoteurs et la batterie. Cette version a été présentée au public en 2014 lors de l'exposition personnelle « Drive » de Pétris à l'espace France Antilles de l'habitation Saint James situé à Sainte Marie, puis en 2015 à la galerie de l'hôtel Batelière en Martinique.

Une seconde version fut mise au point pour l'exposition « Le vivant » de 2013, réalisée avec le collectif *Cyber-écosystème*. La forme générale fut légèrement modifiée ; ainsi les pattes s'allongèrent, tandis que les dimensions globales se sont rapprochées des 50 cm de diamètre pour une hauteur totale de 40 centimètres. Cette deuxième série fut réalisée en aluminium Cobon blanc, qui est un sandwich d'aluminium enserrant une plaque de caoutchouc. Ce nouveau matériau composite garantit aux robots une plus grande légèreté et la solidité. Leur plus grande taille et leur blancheur leur permettent d'accrocher le peu de lumière et donc leur confèrent une plus grande présence dans l'espace d'exposition. Les hautes pattes accentuent la dimension animale et les légers tremblements qu'elle provoque. Ces membres longilignes donnent à l'ensemble une part de fragilité loin de l'imaginaire que suscitent généralement les robots industriels ou les monstres robotiques hollywoodiens.

Les *hexapodes* de Pétris évoluent individuellement, pleinement autonomes. Ils sont quatre ou cinq de la même espèce, dans l'enclos qui leur est réservé. Ce parc d'environ 20 mètres sur 10 est matérialisé par une barrière qui fait une vingtaine de centimètre de hauteur. Le public est cantonné à l'extérieur et ne peut atteindre les robots que lorsque ceux-ci s'approchent de lui. Ayant la capacité de détecter les obstacles et les excavations, les œuvres robotiques s'évitent entre elles et arrivent à se sortir des endroits où elles sont coincées. Grâce à leurs capteurs de distance, elles s'éloignent des spectateurs et des autres espèces robotiques de l'écosystème cybernétique.

Il y a deux autres espèces robotiques dans le *Cyber-écosystème* : la première est roulante tandis que la seconde est volante. Alexandre Cadet Petit, lui, mis au point un petit ensemble de quatre à cinq robots qui se déplaçaient en groupe. Il s'agit de tripodes basés sur une structure simple à deux roues motrices et une troisième servant à pivoter. Ces robots, d'une vingtaine de centimètres de diamètre, sont protégés par une calebasse. A. Cadet Petit s'est inspiré des tortues cybernétiques de William Grey Walter qui se déplacent en fonction de la présence ou pas d'une source de lumière. J'ai, quant à moi, conçu la troisième espèce de robots. Les *Dirigeables Amoureux* sont de petits dirigeables autonomes qui interagissent entre eux, avec les spectateurs et avec leur environnement. Ils ont chacun, deux enveloppes couleur aluminium, remplies d'hélium et possèdent une électronique embarquée ; ce qui leur permet de naviguer librement dans des espaces fermés comme les maisons ou les salles d'expositions. Ces robots volants de 135 cm de long, 70 cm de haut et 120 cm de largeur, ont la capacité de réaliser une parade nuptiale, c'est-à-dire de faire des figures acrobatiques aériennes, lorsqu'ils sont pleinement chargés électriquement. Le collectif *Cyber-écosystème* a présenté ses recherches en art robotique lors de l'exposition « Le vivant » qui a eu lieu à l'espace d'art et de rencontre de Fond Saint Jacques en Martinique :

« Ayant atteint une certaine maturité dans nos pratiques artistiques individuelles, ayant fait le tour de la question identitaire, à force de discussions, de débats, mes amis artistes, Alexandre Cadet-Petit et Michel Pétris et moi-même avons constaté notre intérêt commun pour les questions liées au Vivant. Nous avons mis en place le projet "Le Vivant". Les propositions furent diverses, entre le vivant biologique ou artificiel, entre travaux d'installation sonores et/ou vidéo. Pour des raisons financières et d'organisation, nous avons fait le choix de la problématique attachée à la robotique. Mélangeant nos projets robotiques respectifs, nous avons décidé de développer trois espèces de robots. Poursuivant la réflexion, nous avons trouvé plus intéressant de faire interagir ces familles de robots, d'où l'idée d'écosystème et le nom du projet *Cyber-écosystème* »¹.

¹Henri Tauliaut, texte de présentation du projet « Le vivant », catalogue, 2011.

Dans les développements du projet, internet fut indispensable ; que ce soit pour la documentation générale, pour trouver des solutions d'apprentissage gratuites ou bien se mettre en relation avec des artistes et des techniciens ayant les mêmes problématiques et besoins que le collectif. La notion de communauté est importante dans ce projet. Pour des raisons financières et politique, les artistes ont fait le choix d'un certain nombre de logiciels open source comme Sketchyphysics, Processing, Arduino, Fritzing.

Ces œuvres-espèces, mélange de mécanique et d'électronique, ont aussi une programmation comportementale, c'est-à-dire qu'elles fonctionnent par comportements primaires. Elles réagissent de façons différentes en fonction des stimuli générés par le milieu ambiant.

Il ne s'agit pas de programmations génétiques, voire d'intelligence artificielle, où le robot apprend par lui-même, mais plutôt de sensibilité. Cette dernière découle de la complexité du dispositif électromécanique. Ce type système comprend trois groupes : les capteurs, l'interface et les actionneurs. Ainsi la multiplication des données obtenues par des capteurs ; la possibilité de leurs traitements quasi instantanés grâce à une interface électronique et à un programme ; leurs cadrages sous forme d'états principaux ou de modes de fonctionnements, font que ces machines autonomes vont, comme nous les humains, présenter au public, pour une même sollicitation, des comportements différents. Pour être plus clair, un robot selon sa programmation et avec une certaine dimension d'aléatoire, va s'éclairer en rouge, s'il capte du bleu autour de lui et entend du bruit sur sa gauche ; ou bien s'allumer en vert si c'est à droite qu'il entend du bruit ; ou en blanc, si le bruit a un niveau d'intensité supérieur à une certaine valeur définie dans le programme. Il s'agit du random informatique¹. Les actions ou manifestations des dispositifs, qu'il s'agisse d'une installation, d'un lieu immersif ou de sculptures robotiques, sont donc conditionnées par un grand nombre de variables. Les relations entre les parties du système et avec le public seront d'autant plus fines que la quantité de paramètres traités en temps réel, le sera.

Nous pouvons rapprocher les interrogations de Michel Pétris avec celles de l'artiste Ken Rinaldo qui nous propose, lui aussi, une vision rafraîchissante de la question de la vie artificielle, de la robotique et de ses relations tangibles avec le biologique. Ken Rinaldo est professeur associé du département Art et technologie de l'Ohio State University de Columbus aux États-Unis. Il a exposé et été primé dans de nombreux festivals internationaux comme « Ars

¹Le random en informatique est l'équivalent du hasard. Ce dernier est obtenu grâce à un générateur de nombres aléatoires.

Electronica », « Linz » ou « la Transmediale ». Une installation de Ken Rinaldo, *Autotelematic Spider Bots* (fig. 18, p. 12), datant de 2006, a inspiré le projet *cyber-écosystème*. *Autotelematic Spider Bots* est présenté ainsi, dans le livre *Art +Science* :

« Une communauté de robots imitant le comportement des fourmis et des araignées interagissent avec les visiteurs au moyen d’yeux à infrarouges, se parlent entre eux de nourriture et gèrent leur propre “métabolisme”. Ils utilisent la caméra à ultrasons qu’ils portent au cou pour chercher la présence d’êtres humains et détecter les ports de recharge électrique qui fournissent leur « nourriture ». Ils communiquent également entre eux, tirent les leçons de leurs interactions et développent des comportements embryonnaires artificiels »¹.

Ken Rinaldo, en présentant son travail d’installation, cherche à montrer les intersections entre les systèmes naturels ou technologiques, organiques et inorganiques. L’intégration d’éléments organiques et électroniques, lui permet de montrer, parallèlement et sur le même plan, l’évolution entre le vivant et la technologie. Son travail est influencé par les théories sur les systèmes vivants, la vie artificielle, la communication entre les espèces. Rinaldo est passionné par la beauté inhérente à la vie dans ses niveaux apparents et sous-jacents, et par la circulation d’énergies et d’informations, en référence à la cybernétique. Il a une réflexion sur la société techno-culturelle dans laquelle nous vivons et pense que la mise en relation de ces savoirs avec les questions écologiques pourrait être un élément dans la progression de l’art et de la culture contemporaine. Il a choisi d’utiliser l’art interactif, car ce dernier encourage la relation et l’interprétation quant à la rencontre qui, à chaque fois est personnalisée et laissée ouverte, entre une œuvre d’art et son public. Son travail, d’une grande poésie, est loin des clichés sur la robotique et questionne toujours l’opposition entre nature et culture.

La mise en forme par arborescences, en termes d’organisation sculpturale de ses propositions plastiques, doit faire écho à celle des différentes espèces et organismes vivants. Les choix esthétiques de Rinaldo sont en complètes résonances avec ses réflexions sur le concept de Symbio-technoetic² qu’il a créé. Il dit sur son site personnel :

« Je pense qu’il est impératif que le système technologique encourage et modèle la progression de l’évolution du système naturel, car de façon inhérente, ils fusionnent déjà. Cela permettrait l’émergence d’une vie ou d’une nouvelle Terre »³.

¹Stephen Wilson, *Art+Science*, Londres, Thames & Hudson, 2005, commentaire sur *Autotelematic Spider Bot* de Ken Rinaldo et Matt Howard, p. 129.

²Symbio-technoetic est le concept de Ken Rinaldo pour décrire la nécessité de développer le biomimétisme éthique selon la définition de Janine Benyus.

³<http://www.kenrinaldo.com/portfolio/autotelematic-spider-bots/>

Dans le travail des « robots créateurs » de Michel Pétris, la mise en place d'une programmation comportementale et sa propre modification par les données captées ou provoquées par la présence des spectateurs, produisent des transformations non prévues par l'artiste. La tentative est de proposer des espaces d'inattendu qui échappent à l'architecte du processus. Être dans la quête d'un nouvel espace de développement de l'œuvre. En termes de programmation informatique, pour aboutir à une perte de contrôle totale de la part de l'artiste-programmeur, il est nécessaire de sortir de la boucle rétroactive ou systémique, en se dirigeant vers la programmation génétique ou celle de neurones. Pour le moment, dans les œuvres digitales, la question demeure : la vie peut-elle jaillir en dehors d'un processus organisé par le déterminisme et où l'aléatoire prend le pas pour devenir le moteur de la création ?

a) Comment sortir de la boucle informatique pour aboutir au vivant ?

Michel Pétris et le collectif *Cyberécosystème* ont trouvé différentes solutions informatiques pour la simulation du vivant et l'apprentissage en robotique. Dans ce panel, figurent les réseaux de neurones et les algorithmes évolutionnaires. Les réseaux de neurones ont tout d'abord retenu l'attention du fait de leur relative simplicité à être mis en place dans des programmes informatiques d'apprentissage pour leurs robots virtuels et réels. Par contre, pour sortir de la dimension répétitive et afin d'introduire une dimension aléatoire plus proche de la vie dans les écosystèmes cybernétiques de Pétris, les algorithmes évolutionnaires semblent plus pertinents. Car c'est l'utilisation de la théorie Darwinienne de la sélection naturelle par des objets informatiques comme les programmes qui est au cœur de ces algorithmes évolutionnaires. Nous pouvons les organiser en quatre sous-groupes : la programmation génétique, les algorithmes génétiques, les stratégies évolutionnaires et la programmation évolutive. C'est le sous-groupe des algorithmes génétiques qui est le plus répandu et nous l'approfondirons dans l'analyse du travail de l'artiste Cubain Omar Estrada afin de mieux saisir les liens qu'il entretient avec la biologie et les notions de génotype et de phénotype. Pourtant, c'est la programmation génétique qui va retenir notre attention dans les prochaines lignes, car c'est elle qui semble être la plus proche de nos problématiques évolutives. Le précurseur de la programmation génétique, John R. Koza¹, explique dans son livre *Genetic Programming. On*

¹John R. Koza (1945) est un informaticien américain célèbre pour avoir résolu un grand nombre de problèmes théoriques et technologiques grâce à l'utilisation de la programmation génétique.

*the Programming of Computers by Means of Natural Selection*¹, publié en 1992, que celle-ci concerne la génération automatique de programme, ou de comportements représentés par des programmes exécutables. Même si le terme génétique n'est pas employé dans ces deux éléments de définition, la programmation du même nom, est une catégorie des algorithmes génétiques. Ce qualificatif est ajouté car la plupart des recherches et applications s'inspirent des algorithmes génétiques.

Denis Robilliard² et Cyril Fonlupt³ dans leur présentation « Introduction à la programmation génétique » font remonter l'origine de celle-ci en 1958 avec les travaux de Ehrardt Friedberg⁴ sur l'évolution aléatoire des commandes d'un logiciel et à l'assignation d'une note à celle-ci en fonction de leur efficacité. Puis en 1963, le scientifique Arthur Samuel⁵ pour qualifier la programmation automatique propose le terme de « Machine learning ». Trois années plus tard, le groupe de recherche composé de Fogel, Owen et Walsh pour prédire des comportements pertinents des automates, procède par la sélection par mutation des parents (programmes) efficaces, pour obtenir de nouveaux individus (solutions). En 1985, Cramer produit une série de programmes en arborescences et arrive à réaliser des échanges entre les sous-parties de ces programmes. En 1986 c'est la réalisation de programme de jeu en langage LISP qui est effectué par Hicklin. Le savant réussit à échantillonner les solutions dans un ensemble, grâce au croisement de sous arbres préexistants (dans le groupe des parents d'origine) ou produits de façon complètement aléatoire. Entre 1989 et 1992, John R. Koza organise les différents principes de la programmation génétique et montre leur pertinence dans la résolution de nombreuses problématiques. Dans le livre *Genetic Programming. On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*, il catégorise en donnant les principales caractéristiques de la programmation génétique. En premier lieu il rappelle que ce sont des programmes organisés en expression en arborescences, qu'il est nécessaire de définir un ensemble de terminaux (constantes et variables) et des fonctions primitives, enfin que l'évolution de l'ensemble soit conditionnée par les échanges de sous arbres (tronçons de programme).

¹John R. Koza, *Genetic Programming. On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*, MIT Press, 1992.

²Denis Robilliard est un chercheur français. Il est professeur en informatique à l'Université du Littoral-Côte d'Opale et réalise des recherches sur la programmation génétique en lien avec le biomimétisme.

³Cyril Fonlupt est un chercheur français. Il est professeur en informatique à l'Université du Littoral-Côte d'Opale et réalise des recherches sur la programmation automatique.

⁴Ehrardt Friedberg (1942) est un sociologue autrichien. Il a fondé avec Michel Crozié « L'école française de sociologie des organisations ».

⁵Arthur Samuel (1901-1990) est un chercheur états-unien. Il fut le précurseur de la recherche sur l'application sur les jeux informatiques de la programmation génétique.

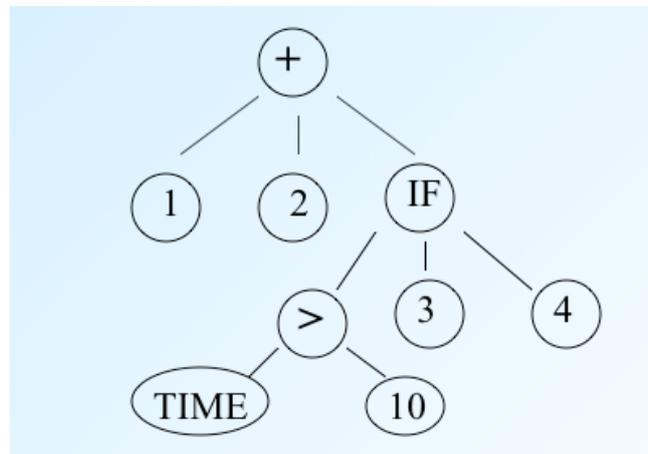
Anne G erodolle¹ dans son m emoire de DEA obtenu à l'Institut National Polytechnique de Grenoble, intitulé *Programmation Génétique et Robotique Autonome*², explique que, composé d'un très grand nombre de programmes (pouvant dépasser les 10 000), le principe de l'algorithme est de les faire évoluer jusqu'à l'obtention d'un programme (ou individu) correspondant à la solution recherch e. La première étape de l'algorithme est de créer des programmes de manière aléatoire. Servant à produire la population de départ, mais aussi comme créatrice de la mutation de celle-ci, la génération aléatoire de programmes a un rôle essentiel. La seconde étape consiste à comparer chacun des programmes grâce à une méthode et à lui attribuer une bonne évaluation si le résultat correspond à ce que l'algorithme recherche. Cette méthode donne un classement de l'ensemble des programmes à chaque itération (ou boucle) de l'algorithme. Tant que le résultat n'est pas proche d'un certain niveau de performance aussi appelé Fitness, l'algorithme produit une nouvelle série de programmes. Les programmes qui ont les meilleures notes, c'est-à-dire qui sont les plus proches de la solution, ont une plus grande chance d'être conservés ou d'avoir une descendance. Dans l'exemple de programme suivant la syntaxe est celle des langages C+ C++ ou Java.

```
int PG (void)
{
int tmp1,tmp2;    // cela correspond aux déclarations des variables tmp1 et tmp2
tmp1 = 1+2;      //déclaration d'une fonction
if ( TIME > 10 ) // déclaration d'une condition
    tmp2=3;      // attribution de la valeur 3 à tmp2
else             // déclaration d'un autre type de condition
    tmp2= 4;     // attribution de la valeur 4 à tmp2
return tmp1 + tmp2; // demande de réalisation du calcul tmp1+tmp2
                // et de l'affichage du résultat
```

¹Anne G erodolle (1958) est une ingénieur et chercheuse française en recherche et développement. Elle a publié *Dynamic Web Services on a Home Service Platform*, avec d'autres chercheurs.

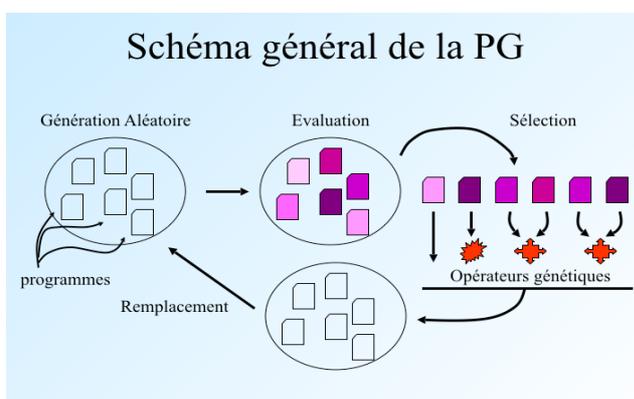
²Anne G erodolle, *Programmation Génétique et Robotique Autonome*, mémoire de DEA en sciences cognitives, 1998, Institut National Polytechnique de Grenoble.

Ce même programme va s'écrire en langage LISP de deux façons. La première est sous forme d'expression : $(+ 1 2 (IF 5TIME >10) 3 4)$ et sa représentation sous forme d'arbre ou organigramme :



Comme signalés ci-dessus il y a, dans la programmation génétique les terminaux ou feuilles des arbres et les fonctions ou nœuds des arbres pour employer une analogie végétale. Les terminaux sont des variables simples, des pseudos variables (contenant les entrées du programme) ou des constantes créées lors de déterminations de la problématique informatique et aussi celles qui sont produites de manière aléatoire par l'algorithme. L'autre groupe est celui des fonctions ou opérateurs. Ces fonctions peuvent être de multiples natures : arithmétiques, booléennes, à effet de bord, transcendantales, introduisant des structures de contrôle ou faisant appel à des sous programmes. Grâce à l'illustration réalisée par Denis Robilliard et Cyril Fonlupt pour leur présentation *Introduction à la programmation génétique*, il nous est plus simple de comprendre les différentes étapes se déroulant dans une programmation génétique. Lors de la création de la population initiale des programmes, il faut déterminer la dimension ou la profondeur des arbres. Puis il s'agit de créer ceux-ci.

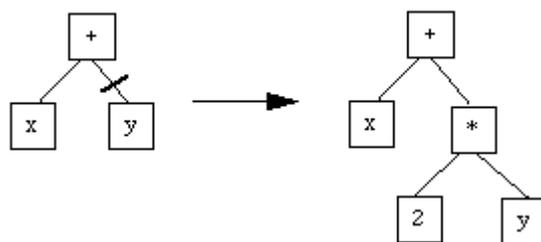
Il y a trois méthodes dont les noms sont « GROW » « FULL » et « RAMPED HALF & HALF ».



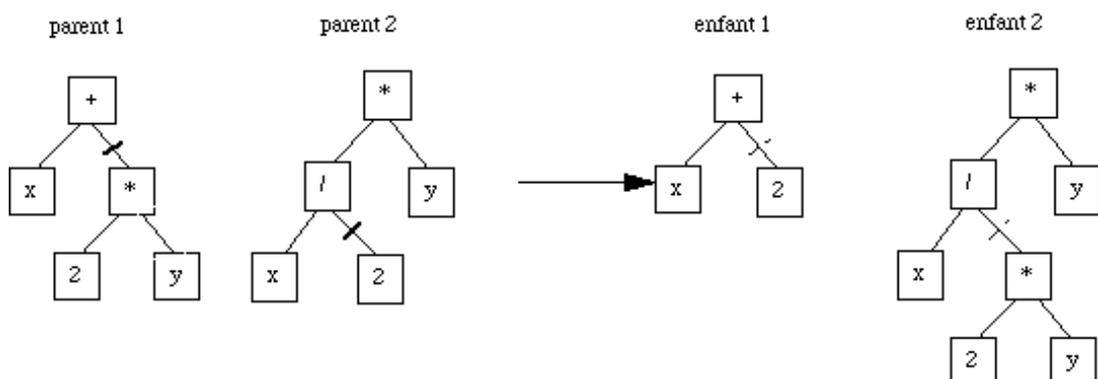
L'évaluation des résultats ou Fitness est au centre de la programmation génétique. La solution dépend du problème et n'est donc pas la même. Quelques exemples peuvent être utiles pour mieux comprendre ce en quoi consiste l'évaluation des résultats. Si l'on doit comparer deux images, une des solutions peut consister à trouver le nombre de pixel qui sont identiques, ou pour le contrôle d'un robot, cela correspond au nombre de chocs contre une paroi. Et pour la vie artificielle, celle-ci peut être évaluée par la quantité de nourriture consommée lors d'une simulation. Les derniers éléments déterminant de la programmation génétique sont les opérateurs du même nom. Ils permettent la sélection. Il y a trois opérateurs, le premier est la copie d'un individu dans la génération suivante avec un éventuel forçage de la copie si c'est un des meilleurs individus (élitisme). L'opérateur suivant correspond à la mutation d'un programme. Elle consiste à choisir au hasard dans une arborescence un point de coupure et à enlever un sous arbre de celui-ci. Il s'agit ensuite de le remplacer par un sous arbre créé aléatoirement.

Voici un exemple en LISP :

L'expression $(+ x y)$ après coupure et remplacement devient $(+ x (* 2 y))$



L'opérateur numéro trois correspond au croisement de deux programmes. Il s'agit d'opérer des coupures sur ces deux programmes, puis d'effectuer l'échange des deux sous arbres afin de produire deux enfants. Les expressions de départ sont $(+ x (* 2 y))$ et $(* (/ x 2) y)$. Après coupures et remplacements mutuels, les enfants deviennent $(+ x 2)$ et $(* (/ x (* 2 y)) y)$



La programmation comme les algorithmes génétique sont nés de la volonté des informaticiens d'imiter la nature. Il se sont inspirés d'elle et des théories sur l'évolution. C'est en introduisant une part d'aléatoire grâce à des opérateurs informatiques, copiant les mutations et les croisements qui agissent au sein des écosystèmes naturels, que les informaticiens contemporains ont pu contrer la linéarité des précédents modèles d'algorithmes.

Les progrès des sciences ont eu une large influence sur la philosophie. Ce sont les travaux sur les fractales du scientifique Mandelbrot qui ont inspiré l'une des plus importantes composantes de la French Theory : la théorie du rhizome¹ de Gilles Deleuze et Félix Guattari. A l'inverse du modèle classique, basé sur l'élévation pyramidale ou en arborescence et statique, le rhizome se positionne à l'horizontal, va dans toutes les directions avec une grande vivacité. La définition du dictionnaire Littré est la suivante : « Tige souterraine horizontale, qui s'allonge en poussant soit des rameaux, soit des feuilles à l'une de ses extrémités tandis qu'elle se détruit par l'autre »². Les auteurs se basant sur les travaux scientifiques et s'inspirant du règne végétal, ont développé une réflexion méthodique, concrète (dans le sens d'applicable) et engagé politiquement. Ainsi la théorie du rhizome en réfléchissant sur les conséquences philosophique, artistique, sociale et politique, propose des configurations inédites et en mutation. A l'opposé de la racine, le rhizome contient une part d'impermanence. Pour Deleuze et Guattari, la figure du rhizome sert de base explicative permettant l'étude critique des sciences de la connaissance. La structuration du modèle rhizomique n'est pas hiérarchique comme peut l'être l'arbre de Porphyre³. Au contraire, tous les composants du rhizome peuvent agir l'un sur l'autre. Dans le modèle de l'arbre, du philosophe néoplatonicien du III^e siècle, qui a servi de principe pour la classification des sciences et des espèces vivantes, implique la hiérarchisation des relations entre les éléments. Cela sous-entend également que le fait de classer au-dessus certains éléments ou individus, leur donne une supériorité. Le modèle pyramidal pose les mêmes problématiques à savoir qu'il est lui aussi hiérarchique, que les pouvoirs ont comme sens le haut vers le bas (et non l'inverse). Le rhizome est polymorphe, à l'image du réseau. Il n'a pas de centre, ni de hauteur. Les individus ont la possibilité d'agir sur les processus de décisions

¹ La théorie du rhizome, <https://www.franceculture.fr/emissions/les-nouveaux-chemins-de-la-connaissance/philosophie-du-reseau-14-le-rhizome-deleuze-et>

²Dictionnaire Littré : définition de rhizome

³L'arbre de Porphyre est une organisation des connaissances, qui peut être considérée comme l'une des premières bases de connaissances, c'est-à-dire une ontologie. Cette organisation fut inventée par le philosophe néoplatonicien Porphyre au III^e siècle.

depuis les lieux où ils se trouvent. Les propriétés du rhizome ont eu des applications en philosophie sociale et dans celle des sciences, en sémiotique ainsi que sur la théorie de la communication. La dimension aléatoire est une des caractéristiques du rhizome. Il n'a pas de direction, de début ou de fin et les flux peuvent être réguliers ou bien chaotiques. Les points névralgiques ou les nœuds sont multiples et potentiellement et virtuellement des centres.

La réflexion de Deleuze et Guattari pose la question d'un nouveau type de pensée solidaire, partagée par autant d'individus qui constituent le rhizome, à l'image des fractales. La théorie des fractales explique que « le tout est à l'image de la somme des parties, et chacune est à l'image du tout »¹. Une autre des caractéristiques du rhizome, est d'être souterrain. Ses productions éclosent de façon impromptue, dans le temps et dans l'espace. Dans son essai *Sahara, l'esthétique de Gilles Deleuze*, M. Buydens explique les propriétés du rhizome :

« Le rhizome est d'abord linéaire, c'est-à-dire qu'il se constitue de proche en proche comme une série et qu'il peut toujours gagner ou perdre un élément ou plusieurs. En cela il s'oppose à la structure qui implique la coexistence de plusieurs niveaux ou strates d'organisation, d'une profondeur et donc d'une rigidité. Au contraire, le rhizome possède une mobilité essentielle et une souplesse qui rendent possible sa transformation permanente »².

Dans l'introduction à *Mille Plateaux*, Deleuze et Guattari détaillent les quatre grands principes du rhizome. Le premier est le principe de « connexion et d'hétérogénéité » qui signifie que tous les points peuvent être jumelés avec d'autres. Le second concerne « la multiplicité » et explique comment le multiple ne peut être réduit à une unité, car il possède sa propre essence et est autonome. Le suivant est « la rupture assignifiante » indiquant qu'il n'y a pas de lieu dans le rhizome ou la rupture est fatale, à l'opposé du système organique ou végétal dans le domaine du vivant. Le quatrième et dernier principe concerne la « cartographie et la décalcomanie » ; ici, la carte est un objet qui nous permet d'imaginer un lieu ; elle a un caractère singulier et subjectif, en ce sens qu'il y a des dizaines de cartes pour décrire un même lieu. Elle est à l'opposé du calque qui recopie.

Un autre auteur, originaire de la Caraïbe s'est particulièrement intéressé à cette notion. Il s'agit d'Edouard Glissant. Le rhizome chez E. Glissant correspond à ses réflexions en relations avec la notion d'identité. Cette problématique reste une question centrale dans la Caraïbe et dans les Amériques. L'identité est, soit rhizomique, soit verticale, elle est en opposition avec l'identité verticale ou les racines. Cette dernière correspond aux sociétés

¹Rhizome définition : [https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Rhizome_\(philosophie\)](https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Rhizome_(philosophie)).

²M. Buydens, *Sahara, l'esthétique de Gilles Deleuze*, Paris, Vrin, 2005, p. 29-30.

ataviques où l'ensemble des éléments culturels proviennent d'un même lieu d'une même langue. C'est la verticalité à l'image de l'arbre de Porphyre. En opposition, l'identité rhizome correspond à un individu ou à une société dont les origines ethniques, linguistiques, territoriales et culturelles sont multiples. Les identités « créoles » puisent dans des racines diversifiées et étendues sur plusieurs continents. Dans *Introduction à la poétique du divers*, E. Glissant dit :

« Quand j'ai abordé la question [de l'identité], je suis parti de la distinction opérée par Deleuze et Guattari, entre la notion de racine unique et la notion de rhizome. Deleuze et Guattari, dans un des chapitres de *Mille Plateaux* (qui a été publié d'abord en petit volume sous le titre *le Rhizome*), soulignent cette différence. Ils l'établissent du point de vue du fonctionnement de la pensée, la pensée de la racine et la pensée du rhizome. La racine unique est celle qui tue autour d'elle alors que le rhizome est la racine qui s'étend à la rencontre d'autres racines. J'ai appliqué cette image au principe d'identité. Et je l'ai fait aussi en fonction d'une "catégorisation des cultures" qui m'est propre, d'une division des cultures en cultures ataviques et cultures composites »¹.

Edouard Glissant analyse les Antilles et plus particulièrement les cultures créoles pour ce qu'elles sont véritablement : un mélange ethnique et culturel. L'auteur de la théorie du Tout monde démontre que les cultures créoles sont l'addition d'éléments dont « le résultat est supérieur à la somme de ses parties ». Pour Glissant, ces cultures ne sont pas simplement l'addition d'éléments venus d'Europe, d'Amérique, d'Inde ou d'Afrique (et aussi plein d'autres apports humains). Dans ce contexte, comme en systémique, l'addition de tous ces éléments aboutissent à un stade supérieur, à une émergence culturelle et sociétale, inattendue et imprévisible. A la mort de Glissant en 2011, le journal *Jeune Afrique*², dira de la vision des Antilles, de l'auteur :

« Les Antilles, îles natales du poète-philosophe, constituent le soubassement géographique et historique de la plupart de ses écrits, jusqu'à devenir le paradigme d'une culture mondiale en cours de créolisation (que le poète désigne par le terme de « chaos-monde »), où « tout change en s'échangeant ». Elles sont le lieu exemplaire où l'emmêlement des langues et des cultures (occidentale, africaine, asiatique, indienne d'Amérique) crée les conditions d'émergence d'une identité plurielle, ouverte sur le monde »³.

¹Edouard Glissant, *Introduction à la poétique du divers*, Paris, Gallimard, 1996, p. 66.

²« Jeune Afrique est un hebdomadaire panafricain, édité à Paris et publié par le Groupe Jeune Afrique. Chaque semaine, le magazine propose une couverture de l'actualité africaine et internationale ainsi que des pistes de réflexion sur les enjeux politiques et économiques du continent » source Wikipédia ; <https://www.jeuneafrique.com/>

³<https://www.jeuneafrique.com/192669/culture/douard-glissant-po-te-philosophe-du-tout-monde/>

B) Omar Estrada. Etude de *Tpox estrada*

Les problématiques de créolisation développées par Edouard Glissant, et celles concernant le métissage ou l'hybridation sont au cœur des questions fondamentales de la grande Caraïbe. Au sein de cet espace géographique et culturel, Haïti et Cuba occupent une place très particulière, que cela soit pour leurs histoires qui en font des pays symboles de résistance, ou à cause de leur incontournable présence culturelle au niveau régional et mondial. Comprenant très tôt l'importance de développer et de défendre les cultures de la zone Sud du monde, Cuba est l'un des premiers pays de la Caraïbe à avoir créé sa biennale d'art contemporain en 1984. Avec la reprise des échanges économiques et culturels entre les Etats-Unis et Cuba en 2015, lors de la XII^e édition de la biennale de la Havane, une ouverture s'est faite en direction des artistes d'Europe et d'Amérique du nord. A l'occasion de cet événement dont la thématique fut « Entre l'idée et l'expérience », auquel j'ai participé en tant que représentant de la Guadeloupe, Cuba a de nouveau montré sa volonté politique et artistique de mettre aussi en avant la création contemporaine des pays dont le statut politique pose encore question. C'est pour les artistes de la périphérie des grands marchés de l'art contemporain l'occasion de montrer leur démarche et de faire jeu égal avec les plus grands artistes internationaux. En 2015, l'artiste Omar Estrada a présenté pendant l'exposition « Entre, Dentro, Fuera », l'œuvre *Y por qué la luna ?* A travers un jeu interactif de lancement de missile balistique, l'artiste a remis en scène l'épisode historique de la crise des missiles entre Cuba, l'URSS et les Etats-Unis, et ainsi, a interrogé la politique par une critique subtile et délibérément humoristique.

1) transcodages

a) Codes artistique, numérique, biologique et spirituel

L'œuvre d'Omar Estrada a comme but d'interroger les rapports entre l'art, la science et la technologie. C'est en questionnant certaines certitudes politiques, scientifiques et culturelles que l'artiste pose la question des modalités de la connaissance. Proposant une œuvre polymorphe entre installation sculpturale, création sonore et vidéo, performance et interactivité, l'artiste contemporain cubain s'attache à déplacer des éléments d'un discours ou d'un système vers un autre champs de réception. Ainsi, avec son œuvre *Tpox Paternity*, il déplace des données ADN vers le champ musical. Il nous semble donc pertinent de nous tourner vers les bases de la sémiotique afin de mieux appréhender les travaux d'Estrada, ainsi que ceux de l'ensemble des artistes de cette troisième partie.

La sémiotique a plusieurs fondateurs. Saussure, lui, définit le signe comme étant la plus petite unité significative tandis que Charles Sanders Peirce, lui, considère que tout objet ou phénomène à partir du moment où il rentre dans un processus sémiotique, peut être perçu comme un signe. Charles Sanders Peirce, chercheur du XIX^e siècle, est certainement l'un des théoriciens les plus importants de son époque. Nicole Everaert-Desmedt dans son article « La sémiotique de Peirce »¹ explique les trois principes ou théories de Peirce permettant d'éclairer la sémiotique : la théorie générale qui s'intéresse à la vie dans sa dimension, sensible concrète ou mentale ; la théorie triatique pose les catégories philosophique peircien de la priméité, la secondéité, la tiercéité et met en relation le signe (ou représentamen), l'objet et l'interprétant ; enfin, la théorie pragmatique s'occupe de savoir comment le signe est produit et est reçu. Pour Peirce, toute l'expérience humaine peut être expliquée par les trois catégories. La priméité correspond à la conception de l'être dans son absolu, pour lui-même et dans sa globalité. Dans la priméité, il n'y a que du « Un ». C'est d'abord un rapport émotionnel. La secondéité correspond à l'être où la chose mis en relation avec autre chose. L'être s'individualise, l'objet est concret. La secondéité est l'espace des faits et du temps, de l'expérience, de l'action et de la réaction qu'elle provoque. La tiercéité correspond à la relation, à la loi, à la règle, à la logique. Dans le cadre de ses recherches sur le langage, il a défini trois catégories philosophiques pour expliquer le processus sémiotique : le signe, l'objet et l'interprétant. Le signe (ou représentamen) représente son objet ; il en exprime une partie, mais pas sa globalité. Par exemple, la photographie d'une chaise n'est pas la chaise ; elle la représente juste. L'objet, quant à lui, est ce que le signe représente ; dans notre exemple, l'objet est bien la chaise. Peirce définit deux types d'objets, le dynamique (le vrai objet) et l'immédiat (l'objet représenté). L'interprétant correspond à la définition de l'objet qui est dans le dictionnaire ou dans la tête de l'interprète. Nicole Everaert-Desmedt explique la relation complexe entre l'objet, son signe et l'interprétant :

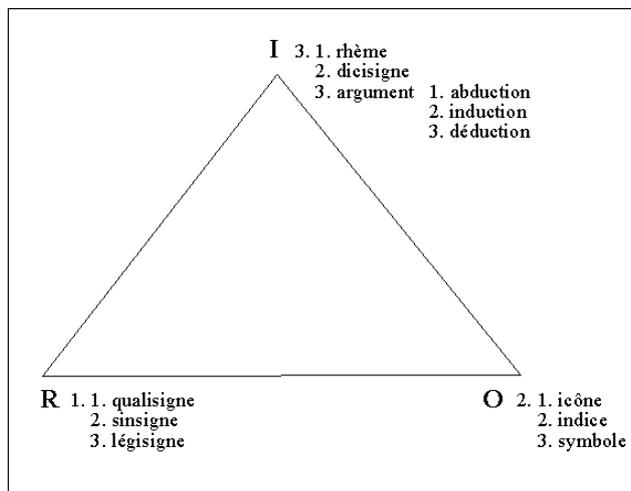
« Le représentamen, pris en considération par un interprète, a le pouvoir de déclencher un interprétant, qui est un représentamen à son tour et renvoie, par l'intermédiaire d'un autre interprétant, au même objet que le premier représentamen, permettant ainsi à ce premier de renvoyer à l'objet. Et ainsi de suite, à l'infini »².

Le processus sémiotique chez Peirce comporte une articulation trichotomique des trois éléments que sont le représentamen, l'objet et l'interprétant. Dans sa trichotomie, le

¹Nicole Everaert-Desmedt, « La sémiotique de Peirce », Louis Hébert (dir.), *Signo* [en ligne], Rimouski, 2011.

²*Id.*, *ibid.*

représentamen peut être un qualisigne qui est une qualité ou une émotion fonctionnant comme un signe et relevant de la priméité ; il peut aussi être un sinsigne qui correspond à un objet ou à un fait concret ; enfin, il peut être un légisigne qui fonctionne par convention comme un billet de banque ou les signaux du code de la route. Dans la trichotomie de l'objet, le représentamen peut se référer à l'objet sous trois modalités ; le signe est dans un rapport de similitude avec l'objet ; c'est une icône, dans le cadre de la priméité, étant concrètement affectée par l'objet. Il est un indice dans la secondéité, s'il est en relation avec l'objet par une loi ou règle. Le représentamen est un symbole dans la tiercéité. En ce qui concerne la trichotomie de l'interprétant, dans la priméité, le signe est nommé rhème ; dans la secondéité, dicisigne (ou signe dicent) et dans la tiercéité, on le qualifie d'argument ou de raisonnement. Il y a trois types d'arguments dans la théorie peircienne. La déduction qui signifie que la loi peut être dictée aux faits. L'induction explique que la règle est le résultat des faits. Et l'abduction indique que la loi est au stade de l'hypothèse. Nicole Everaert-Desmedt propose le tableau suivant afin de résumer la hiérarchie des catégories en sémiotique peircienne :



La sémiologie de Peirce est à l'origine de nombreux travaux en anthropologie. Avec ceux de Claude Lévi-Strauss, ils ont inspiré la génération d'anthropologues contemporains comme Eduardo Kohn dont nous avons décrit les recherches, ceux de Philippe Descola, de Eduardo Vivieros De Castro et de Nahayeilli B. Juárez Huet.

Philippe Descola est l'auteur de nombreux ouvrages en anthropologie des sociétés premières, dont le plus connu est *Par-delà nature et culture*¹. C'est en 2005 que l'essai fut publié en direction de ses pairs anthropologues. Cet ouvrage est considéré comme une référence dans le cadre des sciences sociales. Thomas Lerosier a publié une analyse dont le titre est *Philippe Descola, Par-delà nature et culture*, qui résume les trois notions clefs développées par l'anthropologue sur le structuralisme, la question environnementale et les progrès technologiques.

L'anthropologue considère que c'est le dualisme nature/culture qui empêche la compréhension des sociétés non occidentales. Il remarque, comme d'autres, que cette opposition est ce qui a donné naissance à l'anthropologie au XIX^e siècle. Dans les premiers chapitres de son essai, P. Descola souhaite faire « prendre conscience que la manière dont l'Occident moderne se représente la nature est la chose la moins partagée »² par le biais d'une enquête ethnographique au travers des continents américain, océanien et asiatique. Il observe l'absence de ce dualisme dans un grand nombre de sociétés et de cosmologie. Cette enquête montre, au passage, que l'hypothèse selon laquelle la reconnaissance de la différence entre humain et non humain serait une preuve d'un niveau plus élevé d'évolution d'un groupe humain, s'avère complètement fautive. Descola prend pour exemple la société japonaise actuelle où l'opposition humain/non humain n'existe pas. A l'image de Gilles Deleuze et de Félix Guattari sur leur position anti-fondationaliste, Descola va à l'opposé de l'idée d'une nature que l'humanité dévoilerait peu à peu grâce aux multiples découvertes scientifiques. Pour lui, la nature est une construction « peu à peu construite comme un dispositif ontologique d'un genre particulier servant d'assise à la cosmologie des modernes »³. A la fin du XIX^e siècle, l'anthropologie est née de l'émergence du concept de culture et l'anthropologue a pour mission « les expressions singulières et de découvrir, si possible, les règles d'engendrement ou de distribution »⁴ de ce que Thomas Lerosier nomme « des formes de compromis que chaque société doit inventer entre nature et culture. »⁵ Cette vision de l'anthropologie est donc, dès sa constitution, en contradiction avec la possibilité de réaliser une analyse neutre des ontologies et des cosmologies dont les bases sont différentes de celle de la société occidentale. En étudiant les structures qui donnent naissance aux multiples schémas ontologiques, P. Descola souhaite dépasser le dualisme nature / culture, par le biais de l'analyse structurale qui montre comment

¹Philippe Descola, *Par-delà nature et culture*, Paris, Gallimard, coll. « Folio essais », 2015.

²*Id.*, *ibid.*, p. 70.

³*Id.*, *ibid.*, p. 123.

⁴*Id.*, *ibid.*, p. 149.

⁵Lerosier, Thomas, *Philippe Descola, Par-delà nature et culture*

les différents groupes humains produisent chacun leur rapport au monde. Descola propose le concept de « schèmes de la pratique » donnant au sujet les moyens de produire du sens avec le monde qui l'entoure. Il décrit ces schèmes comme des « dispositions psychiques, sensori-motrices et émotionnelles, intériorisées grâce à l'expérience acquise dans un milieu social donné »¹. Ces schèmes, non conscients, organisent d'autres schèmes spécialisés comme par exemple l'*habitus* décrit par Pierre Bourdieu². Descola explique que « chaque schème intégrateur est le fruit d'une combinaison particulière de deux des modalités fondamentales de structuration de l'expérience individuelle et collective »³. Le premier processus correspond à l'identification : dans cette modalité je donne aux objets des caractéristiques identiques ou opposées à celles que je me donne. Le second processus est celui de la relation désignant le fait d'établir des liens entre les objets ou les entités qui sont dans le monde. C'est l'approche structurale qui permet une analyse de ces schèmes intégrateurs et qui éclaire comment ceux-ci permettent d'expliquer certains phénomènes de manière indépendante. L'identification agit fondamentalement au niveau de l'intériorité (c'est-à-dire de l'intention) des objets ou des êtres, mais également sur la dimension physique (ou physicalité) qui veut dire que ces entités partagent avec moi les mêmes caractéristiques matérielles ou organiques. En combinant l'intériorité et la physicalité nous obtenons les quatre ontologies à la base des cosmologies principales. La première ontologie correspond à l'animisme. Dans cette catégorie il y a similarité des intériorités et opposition des physicalités. Les humains, les animaux et les plantes appartiennent au même ensemble dans cette vision du monde en partageant la subjectivité, la conscience et l'intentionnalité. La seconde ontologie est le totémisme correspondant au fait qu'il y a similarité des intériorités et des physicalités. Le totémisme rassemble les entités du monde dans deux catégories, les humains et les non humains, en fonction de ce qu'ils partagent comme capacités physiques ou psychiques. La troisième forme est l'analogisme. Dans celle-ci, il y a opposition entre les intériorités et les physicalités ; ici, chaque être au monde est singulier et c'est l'agencement des éléments qui les composent qui crée leurs différences. La quatrième ontologie correspond à la définition du naturalisme ; dans celui-ci, il y a opposition entre les intériorités et similarité entre les physicalités. Dans le cadre de l'analyse du naturalisme, l'anthropologue se sert de la phénoménologie et des différentes recherches environnementales comme arguments contre la domination du modèle naturaliste.

¹Philippe Descola, *op. cit.*, p. 190.

²Pierre Bourdieu (1930-2002) est un sociologue français. Il a révolutionné la sociologie et l'ethnologie mondiale en proposant deux concepts : celui de champ et celui d'*habitus*. Il définit sa recherche comme étant le « structuralisme génétique ».

³Philippe Descola, *op. cit.*, p. 209.

Un autre anthropologue est mondialement connu comme étant un spécialiste des sociétés amérindiennes. Il s'agit d'Edouardo Vivieros de Castro. Pierre Charbonier, dans son texte « *L'Anti-Narcisse de Vivieros¹ de Castro* », publié en 2010, propose une analyse de l'ouvrage de l'anthropologue brésilien *Métaphysiques cannibales*². Avec cet ouvrage, Vivieros de Castro fournit une nouvelle définition de l'anthropologie. Reconnu pour ses études sur le chamanisme, le cannibalisme, la notion de parenté et plus généralement sur les systèmes rituels amérindiens de la zone amazonienne, Vivieros de Castro a également inventé les concepts de perspectivisme et de multinaturalisme. Les *Métaphysiques cannibales* posent une question fondamentale à l'anthropologie actuelle : « Que doit, conceptuellement, l'anthropologie aux peuples qu'elle étudie ? »³. Avec cette interrogation, l'auteur cherche à dépasser les deux orientations de l'anthropologie moderne ; la première qui se veut objective où le sujet est défini par l'observateur ; et la seconde qui se considère comme intuitive et qui a perdu l'objet de son étude. Vivieros de Castro insiste sur la nécessité que l'anthropologie reste dans son propre champ d'étude, tout en gardant sa dimension créative et dynamique de sciences humaines. Il s'explique :

« Toutes les théories anthropologiques non triviales sont des versions des pratiques de connaissance indigènes ; ces théories se situent de la sorte dans une stricte continuité structurale avec les pragmatiques intellectuelles des collectifs qui se trouvent historiquement en "position d'objet" au regard de la discipline »⁴.

En déplaçant le regard de l'anthropologue en lieu et place de l'observé, le scientifique transforme la fonction de scientifique à celle de traducteur (ou de passeur de paroles). Vivieros de Castro rappelle que les sociétés étudiées ont leur propre rapport au monde, leur organisation et leur dynamique, qui sont différents des nôtres. Ces rapports au monde préexistent avant la lecture qu'en fait l'ethnologue ou nos sociétés. Un exemple concret est donné par Claude Lévi-Strauss dans ses livres *Race et histoire* et *Tristes Tropiques*. Tandis que les colons européens se demandent si les amérindiens ont une âme, ceux-ci se questionnent sur la nature divine (ou non) du corps des européens. Vivieros de Castro résume cette pensée en écrivant : « l'autre de l'Autre n'était pas exactement le même que l'autre du Même »⁵. Il démontre à travers cet exemple que les deux sociétés avaient chacune leurs manières de construire du savoir. Toute société a les moyens intellectuels pour s'objectiver et elle n'attend pas le regard de l'ethnologue pour

¹Pierre Charbonier, *L'Anti-Narcisse de Vivieros*, Paris, la vie des idées, 2010.

²Eduardo Viveiros de Castro, *Métaphysiques cannibales*, traduit du portugais (Brésil) par Oiara Bonilla, Paris, PUF, coll. « Métaphysiques », 2009.

³*Id.*, *ibid.*, p. 1.

⁴*Id.*, *ibid.*, p. 6.

⁵*Id.*, *ibid.*, p. 15.

déterminer ce qu'elle est. Par contre, dans une forme de retour, nous pouvons demander ce que nous sommes à ces autres sociétés.

Le perspectivisme est l'un des concepts centraux de l'anthropologue brésilien. Celui-ci peut mieux faire comprendre les principes de « la politique des esprits » en Amazonie. Dans l'ontologie animiste amazonienne, les entités humaines et non humaines possèdent toutes, une intériorité ; elles ont donc un avis sur leur alter ego écologique et social. Pierre Charbonnier explique que « la particularité de ce point de vue est donnée par le “vêtement” matériel qui enveloppe cette intériorité : un corps de jaguar, de singe, d'homme, etc »¹. L'enveloppe matérielle, ou physicalité, donne à l'intériorité, son rapport au monde. C'est en établissant un cadre cosmologique formant un espace de réflexion unifié, que Vivieros réussit à produire des réponses cohérentes et globales à des questions d'ordre différent. Par exemple, la relation de similitude qui peut être réalisée entre un ennemi et un allié, est plus facilement compréhensible si cela s'intègre dans une vision dépassant notre définition de la parenté ou de la politique. L'un des principes du pouvoir chez certains peuples amérindiens est le développement de l'identité par l'absorption de points de vue, extérieurs, c'est-à-dire l'intégration de différents vêtements ou corps, qui peuvent être celui du jaguar, du singe ou de l'homme. Cette absorption peut être d'ordre symbolique ou matérielle, comme nous l'ont expliqué les théoriciens brésiliens Oswald de Andrade et Suely Rolnik. C'est autour de la constitution de cette identité poreuse que s'organisent les institutions politiques, religieuses ou parentales. Le chaman est celui qui montre le mieux ce processus de partage et d'appropriation de points de vue car pouvant, lui-même se transformer à sa guise en jaguar, en ennemi ou en divinité. Il est au cœur de ce système. Pierre charbonnier résume cela :

« Le perspectivisme désigne donc un système cosmologique où viennent s'articuler et communiquer ce que l'anthropologie traditionnelle considérait comme des institutions juxtaposées. Le travail du chamane, les relations d'alliance et les expéditions guerrières – c'est-à-dire la religion, la parenté et la politique – sont alors redéfinis comme autant de manières de mettre en mouvement des schèmes plus généraux d'appréhension de soi et du monde »².

Eduardo Vivieros de Castro est dans la filiation de l'anthropologie structurale, basée sur l'étude des mythes et la classification, à laquelle il intègre des éléments qui étaient à la bordure, jusque-là, comme les différents aspects de la vie sociale qui sont devenus des éléments analysables. Par contre, l'auteur préfère à la classification des ontologies par P. Descola, faire

¹Pierre Charbonnier, *L'Anti-Narcisse de Vivieros*, Paris, la vie des idées, 2010, § 2.

²*Id.*, *ibid.*, § 7.

la critique du naturalisme. Il choisit de mettre le naturalisme en miroir avec les sociétés amazoniennes.

Avec les anthropologues Eduardo Kohn, Philippe Descola et Eduardo Vivieros de Castro, les études que nous avons effectuées, concernent les sociétés amérindiennes de l'Amérique centrale et du sud. Avec l'ethnologue Nahayeilli B. Juárez Huet¹, c'est une religion afro-américaine que nous allons visiter : la Santéria qui est issue de la Caraïbe insulaire, plus précisément de l'île de Cuba. L'artiste Omar Estrada y fait régulièrement référence dans ses œuvres comme *Tpox/ Toque* ou *Paternity + Paternity*. En plus des rapports au monde différencié qu'ont les sociétés amérindiennes natives d'avec celles qui sont classées comme naturalistes ou occidentales, il est important de mieux comprendre comment les croyances religieuses et spirituelles africaines ont essaimé en Amérique, créant des religions afro-caribéennes et afro-américaines. Leurs appellations sont nombreuses, comme le vaudou en Haïti, en République Dominicaine ou en Louisiane, la Santéria à Cuba, le candomblé au Brésil, mais leur origine est la même et leurs caractéristiques semblent identiques.

C'est en 2007 que Nahayeilli B. Juárez Huet débute son étude nommée *La santéria à Mexico : ébauche ethnographique*². La scientifique constate que l'espace de la Santéria s'est élargi à de nombreux pays sur le continent américain après son émergence à Cuba. Ce qui semble être une des principales caractéristiques est sa dimension secrète, car il n'existe pas de temple ni d'église. Nahayeilli B. Juárez Huet explique que les personnes qui vont consulter les santéros³ ou les babalawos⁴, y vont pour des questions de santé, des raisons économiques ou sentimentales. Certaines personnes non initiées, parfois, demandent une protection (un resguardo) ou un rituel de purification appelé ebbo. Les santéros donnent des consultations nommées registro⁵ durant lesquelles ils donnent des informations très personnelles que le consultant est censé être le seul à connaître. Ces informations intimes sont obtenues grâce à des méthodes de divinations et à l'échange avec des saints ou orishas⁶. A la fin de la séance les santéros donnent des conseils au consultant, sur telles cérémonies ou offrandes à réaliser en direction de tel ou tel saint. C'est pendant les registros que les santéros reçoivent les messages des orishas aidant les prêtres Yoruba à la divination. En général, c'est par l'intermédiaire de

¹Nahayeilli B. Juárez Huet est une anthropologue mexicaine. Elle est chercheuse au Centre de Recherche d'Études Supérieures en Anthropologie.

²Juárez huet, Nahayeilli B, *La santería à Mexico : ébauche ethnographique*, Civilisations, vol. 51-1, no. 1, 2004, pp. 61-79.

³Le santéro est le pratiquant de la religion santéria.

⁴Le babalawo est un santéro qui a réalisé la cérémonie de la règle d'Ifa.

⁵Un Registro est une rencontre entre un santéro ou un babalawo et un consultant.

⁶Un Orisha est une divinité d'un panthéon africain. Il est l'équivalent d'un saint de la religion catholique.

deux orishas messagers qui sont Eleggua ou Orula. Parfois ces messages indiquent qu'un orisha a choisi le consultant comme étant son fils spirituel ou sa fille spirituelle. Chaque consultant a un orisha comme guide et c'est cet orisha qui le choisit. Parfois des consultants désirent être initiés à la Santéria, également appelée religion Yoruba. Lors de l'initiation, les santéros et les babalawos enseignent les fondements de la religion au santéro mineur, également appelé aleyo. L'un des prêtres devient, par un lien rituel, le parrain ou la marraine de son filleul ou de sa filleule, et le suivra tout au long de son évolution de véritable santéro ou de babalawo. Lors de cette première cérémonie d'initiation¹, l'aleyoy reçoit des resguardos (colliers, bracelets et objets métalliques) de la part du groupe. Le statut de santéros est obtenu lorsque le pratiquant fait la cérémonie du couronnement du saint. Puis l'on devient babalawo après la cérémonie d'Ifa.

Il est important de comprendre que tout ce qui a un lien avec les actes religieux doit être payé, que cela soit d'une manière symbolique (par des offrandes) ou de façon pécuniaire : « Les saints demandent leur droit et ce sont eux qui autorisent leurs intermédiaires à recevoir des honoraires »². Les techniques divinatoires permettent aux prêtres de la religion Yoruba de rentrer en relation avec la force suprême par le biais d'orishas comme shango ou yemaya. L'une des techniques de divination est la règle d'Ifa à laquelle sont initiés les babalawos. Dans cette méthode, il est utilisé une table circulaire et une chaîne nommée ekuele, composée de huit fragments de coco séché. Une autre méthode est l'oracle de diloggun où il s'agit de lancer seize cauris. Dans les deux méthodes, les babalawos observent la façon dont les morceaux de coco ou les cauris³ sont tombés. Ils obtiennent ainsi une série de 256 combinaisons appelées oddus, qu'ils analysent ensuite et grâce auxquelles ils font leurs prédictions. D'une manière générale, dans sa vie quotidienne, le santéro s'occupe de son saint en lui parlant, en lui faisant des offrandes, en allumant des bougies. Le pratiquant a l'impression de pouvoir agir sur le destin et de pouvoir avoir recours à des aides qui n'exigent pas de lui une dévotion exclusive, une croyance en un seul dieu. Juárez Huet explique :

« La Santéria privilégie le caractère instrumental de l'exercice religieux, ce qui explique la primatie du savoir lié à la connaissance et à la maîtrise des "traités" – formules magiques ou non – employés pour obtenir la solution recherchée »⁴.

Les pratiquants en ayant leur orisha chez eux, sous la forme le plus souvent d'un autel, ont le sentiment d'être plus proches du divin et d'avoir établi un lien plus étroit avec le sacré.

¹La cérémonie d'initiation est appelée Ikofa : les aspirants santéros reçoivent des colliers, des bracelets, des pierres et des objets en métal, qui sont la manifestation des secrets de la religion santéria.

²Nahayeilli B. Juárez Huet, *La santéria à Mexico : ébauche ethnographique*, *op. cit.*, §25.

³Les cauris sont de petits coquillages blancs dont un côté est plat tandis que l'autre est très convexe.

⁴Nahayeilli B. Juárez Huet, *op. cit.*, note de bas de page n°23.

Ils apprennent à manipuler les énergies afin d'aboutir à leurs souhaits. Dans l'imaginaire des croyants, les orishas sont vus comme des guides, des anges gardiens, protégeant leurs enfants. L'une des particularités des religions afro-américaines est qu'elles ne sont pas exclusives. L'auteur explique :

« Il convient de rappeler par ailleurs que la santéria est une religion non-exclusive, “qui n'est pas en guerre avec les autres”. Outre les pratiques ésotériques suscitées, il est très fréquent de trouver des *santéros* qui pratiquent simultanément d'autres religions. De fait, la santéria ne peut se comprendre sans faire référence à l'univers religieux dans lequel elle se meut et aux modalités de culte auxquelles elle est étroitement liée, comme notamment le catholicisme, le spiritisme et le palo mayombe »¹.

Les santéros pratiquent souvent plusieurs religions. L'anthropologue Kali Argyriadis² montre comment, à la Havane, la capitale de Cuba, les habitants pratiquent différents cultes religieux comme le catholicisme, le spiritisme et le *palo mayombé*, en même temps et de manière complémentaire. D'autres chercheurs, comme S. Capone, démontrent ce *continuum*³ religieux dans les pratiques afro-brésiliennes. Pour les Santéros, le catholicisme et la *Santéria* ne sont pas ennemis. Souvent les parrains demandent à leur filleul d'être baptisé avant de faire la cérémonie de couronnement. Juárez Huet propose le témoignage d'un santéro mexicain Ramiro Perez :

« Je continue à me sentir catholique et j'emène mes filleuls à la messe après les avoir initiés pour qu'ils rendent compte à Dieu [...] de ce qui a été fait ici sur terre [...] je me considère comme santéro [et] je suis catholique. [...] Des fois, je vais prier le Tout-Puissant [...] la santéria n'est l'ennemie de personne, alors si tu es santéro, tu ne peux pas cesser d'être catholique, parce que tu peux être à la fois catholique et santéro, malgré le fait que ma véritable religion soit la Yoruba, connue comme Santéria et à laquelle je me consacre [...] mais la Virgen de Guadalupe et Jésus-Christ sont dans mon cœur et je n'ai pas de problèmes, je n'ai pas de raison d'en avoir parce qu'au pire, si Elegguá ne m'aide pas, Jésus-Christ m'aide »⁴.

La coexistence de multiples pratiques religieuses sous-entend un syncrétisme, qui est créé grâce à la complémentarité de ces croyances mises en relation. Cet ensemble dynamique et très riche laisse les pratiquants libres d'y puiser selon leurs aspirations individuelles. Issues du système des plantations, pour lesquelles un grand nombre de personnes d'origine africaine

¹*Id.*, *ibid.*, §32.

²Kali Argyriadis (1971) est une anthropologue grecque. Travaillant à l'IRD, elle est coordinatrice du programme « Les religions transnationales des régions du Sud : entre ethnique et universalisation ».

³Continuum vient du latin *continuus*, ou *continu*. Il peut décrire la continuité du temps ou de l'espace. C'est aussi « l'ensemble des valeurs que peut prendre une grandeur dont les variations sont continues. » Définition du Larousse.

⁴Cité par Nahayeilli B. Juárez Huet, *op. cit.*, notes de bas de page n°30.

furent « déplacées » en Amérique, les religions afro-américaines ont dû être cachées par les pratiquants. Afin de pouvoir continuer leurs cultes à leurs ancêtres, les populations déportées ont dû mettre en place de multiples stratégies de contournement des interdictions, de remplacement de leurs déités par celles du dominant. De ces contraintes et de cette proximité avec les déités du catholicisme principalement, il en ressort que ces religions ont conservé une capacité de camouflage et d'adaptation extraordinaire. Ce qui explique leur malléabilité et leur essaimage actuel, en direction de l'Amérique continentale.

b) Transposition systémique et critique idéologique

Dans les œuvres *Tpox paternity* et *Tpox/ Toque*, Omar Estrada fait clairement allusion à la *santéria*, que cela soit par la traduction d'une séquence ADN dans un bracelet reguardo ou par sa transcription en création sonore via un programme informatique produisant une partition pouvant être lue par un synthétiseur ou par des musiciens grâce à des tambours Yoruba pendant une performance. Travaillant sur la traduction et le déplacement de données d'un champ disciplinaire vers un autre, afin d'invalider ou de mettre en doute certaines théories de la communication et de la sémiologie, Estrada a une démarche transdisciplinaire.

Il est basé au Canada depuis 2016, dans la ville anglophone de Toronto, située sur les rives du lac Ontario et qui participe d'une frontière commune avec les Etats-Unis, dans le Nord Est du Canada. L'artiste enseigne la couleur et les « stratégies visuelles » à l'université de la ville et partage la direction de la résidence d'artiste Unpack Studio Arts Projects / Residency¹ situé dans la ville de Toronto.

En ce qui concerne sa formation artistique, Omar Estrada a réalisé ses études artistiques à Cuba. Ainsi, en 1983 il obtient sa licence ou BA en peinture, dessin et en enseignement, à l'Ecole Nationale des Arts (ENA) de la Havane. Il fait des études de sérigraphie entre 1990 et 1995 et obtient son diplôme national d'arts plastique ou BFA à l'Institut Supérieur des Arts (ISA) de la capitale cubaine. C'est en 1995 qu'il réalise sa première exposition personnelle à la galerie de l'ISA intitulée « El Hombre Extemporaneo ». Puis de 1999 à 2002 il passe son Master des Beaux-Arts à l'Université des Arts de la Havane tout en étant assistant professeur à l'ISA. Durant ses études, l'artiste fait sa seconde exposition personnelle titrée « Cronica del Grito » à la Galerie Raul Martinez. L'Université des Arts le recrute comme professeur dans le

¹Unpack Studio Arts Projects / Residency est une est une plate-forme indépendante de collaboration artistique basée au Canada à Toronto, qui vise à coordonner et à créer des projets d'art contemporain.

programme du Master des Beaux-Arts de 2002 à 2004. L'artiste part enseigner la sérigraphie, le dessin et les nouveaux médias à l'université de Barbade (Community college) entre 2004 et 2007. Il réalise l'exposition personnelle « The tension of the centaure » à la galerie de l'art Caribéen dans la ville de Speighstown en 2004.

L'artiste montre sa démarche ainsi que ses œuvres depuis 1983, lors d'expositions individuelles ou collectives, à Cuba et dans la Caraïbe, en Amérique du Sud et du Nord et en Europe. « Consensual Data Breakthrough » est sa dernière exposition personnelle. Elle a eu lieu en 2018, aux Etats-Unis, à la galerie de l'université Wichita dans l'état du Kansas. L'œuvre rassemble, dans un dispositif plus large, trois anciennes œuvres de l'artiste. *Why the moon ?* également appelée *Interactive Tableau Vivant*, est une installation interactive comportant un jeu vidéo qui fait que le public détermine quels événements vont être montrés dans les deux vidéos projections. *Gambit* est une installation composée de cartographies et d'éléments textuels dont la nature et la véracité interrogent le spectateur. La dernière œuvre porte le nom de *Emboscada* c'est-à-dire embuscade. C'est une installation audio vidéo composée d'une table sur laquelle sont déposés des documents déclassifiés de la Central Intelligence Agency et de la National Security Agency, de deux chaises ; l'ensemble est éclairé par une suspension lumineuse. Enfin, l'installation est complétée par une projection vidéo sur le plafond de ce qui semble être un corps qui flotte dans un espace lumineux très contrasté. L'exposition « Consensual Data Breakthrough » propose une série de cartographies personnelles, de fragments et de récits, datant de la guerre froide (opposant le bloc communiste au bloc capitaliste) et qui sont revisitées, en cherchant à dégager leurs dimensions idéologiques avec le recul d'un demi-siècle. Omar Estrada interroge la notion de réalité consensuelle, la définissant comme une construction collective de faits incontestés validés comme une vérité absolue par un groupe social ou une nation. L'artiste rappelle que ce consensus engage notre responsabilité dans l'effacement partiel des faits au profit de la version de l'histoire collective retenue. Grâce à une scénographie complexe qui transforme un vaste bureau en un espace fusionnant les trois installations, « Consensual Data Breakthrough » met en avant la dimension éthique et morale de l'art, par rapport à son caractère esthétique.

En 2017, l'artiste a participé à la 12^e édition de la biennale de Curitiba au Brésil. Cette ville est considérée comme la capitale de l'ancienne dictature brésilienne, en présentant l'installation audiovisuelle *Emboscada- Habeas Paraiso*, l'artiste cubain met l'accent sur les victimes du terrorisme d'Etat, organisé durant la Guerre froide, comme l'opération Condor. Dispositif plutôt simple, *Emboscada* invite à réinterroger la mémoire des personnes qui ont été torturées par les anciens régimes militaires du Brésil et du Paraguay. Estrada présente dans son

œuvre, sonore et filmique, des documents et des histoires orales afin que ces expériences ne soient ni oubliées ni perdues, afin que les spectateurs se rappellent de la férocité dont ont été capables les dictateurs pour conserver leur pouvoir. C'est avec une certaine prémonition que l'artiste avait laissé entendre que ces souffrances pourraient facilement se reproduire, avant l'arrivée au pouvoir du nouveau régime néo-fasciste de Jair Bolsonaro au Brésil.

Après son arrivée au Canada en 2016, Omar Estrada a participé à l'exposition collective « From the Heroic to the Absurd » à la galerie SUR à Toronto. C'est avec deux autres artistes d'Amérique Latine, le cubain Julio Ferrer et le mexicain Guillermo Trejo, que le plasticien cubain a présenté toute une série d'œuvres photographiques, sculpturales, vidéographiques ou gravées. Reprenant à leur compte la phrase de Simón Bolívar¹ « there is only a step between the heroic and the absurd » dont la traduction correspond à « Il n'y a qu'un pas entre l'héroïque et l'absurde », les artistes souhaitent présenter au public le monde politique, entre dystopie et utopie, tel qu'il peut parfois exister en Amérique latine. Les artistes rappellent que cette zone du globe est connue pour mettre en valeur ses héros, hommes ou femmes qui ont donné leurs vies pour les révolutions ou pour défendre les sans droits et les plus faibles. Cette idéologie conserve une grande importance dans les imaginaires d'Amérique du Sud. La figure de Bolívar est internationalement connue comme étant un des héros et libérateur de l'espace latino-américain. Pourtant Karl Marx², dans ses écrits³, le dénonce comme étant un conspirateur et un faux libérateur, qui a cherché à préserver les pouvoirs et les richesses de sa caste de propriétaires créoles. Le groupe d'exposants rappelle que ce n'est pas son rôle de valider ou de dénoncer tel personnage ou récit historique ; par contre il lui appartient de rendre au public une vision plus proche de la réalité, simplement humaine et moins fictionnelle, de ces personnages ou des histoires. Le collectif détourne les récits historiques et politiques, fait une large déconstruction des idéologies et ajoute des éléments à la question de la décolonisation politique et culturelle. En replaçant chacun leur œuvre respective dans le contexte canadien, les artistes soulignent les questions de centres et de périphéries dans l'art contemporain.

En 2015, Omar Estrada a présenté *Y por qué la luna ?* dans le cadre de l'exposition « Entre, Dentro, Fuera » de la XII^e Biennale Internationale de la Havane. L'installation est décrite par ses auteurs comme un tableau vivant. Aidé par l'artiste multimédia et programmeur Pawel

¹Simón Bolívar (1783-1830) est un général vénézuélien. Simón José Antonio de la Santísima Trinidad Bolívar y Palacios, connu comme le « libertador », est à l'origine de l'indépendance du Venezuela et de la Colombie.

²Karl Marx (1818-1883) est un philosophe allemand, théoricien du socialisme. Il crée avec Friedrich Engels, la Ligue des communistes, en 1847 et avec lui, écrit le *Manifeste du parti communiste*.

³Karl Marx a qualifié Simón Bolívar de "crapule le plus lâche, brutal et misérable. Bolívar est le véritable Soulouque" (lettre de Marx à Engels datée du 14-2-1858).

Dziadur¹, Omar Estrada a conçu un dispositif dont le point de départ est une photographie de Raul Corrales montrant un homme en vêtement militaire allongé sur un lit de camps, qui pourrait être Fidel Castro ou Che Guevara, derrière lequel il y a une commode sur laquelle est posé un vase et une Kalachnikov. Enfin, sur le mur est accrochée une peinture représentant un buste de femme, les seins nus dans une position langoureuse. Grâce à la technique du fond vert les artistes ont incrusté à la photographie d'origine, l'image de Omar Estrada déguisé en soldat et allongé sur un lit de camps. Le public se trouve devant une interface divisée en trois parties. La zone la plus à gauche est occupée par la photographie revisitée. La partie droite supérieure consiste en une image changeante de la lune devant un très beau fond cosmique plein d'étoile, la partie droite inférieure montre l'écran du jeu interactif avec lequel le public peut déterminer la suite du jeu. L'artiste explique :

« La conquête de la Lune est devenue une sorte de métaphore romantique de l'humanité, mais c'est finalement une sorte de compétition pour voir qui ira le plus loin avec une fusée et qui aura le plus de pouvoir. Cette idée a masqué la réalité, et ce que je fais est de prendre cette image qui a l'air si calme et de demander pourquoi la Lune »².

L'installation, en détournant un moment de l'histoire collective qui est celle de la conquête spatiale, devient une œuvre emblématique pour la génération de Cubains issus de la Guerre froide et qui détermine encore le quotidien difficile de la majorité des habitants de l'île de Cuba, problématise et dénonce l'histoire officielle ainsi que les idéologies. Comme nous l'avons vu, *Y por qué la luna ?* interroge les notions de consensus et de réalité collective.

En 2015 et 2014, Omar Estrada présente respectivement les œuvres *Tpox / Toque* (fig. 20, p. 14), qu'il définit comme une performance audio et scientifique et *Tpox Estrada* (fig. 19, p. 13) qui est une création entre art et science.

Lors de la I^e Triennale Internationale des Caraïbes qui s'est déroulée au Musée d'Art Moderne de Saint-Domingue, en République Dominicaine en 2010, le sculpteur a donné à voir l'installation vidéo sonore *Perimetro*, en association avec Carlos Estrada³. Pour parler de leurs travaux, les artistes citent Alfred Korzybski⁴ dans *La carte n'est pas le territoire* : « œuvre poétique et politique, *Perimetro* est constituée de six formes irrégulières d'environ 120 cm sur

¹Pawel Dziadur est un artiste polonais. Il vit à Londres et a une pratique multidisciplinaire intégrant la vidéo, la création sonore et la programmation.

²Omar Estrada, interview in *Cuban Art News*, Bienal Snapshot : *Between, Inside, Outside* : <http://www.omarestrada.com/why-the-moon-interactive-tableau-vivant/>

³Carlos Estrada est un artiste contemporain cubain. Frère de Omar Estrada, il vit et travaille en République Dominicaine.

⁴Alfred Korzybski, *La carte n'est pas le territoire*.

100 cm de largeur et 80 cm d'épaisseur évoquant des portions de territoires que l'on aurait extrudé de cartes géographiques. Ces formes ne sont pas totalement opaques car elles diffusent une lumière pourpre grâce à leur surface faite en papier ou en tissus sur une base en tiges métalliques. Ces blocs sont disposés dans un espace d'environ 6 m sur 7 m, poétisant la dimension archipélique de la Caraïbe. Une vidéo projection sur un mur vient compléter le dispositif. Il s'agit d'un film, en plan serré, ayant sa bande sonore, représentant des vagues s'échouant sur le sable couleur or ; de ce que l'on imagine être une île. Dans les croquis préparatoires, les formes minérales sont des blocs de sel. La projection se fait sur une plaque disposée à l'horizontale et suspendue au plafond par les quatre coins. Preuve que les projets doivent souvent s'adapter aux contraintes du lieu et à celles qui sont économiques voire politiques. Dans ce cas précis, le discours des sculpteurs semble avoir été préservé :

« *Périmètre* utilise les notions de mesure, de géographie politique et de normes internationales pour explorer l'idée que les limites géographiques, comme toutes les limites conventionnelles, ne sont pas valides en tant que moyen de localisation et de différenciation entre les êtres humains. *Périmètre* fait allusion à l'impermanence pour remettre en question les constructions sociopolitiques »¹.

Les sculpteurs se situent dans le cadre de la Triennale Internationale des Caraïbes dont l'une des problématiques, en 2010, était d'interroger les artistes et les visiteurs sur les questions de notre entrée dans l'Anthropocène et du changement climatique, de leurs influences sur la biodiversité et sur l'environnement caribéen.

Une autre collaboration avec Carlos Estrada est l'œuvre *Four Colours* qu'ils ont montré à la Galerie Teatro Area Stage de Miami, en 2008. L'œuvre est composée de sept objets ressemblant à des casques de soudure que le visiteur peut porter sur la tête, créant une immersion visuelle et sonore. Après avoir revêtu la protection, le spectateur peut faire glisser une plaque de verre gravée devant un oculus unique, aménagé devant le casque. Il a aussi la possibilité de se déplacer légèrement et d'actionner une bande son. Omar Estrada explique :

« Lorsque le spectateur met un casque, il entend une chanson pour enfants qui dit : " La mer était sereine, la mer était sereine." Comme avec un plongeur qui gagne en profondeur, les sons deviennent distants »².

Comme *Perimetro*, le dispositif *Four colours* s'intéresse à la géographie dans sa dimension de délimitation de frontières et de limites physiques appliquées au globe. Le collectif

¹Omar Estrada et Carlos Estrada, traduction de la page consacrée à l'œuvre *Perimetro* du site internet d'Omar Estrada : <http://www.omarestrada.com/perimeter-installation/>

²Omar Estrada et Carlos Estrada, traduction de la page consacrée à l'œuvre *Four Colours* du site internet : <http://cybercielo.blogspot.com/2009/01/carlos-omar-estrada-permetros-ilusorios.html>

explique que la cartographie pose ses barrières sans se soucier des réels besoins ou des habitudes humaines et que la géographie politique varie en fonction de questions de pouvoir comme c'est le cas lors des guerres de conquêtes ou de colonisation. Omar et Carlos Estrada démontrent à travers *Four Colours* que ces limites conventionnelles n'ont aucune validité pour créer des différences entre les êtres humains. Dans son œuvre, les quatre couleurs sont-elles celle de l'humanité ?

Lors de la IX^e Biennale de la Havane en 2006 et durant la Triennale de Milan en Italie en 2007, Omar Estrada a participé à un projet de détournement d'objets nommé « Manual de Instrucciones » lors de l'événement à Cuba. C'est le commissaire d'exposition Mario Gonzalez et l'artiste Roberto Fabelo qui ont développé l'idée de récupérer et de customiser des anciens réfrigérateurs états-uniens des années 1950. A la suite de cela, de nombreux artistes cubains se sont mis à recycler de l'électroménager pour en faire des œuvres d'art. Le commissaire d'exposition Jorge Luis Montensinos en a fait l'exposition « Manual de Instrucciones ». Omar Estrada explique la vision du commissaire d'exposition sur le projet :

« L'exposition sur le réfrigérateur s'appelait d'abord "Le manuel d'instructions". Jorge Luis Montesinos, commissaire de l'exposition et créateur de l'un des réfrigérateurs, les considère comme des objets industriels essentiels convertis en œuvres d'art par l'ingéniosité d'artistes nationaux. Ils deviennent ainsi des icônes non seulement de l'histoire de Cuba, mais aussi de son passé culturel et anthropologique »¹.

Le projet global fut renommé « Devoradores de Energia ». Il regroupa 55 artistes et 50 œuvres d'art créées à partir de réfrigérateurs recyclés. L'exposition a voyagé à la Triennale de Milan en Italie en 2007, puis à travers le monde.

Tetragrama est une installation de type nouveau media, conçue en 2003. Dans les croquis préparatoires, elle est organisée autour d'un ordinateur sur lequel est branché un vidéo projecteur accroché au plafond et qui diffuse une image sur un plateau d'environ 1m sur 1m. L'ordinateur contient un programme qui semble traiter différents types d'informations. Les premières concernent des séquences ADN fournies par une base de données sur internet et traduites en une suite de lettres AGCT représentant les quatre protéines composantes de l'ADN. Le second type d'information est un texte composé par le mélange de quatre récits sacrés venant des traditions religieuses de civilisations situées aux différents endroits de la planète. Ces textes sont respectivement le livre de la religion musulmane, le Coran, le livre de la tradition religieuse des Bambaras, le Komo, en Afrique de l'Ouest, le texte mythologique maya le Popol Vuh, le

¹Omar Estrada et Carlos Estrada, traduction de la page consacrée à l'œuvre *Tetragrama* sur le site internet d'Omar Estrada : <http://www.omarestrada.com/logos-installation-biennial/>

texte canonique de l'Inde antique, le Rig Veda. L'artiste fait référence aux différents débats qu'ont suscité la publication de l'ouvrage *Le livre de la Connaissance : Les Clés d'Enoch*¹, par le scientifique J. Hurtak² en 1977, sur les corrélations qui pourraient être faites sur les lettres du Nom Divin dans la culture hébraïque YHVH ou HYWH et les lettres correspondant à la dénomination des composants de l'ADN, les nucléotides ACGTU. Le titre *Tetragrama* s'inspire du Tétragrammaton qui est une des matrices mathématiques proposées par Hurtack pour décrire le code de l'ADN.

Dans *Tetragrama*, le programme informatique extrait de la compilation des textes sacrés, toutes les quatre lettres AGCT puis en fait un fichier. Ce fichier est comparé à une séquence de la base de données ADN en ligne afin de déterminer le nombre de fois où les fragments des deux documents se superposent.

Omar Estrada dit avoir trouvé 115 238 648 coïncidences pour le texte global contenant les quatre paragraphes cosmogoniques. Il explique sa démarche :

« En tant que métaphore, *Tetragrama* utilise la dimension mystique de "nommer", commune à la plupart des cosmogonies, et l'opération scientifique conventionnelle qui utilise des initiales dans sa formulation (par exemple, "les quatre lettres du nom de Dieu", les initiales ATCG, etc.). Opération conceptuelle, *Tetragrama* propose l'art comme "articulation" possible là où différentes approches se fracturent, dans une conception holistique de la connaissance »³.

Plus d'une décennie plus tard, Estrada va revenir sur la question épistémologique de l'art, utilisant de nouveau la rencontre entre les biotechnologies et le langage à travers les oeuvres *Tpox Estrada* et *Tpox Toque*.

2) Polymorphismes

a) Etude de *Tpox estrada*

Tpox estrada est une œuvre polymorphe conçue en 2014, qui poursuit les interrogations de l'artiste sur la nature de la connaissance, les modalités de validation de la science et de l'histoire. A l'origine du projet, Omar Estrada s'est posé la question :

« Que se passe-t-il lorsque, dans le processus de communication d'informations, nous conservons les données mais nous modifions le cadre traditionnel de

¹ James Joachim Hurtak, *Le livre de la Connaissance : Les Clés d'Enoch*, Los Gatos (Californie), Editions Academy for Future Science, 1997.

²James Joachim Hurtak (1940) est un scientifique états-unien.

³Omar Estrada et Carlos Estrada, traduction de la page consacrée à l'œuvre *Manual de Instrucciones* sur site internet d'Omar Estrada : <http://www.omarestrada.com/tetragrama-new-media/>

références utiles pour le déchiffrer ? En quoi résulte la communication, lorsque nous transférons des informations d'un domaine de la connaissance à un autre, en perturbe-t-elle son contexte de références ? »¹.

Dans le cadre de *Tpox Estrada*, l'artiste détourne la technique du séquençage ADN, généralement utilisé au niveau du grand public pour déterminer une éventuelle paternité en biologie médico-légale. Ainsi il déplace les informations de cette séquence d'ADN du domaine scientifique et médical, pour les replacer dans le champ de la religion. Ici le déplacement d'une information d'un champ de connaissance qui est celui de la science au départ, vers un autre champ de connaissance, qui est celui de la religion, pose la question de l'interprétation des données dans le domaine de la représentation culturelle de la réalité. Estrada rappelle, en citant le physicien quantique Anton Zeilinger² que : « La réalité est le concept philosophique que nous attachons à quelque chose de réel »³, et que cette réalité est une construction issue de nos références contenues dans le langage, la culture, l'histoire et l'idéologie. Autrement dit, notre perception de la réalité est prédéfinie par un ensemble de connaissances dépendant de la perception des autres.

Dans *Tpox Estrada* l'artiste exploite la ressemblance formelle entre un double brin d'ADN et un bracelet *reguardo*, celui qui est offert au nouveau pratiquant lors de la cérémonie du couronnement dans la religion Santéria. L'acide désoxyribonucléique se développe dans l'espace sous la forme d'une double hélice. La molécule d'ADN est composée de quatre bases : l'Adénine (A), la Guanine (G), la Cytosine (C) et la Thymine (T). Dans cette molécule extrêmement longue le sucre-phosphate va s'associer aux bases pour donner une suite de quatre nucléotides différents : l'adénosine, la cytidine, la guanosine et la thymidine, dont l'ordre de la succession correspond à l'information génétique. Ressemblant à une échelle enroulée en double hélice, ADN forme des sortes de pelotes appelées nucléosomes. Les barreaux de cette échelle correspondent aux liaisons hydrogènes et les montants aux nucléotides. Avec les bases AGTC, il ne peut y avoir que deux types d'associations chimiques : l'association adénine/thymine et l'appariement cytidine/guanosine.

Les scientifiques décrivent la structure de l'ADN comme une molécule formée de deux brins hélicoïdaux antiparallèles, s'enroulant sur elle-même toutes les 10 bases (ou barreaux d'hydrogène). La molécule peut prendre soit la forme A chez les bactéries (procaryotes n'ayant

¹Omar Estrada : traduction du texte *Tpox Toque* pour la XII^e Biennale de la Havane, Paris, 2015, §3, voir en annexe.

²Anton Zeilinger (1945) est un scientifique autrichien. Il est connu pour ses travaux sur la téléportation quantique.

³Omar Estrada, traduction de la page consacrée à l'œuvre *Tpox Estrada* sur site internet d'Omar Estrada. Citation de Anton Zeilinger en introduction : <http://www.omarestrada.com/tpox-estrada-science-installation/>

qu'un noyau) ou la forme B chez les eucaryotes (organismes uni ou multicellulaires possédant des organites en plus du noyau), la forme B étant la plus courante. Dans la forme A, chez les procaryotes elle s'enroule de manière circulaire et forme un anneau. Ce modèle biologique qui est toujours en vigueur de nos jours, a été proposé en 1962 par les généticiens, cristallographes et physiciens, James Watson, Francis Crick et Wilkins. La représentation concrète du modèle théorique de l'ADN, qu'elle soit virtuelle, par modélisation informatique, ou sculpturale par le biais d'atomes, en bois ou en plastique, ayant chacun une couleur correspondant aux quatre lettres de l'acide désoxyribonucléique, peut évoquer toutes sortes de choses, en l'occurrence un *Ide* (bracelet) *santéro* pour une personne qui a l'habitude d'en côtoyer régulièrement dans sa vie quotidienne à Cuba. Comme nous l'avons vu, les *Ide* sont des *resguardos*, des manifestations physiques de la protection qu'accorde un *orisha* à sa fille ou à son fils spirituel. Chaque *orisha* est symbolisé par un couple de couleurs en général, bleu et blanc pour Yemaya ou rouge et blanc pour Shango. Dans la *Règle d'Ifa*, il y a une dizaine d'*orishas* d'où un grand nombre de bracelets *resguardos*. Leur forme et composition est variable, cependant, en général, ils sont faits de petites perles enfilées dans des brins très fins et transparents.

Dans son propos sur *Tpox Estrada*, Estrada parle de segmentation pour expliquer le processus de découpage d'une partie du modèle de l'ADN et de celui d'un bracelet de la religion Yoruba. Ce découpage aboutit, après le rapprochement des deux extrémités du segment d'ADN, par la constitution d'une boucle fermée. Toujours, de façon conceptuelle, il propose de faire une comparaison entre les couleurs des deux objets. Enfin Estrada fait la relation entre les quatre lettres ATCG avec le système de divination *Obi* de la Santéria comportant lui aussi quatre morceaux de coco. Chacun de ces codes est basé sur la possibilité que chaque lettre puisse avoir deux positions à droite ou à gauche dans le cas du codage de l'ADN ou sur le recto ou le verso pour les fragments de noix de coco. Avec l'autre méthode de divination utilisant la chaîne Ekuele et un plateau, il y a seize combinaisons (16 *odduns*), soit deux cents cinquante-six (256) mélanges de combinaisons ou lettres. Le titre *Tpox* vient du gène de la Thyroïde Pérodidase. L'artiste résume sa démarche :

« Dans *Tpox Estrada*, j'utilise une série de coïncidences dans la représentation du concept de paternité dans deux domaines de connaissance différents : la science et la religion. L'opération est une "traduction littérale sans interprétation", une extrapolation d'informations ne modifiant que le cadre qui la présente, laissant les interprétations possibles comme un événement culturel existant à la fois au carrefour de l'art et de la science »¹.

¹Omar Estrada, traduction de la page consacrée à l'œuvre *Tpox Estrada* sur site internet d'Omar Estrada, §4 : <http://www.omarestrada.com/tpox-estrada-science-installation/>

Le concept de paternité est d'abord évoqué dans son champ scientifique, avec le séquençage ADN qui est utilisé dans le domaine médico-légal. Sa technicité et son caractère contraignant et coûteux (cela évolue), provoque une inévitable tension chez l'individu qui le demande ou le subit. Car le résultat est sensé produire la preuve d'une éventuelle filiation ou la présence sur les lieux de la personne suspectée d'un méfait. Cette preuve est alors considérée comme une vérité qu'il est ensuite difficile de mettre en doute. Omar Estrada propose ensuite de déplacer cette vérité dans un autre champ discursif, celui de la Santéria. Ici la transposition de l'ADN est symboliquement associable, grâce à sa transformation en bracelet, à des divinités du panthéon Yoruba. La paternité est maintenant celle des déités sur les filles et fils des orishas.

Tpox Estrada est une œuvre avant tout conceptuelle. Sa présentation au public s'est réalisée lors d'une conférence-performance lors de la XII^e biennale de la Havane, un an plus tard, sous le nom de *Tpox Toque*. L'artiste y a présenté sa démarche entre l'art et la science. Les questions sur le langage et la sémiologie sont au cœur de l'œuvre. Mais selon son auteur, celle-ci vise également à rejeter les idées préconçues sur la science et l'art. Ces a priori, associant à la science, les notions de rigueur, de logique ou d'intelligence et réservant à l'art des qualités comme l'émotion, la beauté ou la sensibilité. En montrant comment un corpus d'informations peut être complètement réinterprété par une autre discipline, Omar Estrada cherche à réintroduire la notion d'incertitude, qui est largement admise en art, dans le domaine de la science.

Faisant suite à la réflexion sur la relecture dans une grille de lecture, d'un ensemble d'information issus d'un espace de connaissance différent, *Tpox Toque* radicalise le processus de transcription d'une séquence d'ADN générée lors de la création de l'œuvre *Tpox Estrada*, pour aboutir à son intégration dans le cadre d'une performance sonore. Cette performance - conférence a eu lieu dans le cadre du pavillon cubain et s'est déroulée en deux temps : lors de la première partie, l'artiste, accompagné par un groupe d'invités constitué d'un généticien, d'un prêtre Yoruba, d'un musicien et d'un philosophe, a présenté sa démarche globale. La seconde partie fut consacrée à la réalisation d'une performance impliquant trois musiciens. Ceux-ci ont exécuté une partition créée sur la base de la séquence d'acide désoxyribonucléique que l'artiste a récolté dans le cadre de sa recherche *Tpox Estrada*. C'est dans le parfait respect des règles des cérémonies Yoruba que s'est déroulé cette interprétation de la partition issue d'une suite de nucléotides, sur les trois tambours cérémoniaux *Bata*.

Pour arriver à cette création sculpturale, musicale et performative, l'artiste a dû traduire la séquence de l'ADN en une suite de lettre (ACTG). Il a ensuite placé chacune de ces lettres

sur une partition à quatre lignes en leur assignant une couleur. La disposition choisie fut C en bleu sur la première ligne, T en rouge sur la seconde, A en vert sur la troisième et G en jaune sur la quatrième et dernière ligne. La distance entre chaque lettre étant la même. Cela donne une distance ou un tempo qui peut être raccourci ou augmenté. Par contre, c'est la présence et la suite de lettres sur chaque ligne qui créent la distribution des quatre types d'événements (jaune, vert, rouge et bleu). Nous parlons d'événements plutôt que de notes car dans *Tpox Estrada* ces événements ont trouvé une traduction qui est de l'ordre de l'objet c'est-à-dire un bracelet. Ainsi chaque événement correspond à une perle d'une couleur bien définie dans le déroulé de la partition globale.

L'étape suivante est l'insertion de ces données dans un logiciel musical nommé Rondo de type MIDI. Cette technologie permet de passer simplement de l'analogique au numérique en intégrant facilement les éléments à programmer dans une partition sonore. Le logiciel Rondo a permis à Omar Estrada d'intégrer sa suite de lettres comme une vulgaire partition musicale. De caler chaque ligne de couleur sur une note d'un clavier virtuel puis de la jouer via un synthétiseur de sons intégrés au logiciel afin de tester leur musicalité. Au final, ce sont l'ensemble des quatre lignes qui ont trouvé chacune leur place sur un clavier virtuel d'au moins 3 portées. Ce travail de recherche et d'arrangement a permis de réaliser la correspondance entre le rythme interne d'une séquence ADN humaine et la musicalité d'une orchestration musicale sur des percussions. C'est en attribuant au tambour Itótele la ligne jaune pour le chacha ou petit côté du tambour et bleu pour la frappe ou grand côté du tambour, au tambour Iyá, la ligne verte pour le chacha et la ligne rouge pour la frappe, et au tambour Okónkolo la fonction de marquer le tempo, que la transcription sonore a pu aboutir. Omar Estrada conclut :

« Il existe un paradoxe dans la conception selon laquelle le développement scientifique - la découverte d'une signification codée au niveau biologique - réhabilite l'idée de Dieu. L'objectif de ces traductions multiples est moins "de prouver de manière irréfutable" que de choquer le spectateur avec l'absurdité de l'opération, il s'agit d'établir que les *absolus* n'existent que dans le domaine de l'idéologie »¹.

Estrada considère que nous nous référons tous à des valeurs, des perceptions ou des croyances collectives qui dépassent notre raisonnement personnel et individuel. Ainsi se forment les identités collectives. Les idées et les points de vue qui ne se réfèrent pas à elles sont rapidement disqualifiés. L'artiste cite Slavoj Žižek²:

¹Omar Estrada, *Tpox/ Toque* : Paternity & Data, document pdf, 2018, p. 26.

²Slavoj Žižek (1949) est un philosophe slovène. Ses travaux sont inspirés par les théories marxiste et la psychanalyse.

« L'idéologie ne nous est pas simplement imposée (...), c'est notre relation spontanée avec notre monde social, avec la façon dont nous percevons son sens. L'idéologie n'a jamais seulement un sens, mais elle doit fonctionner comme un contenant vide, ouvert à tous les sens possibles »¹.

Omar Estrada propose à travers une œuvre de faire se rencontrer la démarche scientifique et conceptuelle avec la dimension performative et religieuse. Comme dans ses recherches, l'artiste a fait se rencontrer, dans le même espace d'interprétation, des disciplines qui généralement ne fusionnent pas, à savoir le scientifique avec le religieux. Grâce à l'espace artistique, il a proposé un « événement ouvert », une réalité où le rationnel et le spirituel sont contaminés l'un par l'autre.

a) Emergence d'un art Afro-Caribéen contemporain

Une nouvelle fois, un artiste propose une alternative au dualisme, en réunissant deux disciplines que tout semble opposer : la science et la religion. Estrada réalise cette rencontre par le biais de l'art. Les modalités de cette rencontre sont particulièrement intéressantes. L'analyse de *Tpox Estrada* par la sémiotique de Peirce, conduit à trouver un signe (ou interprétamen), un objet et un interprétant. Proposons l'hypothèse suivante : ici l'objet est l'ADN, le signe est le modèle moléculaire en 3D (réel ou virtuel) et l'interprétant correspond à la définition de l'acide désoxyribonucléique. En biologie, l'acronyme de « Acide Désoxyribonucléique » est une base azotée du corps humain². Dans la théorie peircienne, le triangle relationnel entre l'objet, son signe et son interprétant, conduit à ce que lorsqu'un signe (S) est pris en compte par une interprète (une personne), cela déclenche chez celui-ci, un interprétant (une définition D). Cet interprétant devient lui-même un signe (S') qui renvoie à un autre interprétant (définition D') qui renvoie à l'objet. Dans cette relation triangulaire ou triatique, pour employer le vocabulaire de la sémiologie peircienne, il est aussi question de l'interprète car c'est lui qui possède l'ensemble des interprétants (définitions D, D', D''...).

Le plasticien propose de changer le signe ou représentamen de l'objet ADN c'est-à-dire le modèle 3D de la molécule, par un bracelet de la religion *Santéria*, lors de la conférence-performance. Il réalise volontairement le glissement qui se fait automatiquement dans la tête de l'interprète, dans le processus cité en référence plus haut, où l'interprétant devient un signe qui renvoie à l'objet. En remplaçant consciemment la définition par un autre signe, l'artiste

¹Omar Estrada : traduction du texte *Tpox Toque* pour la XII^e Biennale de la Havane, 2015, §6 voir en annexe.

²ADN, définition de l'Encyclopedia Universalis : <https://www.universalis.fr/dictionnaire/adn/>

expérimente. Ainsi il existe diverses possibilités comme revenir à l'objet par le biais de la définition du bracelet *Ide*, ou encore revenir au signe précédent. Le plasticien opère par analogies formelles et chromatiques. Il y a remplacement du signe dans la boucle de lecture triadique, qui va du signe à l'objet par le biais de l'interprétant. Dans *Tpox Estrada*, l'artiste crée une perturbation poétique et sémiologique dans la réception de l'objet, au cours d'un acte performatif, donné à voir comme un acte scientifique.

Dans la conférence-performance *Tpox Toque*, l'ADN est le même objet référent ; de même pour son interprétant. Le processus est cependant légèrement différent : l'artiste présente le nouveau signe qu'il a choisi d'utiliser pour créer de la musique. Cette fois-ci, c'est une représentation de l'ADN qui prend la forme d'une suite de 4 lettres (ACGT) contenue dans un fichier numérique. Un rapport formel s'établit entre la représentation textuelle de l'acide désoxyribonucléique et la partition musicale, obtenue au final par la transformation de la présentation de la performance, par des méthodes numériques en amont. Ici c'est la musicalisation d'une séquence d'ADN qui a été donnée à écouter. L'écoute des traces sonores montre à quel point le travail de transcription puis d'harmonisation est important.

Le remplacement, la traduction, la transformation sont des notions qui ont été étudiées par la philosophie. Gilles Deleuze et Félix Guattari ont développé le concept de déterritorialisation : « qui décrit tout processus de décontextualisation d'un ensemble de relations qui permet leur actualisation dans d'autres contextes »¹. Ce concept nous semble pertinent pour expliquer le processus activé par Estrada dans ses œuvres *Tpox Estrada* et *Tpox Toque*. Il déplace un objet, en l'occurrence une séquence d'ADN, d'un contexte scientifique, pour l'emmener dans un contexte religieux. Il y a bien changement de territoire, déterritorialisation puis reterritorialisation. Ces deux concepts ont été formulés par Deleuze et Guattari en 1972 dans l'ouvrage commun *L'Anti-Œdipe*². Au départ, Gilles Deleuze avait associé cette notion à celle du désir dans son essai *Le corps sans Organe*³. Par la suite, ce sont les disciplines comme l'anthropologie et la géographie, venant des sciences humaines qui ont modifié le concept. Ainsi la géographie humaine en a fait une recherche s'attachant à la césure

¹Déterritorialisation : « Se déterritorialiser, c'est quitter une habitude, une sédentarité. Plus clairement, c'est échapper à une aliénation, à des processus de subjectivation précis (*L'Anti-Œdipe*, 1972, p. 162). Cependant, on évitera de croire que, pour Gilles Deleuze et Félix Guattari, la déterritorialisation est une fin en soi, une déterritorialisation sans retour. Ce concept n'est pas envisageable sans son pendant qu'est la reterritorialisation. La conscience retrouve son territoire, mais sous de nouvelles modalités (...) jusqu'à une prochaine déterritorialisation (ibid., pp. 306- 307). » (Stéphan Leclercq et Arnaud Villani, « Répétition », in Le vocabulaire de Gilles Deleuze (sous la dir. Robert Sasso et Arnaud Villani), Les Cahiers de Noesis n°3, Printemps 2003, p. 301.).

²Gilles Deleuze et Félix Guattari, *L'Anti-Œdipe*, Paris, Minuit, 1972.

³Concept de Gilles Deleuze et Félix Guattari inventé dans l'ouvrage, *L'Anti-Œdipe*.

du lien de territorialité qu'une société a avec son territoire. Par exemple, la déportation d'un grand nombre de personnes venant d'Afrique vers les Amériques est considérée comme une déterritorialisation. Selon Fred Poché¹, la déterritorialisation peut comporter au moins trois dimensions, la première est corporelle, la seconde mentale et la dernière est numérique.

La notion de traduction semble elle aussi pertinente pour décrire le processus au cœur des œuvres d'Omar Estrada. Laurent Lamy², dans son texte « Déterritorialisation et reterritorialisation : l'importation de contre-modèles dans le champ de la traduction »³, souligne le lien entre les concepts de déterritorialisation et reterritorialisation avec celui de rhizome. Comme nous l'avons vu plus haut, le concept de rhizome comporte les principes de connexion, d'hétérogénéité et de multiplicité. Deleuze et Guattari écrivent :

« Un chaînon sémiotique est comme un tubercule agglomérant des actes très divers, linguistiques, mais aussi perceptifs, mimiques, gestuels, cogitatifs : il n'y a pas de langue en soi, ni d'universalité du langage, mais un concours de dialectes, de patois, d'argots, de langues spéciales. Il n'y a pas de locuteur-auditeur idéal, pas plus que de communauté linguistique homogène »⁴.

Laurent Lamy utilise l'image de la *Guêpe et de l'orchidée* proposée par les deux auteurs pour expliquer le processus de capture des fragments de code lors de la traduction. Lamy fait également référence à Walter Benjamin afin d'éclairer les enjeux de la traduction. C'est dans le livre *Über Sprache überhaupt und über die Sprache des Menschen*, signifiant « À propos de la langue et de la langue de l'homme » du philosophe allemand qu'il tire cette citation :

« La traduction est le transfert d'une langue dans l'autre à travers un continuum de métamorphoses. La traduction traverse des continuums de métamorphose, non pas des zones abstraites d'équivalence et de ressemblance »⁵.

Tpox Estrada comme *Tpox Toque* sont des œuvres hybrides, convoquant, la science, la religion, la technologie. Avec elles et bien d'autres créations avant elles, nous constatons que l'art contemporain aboutit à une dématérialisation de l'œuvre. Cela est dû aux changements radicaux de celle-ci. Le concept a pris le dessus sur la forme. La performance, l'installation ou la relecture des pratiques artistiques classiques montrent comment le processus d'hybridation

¹Fred Poché (1960) est un philosophe français, connu pour son livre *Blessures intimes, blessures sociales. De la plainte à la solidarité*, Paris, Le Cerf, 2008, 174 p.

Ses recherches se concentrent sur les rapports entre les acteurs sociaux et la philosophie.

²Laurent Lamy (1953-2018) est un chercheur canadien. Il a enseigné l'épistémologie au Département de linguistique et de traduction de l'Université de Montréal.

³Laurent Lamy : « Déterritorialisation et reterritorialisation : l'importation de contre-modèles dans le champ de la traduction » : <https://www.erudit.org/fr/revues/meta/2015-v60-n2-meta02055/1032903ar.pdf>

⁴Deleuze et Guattari, *Mille Plateaux*, Paris, Minuit, 1980, p. 14.

⁵Walter Benjamin, *À propos de la langue et de la langue de l'homme*, Berlin, Reclam Universal-Bibliothek und, 1991, p. 150.

est en action. Ce processus peut agir par brouillage ou au contraire par mixage des médiums ou des disciplines. Emmanuel Molinet signale que dans l'évolution de l'art contemporain, ce n'est plus juste une question de représentation, c'est avant tout un espace de rencontre entre la forme et le concept. Entre le signe et l'objet. Depuis les années 1960, l'art et le langage se rapprochent. L'idée et le processus de conception sont mis en avant. C'est ce qui provoque cette dématérialisation. Les œuvres média multiples, multimédias, performatives ou de type installation vidéo ont plusieurs lectures et contenus. Ces pratiques donnent à vivre des œuvres particulièrement complexes, mixtes ou hétéroclites. L'artiste est devenu un plasticien après le remplacement du système des beaux-arts par celui des arts plastiques. Il se définit parfois comme artiste multimédia ou même de transdisciplinaire. Il adapte la matérialisation de ses œuvres en fonction du concept ou du sens de celle-ci. Les œuvres sont polymorphes au sein même de sa proche démarche. Avec l'intégration des outils numérique, de l'interactivité, de la pratique de la citation ou du remix, il y a émergence d'une culture hybride au sein des arts actuels. Molinet explique que c'est l'hybridation qui permet à l'art contemporain de se régénérer, mais aussi de provoquer l'apparition de scènes artistiques « extra occidentales », issues de la globalisation. C'est l'occasion pour certains artistes non occidentaux de formuler des propositions artistiques dont le cadre sort des référents exclusivement occidentaux. Molinet situe l'origine de cette culture hybride à l'école du Bauhaus en Allemagne et ensuite à celle du Black Mountain College aux Etats-Unis. Ce sont des lieux de formation et d'expérimentation qui furent à l'avant-garde des recherches artistiques à leur époque.

La figure de l'hybride interroge explicitement le corps à travers le clonage, la prothèse et les biotechnologies. Ces dernières entraînent et entraîneront de nouvelles révolutions effaçant la séparation entre le naturel et l'artificiel, entre le biologique et le synthétique. Emmanuel Molinet invite à faire le constat que le XX^e siècle a propulsé l'hybride comme un phénomène positif, alors qu'à une période de l'histoire occidentale, il été perçu comme un monstre. Avec les technologies Nano Biologie Informatique Cognitive, il est indispensable de produire une réflexion éthique et écopolitique sur celles-ci et sur ceux qui les développent et les contrôlent. Il est indispensable que l'art s'approprie ces technologies afin de toujours porter un regard critique sur celles-ci.

Omar Estrada propose un art qui évite les effets spectaculaires en se focalisant sur les enjeux humains et éthiques. L'artiste pose de façon explicite la question idéologique dans sa démarche artistique. La seconde dimension dans le travail de l'artiste est son engagement politique, afin de dénoncer toutes les formes d'idéologies, leur impact sur la formation de la pensée et sur les libertés individuelles. Omar Estrada est un artiste cubain qui a quitté son pays

pour vivre à la Barbade de 2003 à 2007 puis pour vivre au Canada depuis 2016. Ces voyages et la distance physique et intellectuelle, lui permettent de remettre en question la situation politique de Cuba. La guerre d'indépendance, la révolution communiste menée par Fidel Castro, la Guerre froide et la crise des missiles balistiques nucléaires soviétiques implantés sur le territoire cubain, l'embargo toujours en vigueur, sont autant d'éléments qui maintiennent la conscience politique de l'artiste. Cela le conduit à adopter une position complexe vis-à-vis de la classe dirigeante de son pays. Ainsi l'artiste revient régulièrement à Cuba, tout en manifestant ouvertement ses désaccords avec les restrictions que les artistes vivants dans le pays, doivent subir.

Si l'artiste critique toutes formes d'aveuglement idéologique, ses œuvres puisent largement dans l'histoire et la culture, profane et sacrée, de Cuba. Des œuvres comme *Consensual Data Breakthrough* ou *From the Heroic to the Absurd* ou *Embuscada- Habeas Paraiso*, que le plasticien a présenté à l'étranger, ont une dimension critique et politique. Les indices qu'il inclut dans ses créations permettent aux visiteurs de saisir leur sens. Lorsqu'il expose à Cuba, l'artiste fait en sorte que l'œuvre puisse être saisie par tous, à un certain degré, mais il est clair que sans la connaissance profonde de l'histoire et de la culture cubaines, nombre de spectateurs passent à côté de l'œuvre car les œuvres ont des codes, et ceux-ci sont ceux que les cubains peuvent décrypter naturellement. A la différence de Michel Pétris qui est très inspiré par la nature et l'espace magico-religieux, Omar Estrada est sensible à la question politique et sémiotique. Si leurs recherches respectivement puisent parfois dans la dimension des religions afro-caribéennes, c'est d'une manière poétique et sous-jacente chez Michel Pétris, tandis que c'est littéral et explicite chez Omar Estrada. Finalement leurs points communs sont que tous deux sont des artistes de l'espace, des sculpteurs designers. Ce qui les rassemble aussi, c'est leur processus de création et les technologies qu'ils emploient. Ainsi Michel Pétris et Omar Estrada font régulièrement appel aux outils numériques : à savoir la modélisation d'objet en 3D, la programmation et l'interactivité.

Chapitre 2 : Hybridités

Dans ce chapitre, les artistes interrogent l'hybridation, l'entre-deux, l'indéfinissable. C'est dans la posture d'artiste que ces notions se manifestent chez André Eric Letourneau. L'artiste canadien navigue entre créations sculpturales, musicales, radiophoniques, mais surtout performatives. Letourneau a pour principe de produire des actions aux frontières de l'art. Chez Gilberto Esparza, ce sont ses créations qui l'emmènent dans des territoires inconnus et symbiotiques. Acteur emblématique de ce que Jens Hauser conceptualise comme étant le *wetware*¹, le plasticien mexicain semble porter en lui le désir de proposer des solutions concrètes aux problèmes écologiques. Ce qui les rassemble, c'est donc cette volonté de participer à l'effort intellectuel et sensible pour attirer les spectateurs vers une meilleure intégration des problèmes liés à notre passage dans l'ère de l'Anthropocène.

Afin de mieux comprendre les démarches de ces artistes hors norme, nous proposons d'aller plus en profondeur sur les questions relevant du dualisme et de la matérialité. C'est dans l'article « Esthétiques de la contingence : Matérialisme, Evolution et art »², paru dans la revue *Stream 4*, que Timur Si-Qin³ présente ses recherches et ses analyses. Pour lui, la plupart des échanges que produit la critique d'art actuel, visent les différents dualismes mis en avant dans la modernité. Parmi les types de dualités que l'on rencontre avec la modernité, les oppositions qui concernent la matérialité et l'immatérialité où les notions de sujet et d'objet sont les plus connues. De fait, le rapport humain / non humain est marqué, lui aussi, par cette opposition tranchée. Il est maintenant évident que la critique d'art doit évoluer, pour être à même d'apporter des réponses pertinentes et de rester le témoin de son temps dans un monde en pleines transformations. Avec les différentes problématiques environnementales et climatiques, c'est le concept même de vérité qui est à réévaluer dans le domaine scientifique, politique ou social. Timur Si-Qin considère que concernant la science, la critique d'art se veut généralement positive tout en gardant une certaine réserve vis-à-vis d'une forme de matérialisme « absolue » qui évacuerait la question de l'esprit. Les tenants de la théorie critique rejettent le réductionnisme et tous autres discours qui, comme une vérité ultime, viendraient *ex nihilo*. Jetant un regard sur elle-même et se remettant en question, la critique d'art analyse ses propres

¹Wetware correspond à l'application aux formes de vie biologiques des termes issus de l'informatique comme matériel (hardware) et de logiciel (software).

²Timur Si-Qin : <https://www.pca-stream.com/fr/articles/timur-si-qin-esthetique-contingence-materialisme-evolution-art-108>

³Timur Si-Qin (1984) est un artiste allemand. Il vit et travaille en Allemagne, sur l'idée de nature et de ses relations avec le synthétique.

ressorts et rapports au pouvoir. Ce faisant, trop occupée à faire son auto-analyse, elle ne prend pas en compte les changements philosophiques et sociétaux qui sont indispensables pour faire face aux conséquences de notre entrée dans l'ère de l'anthropocène. Timur Si-Qin considère qu'il est possible de garder une vérité éthique tout en sortant des dualismes modernes. En ouvrant le concept de matérialité, un lien s'établit entre l'humain et le non humain. Il est nécessaire, pour Timur Si-Qin, de réinscrire la notion de subjectivité dans l'espace de la théorie de l'évolution. C'est Hal Foster¹ qui a établi un bilan de la critique depuis les années 2000. Il constate dans son livre *Bad New Days*², qu'elle est en pleine auto-analyse afin de déterminer l'influence qu'a le capitalisme vis-à-vis d'elle-même. La période actuelle, de déploration et de mea culpa dans laquelle est toujours la critique, est qualifiée par Hal Foster de « post critique ». Freud, Marx, Lacan, Barthes et Foucault, restent les seuls détenteurs de la pensée critique contemporaine où le sujet est en face de l'œuvre d'art. Face à un objet, nous sommes toujours dans le cadre d'une pensée binaire. Pour Timur Si-Qin, ce dualisme ne reflète pas la réalité et perturbe notre perception des interactions avec notre environnement. Des philosophes comme Bruno Latour et Jane Bennett³ ont développé le concept d'agentivité de l'objet. Ils proposent, afin de sortir du blocage « post critique », d'accorder plus de pouvoir et de force d'action à l'objet. Les deux philosophes sont dans un courant de pensée qui conçoit l'anthropomorphisation de l'objet, c'est-à-dire qui accorde à l'objet une certaine autonomie d'action. Ainsi des idées comme dieu, internet ou une œuvre d'art, sont toutes considérées comme faisant partie de la classe des objets. Sur ce point, Hal Foster admet son scepticisme, car il lui est difficilement concevable, qu'un objet puisse être considéré comme notre égal et être traité comme tel. L'anthropomorphisation d'un objet n'est pas ici la question principale. Celle qui l'est, est le rapport entre humain et non humain. C'est bien l'émergence de la subjectivité et de la conscience depuis l'intérieur du matériel qui permettra de mieux annihiler la dichotomie sujet / objet.

Les artistes apprennent intuitivement la nature des matériaux, leur souplesse, leur capacité, leur légèreté, même si la plupart d'entre eux ne les conçoivent pas comme ayant une subjectivité ou une conscience. Comme l'explique Timur Si-Qin, Manuel de Landa⁴ propose une définition particulière de la notion de matérialité :

¹Hal Foster (1955) est un historien et critique d'art états-unien. Il a reçu une bourse du Guggenheim Museum.

²Hal Foster, *Bad New Days : Art, Criticism, emergency*, New York, Verso, 2015.

³Jane Bennette (1957) est une philosophe états-unienne. Elle est spécialiste des sciences politiques et environnementales.

⁴Manuel de Landam (1952) est un philosophe états-unien. Il est perçu comme étant l'un des représentant du nouveau matérialisme. Ses travaux portent la morphogenèse.

« J'ai adopté une définition très généraliste de la matérialité comme la tendance et la capacité d'un système (j'utilise indifféremment les termes de matériau, système et objet, que je perçois plus ou moins comme synonymes dans ma pratique). La matérialité du réel s'exprime au travers des manières caractéristiques selon lesquelles les systèmes de matière, d'énergie ou d'information se comportent »¹.

Timur Si-Qin cite l'exemple d'une œuvre d'art conceptuelle et d'une motte de terre. Pour lui, ces deux systèmes ont des tendances et des capacités propres à leurs interactions dans le monde, c'est cela qui montre leur matérialité. Ainsi la matérialité du savon ou d'une motte d'argile est fournie par leur tendance à être dans tel état particulier quand ils sont dans telle condition ; aussi l'argile devient dure si on la chauffe tandis que le plastique fond. La matérialité peut être définie comme les tendances et capacités d'un système. Avec cette définition, les objets immatériels peuvent être compris comme ayant une matérialité, car ils ont des tendances et des capacités particulières, comme tout système. Ces objets immatériels ont bien sur une organisation interne et échangent avec l'extérieur ; ce qui peut correspondre à des lois de principes de modalités spécifiques. Ainsi Timur Si-Qin rappelle qu'une œuvre d'art ou un algorithme ont une structure interne et une action concrète sur le monde. C'est cela qui leur confère une certaine matérialité. Dans ce cas, la matérialité n'exprime plus seulement le fait que quelque chose ait un poids, une couleur ou une odeur, que cette chose soit perceptible par un de nos cinq sens. La matérialité est entendue comme étant la capacité à agir dans le réel. Il s'agit plutôt d'une force. Timur Si-Qin pose l'histoire de l'art comme une exploration des « capacités expressives d'un ensemble de plus en plus vaste de matériaux, allant de l'ocre aux logiciels, de l'email à la pop culture »².

Timur Si-Qin doit trouver le juste équilibre entre les capacités du matériau et les besoins de son projet. La matière a une influence sur la forme de l'œuvre et l'artiste est obligé d'en tenir compte et donc d'être dans une forme dialogue entre la matière et la forme. L'artiste considère que ce qui a été qualifié de dématérialisation de l'art dans les années 1960-1970 peut être perçu différemment. Il s'agit plutôt pour les artistes de s'intéresser à de :

« Nouvelles classes de matériaux émergents, tels que les partitions et les chorégraphies, les interactions sociales ou le langage lui-même, chacun ayant ses propres dynamiques et liens de causalité caractéristiques »³.

¹ Timur Si-Qin : <https://www.pca-stream.com/fr/articles/timur-si-qin-esthetique-contingence-materialisme-evolution-art-108>, p. 274, § 3.

² Timur Si-Qin : <https://www.pca-stream.com/fr/articles/timur-si-qin-esthetique-contingence-materialisme-evolution-art-108>, p. 274, § 4.

³*Id. ibid.*

Timur Si-Qin revient sur la notion d'émergence pour expliquer le concept de méta-matérialisme. L'émergence dans un système est le résultat de l'interaction entre les parties de celui-ci. Cette émergence ne peut être expliquée par les sous-parties et elle crée de nouvelles caractéristiques non prévisibles. La conscience, par exemple ne peut être expliquée par le simple rassemblement des molécules du cerveau, de même pour les nuées d'oiseaux et les fourmilières. Les fourmis ont des comportements individuels particuliers, mais prises en groupe, elles forment un ensemble ayant des capacités complexes et étonnantes. Ce sont les interactions entre les éléments qui composent un système qui créent l'émergence. Les matériaux ont des propriétés que l'auteur qualifie d'émergentes, en ce sens que la molécule d'eau prise seule a plusieurs états possibles : solide, liquide ou gazeux. A un certain niveau atomique, on ne peut pas connaître quel est l'état de cette molécule H₂O. Clairement ce sont les interactions entre les molécules et l'émergence de capacités (due à ces interactions) qui vont déterminer la nature de sa matérialité.

D'autres systèmes comme la culture ou le langage peuvent être perçus comme des phénomènes émergents imbriqués. Timur Si-Qin confie que le théoricien explique la notion ainsi :

« Impulsions d'air formées avec nos langues et nos palais ou bien des inscriptions physiques. Au-dessus de cette couche de base [...] une autre strate se déploie à travers d'une différenciation progressive de mots simples et monolithiques (ne pouvant être recombinaés) : un niveau de contenu sémantique. Au-dessus, un niveau de syntaxe émerge (alors que les mots différenciés deviennent recombinaés). [...] Une fois ces couches émergentes en place, nous pouvons les utiliser pour créer encore un autre niveau : les histoires, vraies ou fictives, avec des personnages dont l'identité est spécifiée par un recours à la syntaxe et la sémantique »¹.

Au final, tous les systèmes semblent posséder une certaine matérialité organisée en strates systémiques aux propriétés émergentes. L'art contemporain utilise des matériaux conceptuels comme le langage, la culture. Ces matériaux ont des capacités et tendances spécifiques que les artistes ont pour mission d'explorer. L'art conceptuel ne serait alors que la suite d'une exploration de nouveaux matériaux émergents. De plus, l'artiste constate que l'art actuel s'est engagé depuis les années 2000 dans la question de l'échange, de la relation avec le spectateur, même si l'œuvre d'art a toujours été ouverte (dans le sens d'Umberto Eco). Pour l'auteur, « les œuvres d'art sont des objets sociaux émergents où les tendances et capacités des

¹*Id. ibid.*, § 4.

esprits et des corps humains deviennent des composantes du système »¹. Si le but est de dépasser l'opposition sujet / objet de manière scientifique, il est nécessaire de replacer la subjectivité dans le matériau.

C) Corps, Œuvres et pensées hybrides chez André Eric Letourneau, l'inclassable

1) Art, actions et corporalité subversive

a) La performance comme acte d'image

Les théoriciens de l'art comme Henri Lefebvre² et Horst Bredekamp³ développent un paradoxe intéressant : l'image peut aussi être un acte. C'est le concept d'acte d'image ou *bildakt*. Bredekamp s'appuie sur le concept de *speech act*, ou acte de langage, conçu par les théoriciens de la performance Searle et Austin⁴. Ces auteurs ont pris pour exemple le « vous êtes marié » du maire qui, par un simple acte verbal, agit physiquement dans le réel en posant la matérialité de l'acte. Pour Bredekamp, l'image invite à agir à l'instant où elle est perçue :

« La problématique de l'acte d'image consiste à déterminer la puissance dont est capable l'image ; ce pouvoir lui permet, dans la contemplation ou l'effleurement, de passer de la latence à l'influence visible sur la sensation, la pensée et l'action »⁵.

Afin d'illustrer le concept, l'auteur prend l'exemple de la statuaire grecque ou les objets sur lesquels étaient gravés le nom de leur propriétaire ou de leur créateur, afin de les faire « parler » à la première personne. L'idée étant de souligner que les artefacts avaient une vie propre dans cette civilisation et dans d'autres, bien qu'ils soient le produit d'une activité humaine. L'auteur considère « comme image, toute chose de la nature sur laquelle l'humain est intervenu »⁶. Pour Bredekamp, les images vivantes agissent sur l'humain et son milieu.

¹*Id. ibid.*, § 6.

²Henri Lefebvre (1901-1991) est un philosophe français. Ses travaux portent sur la géographie, la sociologie, le matérialisme historique.

³Horst Bredekamp (1947) est un théoricien allemand. Il est l'auteur de la théorie de l'acte d'image et du livre qui la conceptualise : *Théorie de l'acte d'image*, Paris, La Découverte, coll. « Politique et sociétés », 2015, 300 p., ISBN : 9782707185846.

⁴La théorie de l'acte langage de Searle et Austin montre que le langage est capable d'agir sur le réel en dépassant la simple description des choses. JR Searle est un philosophe états-unien, tandis que JL Austin est un philosophe anglais.

⁵Horst Bredekamp, *Théorie de l'acte d'image*, Paris, La Découverte, coll. « Politique et sociétés », 2015, p 44.

⁶*Id. ibid.*, p 27.

Olivier Gras¹ dans son article « Horst Bredekamp, Théorie de l'acte d'image », explique que pour le théoricien, il existe trois classes d'actes d'images. La première correspond aux actes d'images substitutives : « les corps sont traités comme des images et les images comme des corps »². Un exemple de substitution est le saint suaire sur lequel le visage du christ est imprimé sur une pièce de tissu. Les rayogrammes, la photographie en général sont aussi des procédés de substitution. Pour Olivier Gras, dans ce type d'acte d'images substitutives, il s'agit de donner une preuve de la réalité. Toujours dans cette classe d'acte d'images, il existe une autre modalité qui correspond à la substitution ou au remplacement social. L'image d'un sceau correspond au symbole de la royauté par exemple. Ces actes d'images de substitution sociale peuvent représenter, célébrer ou bien condamner. La substitution du corps dans la guerre est la dernière modalité d'acte d'images par substitution : la guerre des images correspond au désir de dissuader l'ennemi en montrant des cadavres par exemple.

La seconde classe correspond à l'acte d'images intrinsèques qui analyse la forme en tant que forme. L'exemple du mythe de la Méduse peut éclairer cette seconde classe :

« La puissance formelle de l'artiste investit l'œuvre d'une telle vie que l'humain, comme dans un mouvement inverse, se pétrifie : cette formule souligne que l'acte d'image intrinsèque, dont l'origine se trouve dans le mythe de Méduse, est généré par le regard de l'œuvre sur le regardeur »³.

Ici l'œuvre et le regardeur sont comme saisis, mais c'est l'œuvre qui, par sa force plastique, domine cette fois-ci, en créant un trouble chez le spectateur. L'œuvre d'art produit un chiasme, c'est-à-dire une inversion des termes de la relation. Bredekamp explique : « les yeux sont la forme des œuvres qui regardent par elles-mêmes »⁴. Ce type d'œuvres est nombreux, de la statuaire ou de la peinture au regard perçant comme *La Joconde* de Leonard de Vinci ou *Le cri* d'Edward Munch en passant par des œuvres abstraites. Pour Bredekamp, c'est l'acte de créer qui est le vecteur de l'acte d'image et non l'œuvre elle-même. L'artiste produit une réalité lors de la création qui est l'acte d'image. Il s'agit d'une mise à distance qui est celle du désir ou de l'angoisse. Olivier Gras confie :

« Le corps, car c'est toujours de lui qu'il s'agit, extériorise ses poussées dans des formes qui le dépassent et produisent le monde : l'architecture en est la preuve éclatante, notamment les formes étranges de Frank O. Gehry »⁵.

¹Olivier Gras est docteur en sociologie et rédacteur pour la revue en ligne *Open Edition journals* : <https://journals.openedition.org/>

²*Id. ibid.*, p. 159.

³*Id. ibid.*, p. 219.

⁴Horst Bredekamp, *op. cit.*, 2015, p. 229.

⁵Olivier Gras, « Horst Bredekamp, *Théorie de l'acte d'image* », *Lectures* [En ligne], Les comptes rendus, 2016, URL : <http://journals.openedition.org/lectures/19829>

Le troisième acte d'image est qualifié de schématique. Dans cette classe, ce sont toutes les formes que peut prendre vie qui sont imitées. L'imitation ici vient de la schématisation du corps humain (le plus souvent). L'exemple du mannequin est récurrent en art. Ce sont les tableaux vivants et les photographies de Cindy Sherman¹, ou bien les performances de Gilbert & Georges² qui peuvent peut-être le mieux illustrer ce que Bredekamp entend par l'acte d'image schématique. En présence des œuvres, le spectateur ressent une attirance en même temps qu'une mise à distance. Bredekamp explique :

« Dans l'artefact, non pas une matière sans vie mais le destinataire et le répondant des impressions ressenties devant lui »³.

Cela peut, aussi être le refus de cette empathie qui est la cause de cette mise à distance. Le Minimal Art ainsi que l'art conceptuel en général sont exemplaires de la volonté d'éloignement du « pathos ». L'autre modalité de l'acte d'image schématique est l'automate. Celui-ci a la capacité de se mouvoir, même si c'est lentement, contrairement au mannequin. Bredekamp dit, en parlant de l'automate : la tension existante entre humain et image se prolonge dans le rapport entre artefact et image »⁴. Les automates des XVI^e et XVIII^e siècles, le film *Métropolis* de Fritz Lang ou la danse *The Moonwalker* de Michael Jackson sont des exemples que cite l'auteur. L'acte d'image schématique est aussi bien illustré par le mythe de Pygmalion (voir p.139 de la thèse), par les poupées surréalistes de Hans Bellmer, par les performances *Parade Nuptiale Iguanesque*⁵#1 à 6 (fig. 24, p. 16) réalisées par Annabel Guérédrat⁶ et moi-même, et plus généralement les créations issues du Bio art. Le but de l'acte d'image schématique est de rendre vivante l'image par imitation du corps et de la vie.

¹Cindy Sherman (1954) est une artiste contemporaine états-unienne. Sa démarche photographique consiste à mettre en scène son corps avec différents accessoires afin de produire des images ayant un caractère dérangeant et subversif.

²Gilbert & Georges sont des artistes contemporains britanniques. Travaillant en couple, Gilbert Prousch (1943) et George Passmore (1942), réalisent des performances dont la très célèbre *The Singing Sculpture* (1970).

³*Id.*, *ibid.*, p. 111.

⁴*Id.*, *ibid.*, p. 121.

⁵*Parade Nuptiale Iguanesque* est une série de performances allant de 1 à 6 au faisant partie du monde « Iguana » du duo constitué par Annabel Guérédrat et Henri Tauliaut. Débutée en Guadeloupe en 2015 devant une église, la dernière performance #6 s'est déroulée sur la muraille de Chine en 2018. Les artistes expliquent : « Grâce à nos tenues intégrales, nous sommes non identifiables, sans visage, sans paroles, sans couleur de peau. Nous agissons dans l'extrême lentement jusqu'à l'immobilité. Donc nous forçons le regard. Nous devenons « beaux », « sages », « anges », « une sculpture vivante », aux yeux des autres. » source : <http://henritauliaut.com/-le-monde-iguana/>

⁶Annabel Guérédrat (1974) est une artiste chorégraphe française. Directrice du Festival International d'Art Performance (FIAP Martinique) et responsable de la compagnie Artincidence, elle est l'auteure de nombreuses créations chorégraphiques et performatives dont les plus récentes sont *I'm a Bruja* et *Valeska and you* : <http://artincidence.fr/>

Du fait que les activités physiques et intellectuelles soient simultanées, Horst Bredekamp considère que l'homme est un animal symbolique. Pour lui, c'est bien le corps qui possède la capacité de réaliser les idées dans le réel. Bredekamp propose deux fonctions pour l'activité créatrice : elle tient de la création pure ou elle est le produit de l'angoisse. Mélanie Boucher¹, dans son article « Pour une histoire du corps muséifié : les images schématiques en performance »², propose d'observer comment la pratique de la performance a peu à peu été intégrée au cœur de la programmation muséale. Qu'il s'agisse au départ de présentation de la documentation sur les performances déjà réalisées, d'une relecture de performance par le biais de *re-enactement*, ou de performance-événement en résonance avec les expositions temporaires ou celles organisées par le musée pour remettre en question l'institution muséographique.

C'est à partir du XII^e siècle que la figuration corporelle a été nommée « tableau vivant », puis vers les années 1970, la performance est devenue le terme de référence pour ce type de pratique artistique entre arts vivants et arts visuels. La performance est entrée dans les musées et n'est plus réservée aux événements ponctuels. Depuis les années 2000, elle est intégrée dans tous les espaces et la plupart des expositions des musées. Il arrive également que la performance dure des semaines ou que, comme nous l'avons signalé, son sujet soit l'institution muséale même. Le musée doit maintenant avoir une réelle politique de monstration des corps comme il le faisait pour les objets de sa collection. Jean Davallon³ propose de catégoriser les expositions en trois grandes actions. La première consiste à établir la rencontre avec l'objet ; la seconde a pour objectif de réaliser une transmission de savoir ; enfin la dernière est basée sur l'impact social que peut avoir le musée et ses actions. La rencontre avec l'objet est généralement l'objectif premier des musées traditionnels, modernes et contemporains. Les performances sont souvent réalisées en interaction avec les artefacts ; ce qui donne aux visiteurs une expérience visuelle unique mais de courte durée par rapport à l'exposition stricto sensu. Pour les musées, exposer le corps vivant, c'est proposer un changement, même si les corps semblent immobiles. Mélanie Boucher pose la question de l'histoire de ces actes d'images schématiques, que l'on peut considérer comme être le cadre, ou au moins l'un des cadres, théoriques de la performance. Boucher dit que ces figures émergent à l'époque de l'Antiquité avec le schéma. C'est une suite de mouvements codifiés ayant pour but de montrer une signification grâce au corps. Plus tard,

¹Mélanie Boucher est une commissaire d'exposition canadienne. Elle a organisé l'exposition « Intrus= Intruders » au musée national des Beaux-Arts du Québec en 2008.

²Mélanie Boucher, « Pour une histoire du corps muséifié : les images schématiques en performance », *Culture & Musées* [En ligne], 29 | 2017, mis en ligne le 19 juin 2018, consulté le 14 juin 2019. URL : <http://journals.openedition.org/culturemusees/1100> ; DOI : 10.4000/culturemusees.1100

³Jean Davallon est un sociologue et muséologue français. Il est le directeur du laboratoire Culture et Communication au centre Norbert Elias. Il est un spécialiste de la médiation culturelle et du patrimoine.

au Moyen Age, ce sont les corps, de gardes ou de domestiques, qui ont été transformés en statuts devant les entrées royales. Durant la Renaissance, le fantasma est un arrêt soudain et momentané de la chorégraphie afin d'ajouter un moment de tension à celle-ci. Ce qui est plus connu, c'est le développement pendant la période des Lumières, puis au XIX^e siècle des tableaux vivants. Les œuvres littéraires ou visuelles servaient de base aux figurations corporelles. Les acteurs imitaient des poses décrites dans les textes ou des images de références. Jean Jacques Rousseau, Denis Diderot et Johan Wolfgang Von Goethe¹ sont les auteurs les plus connus de ce genre de pratique théâtrale. Certains romans de Emile Zola² ou de Charlotte Brontë³ gardent la trace de ces divertissements. M. Fried décrit comme état d'absorption celui dans lequel se trouvent les figurants de ses tableaux vivants. Ainsi il devait éviter d'établir le moindre contact visuel avec les spectateurs. Parallèlement, les techniques et l'architecture théâtrale ont évolué au XVIII^e siècle. Le quatrième mur est inventé par Diderot. Ce mur imaginaire est celui par lequel les spectateurs assistent à la représentation. Cette période est aussi celle de l'émergence de deux types de tableaux théâtraux : le « tableau-stase » et le « tableau-comble ». Dans le premier, il s'agissait de créer une ambiance générale avant l'action, les acteurs étaient tous immobiles. Dans le second, les figurants se réunissaient et restaient figés autour d'une scène silencieuse afin d'augmenter l'effet dramatique. Toujours aux XVIII^e et XIX^e siècles, c'est le contraste entre l'immobilité et le mouvement qui a intéressé les artistes et les auteurs. A cette période, Louis Daguerre⁴ invente le diorama, dont les principes sont d'utiliser de larges peintures se métamorphosant par le biais d'un éclairage changeant, et aussi par l'utilisation de longs panoramas que des mécanismes mettent en mouvement. Toutes ces inventions ont annoncé l'avènement du cinématographe et le déferlement des images en mouvement du XX^e et XXI^e siècles. Un autre type de diorama s'est développé dans les musées par la création de scènes avec des mannequins, des animaux et d'autres éléments muséographiques. Mélanie Boucher dit à ce propos : « Si le tableau vivant "chosifie" le vivant, les dioramas créent l'illusion de la vie avec des choses inertes »⁵.

Contrairement aux arts traditionnels, la performance met l'accent sur l'action et l'expérience (pour le performeur et le spectateur), plutôt que sur la contemplation ou la

¹Johan Wolfgang Von Goethe (1749-1832) est un dramaturge poète et théoricien de l'art allemand.

²Emile Zola (1840-1902) est un romancier français. Il est certainement l'auteur le plus emblématique du courant naturaliste.

³Charlotte Brontë (1816-1855) est une romancière britannique. Son œuvre principale est *Jane Eyre* qui est devenue un classique de la littérature anglaise.

⁴Louis Daguerre (1787-1851) est un photographe français. Il a popularisé le daguerréotype, ancêtre de la photographie inventé par Nicéphore Niepce.

⁵Mélanie Boucher, *op. cit.*, §8.

production d'un objet. A partir des années 1960 et 1970, les tableaux vivants sont abandonnés au profit d'actions mettant le corps à l'épreuve. Cette forme artistique connue sous le nom de *Body art* fait partie de l'acte d'images schématiques selon l'auteur. Dans certaines actions, le spectateur est fasciné par l'immobilité du corps du performeur et aussi par la difficulté ou l'effort que celui-ci a entrepris de réaliser. Pierre Saurrisse¹ explique : « L'immobilité oblige l'artiste à se présenter et, peut-on supposer, à se ressentir comme un objet inanimé pour supporter la douleur »². Les performances comme *Shoot* de Chris Burden³, réalisée en 1971, où l'artiste reste immobile pendant qu'un acolyte lui tire dessus à balle réelle, celle de Yoko Ono⁴ *Cut Piece*, performée en 1964, où elle propose au public de découper ses vêtements avec des ciseaux, sont des œuvres emblématiques de cette forme d'art. Mélanie Boucher résume :

« Les performances de ces artistes revisitent l'idée reçue selon laquelle l'objet existe en dehors de l'humain qui s'y projette. Elles usent du corps comme d'une chose, télescopant leurs réalités respectives, faisant de l'individu un objet et de l'objet un individu, par des procédés de transposition basés sur l'inaction »⁵.

C'est le duo Gilbert & George qui va sortir du cadre contraignant de la difficulté ou de l'épreuve, pour proposer dans *The Singing Sculpture*, réalisé en 1969, une expérimentation nouvelle de l'immobilité. Cette performance d'acte d'image schématique fut reprise par le duo dans des contextes et pendant des durées variables allant de quelques minutes à plusieurs heures. Les mises en scène dramatiques de Cindy Sherman sont, elles aussi, des reprises contemporaines de tableaux vivants. Les œuvres picturales ou photographiques, conçues grâce à l'immobilité des figurants ou des performeurs, sont également qualifiées de tableau vivant. L'exemple de l'artiste Vanessa Beecroft⁶ est particulièrement intéressant dans le jeu entre mouvement et immobilité. La performeuse propose des actions où des femmes (en général) posent à moitié ou complètement nues. Ces figurantes évitent le contact visuel avec le public. Lorsque l'une des performeuses ne peut plus tenir la pose, elle se relâche en prenant une des positions qui lui convient le mieux indépendamment de celles que prennent les autres. Au final, ces tableaux vivants se décomposent lentement. Vanessa Beecroft a choisi une configuration

¹Pierre Saurrisse est maître de conférence au MAArt Contemporain de Londres.

²Pierre Saurrisse, *La mécanique de l'imprévisible*, Paris, L'Harmattan, 2007. §9, source : <https://journals.openedition.org/culturemusees/1100?lang=en>

³Chris Burden (1946-2015) est un artiste contemporain états-unien. Il est connu pour son travail de performance, d'installation.

⁴Yoko Ono (1933) est une artiste contemporaine japonaise. Compositrice, performeuse et cinéaste, dans les années 1960, elle fut membre de l'avant garde New Yorkaise. Femme de John Lennon elle a participé au groupe Fluxus.

⁵Mélanie Boucher, *op. cit.*, § 9

⁶Vanessa Beecroft (1959) est une performeuse et photographe états-unienne. Elle met en place des tableaux vivants qu'elle photographie ensuite.

frontale proche du théâtre, même si le cadre n'est pas celui du théâtre mais plutôt celui du musée moderne. Un nouveau courant performatif émerge durant les années 2000 et selon Mélanie Boucher, il est « mieux défini que le tableau vivant, il a pour principale caractéristique de revisiter un passé, quitte à le réviser afin d'en mieux saisir des composantes et de l'actualiser »¹. Le point commun entre le *re-enactement* et le tableau vivant est la récupération d'éléments déjà existants. Par contre, le premier reprend du contenu, une action, un fait historique, tandis que l'autre est une composition, un dispositif, une mise en scène. Nicolas Bourriaud les définit comme étant des pratiques de la post production : « interprète, [reproduit], réexpose ou utilise des œuvres réalisées par d'autres ou des produits de la culture disponible »². Le *re-enactement* ou la recombinaison de performances produit une double temporalité qui est celle du passé et celle du présent. Tandis que dans le tableau vivant, ce sont l'immobilité (complète ou partielle), les alternances et les mouvements qui sont utilisés. Claire Bishop argumente que les performances jouant en boucle ou à base d'algorithmes, se rapprochent de la sculpture, du fait que toutes les deux, elles s'opposent au temps linéaire. Boucher explique :

« Par rapport aux performances habituelles dans lesquelles les pauses servent à ponctuer les actions, l'immobilité servirait ici un propos rattaché à l'idée de résistance, sans par ailleurs s'y limiter. Les mouvements révéleraient le pouvoir actif de l'inaction, en inversant l'idée déterministe selon laquelle le temps est irréversible »³.

A travers ces performances, apparaît la résistance passive des corps contre le temps linéaire par le biais de l'immobilité, des effets de boucles ou d'algorithmes. La reprise ou la redite d'une action ou d'un événement, pose sur lui un regard critique ou encourage la réflexion sur celui-ci. La validation, la pérennité et la signification sont ainsi questionnées par ce type de créations performatives.

a) Une démarche interdisciplinaire

Né à Montréal en 1967, l'artiste canadien André Eric Letourneau fait se rencontrer dans sa démarche, des disciplines aussi variés que les arts plastiques et multimédia, la création radiophonique et musicale, l'art action et l'art performance. Letourneau se présente ainsi :

¹Mélanie Boucher, *op. cit.*, § 13

²*Id.*, *ibid.*, § 13

³*Id.*, *ibid.*, §14

« Le travail d'Éric Letourneau consiste essentiellement à la mise en place de situations basées sur des phénomènes environnementaux, qu'ils soient culturels ou physiques. Les œuvres sont souvent structurées de manière à explorer et à mettre en évidence le rôle du son dans les systèmes de connotation et de dénotation relatifs à des situations quotidiennement construites. Les œuvres s'avérant être essentiellement des manœuvres évanescentes, elles interrogent souvent la notion de " pouvoir" et de " consensus" au sein de la communauté »¹.

L'artiste a débuté ses créations musicales, radiophoniques et performatives en 1987. C'est à l'Université de Montréal qu'il fait une partie de ses études universitaires entre 1988 et 1991, à la Faculté de musique et d'ethnomusicologie. Puis entre 1991 et 1994, il fait une licence en communication à l'Université du Québec à Montréal. Récipiendaire de la bourse du prix des Pépinières Européennes en 1996, Letourneau part une année à l'Académie des Beaux-Arts des Pays-Bas dans la section « nouveaux médias ». Le résultat de ses recherches est la performance *3 9 30* et la publication d'un catalogue par l'Académie des Beaux-Arts des Pays-Bas. Entre 1997 et 2000, il fait un Masters en arts (M.A). Entre 2008 et 2012, l'artiste rentre à l'École de criminologie de l'Université de Montréal. Depuis 2015, il fait un Doctorat en art et sciences de l'art.

Musicien électronique et percussionniste, Letourneau fut l'interprète de compositeurs célèbres comme John Cage², ou Alvin Lucier³. Pour Radio-Canada, en 2000, il a également dirigé une version radiophonique de la *symphonie No.5* de Nam June Paik. Cette version fut notamment interprétée par Mario Gauthier, Cynthia Dubois et Myra Cree⁴. Depuis 1999, le performeur a fondé les groupes de musique expérimentale *Mineminemine* et *Second regard*, avec les musiciens Magali Babin⁵ et Alexandre Saint-Onge⁶. Avec ces deux musiciens, Letourneau réalise des concerts au Canada, aux États-Unis et en Europe, dans le cadre d'événements interdisciplinaires entre art, action et musique à l'image de ce que faisait le groupe Fluxus. Le compositeur s'intéresse particulièrement aux formes de musiques aléatoires et extra-occidentales, produisant des phénomènes de microtonalité. Il s'inspire des créations

¹André Eric Letourneau, wikipedia, 2019.

²John Cage (1912-1992) est un compositeur et plasticien états-unien. Elève du célèbre compositeur autrichien Schönberg, il est connu pour avoir inspiré le groupe Fluxus et toute la musique expérimentale de l'avant-garde de New York.

³Alvin Lucier (1931) est un compositeur états-unien. Musicien expérimental, il a utilisé des instruments insolites pour générer des sons et des compositions musicales.

⁴Myra Cree (1937-2005) est une créatrice radiophonique canadienne d'origine mohawk. Également animatrice à la télévision nationale du Québec, elle fut très engagée concernant la défense de la culture autochtone au Canada.

⁵Magali Babin (1967) est une musicienne canadienne. Elle a réalisé plusieurs albums comme *Chemin de fer* ou *Intransitive Twenty-Tree*. Elle fut membre du collectif Mineminemine.

⁶Alexandre Saint-Onge est un artiste interdisciplinaire et un performeur canadien.

sonores qui ont un caractère spectral et intuitif. Il réinterroge les bruitages, la poésie sonore ainsi que le « text-sound composition » (Fig. 23, p. 16). Comme la performance, les compositions de l'artiste sont pensées pour être données à des moments et pour des lieux précis.

L'œuvre la plus récente du compositeur et datant de mars 2019, est l'opéra *Ils viennent Khédive et Mamelouk, en un seul sur son patron*, composé avec Alexandre Saint-Onge. La création musicale a été donnée lors du festival Montréal / Nouvelles Musiques, organisé par la Société de musique contemporaine du Québec et a nécessité la participation d'une dizaine d'interprètes principalement à la voix.

En performance, l'artiste a choisi de privilégier des actions qui ont un réel impact sur la société. Bien que difficiles à catégoriser, elles s'inscrivent plus généralement dans ce que l'on pourrait définir comme un art sociologique ou relationnel, en lien étroit avec des communautés et des phénomènes sociaux et ontologiques, que l'artiste prend comme espaces ou sujets de travail. Le plus souvent, Letourneau cherche une collaboration avec un groupe spécifique afin de produire une œuvre ou une action tout en évitant d'aboutir à un objet ou une production matérielle ; le but étant d'aboutir à une fusion entre l'art et la vie :

« À ce titre, cette activité artistique s'est poursuivie auprès de différentes entreprises où il est invité à y travailler, en collaboration avec les employés et les cadres, différentes composantes liées aux notions de création, de production et de gestion des ressources humaines. Ces projets utilisent souvent le contexte spécifique à chaque situation afin de développer des planifications organisationnelles où convergent les méthodologies utilisées dans le milieu des arts, de la culture et celles de l'entreprise »¹.

Comme la majorité des actions ou des performances, les « manœuvres » de l'artiste cherchent à faire avancer les idées et à disqualifier les a priori. Elles ont une dimension subversive malgré leur caractère éphémère. Travaillant au sein de certaines entreprises privées ou publiques, l'artiste détourne l'organisation de celles-ci à des fins artistiques, remettant en cause leur fonction première qui est la productivité, au profit de leur dimension d'espaces d'échanges et de relations humaines. Parfois des « manœuvres » sont organisées dans le but de dénoncer l'instrumentalisation de la mémoire.

Une série d'actions réalisée par l'artiste sous le pseudonyme de « La Chèvre Phénomène » est emblématique de sa démarche. Débutées en 1991 et se poursuivant jusqu'à nos jours, les Altérations ont connu trois périodes. La première dénommée *Apophase* s'est déroulée entre 1991 et 1996. Les galeries d'arts de Montréal furent les théâtres des Altérations 1 à 3, où les

¹Letourneau : https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89ric_L%C3%A9tourneau#cite_ref-3, §Pratique interdisciplinaire

prénoms d'artistes célèbres de la performance, comme Gina Pane ou Chris Burden, étaient criés. L'intonation était celle de l'interrogation comme si l'artiste était présent et que le performeur le recherchait discrètement en annonçant partout son prénom : « Gina ? Gina ? » par exemple. La seconde série eut lieu entre 1996 et 2006 et prit le nom de *Cataphase*. Cette fois-ci, les Altérations 4 à 6 furent de rédiger de petits mots plaisants dans les livres d'or des expositions d'arts contemporains de la capitale du Québec et signés par les mains généreuses des artistes célèbres de l'art action international. La troisième série d'Altérations qui va de 7 à 9, a débuté en 2006 et continue actuellement : elle est dénommée *Dessous(musées)*. L'action consiste à placer des slips, déjà utilisés, d'homme, dans des musées ou des institutions prestigieuses. Pour parfaire l'illusion que l'accessoire vestimentaire fait partie de l'exposition présentée par le lieu, « La Chèvre Phénomène » ajoute des cartels parfaitement identiques à ceux produits par l'institution. Letourneau explique dans son article « Les Altérations de la Chèvre Phénomène » le sens de ses actions :

« Par ses actions, la chèvre Phénomène explore la phénoménologie de la perception de l'œuvre d'art. Les gestes que comportent ses deux premières manœuvres du cycle Altérations, ‘ Apophase ’ et ‘ Cataphase ’, abordent la problématique de la prépondérance du règne des objets et des discours qui leur sont associés pour faire fructifier leur capital symbolique dans le monde de l'art »¹.

Dans la première série *Apophase*, l'artiste met en avant le dualisme entre les notions d'œuvre d'art comme marchandise, et l'action performative comme œuvre d'art immatérielle. Dans le second groupe *Cataphase* c'est le vedettariat des artistes qui est mis à mal. En plaçant de faux commentaires dans des « livres d'or » sensés valider ou au moins soutenir la démarche de l'exposant, « La Chèvre Phénomène » commet un acte géo transgressif. Plus généralement, il remet en cause la validité ainsi que la valeur symbolique des écrits ou de la parole, des critiques d'arts sur le travail de l'artiste. Letourneau montre à quel point la valeur accordée à ces textes et à ces personnes, n'est basée que sur la notion de réputation, que cela soit celle des artistes ou des théoriciens :

« Chaque pièce de sous-vêtements est discrètement placée dans le voisinage d'une œuvre spécifique, tout près de la fiche descriptive de l'œuvre altérée. Le texte explicatif du cartel, sur un ton semblable à celui des écrits de l'institution visée, propose le sens que pourrait avoir la présence de l'objet (le caleçon) altérant le contexte de monstration de l'œuvre présentée en salle. La ligne graphique de la fiche (police de caractère, mise en page, usage du paratexte, etc.)

¹A. É. Letourneau, Les Altérations de La Chèvre Phénomène. Inter, (120), 40–42., 2015, citation p. 41.

reproduit avec exactitude celle de l'institution, suggérant ainsi l'illusion d'une possible intégration du slip dans l'exposition en cours »¹.

L'Altération numéro 7 nommé *Assèchement de tissus* fut « mise en action » en 2006 au Palais de Tokyo, à Paris, lors de l'exposition collective d'artistes français émergents. *Notre histoire... La performance*, fut filmée par Michel Chevalier et le résultat présenté dans le workshop de critique appliqué organisé par celui-ci et qui fut un peu le moteur de l'action. En 2006, *Assèchement de tissus* est présentée à la XV^e biennale de Paris puis, reprise à la galerie Valerie Delaunay en 2017 à Paris dans le cadre de l'exposition « Le paradoxe du cartel » organisé par la commissaire Isabelle de Maison Rouge. Letourneau avec ses Altérations explore les concepts de *museumdropping*, ainsi que d'autres type d'actions comme le *re-enactement*, cherchant à produire le trouble dans l'organisation et la relation au musée chez le spectateur. Si la performance a été largement intégrée dans la programmation des musées, l'artiste propose par ce type d'actions d'être au cœur de la critique de l'institution tout en préservant la liberté d'agir de l'artiste. Ici dans la dernière série, le performeur et son corps ont disparu pour laisser place, soit à des actions imprévisibles, soit à des objets dont la présence dans l'espace muséal demeure paradoxale, même pour un non-initié à l'art contemporain. Letourneau dit ce qu'est l'art *géotransgressif* :

« Les artistes *géotransgressifs* s'adonnent, à l'inverse, à un mésusage du lieu afin d'y proposer une nouvelle co-construction de connaissance. La dimension déviante de l'acte constituerait l'une des articulations principales de la dimension conceptuelle visant ce genre de pratique. Le geste performatif déviant subvertit, à même sa source, le discours de l'institution. Il en dévoile certaines modalités rhétoriques contradictoires, souvent plus persuasives qu'argumentatives »².

Comme l'a démontré Mélanie Boucher, la performance est complétement intégrée dans la programmation muséale ; cette dernière a même poussé à l'émergence de la pratique du *re-enactement*. Il est indispensable que les artistes mettent en place de nouvelles stratégies pour sortir du contrôle théorique, symbolique et financier de ses institutions. Le *museumdropping* et le *museumlifting* sont, semble-t-il, des solutions conceptuelles dont le centre est la critique de l'objet d'art. Dans le cas du *museumdropping*, un objet potentiellement artistique, est placé de façon acceptable dans une institution culturelle. Dans le second cas, l'œuvre d'art, une peinture contemporaine par exemple, placée dans un cadre différent du musée, chez des ouvriers, par la réception de cette œuvre, sera différente car elle ne disposera plus d'un cadre de validation.

¹*Id.*, *ibid.*,

²A. É. Letourneau, *op.*, *cit.*, p. 42.

Letourneau en faisant disparaître le corps de la performance, libère l'artiste de la contrainte. Il lui reste alors à trouver d'autres espaces de validation.

L'œuvre *3 9 30*, datant de 1997, est une « manœuvre » qui se déroule hors du schéma institutionnel. Réalisée dans le cadre d'un accélérateur de particules, elle utilise un aéronef et de la vidéo. C'est avec l'aide de la physicienne Marilyne Coté, que « l'artiste » a pu mener à bien son projet sur les interactions entre le vivant et la radioactivité. En 2001, il propose *Sonate pour le loup*¹ qui est une série d'événements dont le but est de brouiller les pistes entre l'art et la vie, l'individu et la collectivité, le document d'archives et la production musicale contemporaine. Cette action a cherché à se démarquer d'une forme d'art contemporain qui vide la dimension politique des œuvres au profit de leur aspect spectaculaire. Entre 2007 et 2010, sous le pseudonyme de *Saint-Thomas l'Imposteur*, l'artiste a réalisé la « manœuvre » *Conséquence biblique à la représentation*. Celle-ci consistait à intégrer dans des productions télévisuelles et cinématographiques hollywoodiennes, des codes labiaux en langage des signes. C'est en participant en tant que figurant dans les tournages de ces films que l'artiste a pu glisser ainsi des petits bouts de phrases silencieux issus d'un poème. L'artiste a pu créer son œuvre qui est intégré dans plusieurs longs métrages. Libre à lui de récupérer chaque séquence afin de reconstituer le poème filmé. L'artiste a procédé à une sorte de contamination par un virus poétique de la production hollywoodienne auquel il avait accès à l'époque.

L'artiste présente *Cinéparc pour chiens de traîneaux* en 2009 à la galerie Article de Montréal. Le dispositif est simple : sur la vitrine d'une galerie d'art contemporain est projeté un épisode de la série états-unienne des années 1970 *L'Homme qui valait trois milliards*. À l'extérieur et dans la neige, des chiens de traîneaux sont installés devant le cinéma en plein air. L'artiste frotte de la nourriture sur la vitre-écran ; ce qui fait que les chiens lèchent celle-ci. Letourneau dit à propos de l'action :

« *Cinéparc pour chiens de traîneaux* est aménagé en face de la galerie article. Les chiens « stationnés » sont invités à regarder le tout premier épisode de *Six Million Dollar Man* à travers la vitre de la galerie. Attirés par la nourriture peinte sur la vitrine de la galerie, ils mangeront, dévoreront, ou au moins lécheront amoureuxment Steve Austin, pour en digérer l'essence et l'évacuer plus tard, fécondant ainsi (symboliquement) le sol montréalais de semences bioniques »².

La performance se base sur le transport du pollen par les mammifères de la faune canadienne, ici des chiens loups domestiqués. Ces animaux se frottent aux plantes, durant leurs

¹ Sonia Perreault, Ondes fluides et points de force Pelletier, Nathalie (Editor) Inter, 1992(55-56), p. 52-53.

² André Eric Letourneau, *Cinéparc pour chiens de traîneaux*, Manœuvre, Montréal, 2009 : https://www.youtube.com/watch?v=Et5P_rfNjA

divagations et récupèrent le pollen sur leur poil. Ils avalent aussi des graines qui se retrouvent dans leurs selles ; ce qui contribue à la diffusion des espèces végétales dans l'environnement.

André Eric Letourneau est professeur à l'Université du Québec à Montréal (UQAM), et a pour collègue Nicolas Reeves, où il enseigne le multimédia, l'histoire de l'art et celle des médias. L'auteur fait également partie du laboratoire interuniversitaire Hexagram dont il a assuré la codirection de la composante *réseau* pendant trois ans. Il est l'auteur de diverses publications universitaires dont les plus récentes sont « La transduction du réel » en collaboration avec Michel Collet, « La lecture de l'écriture non-écrite » et « L'art comme collectionneur » dans *Performance, manœuvre, coefficients de visibilité*, livre dirigé par Michel Collet et André Eric Letourneau aux éditions Presses du réel et publié à Dijon, en 2019.

Parmi les lieux d'expositions, les plus importantes de sa carrière, l'artiste site Le musée national de Thaïlande, James H.W. Thompson Foundation, situé à Bangkok où il a présenté ses œuvres en 2006. La même année, il a représenté le Canada à la XV^e édition de la Biennale de Paris avec son œuvre *L'Altération numéro 7* nommé *Assèchement de tissus*. En 2007, c'est au Musée de la Pointe-à-Callière, lors du Festival « Les Escales Improbables » de Montréal, que l'artiste présente une création sonore interactive en collaboration avec la compagnie française de théâtre KMK. En 2010, il participe à la XVII^e Biennale de Paris sous un pseudonyme, puis en 2012, c'est dans le cadre de la Biennale d'Afrique de l'Est du Burundi que l'artiste montre ses recherches.

2) Le laboratoire géotransgressif

a) 3 9 30, une performance animalière radioactive et géo transgressive

L'artiste situe le début de ses réflexions sur l'utilisation de la radio à des fins artistiques en 1992. Dans le cadre de l'événement et installation *Retour de voyage en ces lieux oubliés de l'anéantissement* présenté à la galerie Article à Montréal, le plasticien a disposé un petit nombre d'émetteurs radios pirates dans des tas de compost. Ces postes radios diffusaient des archives sonores au travers de la matière organique. Dans une autre performance, nommée *Homélie Amplitudes A1 A2 A3 A4 fonction du temps*, le performeur utilise son corps qui est relié à un émetteur radio pour faire passer un courant électrique faisant varier sa voix en fonction des changements d'intensités du courant. L'émetteur radio diffusait in vivo la production sonore. Letourneau explique dans son texte « Description-3-9-30 » :

« L'idée était de rendre consubstantielles la modulation des ondes radio et les fonctions biologiques de mon corps. Le travail que je proposais à cette époque visait à interroger le vivant en relation avec ce que l'être humain appelle les "fréquences radios" »¹.

Par la suite, l'artiste, en écoutant des commentaires que tenaient les gens à propos de la radio, s'interroge sur la relation entre les émissions radio, la radiographie, la physique quantique. Il se demande, au final, ce que c'est que le vivant. Toutes ces questions le conduisent à approfondir ses connaissances sur les notions d'irradiation et de radioactivité. C'est la lecture, en 1996, de l'ouvrage de John Gribbin² nommé *Le chat de Schrödinger* et les conseils de ses collègues de l'université qui le poussent à approfondir les théories quantiques.

L'histoire du *chat de Schrödinger* est une expérience qui cherche à résoudre un problème à l'aide de l'imagination. Le physicien enferme son chat dans une boîte close où il y a un système qui tue le chat lorsqu'il détecte la désintégration d'un atome d'un corps radioactif. La boîte étant close, de l'extérieur, personne ne peut savoir si le chat est vivant ou bien mort. Cette expérience vise à expliquer le paradoxe de la physique quantique concernant la superposition. Ainsi la superposition quantique nous explique qu'à l'échelle de l'atome, une particule comme l'électron, peut-être à plusieurs endroits à la fois. Dans la physique quantique, les phénomènes sont calculés en fonction d'équations basées sur les probabilités. Donc le chat a X% de chance d'être ainsi, Y% de chance d'être comme cela, Z% d'être comme ceci, etc. Dans le langage (logique) des mathématiques, cela conduit à dire que le chat est mort et vivant à la fois. L'artiste est invité à performer aux Rencontres Internationales d'Art Performance (RIAP) autour de la question du « multimédia ». Etant à l'Académie des Beaux-Arts des Pays-Bas à cette période, pour développer ses recherches sur la radioactivité et les cultures amérindiennes du Canada et pour finaliser son opéra *Khédive et Mamelouk en un seul sur son patron*, Letourneau a souhaité proposer une création particulière :

« Pour les RIAP, je voulais présenter une performance sur l'ineffabilité du monde quantique, l'incapacité à décrire le réel et nos difficultés à comprendre comment nous existons en tant qu'êtres en relation avec ce monde qui nous est à la fois étranger et consubstantiel. Je voulais également proposer une réflexion sur la notion de médias numériques. Que comprenons-nous et que percevons-nous de notre relation à l'énergie électronique qui est inhérente à l'objet technique ? De ce monde invisible clairement en action dans notre existence, mais qu'on arrive difficilement à détecter par les technologies ? Les technologies peuvent-elles nous aider à réfléchir ou à tenter de comprendre une certaine dimension de ce

¹Letourneau, description-3-9-30.pdf, 2019, Montréal, § 2.

²John Gribbin (1946) est un scientifique britannique. Il est l'auteur du livre *Le chat de Schrödinger*, Paris, Flammarion, 2009. Astrophysicien, il a rédigé un grand nombre d'articles sur la physique quantique comme « Simplicité profonde : le chaos, la complexité et l'émergence de la vie ».

monde occulte et surtout, notre relation avec l'électrique, l'énergie invisible et indicible difficilement inconcevable du monde quantique ? La performance 3 9 30 se construit autour de ces questionnements »¹.

Pour ce projet, se basant sur la synchronicité, Letourneau a choisi de ne rien concevoir en avance et de laisser les idées et les « matériaux » venir à lui naturellement. De retour dans la ville de Québec, l'artiste trouve dans la rue des morceaux de polystyrène très compacts, puis il récupère de la matière radioactive (américium 241) dans un détecteur de fumée grâce à l'aide de François Royer, son collaborateur électronicien. Le polystyrène servant de contenant efficace contre les radiations de la capsule radioactive d'américium 241, Letourneau décide d'utiliser ce système radioactif pour son projet de performance. Lors d'une des visites chez l'électronicien F. Royer, il rencontre la responsable de l'accélérateur de particules de l'université Laval à Québec et spécialiste de physique quantique, Marilyne Côté et son chien Tabé. C'est ainsi que, après de longues heures d'échanges sur la physique quantique et l'art contemporain, Letourneau propose à Marilyne Côté de collaborer sur le projet. L'artiste explique son idée :

« Je me suis alors dit qu'il serait intéressant de remettre en espace les éléments de l'allégorie de Schrödinger du chat dans la boîte, mais en travaillant avec ce chien. Je voulais aussi faire écho au parallèle que fait John Gribbin entre l'allégorie du chat de Schrödinger et sa description des électrons qui traversent ou non une feuille de métal, au gré de leurs trajectoires entièrement générées par le hasard, sans jamais qu'on ne puisse prévoir si elles allaient ou non la traverser »².

L'artiste a pu visiter le pavillon de la Faculté des sciences où est logé l'accélérateur de particules de l'Université en compagnie la responsable de l'outil et son chien. Ensemble, ils ont fait différentes vidéos du chien en ballade dans l'accélérateur et ses canons à électrons fonctionnant dans un mode sans aucun danger pour les êtres vivants.

Le dispositif de la Performance 3 9 30 (fig. 21 et 22, p. 15) était composé de deux cages en métal d'environ 1 mètre de hauteur sur 80 centimètres de largeur et de profondeur avec des barreaux. Ces deux volumes, placés à une distance de deux mètres, ont eu comme hôte le performeur Letourneau dans le premier et sa capsule radioactive et le chien Tobé, dans le second. La performance consistait, pour l'artiste, à balancer des biscuits pour chien dans la cage de Tobé tout en évitant de se faire irradier par l'américium 241. En réalité, la zone de radiation était d'environ 2 centimètres autour de la capsule, ce qui est faible et sans danger pour les

¹Letourneau, description-3-9-30.pdf, 2019, Montréal, § 7, p. 4

²*Id. ibid.*, § 11, p. 6

spectateurs, mais cet espace reste dangereux pour le performeur, surtout quand ses mouvements sont limités du fait de l'étroitesse de la cage. Après avoir nourri le chien et averti l'assistance de la dangerosité de la capsule d'américium 241, Letourneau est sorti de sa prison et a traversé la salle avec la matière radioactive. L'artiste définit sa performance ainsi :

« Je qualifie de géotransgressif le fait d'apporter de la substance radioactive dans cet espace, car on n'annonce habituellement pas publiquement que nous allons manier une telle substance dans l'espace public, et par conséquent, en restreignant l'espace sécuritaire. J'avais alors informé le public que la performance durerait 460 ans, soit la durée de la demi-vie des isotopes émis par la substance. Je désirais ainsi déplacer le focus de la performance habituellement concentré sur le corps du performeur (entraînant parfois sa fétichisation), vers une substance, l'américium 241, ayant son mode de vie propre. 3 9 30 représente un art qui existe potentiellement sans spectateur puisque l'ensemble de la performance est intangible pour un être humain »¹.

La réception de la performance fut mitigée, la grande majorité des spectateurs n'ayant pas vraiment compris le propos de l'artiste sur l'impossibilité de saisir toute la complexité du réel à l'image de ce qui se passe dans la boîte de Schrödinger. Il y eut bien une critique officielle, mais celle-ci se trompa également sur l'objectif de l'action en expliquant que l'artiste faisait partie des activistes défendant la cause animale. Finalement, c'est une dizaine d'années plus tard que des artistes ont confié au performeur canadien leur vif intérêt et leur trouble devant la performance 3 9 30.

Cette première action avec un animal a inspiré à l'artiste d'autres performances mettant généralement en jeu des chiens, en particulier ceux de l'artiste. Letourneau rappelle que les enjeux actuels des performances avec les animaux ont totalement changé. Performer de nos jours avec des animaux peut être perçu comme une volonté d'instrumentaliser l'animal. C'est encore le rapport problématique que nous entretenons avec la nature qui est critiqué ou bien mis en avant. L'action 3 9 30 est évidemment à placer dans le groupe de performances mettant en avant la dimension de partenaire de l'animal. C'est pleinement conscient que l'artiste confie qu'une telle performance avec un animal dans une cage aurait créé un scandale de nos jours.

Helge Meyer dans son article « Les animaux et la performance »², développe le propos de l'artiste canadien. Dans la relation entre l'homme et l'animal, il existe bien des territoires communs où la rencontre et l'admiration peuvent s'établir. Par contre, certains espaces demeurent bien séparés lorsqu'il s'agit d'animaux dit sauvages. Dans le cadre de l'art

¹Letourneau, description-3-9-30.pdf, 2019, Montréal, § 15-16, p. 8

²H. Meyer, *Les animaux dans la performance*, Un article de la revue *Inter*, Numéro 113, Hiver 2013, p. 6–11, *Animalité*.

performance, l'imprévisibilité du comportement de l'animal est certainement le plus grand écueil. Dans sa volonté d'aboutir à un certain résultat, les artistes laissent peu de place à l'animal et à ses désirs. Cette volonté d'encadrements des actions de l'animal produit au bout du compte une domination et un contrôle transformant l'animal en chose ou en objet. Les exemples de performances où l'animal est en dialogue avec l'humain sont nombreux et largement connus, comme celles de Joseph Beuys expliquant l'art à un lièvre mort ou partant à la rencontre chamanique d'un coyote d'Amérique. D'autres sont encore plus problématiques comme celle de l'actionniste viennois Hermann Nitsch¹ qui organise, depuis 1971, ses *Orgien-Mysterien-Spiele* durant lesquels des animaux sont sacrifiés dans des actions où les corps humains, le sang et les cadavres d'animaux, la musique liturgique et des rituels créent une forme d'art total. Il est clair qu'ici, l'animal est utilisé comme un simple matériau. Certaines performances, au contraire, cherchent à créer une véritable relation : l'animal est considéré comme un partenaire. Meyer prend l'exemple de l'artiste Boris Nieslony² qui travaille avec des oiseaux avec lesquels il partage des lectures philosophiques et qu'il considère avec respect en s'opposant à la vision machinique de Descartes. Rose Finn-Kelcey³ a pour objectif de développer la dimension expressive de ses œuvres. Avec l'action *One for Sorrow, Two for Joy*, réalisée en 1976, la performeuse reste deux soirs avec une pie vivante. Elle cherche à établir une communication avec le volatile en lui donnant de la nourriture et en s'identifiant à elle.

b) Trans-mysticisme quantique

André Eric Letourneau a très tôt porté son intérêt sur l'art radiophonique et par voie de conséquence sur les principes scientifiques de la radioactivité. Dès 1996, il débute ses recherches à l'Académie des Beaux-Arts des Pays Bas et réalise la performance *Buisson ardent* durant laquelle il enterre une pièce de monnaie irradiée sur un site archéologique du Québec. Partant du fait que la matière est composée d'atomes et d'électrons, il en conclut que le vivant, et l'humain en particulier, peut être considéré comme un être électronique. Ses réflexions sur la dimension électronique du vivant, sur la physique quantique, sur la radioactivité, le poussent à s'interroger sur la nature des relations entre le corps et le monde quantique, à découvrir

¹Hermann Nitsch (1938) est un performeur autrichien. Il est l'un des fondateurs de l'actionnisme viennois, qui fut actif entre 1960 et 1971. Son concept *Orgien Mysterien Theater* est connu pour la violence et sa dimension outrageante envers le corps humain et animal.

²Boris Nieslony (1945) est un performeur allemand. Il est membre fondateur du groupe de performance Black Market International.

³Rose Finn-Kelcey (1945-2014) est une performeuse et artiste contemporaine britannique. Connue pour ses performances, elle a également développé un travail d'installation et de photographie d'une grande force.

comment le vivant interagit et coexiste avec le monde de la modulation invisible. Se basant sur le fait que la physique quantique pose de nombreuses interrogations comme la dualité onde / corpuscule, l'amplitude de la probabilité, l'intrication et la superposition quantique ou encore la difficulté de déterminer la position d'une particule, de nombreux scientifiques fondent des interprétations métaphysiques. L'une des personnalités les plus connues est le physicien Fritjof Capra¹, dont le livre *Le Tao de la Physique*², qui traite d'une exploration des parallèles entre la physique moderne et le mysticisme oriental, publié en 1979, a conduit Letourneau à découvrir le mysticisme quantique (il pratique le bouddhisme Zen Soto depuis 1990 jusqu'à nos jours). Fritjof Capra est un scientifique né en Autriche et naturalisé états-unien. Il semble l'initiateur du courant métaphysique et pseudo-scientifique qui, à partir des théories de la mécanique quantique, à chercher à établir des convergences entre l'intelligence, la conscience et un certain nombre de philosophies orientales. D'autres scientifiques en ont développé les idées : ainsi Sal Restivo³ dont le livre *The social relations of Physics, Mysticism and Mathematics*⁴ donne le nom de « parallélisme » au mysticisme quantique. La position du mysticisme quantique consiste en une vision panthéiste de l'univers, c'est-à-dire où Dieu est tout ; il est l'intégralité du monde. Ce courant mystique a pour argument que l'acte d'observation modifierait la réalité observée. Cette influence de l'observateur sur l'observé indiquerait une sorte de lien entre les deux. C'est ce lien qui serait de nature particulière. Pour une grande partie de la communauté scientifique, le mysticisme quantique est basé sur des interprétations approximatives ou erronées des théories quantiques.

Letourneau s'interroge sur l'équivalence entre la matière, l'énergie et l'information. Un système est décrit par ses éléments, c'est-à-dire les matériaux, l'énergie et l'information, ou les flux qu'il échange avec le milieu extérieur. La première loi de la thermodynamique, l'homéostasie, postule qu'un système cherche à maintenir un état de stabilité. Dans un système comme notre galaxie par exemple, l'énergie est la matière et l'information. C'est par nos sens que nous percevons les déplacements et transformations de ce système aux quatre dimensions spatio-temporelles. L'énergie est ce qui anime et maintient la cohésion de la matière constituée de molécules, d'atomes, d'électrons et de particules. Les forces de gravitation et d'attraction sont des vecteurs ; ce qui signifie qu'elles ont une direction, un sens et une valeur. Ce sont ces

¹Fritjof Capra (1939) est un physicien états-unien d'origine autrichienne.

²Fritjof Capra, *Le Tao de la Physique, une exploration des parallèles entre la physique moderne et le mysticisme oriental*, Tchou, 1979.

³Sal Restivo (1940) est un sociologue états-unien. Ses recherches concernent la robotique et l'anthropologie du cerveau.

⁴Sal Restivo, *The social relations of Physics, Mysticism and Mathematics*, New York, Springer, 1983.

forces qui régissent la matière et elles s'expriment en Newton. L'énergie est définie comme étant la capacité à produire un travail : l'énergie produit, soit du mouvement, soit des phénomènes comme de la lumière, de la chaleur ou de l'électricité. L'équation formulant l'énergie est $e = F.d$ ou F est la Force en Newton et d est la distance en mètre. Une valeur proche lorsque l'on parle d'énergie, est la puissance. Elle correspond à la quantité d'énergie par unité de temps que fournit un système à un autre. La puissance est un débit d'énergie et s'exprime en Watt. Ses expressions sont $W = F.V$ ou F est une Force et V une vitesse, ce qui correspond avec les unités représentant la force et la vitesse : $W = N.m/s$. L'énergie peut donc être de différentes natures : thermique, mécanique, électrique, chimique, cinétique, nucléaire ou rayonnante. Nous avons de nombreux exemples de conversion de la matière en énergie, tandis qu'il est plus difficile de trouver la transformation de l'énergie en matière. Les exemples de conversion énergie/ matière les plus importants sont la photosynthèse pour le cycle de la vie, et la naissance de l'univers lors du Big Bang avec l'apparition de la matière moins de 10 secondes après celui-ci. Einstein en posant l'équation $e = m.c^2$ nous indique que, parfois, dans des circonstances particulières, l'énergie est équivalente à la masse, multipliée par le carré de la constante C correspondant à la vitesse de la lumière dans le vide, tandis que la masse est une valeur indiquant la quantité de matière dans un corps (indépendamment de l'endroit où il se situe). Il semble aussi possible que des phénomènes astrophysiques comme les supernovas produisent de la matière à partir d'énergie. Une certitude est que, depuis environ un siècle, la recherche avait prédit l'existence de particules élémentaires plus petites que l'atome et sans masse. Les scientifiques avaient postulé que l'énergie se transforme en matière lorsque deux photons gamma (de la lumière) rentrent en collision avec une énergie suffisante. Ils produisent alors un électron et un positon qui est l'antiparticule de l'électron. Cela avait été théorisé en 1934 par Heisenberg et Euler¹ et démontré de manière empirique en 2017 grâce à l'expérience Atlas, au Cern. Avec ces expériences, les théories de la physique quantique ont pu démontrer leur validité. C'est par le jeu de leurs interactions, laissant des traces produisant de nouvelles particules qu'il est possible de prouver leur existence. D'ailleurs la métaphore du chat dans la boîte de Schrödinger fait partie des moyens afin de mieux comprendre la nature très étonnante de ces entités physiques sans masse.

Les théories systémiques de W. B. Cannon et L. V. Bertalanffy, proposent qu'un atome, une molécule, une cellule, un corps, une voiture ou une entreprise peuvent être considérés

¹ Heisenberg et Euler, « Les deux chercheurs ont alors suggéré que, par des effets non linéaires, deux photons pouvaient interagir. », <https://www.pourlascience.fr/sd/physique-particules/linteraction-photon-photon-observee-au-lhc-12681.php>

comme un système. Il existe deux paramètres fondamentaux dans un système : le premier est la dimension des interactions au sein de celui-ci et avec l'extérieur, le second est caractérisé par la notion d'émergence. Les propriétés d'un système dépendent de l'agencement de ses éléments. C'est ce que décrivent le théoricien Manuel de Landa et l'artiste Timur Si-Qin dans leur définition de la matérialité comme étant des tendances et des capacités qu'un objet ou une idée peut avoir. Ils proposent ainsi d'étendre le concept de matérialité à des objets immatériels. Ce sont les interactions internes et externes qui vont définir les propriétés d'une matière, d'un système. Tous les systèmes s'organisent, soit de façon modulaire (comme les molécules), soit de manière hiérarchique (le corps humain). Cette organisation peut aboutir à une structure comme c'est le cas d'un cristal ou à la production d'énergie comme le font les mitochondries dans une cellule ou un moteur dans un véhicule. Dans leurs théories de l'information, les savants Claude Shannon et Norbert Wiener, ont d'abord concentré leurs réflexions sur la mise en place de la science de la communication et la cybernétique. Les applications ont produit l'informatique, les calculateurs, les ordinateurs, les réseaux et internet. Les sciences informatiques et cybernétiques ont largement été inspirés par le vivant, plus précisément par la biologie et la génétique. De la biologie nous savons que l'ensemble des informations concernant un être vivant est concentré dans le chromosome et que c'est par le biais de l'ADN que le code génétique peut être transmis d'une génération à l'autre. L'information est codée sous forme de suite de molécules. Les quatre nucléotides, c'est-à-dire l'adénosine, la cytidine, la guanosine et la thymidine, ne se combinent que par deux, l'adénine/thymine, et l'appariement cytidine/guanosine. Ce qui correspond à 256 possibilités combinatoires. En informatique la base la plus courante est celle du binaire 0 ou 1, mais pour les langages évolués faisant la liaison entre la machine et l'humain, il est plus simple d'utiliser un tableau à 4 valeurs. Celle-ci donnant également 256 possibilités : comme à ses débuts avec les automates cellulaires de John Von Neumann, le numérique s'inspire toujours du vivant. Concernant la structure de l'information il existe également un certain nombre de similitudes. Ainsi, en biologie, l'information est composée d'une matière structurée en séquences. Les séquences ont un début, un milieu et une fin. Le début ou amorce est constitué d'un brin d'ADN, composé d'une vingtaine de nucléotides qui ont pour vocation de s'hybrider avec une autre séquence complémentaire. Le milieu correspond donc à la séquence ADN. La fin est marquée par les didésoxynucléotides chargés d'interrompre la création de l'ADN. En informatique, dans la théorie de Claude Shannon, la communication et l'information sont identiques et un message est organisé de manière suivante : il y a d'abord une source du message (humain ou machine), un émetteur qui transforme ou encode le signal, un canal de transmission, un récepteur et au final le second communicant.

Nous pouvons faire la comparaison suivante en donnant à la cellule le rôle de la source S, au chromosome le rôle de l'émetteur, à l'ADN d'être le canal de transmission et à l'ARN d'être le récepteur permettant le décodage de l'information génétique. Échange de molécules ou d'électron, le binaire se traduit physiquement par des échanges d'électrons, que cela soit dans un système organique ou électronique et l'information n'est pas visible à nos yeux. Elle a différentes modalités : elle existe d'abord au niveau de la source. Ainsi cela peut être un fichier dans un ordinateur ou une idée dans la conscience de quelqu'un. C'est ensuite un émetteur qui transforme cette information en code ; puis le canal de transmission ou support ; enfin le récepteur décode l'information. L'information est donc soit un phénomène, soit un émetteur ou récepteur, soit un support. Pouvons-nous faire un parallèle avec la sémiotique Piercienne ? Où *l'objet* serait l'information/phénomène même, *l'interprétant* serait le code et le support le *signe* ou représentamen ? Ce qui est sûr, c'est que l'information a un support qui peut être biologique ou informatique, sensoriel ou émotionnel.

Dans la réflexion générale concernant la possible équivalence entre la matière, l'énergie et l'information, ce qui demeure le plus problématique à établir, c'est le rapport entre énergie et information. Dans quel cas l'énergie se transforme-t-elle en information ?

Tom Stonier¹, dans son livre *Information and the Internal Structure of the Universe : Exploration into Information Physics*², paru en 1990, s'appuie sur les théories évolutionnistes de Pierre Teilhard de Chardin³. Le philosophe allemand décrit une évolution dans laquelle le monde aurait pris naissance lors du Big Bang à travers une soupe énergétique originelle et se transformerait vers ce qu'il théorise comme le point Oméga, c'est-à-dire, une information pure. Stonier considère le monde actuel comme étant à la recherche d'un équilibre entre matière, énergie et information. Il catégorise deux types d'informations, la première est une information « cinétique », se manifestant dans les traitements ou les échanges d'informations, comme lors d'un enseignement entre maître et élève, ou le téléchargement de données ; la seconde est une information potentielle de celles qui sont stockées dans une chaîne ARN ou dans une œuvre d'art.

Par contre, la transformation de l'information en énergie semble possible, comme dans la théorie de l'acte d'image de Horst Bredekamp. Pour le théoricien, les images ne sont

¹Tom Stonier (1927-1999) est un biologiste et philosophe allemand. Ses travaux portent sur la relation entre l'information et l'évolution.

²Tom Stonier, *Information and the Internal Structure of the Universe: Exploration into Information Physics*, New York, Springer, 1990.

³Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955) est un chercheur et prêtre jésuite français. Il est l'auteur du livre *Le phénomène humain*, Paris, Le Seuil, 1970.

qu'illustratives car ce qu'elles nous montrent est construit par elles. L'image et l'acte d'images produisent de l'émotion ou une opinion, qui mobilisent le regardeur.

Ce qui a également fasciné Letourneau dans la physique, ce sont les travaux sur les ondes et les corpuscules. Ces recherches démontrent que la matière pourrait se résumer à être une concentration d'énergies dans un petit volume. Dans la théorie onde/corpuscule, l'un peut se transformer en l'autre et vice versa, ou plus exactement il y a des conditions où le phénomène est décrit comme une onde (une énergie) et dans d'autres cas, comme un corpuscule (une matière).

Partant de ce paradoxe sur la nature des choses, Suely Rolnik propose une théorie que nous avons vu plus en détail précédemment. Pour l'auteure, il existe deux modalités de connaissance du monde. La première consiste à percevoir celui-ci comme une forme grâce à la rationalité. La seconde consiste à percevoir celui-ci comme un champ de force ou une énergie, par le biais de la sensation interne et corporelle. Rolnik développe une recherche sur la dimension vibratoire du monde qui correspond à la seconde modalité de connaissance par la sensation.

B) La boucle d'auto-rétroaction énergétique et symbolique dans *Las plantas autofotosintéticas* 2013-2016 de Gilberto Esperza

1) Art et science

a) Les « machines humides » ou le wetware

Le critique d'art Jens Hauser fait le constat, qu'avec la rencontre entre la biologie de synthèse et les technologies liées au vivant, la notion de vie artificielle, qui est largement développée dans le cadre de la simulation informatique, de la robotique, du software et du hardware, a tendance à se déplacer vers la notion de wetware. Le hardware fait référence à la matérialité de l'ordinateur, c'est-à-dire, les composants électroniques, les cartes mères ou graphiques, les disques durs ou les alimentations ; tandis que le software renvoie aux logiciels et à la programmation informatique. Dans l'idée de vie artificielle et surtout dans l'espace de la robotique, un parallèle est établi entre le software et la pensée alors que le hardware correspond au corps. L'auteur remarque que les technologies informatiques sont en train d'atteindre un nouveau niveau d'intégration grâce aux « machines humides » mises au point récemment. En étudiant l'agentivité - c'est-à-dire leur capacité à agir sur le monde, à le modifier ou à

l'influencer - des organismes unicellulaires ainsi que celle des organismes dont la complexité est supérieure comme le phytoplancton et les extrémophiles, nous découvrons des formes de vies se situant à la limite de nos connaissances et de nos visions de ce qu'est le vivant. Certains de ces organismes, comme l'éponge productrice de silicium, sont étudiés pour leur agentivité exceptionnelle dans le cadre des technologies bio-inspirées. Pour l'auteur, les notions d'art, d'agentivité et d'animation, prennent une nouvelle signification avec le concept de wetware.

L'exposition « Art, Agency and Animation », organisée par le commissaire d'exposition Jens Hauser au Beall Center For Art+ Technology de l'Université de Californie, en 2016, est considérée par son organisateur comme une reprise de l'exposition « Software » de Jack Burnham¹ en 1970. « Software » démontra l'attrait qu'a l'art contemporain pour l'écologie, les systèmes, la critique de la dichotomie nature / artificiel, ainsi que pour les processus au détriment de la production d'objets. Nos interrogations sur le vivant et nos recherches pour mieux le comprendre, par le biais des arts, des sciences et de la philosophie nous amènent à poser la question : qu'est-ce-que la vie ? Que cette dernière soit organique ou artificielle. De ces questions ont découlées des objets, des machines synthétiques grâce aux différentes techniques mises au point à travers les siècles. Il s'agit, entre autres, de la mécanique, l'électronique, l'informatique, la biologie de synthèse. Le physicien Richard Feynman² dit : « ce que je ne peux pas créer, je ne le comprends pas ». Ainsi, pour nombre de scientifiques, la création d'objets ou de modèles de synthèse est le but ultime du savoir. C'est le romancier Bio punk, Rudy Rucker, qui utilise le premier, le terme Wetware en 1988, comme titre de son roman éponyme. Wetware met en scène des créatures hybrides entre organique et synthétique, nommées les Meatbops, elles-mêmes conçues par des robots. Hauser dit que par rapport aux machines mécaniques, électroniques ou informatiques, le mystère demeure quant au fonctionnement réel des machines « humides » ou de « chair » :

« Le concept de wetware signifie dès lors “protocoles et dispositifs utilisés en biologie moléculaire et en biologie de synthèse”. Il englobe la compréhension biologique des systèmes théoriques de la vie et estompe les frontières entre organismes et machines. Il peut décrire des entités techniques équivalentes au hardware et au software implémentés dans des systèmes et organismes vivants, y compris le système nerveux et l'esprit, remplaçant tout type de traitement de l'information nécessaire aux systèmes biologiques »³.

¹Jack Wesley Burnham (1931-2019) est un écrivain états-unien. Il est à l'origine de l'émergence de l'art cybernétique vers les années 1960.

²Richard Phillip Feynman (1918-1988) est un scientifique états-unien. Ses travaux sur l'électrodynamique quantique ont fait de lui l'un des chercheurs les plus importants de la seconde moitié du XX^e siècle.

³Jens Hauser, « Art et agentivité à l'heure du wetware », Revue *Stream* 4, Paris, 2017, p. 252 § 1.

Jens Hauser constate que l'histoire de l'art est également constituée de moments d'hybridations et d'inventions de nouveaux médias et de nouveaux processus. L'actuel dépassement de la question de la représentation au profit de la mise en scène du vivant et aussi de la vivification de l'œuvre d'art, fait partie des constats artistiques de ce XXI^e siècle. La question de l'œuvre d'art comme organisme vivant a été posée par des artistes comme Louis Bec, mais bien avant lui le théoricien Waetzoldt Wilhelm¹. Après avoir été représenté par la peinture ou la sculpture, puis simulé par le biais des automates ou de la robotique, l'art en est arrivé à manipuler les êtres ou les systèmes vivants, par l'entremise des biotechnologies. L'artiste et théoricien Simon Penny, après avoir vu les recherches sur la simulation informatique de la vie, pose en 1995 la question : « Pourquoi voulons-nous que nos machines paraissent vivantes ? »². Pour Penny, il s'agit du processus de mimésis qui pousse les êtres humains à imiter la nature, reproduire ses propres comportements et effacer les frontières entre l'inanimé et l'animé, entre l'homme et la machine. L'auteur cite le manifeste de Christopher Langton qui explique :

« La vie artificielle est l'étude des systèmes créés par l'homme qui présentent des comportements caractéristiques des systèmes vivants naturels. Elle complète la biologie et les sciences du vivant traditionnelles, portant sur l'analyse des organismes vivants, en tentant de synthétiser des comportements ressemblant à la vie via des ordinateurs et autres médias artificiels »³.

Langton part du principe que s'il était possible de créer une vie de synthèse à partir des connaissances sur les machines, il était également possible de créer une vie organique artificielle grâce à la biologie de synthèse. En cherchant à sortir du laboratoire et de la biologie, Langton a poussé un bon nombre d'artistes à explorer la dimension informatique et électronique des recherches sur le vivant. Les plasticiens contemporains ont donc majoritairement créé avec ce type de médias. C'est ainsi que l'art robotique, les installations interactives et les écosystèmes virtuels ont largement eu leur préférence grâce à leur capacité à séduire les spectateurs, tout cela au détriment du Bio art.

De nos jours, l'art s'intéresse aux systèmes hybrides et semi-vivants, remarque Jens Hauser. Les créations interrogeant les oppositions vivant / non vivant, vie synthétique / vie organique, sont particulièrement suivies. Le philosophe Marc A. Bedau considère que les recherches portant sur des cellules artificielles capables de produire des carburants ou de

¹Waetzoldt Wilhelm (1880-1945) est un historien de l'art allemand. Professeur d'histoire de l'art à Halle, il fut également directeur général des musées nationaux à Berlin.

²Simon Penny, dans « Art et agentivité à l'heure du wetware », <https://www.pca-stream.com/fr/articles/jens-hauser-art-et-agentivite-wetware-107>

³Citer par Jens Hauser, « Art et agentivité à l'heure du wetware », Revue *Stram* 4, Paris, 2017, p. 252 § 3.

nettoyer l'environnement sont des cas de vie artificielle « humide ». Bedau propose, dans un article nommé « What is life », que :

« La vie artificielle *soft* a créé des systèmes de *software* étonnamment proches de la vie, au point de paraître véritablement vivants pour certains, tandis que d'autres continuent à soutenir qu'il est ridicule de penser qu'une simulation par ordinateur puisse être littéralement vivante »¹.

Marc Bedau met sérieusement en doute l'idée que la vie artificielle puisse apparaître *in silico*, c'est-à-dire dans le silicium des machines électroniques, dans les calculs de celles-ci. Par contre, il avance l'idée que la vie artificielle, apparaissant dans les laboratoires de biologie moléculaire ou de synthèse, est plus plausible.

Jens Hauser signale que, dans le cadre de la biologie de synthèse, il n'y a plus d'opposition à l'utilisation et à la simulation de matière organique. Ce type de biologie vise à créer des « machines vivantes » ex nihilo. En utilisant des modifications de l'information génétique et en les implantant dans des cellules étrangères, il est possible de créer des organismes génétiquement modifiés. Actuellement la recherche biologique a réussi à recréer les premiers stades de la vie grâce à de l'inerte. La xénobiologie invente des organismes artificiels qui n'ont pas d'équivalents dans la nature. Il n'y a plus d'opposition entre la simulation et la création d'organismes par les artistes du courant *Artificial life Art*. Il est évident que l'utilisation des laboratoires facilite leur démarche en leur permettant de se rapprocher du vivant. L'auteur note que la biologie de type *Do It Yourself* s'est développée grâce à la possibilité d'accéder au matériel de laboratoire de biologie. Un nombre plus important d'artistes, de bricoleurs, peuvent explorer les biotechnologies et créer des *wetcorners*, sortes de laboratoires amateurs à la jonction du software, du hardware et du wetware. Ces espaces sont parfois intégrés dans des Hackers Spaces ou des espaces collaboratifs à l'image des Fablabs.

L'exposition « Wetware » est le résultat d'une résidence d'artistes sur le thème. Elle a pour but de montrer comment des artistes, grâce à des technologies convergentes, repoussent les limites de leurs pratiques. C'est par la réalisation de machines vivantes que les artistes ont pu faire œuvre. Ils ont ainsi détourné les outils et processus à des fins expérimentales pour questionner les problématiques des sciences de la nature. L'exposition rassemble des démarches artistiques remettant en cause l'anthropocentrisme des visions sur la vie artificielle organique, et ce que cette vision produit comme conséquences. La manifestation artistique vise à réinterroger les concepts d'art en sortant du symbolisme et en l'intégrant dans la réflexion sur

¹Bedau, Mark A., « What is Life ? » in Sarkar, Sahotra and Plutynski, Anya (ed.), *A Companion to the Philosophy of Biology*, New York, 2007, p. 455.

les technosciences. L'exposition explore la notion d'agentivité, qui est la capacité à agir sur le monde, en la redistribuant au non humain et aux dispositifs expérimentaux. Le concept d'animation est également revu dans l'événement « Wetware » et reprend son sens premier qui concerne le vivant en désignant ce qui est animé en opposition avec ce qui est inerte.

Dans un futur proche, l'auteur prédit une banalisation des dispositifs de type wetware. L'anthropologue Stefan Helmreich se pose la question : « qu'est-ce qu'était la vie ? » Il pense qu'il est possible, grâce aux zones qu'il qualifie de « biologies limites », de construire une histoire de l'émergence de la vie. L'art issu du wetware, interroge la définition de la vie, ses lieux d'émergence et les rapports entre synthétique et organique. Parmi les artistes de l'exposition « Wetware », il y a le mexicain Gilberto Esparza. Nous découvrirons *Las plantas autofotosintéticas* dans une des parties à venir. Hauser explique que le créateur latino-américain renverse le sens de la relation vivant / artificiel en intégrant la mécanique, l'électronique et l'informatique en direction de l'organique. Esparza propose aux visiteurs de l'exposition des chenilles géantes mécatroniques suspendues à des câbles téléphoniques, des « multipeds » robotiques dépolluant la ville de nos déchets urbains. Un autre de ses dispositifs appelé *BioSoNot*, permet d'entendre le bruit que font des bactéries lorsqu'elles dépolluent l'eau usée connue dans une pile microbienne. Des bactéries utilisées pour décontaminer des lieux de métaux toxiques sont utilisées par Adam Brown dans son œuvre *The Great Work of the Metal Lover*. Étrangereté, le résultat de ces réactions chimiques est la production d'or par ces bactéries ! Finalement les œuvres de Gilberto Esparza et de Adam Brown ont plutôt un intérêt écologique et ne sont point des modèles de simulation de la cognition comme le fut toute la génération des œuvres précédentes cherchant à imiter le vivant. Un autre artiste de l'événement, Orkan Telhan, cherche à reproduire l'odeur et le goût d'une variété de bananes (la Cavendish) dans des capsules semi-vivantes. Il produit ces encapsulations grâce à son laboratoire qu'il a nommé Microbial Design Studio. Plus loin, dans l'espace scénographique, est montrée une installation portant le nom de *Luminiferous Drift*, conçue par les artistes Evelina Domnitch et Dmitry Gelfand. Cette œuvre montre une modélisation des mouvements du phytoplancton par le biais de formes de vies artificielles. L'installation nous permet de mieux saisir la fragilité de nos écosystèmes. Là-dessus, le commissaire d'exposition dit que chaque « biologie limite » entraîne une autre, dans une interaction d'acteurs non humains, réalisant le spectacle éblouissant de ce que l'on pourrait appeler la *microperformativité*¹.

¹Jens Hauser, « Art et agentivité à l'heure du wetware », Revue *Stram 4*, Paris, 2017, p. 252 § 3

Pancreas est une œuvre biotechnologique où des bactéries artificielles sont au centre de la sculpture réalisée par Thomas Feuerstein. Ce dernier alimente des cellules neuro-gliales d'un cerveau humain, avec une solution de glucose. Ce glucose est produit par des bactéries artificielles se nourrissant de cellulose provenant des pages du livre de Hegel, *La phénoménologie de l'esprit*, découpé en petit morceau. Œuvre entre spiritualisme et métabolisme, le commissaire d'exposition explique que Feuerstein fait référence à une autre définition du *wetware* :

« Par rapport au hardware et au software, le wetware est un composant légèrement dysfonctionnel, une source d'erreurs, [et] peut être nettement inférieur, même si certains de ses aspects intérieurs sont – toujours – inatteignables par le hardware et le software »¹.

Anna Dumitriu a une démarche qui se concentre sur la relation entre la modélisation et la représentation de l'acide aminé. L'artiste questionne également la métaphore dans le langage biologique. Cette métaphore prend pour sujet l'image selon laquelle : « toutes les formes de vie organiques sont faites d'acides aminés formant un collier de perles »². Dans l'œuvre *Engineered Antibody*, les 21 acides aminés d'un anticorps forment un vrai collier à l'échelle humaine. Ici, il y a présentation d'un objet et en même temps sa représentation : objet et signe sont identiques. Dumitriu avec l'œuvre *Necklace*, réutilise la métaphore du collier mais, cette fois-ci, avec une séquence ADN artificielle. Cette séquence est assimilée à un collier que l'artiste va ensuite placer dans une bactérie. Ces œuvres et la métaphore du collier ne sont pas sans rappeler les travaux d'Omar Estrada à partir d'une séquence ADN TpoX, produisant au final soit un bracelet santéria (qui aurait pu être un collier aussi), soit une séquence musicale.

b) Des machines symboliques et énergétiques

Juan Gilberto Esparza Gonzalez est né en 1975 dans la ville de Aguascalientes à Mexico. Il réside actuellement dans la ville de San Miguel de Allende dans l'Etat du Guanajuato. L'artiste utilise les techniques de l'électronique et de la robotique pour étudier les impacts de la technologie dans la vie quotidienne, les relations sociales, l'environnement et sur la structure urbaine. Sa démarche artistique va dans plusieurs directions. La première concerne les techniques impliquant le recyclage des déchets électroniques de notre société de consommation.

¹Winthrop-Young, Geoffrey: Hardware/Software/Wetware in Mitchell, W.J.T. and Hansen, Mark B. N. (ed.), *Critical Terms for Media Studies*, Chicago/Londres, 2010, p. 191.

²Jens Hauser, « Art et agentivité à l'heure du wetware », *Revue Stram* 4, Paris, 2017, p. 257 § 2.

La seconde rassemble les expériences de biotechnologie. La dernière regroupe des projets de recherches sur les énergies alternatives.

Gilberto Esparza a étudié à l'Ecole des Beaux-Arts de l'Université de l'Etat de Guanajuato, situé au centre du Mexique. Pendant ses études, il a passé un an d'échanges à la Faculté des Beaux-Arts de San Carlos à Valence, en Espagne. L'artiste a débuté ses études en 1996 et a obtenu son diplôme des Beaux-Arts en 2003.

Comme d'autres artistes du domaine de la rencontre entre art et sciences, il a collaboré avec de nombreux centres de recherches. Ainsi, en 2010, pour son projet *Las Plantas Nomadas* (fig. 25, P. 17), c'est avec Carlos Godínez du Groupe de Recherche en Chimie et Génie des Procédés, qui est basé à l'Université de Cartagena, en Espagne, que le plasticien a coopéré. Esparza a également travaillé avec le Centre National Mexicain de la Recherche (CINVESTAV) dans le laboratoire de Mécatronique à cette période. Peu après, c'est à l'Institut de Neurobiologie (INB) du Campus Juriquilla de l'Université Nationale Autonome du Mexique (UNAM) et à l'Institut Guanajuato de l'Université Nationale Polytechnique basé dans l'état de Salamanque en Espagne, qu'Esparza a poursuivi ses travaux sur la mise au point d'une pile à combustible microbienne adaptée à ses recherches.

Esparza a participé à de nombreuses expositions individuelles et collectives. Les pays ayant reçu ses créations sont le Mexique, les États-Unis, le Canada, le Brésil, la Colombie, le Pérou, l'Equateur, l'Argentine, l'Espagne, la Hollande, la Belgique, la Slovénie et le Qatar.

En 2015, il a remporté la statuette *Golden Nica*¹ du Prix Ars Electronica qui est, dans le domaine des arts électroniques et interactifs, de l'animation par ordinateur, de la culture numérique et de la musique, l'un des prix annuels les plus connus et les plus anciens. La même année, il est devenu membre du Système National des créateurs d'Art du Mexique après avoir reçu le prix *Hybrid Art*. En 2013, il reçoit la mention d'honneur au Prix Ars Electronica. En 2011, il est élu second au prix *Life 2013*, de la Fundación Telefónica basée en Espagne. Entre 2002 et 2011, il a reçu de nombreuses bourses et soutien du gouvernement mexicain : le programme BBVA Bancomer en 2010, la bourse aux jeunes créateurs en 2008 et 2007, le programme d'appui à la production et à la recherche en art et média en 2008 et 2006.

C'est le projet *Esculturas Virtuales* ou *Sculptures Virtuelles*, qui a bénéficié de la bourse du Fonds d'État pour la Culture et les Arts de Guanajuato, dans la catégorie Jeunes artistes en 2002. En 2004, Gilberto Esparza participe à l'exposition « Petites pièces, grands espaces » à la

¹Le Golden Nica est le prix le plus prestigieux. Il est attribué dans six catégories : Animation par ordinateur/effets visuels, Musiques numériques, Art interactif, Net Vision, Communautés numériques et le prix u19 du style libre en informatique. Chaque pris Golden Nica reçoit une somme de 10.000 €.

galerie Occurrence de Montréal et à l'exposition « Gilberto Esparza / Marcela Armas », organisée par la galerie Haus Der Kunst dans la ville de Guadalajara.

Marcela Armas¹ est une artiste mexicaine explorant également les relations entre art et science. Articulant des techniques, des processus de travail, sa démarche porte sur les relations de la société avec la matière, l'énergie, l'espace, le temps et la construction de l'histoire. Sa pratique actuelle est une recherche sur les propriétés magnétiques des minéraux. Dans ce cadre, il s'agit pour Armas d'évaluer leurs possibilités de stockage de l'information et aussi d'utiliser le son comme moyen d'interprétation et d'induction.

En 2005 Esparza fait partie du Festival Internacional de Artes Electrónicas y Video et de l'exposition « Imaginarios en tránsito : poética y tecnología, Transitio Mx », organisée dans la ville de Mexico. Il présente également ses œuvres durant l'exposition « Lo-Tech » à la galerie Haus Der Kunst la même année. C'est durant l'année 2007 que l'artiste a présenté la sculpture mobile *El trabajo embellece* au Festival Internacional de Artes Electrónicas Video Brasil de Sao Paulo. Dans cette sculpture, une ponceuse électrique se déclenche lorsqu'un visiteur s'approche d'elle, l'outil électrique décrit un cercle autour du point où elle est attachée par un câble, elle efface la phrase gravée au sol et peinte à l'encre noire : *El trabajo embellece*. La pièce *Le travail embellit*, qui fait référence de manière critique et sarcastique à une phrase célèbre de Karl Marx qu'a ensuite repris le poète cubain José Martí, a été commentée par la commissaire d'exposition, Karla Josso :

« Une ponceuse électrique qui s'active lorsque quelqu'un s'en approche. En s'approchant, on peut voir comment la phrase « Le travail embellit », sculptée à l'encre noire par l'artiste sur le plancher en bois, est progressivement dévastée par la ponceuse qui la recouvre lorsqu'elle est activée par la présence du visiteur »².

Toujours en 2007, Esparza a participé à l'exposition « Blip ! Robótica de reciclaje », à l'espace de la Fondation Telefónica, dans la ville de Lima au Pérou ; il y rencontre d'ailleurs l'artiste Ken Rinaldo. Les organisateurs de l'événement expliquent leurs objectifs :

« Alta Tecnología Andina et le centre Fundación Telefónica ont collaboré pour BLIP ! Recycling Robotics, un projet associant utilisation d'appareils électroniques et d'informations recyclées pour générer de nouveaux objets artistiques, hybrides choquants, déconcertants et amusants »³.

¹Marcela Armas (1976) est une artiste contemporaine mexicaine, née dans la ville de Durango. Ses créations sont majoritairement dans les domaines de l'art interactif et de la performance.

²Karla Jasso, « Una mirada impolítica para intensificar los lugares de relación » in *Le catalogue du Festival Internacional de Arte Electrónico y Video Transitio Mx.*, Mexico, 2008.

³<http://ata.org.pe/tag/fundacion-telefonica-del-peru/>

C'est à l'occasion de l'exposition « Blip ! Recyclage de Robots », que Gilberto Esparza présente ses *Parásitos Urbanos*. Les *Parasites Urbains* sont des insectes robotiques fabriqués avec des biens de consommation recyclés. Il en existe au moins trois espèces, celle que l'artiste nomme les *Dblt* ou *diablito* qui ont une forme parallélépipédique très géométrique et qui se déplacent sur les câbles électriques grâce à quatre crochets métalliques protégées du courant par des gaines en caoutchouc. Les *Dblt* font environ 60 cm de longueur et 20 cm si l'on ne compte pas les crochets. Ensuite il y a les *Mrñ* ou *maraña* ; ces créatures sont véritablement bio-inspirées. Elles ressemblent à des insectes ou des chenilles dont on verrait l'intérieur, constituées de câbles d'un squelette en plexiglas transparent. Il y a une parenté entre elles et les modèles d'articulations qu'utilise Ken Rinaldo dans ses œuvres *Autotelematic Spider Bots* ou *Autopoiesis*. Ces articulations développées par la société allemande Festo, spécialiste de la robotique, ont la caractéristique d'être plus proches de la manière dont un corps de chenille ou de poisson se plie progressivement pour se déplacer. Enfin les *Clgd* ou *colgado* sont plus longs que les autres espèces et font environ 100 cm de longueur ; ils ont la structure générale d'un cône découpé en tronçons métalliques de 20 cm. Contrairement aux *Mrñ*, ils cachent leur structure et composants par un exosquelette de métal.

Les *Parasites Urbains* grimpent, rampent et passent au-dessus de l'espace urbain à la recherche d'une source d'énergie qu'ils utilisent pour se nourrir. Gilberto Esparza explique sa démarche sur son site internet :

« Ce sont des restructurations complexes de déchets technologiques avec des systèmes mécaniques et électroniques configurés comme des organismes de vie artificiels capables de survivre en milieu urbain. Nombre d'entre eux se nourrissent de l'énergie qu'ils volent au réseau de distribution d'électricité des villes et interagissent avec leur environnement, et émettant des sons pour communiquer avec d'autres parasites de leur espèce, qui font partie du paysage sonore urbain »¹.

Gilberto Esparza, Marcela Armas et Iván Puig ont créé le collectif Triodo en 2009. Celui-ci a présenté l'œuvre *Expulsion* au Musée d'Art Contemporain de Oaxaca. Pour réaliser l'installation *Expulsion*, le collectif a récupéré des poutres en bois provenant de la reconfiguration du MAC. Les artistes ont réalisé un assemblage de poutres coupées à différentes hauteurs afin de visualiser un graphique représentant les statistiques des immigrants de la ville d'Oaxaca, durant les dernières décennies.

¹<http://gilbertoesparza.net/portfolio/parasitos-urbanos/>

Las Plantas Nomadas est certainement le projet le plus connu de Gilberto Esparza. Le roboticien a mené la recherche puis la réalisation de *Las Plantas Nomadas*¹ entre 2008 et 2013 ; il y en a eu au moins deux versions. Ce petit robot autonome, pour survivre, se nourrit d'eau contaminée qu'il dépollue grâce à des piles microbiennes. Ces dernières fournissent également l'électricité nécessaire au robot. L'eau saine est utilisée pour alimenter des plantes en symbiose avec la partie mécatronique. L'artiste décrit son projet *Plantes Nomades* comme étant un organisme vivant regroupant différentes parties. La première correspond au système robotique ; la seconde est une simple plante organique. La troisième est un ensemble de cellules photovoltaïques et la quatrième et dernière partie est constituée de plusieurs piles à combustible microbienne. La partie robotique est constituée de capteurs ayant des fonctions différentes, comme évaluer le niveau électrique global du robot ou sa production de bactéries ou encore de mesurer la distance entre le robot et un objet. Un autre élément de cette électromécanique embarquée est la carte électronique, de petite dimension, permettant, grâce à un programme, le traitement des informations venant des différents capteurs. Ce micro-ordinateur central analyse les données, puis commande les actionneurs comme les ampoules, les hauts parleurs ou les servomoteurs faisant bouger les pattes ou le bras aspirateur d'eau du robot. La plante représente le vivant qu'il s'agit de préserver. Elle est l'indicateur du bon fonctionnement de l'ensemble du robot c'est-à-dire de la purification de l'eau et des nutriments produits par les bactéries. L'alimentation électrique est en partie assurée par des capteurs solaires (photovoltaïques) qui produisent de l'électricité, qui est stockée dans des batteries par la suite. Enfin les piles à combustible microbienne ont pour fonction de dépolluer les eaux contaminées par la pollution urbaine. Le principe des piles à combustibles microbiennes ou piles à bactéries ou encore biopiles, consiste à tirer de l'énergie présente dans des bactéries afin de produire de l'électricité. Une pile à bactérie est biologique. L'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique explique le principe de la pile à combustible :

« Le fonctionnement est celui d'une pile à combustible et repose sur l'activité microbienne. L'hydrogène est oxydé au contact de l'anode, ce qui libère un électron. L'ion hydrogène qui en résulte est ensuite récupéré au niveau de la cathode, avec l'électron. L'électricité résulte donc d'un transfert d'électrons entre deux électrodes, à savoir de l'anode vers la cathode. Dans le cas présent, les bactéries ne se contentent pas de produire du courant, mais se nourrissent d'eaux usées. Les matières organiques présentes dans les eaux polluées sont ainsi dissoutes par des micro-organismes appelés "électrigènes". De fait, l'eau est purifiée »².

¹Des sources vidéo disponibles sont : <https://vimeo.com/18919799> et <http://plantasnomadas.blogspot.com/>

²Technique de l'ingénieur INRIA : <https://www.rtf.fr/pile-combustible-microbienne-capable-produire-l-eletricite-et-depolluer-l-eau/article>

La pile à combustible microbienne possède un rendement électrique assez prometteur car elle peut alimenter en énergie électrique, différents éléments comme une batterie de téléphone, et est capable de produire de l'électricité à partir de milieux où les quantités de bactéries sont innombrables. Ce processus de biodégradation améliore la qualité de l'eau, nourrit les espèces végétales et produit également de l'électricité. La libération d'oxygène est le reste de ce cycle énergétique. Le professeur au département de génie chimique et environnemental de l'UPCT, M. Carlos Godínez Seoane, était le directeur de la partie technologique du projet de *Plantas nomades*. Il explique :

« Le Bio-Robot, véritable fusion de plantes, de microorganismes, cerveau doté d'une intelligence artificielle, de piles à combustible et d'éléments mécaniques, dispose d'une source d'énergie pour ses fonctions essentielles. Il peut bouger grâce à douze petites jambes dont il est doté, surmonter des obstacles, approcher un canal contaminé, aspirer l'eau et le transformer en énergie à travers les batteries. L'eau, une fois purifiée, a suffisamment de qualité pour arroser les plantes et les maintenir en vie »¹.

Ce robot est donc non seulement un exemple de vie artificielle adaptée à l'environnement contaminé qu'il habite, mais nous le rend, à nous humains, après son passage, à nouveau favorable. Ce robot peut être perçu comme un anticorps, avec le potentiel de restaurer les dommages environnementaux à petite échelle. *Las Plantas nomadas* est une entité hybride, union de différentes formes de consciences, celle des plantes et celle du micro-ordinateur, vivant de manière symbiotique. Est-ce une nouvelle espèce biorobotique ? Une nouvelle vie de type *wetware* combinant, hardware, software et vie organique ? A la question de JF Huerta, pensez-vous que ces robots sont en vie ? Gilberto Esparza répond :

« Oui, surtout les plantes nomades. Le robot a une flore intestinale où les bactéries se développent, il possède les organes essentiels pour pouvoir survivre dans un environnement, il est autonome et bon nombre de ses composants sont vivants »².

L'artiste conclut en expliquant que l'œuvre *Les Plantas Nomades* est « une métaphore de la condition humaine et de l'impact que son activité provoque dans la nature »³.

¹Traduction d'une partie de l'article rédigé par le M. Carlos Godínez Seoane dans le site Europress : <https://www.europapress.es/murcia/noticia-profesor-upct-artista-mejicano-crean-planta-cibernetica-transforma-agua-contaminada-energia-20100417104838.html>

²Entrevues entre J.F. Huerta et Gilberto Esparza lors de son exposition « Cultivos » à l'espace Alameda de Mexico en novembre 2015 : <http://artindf.com/entrevista-gilberto-esparza-cultivos/>

³ Traduction d'une partie de l'article rédigé par le M. Carlos Godínez Seoane dans le site Europress <https://www.europapress.es/murcia/noticia-profesor-upct-artista-mejicano-crean-planta-cibernetica-transforma-agua-contaminada-energia-20100417104838.html>

2) Trans-paradigmatique

a) *Plantas autofotosintéticas* : une machine humide

Carlos Godínez Seoane, professeur au département de génie chimique et environnemental de l'Université Polytechnique de Carthagène, à la suite de la collaboration qui a donné vie à l'entité robotique *Las Plantas nomadas*, fait le constat que la rencontre entre l'art et la science, donne parfois des résultats extraordinaires ; surtout quand l'art, par sa capacité à émouvoir et à sensibiliser, permet une vulgarisation des problématique sociétales ou que cette rencontre produit de nouvelles idées, de nouveaux concepts et de nouveaux projets artistiques. Le professeur de l'UPC explique au sujet de la sonorisation de l'activités microbienne au sein des piles à combustible :

« Une alliance qui peut donner beaucoup d'elle-même, comme la possibilité de faire de la musique aussi. L'activité des micro-organismes, traduite en tension, pourrait être "sonorisée" par des circuits électroniques et constituer des compositions avec eux »¹.

Ces réflexions se sont concrétisées dans l'œuvre *BioSoNot*. Cette création consiste à développer une série de dispositifs collectant des données qui sont ensuite interprétées en fréquences audibles. C'est à partir de l'eau contaminée que *BioSoNot* traduit de manière sonore l'activité biologique des micro-organismes (tels que le géobactère) et les niveaux de contamination de différentes rivières. Le dispositif est constitué de piles à combustible microbienne fournissant de l'énergie électrique, nous informant ainsi du niveau de pollution des zones où ont été récupérées les eaux usées. La seconde partie de l'œuvre musicale est constituée d'une caméra filmant le déplacement des bactéries par le biais d'un microscope. Les images obtenues sont envoyées à un moniteur sur lequel est placée une série de capteurs de lumière, traduisant en signaux électriques, les différents pixels de l'image. Ces signaux électriques sont ensuite traités par un système électronique qui génère et amplifie les ondes sonores en temps réel. Le micro-paysage sonore produit est enregistré comme donnée et création sonore mais surtout renvoyé au cœur de l'installation. Ce sont des hydrophones répartis dans les cellules qui diffusent les oscillations sonores.

¹*Id., ibid.,*

BioSoNot a été présenté lors de la 12^e Biennale de la Havane dont l'intitulé était « De l'idée à l'expérience », et à laquelle j'ai également participé avec l'œuvre *Jungle Sphère 3.0*. Débutée en 2010, cette série sculpturale est issue des réflexions du projet DEVAH où il était question de créer de nouvelles espèces végétales, les *Cultivarts*. Dans ces installations, je souhaite démontrer la complexité du vivant, les échanges nécessaires de fluides et d'énergie lumineuse pour le développement d'une jungle artificielle basée sur la technique de culture hydroponique. On peut lire sur mon site :

« Les œuvres *Jungles Sphères* déplacent l'objectif scientifique et conceptuel du laboratoire DEV, vers une dimension poétique et subjective liée au spectateur et à son histoire. La série d'installations *Jungles Sphère* fait référence à une œuvre picturale de Wifredo Lam, *Jungle*, où le vivant et le surnaturel fusionnent pour créer un monde plastique et symbolique nouveau, que l'on peut qualifier de première œuvre moderne faisant état de nos rapports au monde à nous Caribéens. Il s'agit bien ici de montrer grâce à ces différentes strates technologiques, esthétiques et symboliques, cet entrelacement du sensible »¹.

Jungle Sphère 3.0 fut exposée au centre névralgique de la Biennale de la Havane, l'espace Wifredo Lam. C'est à cette occasion que j'ai découvert le dispositif expérimental *BioSoNot* de l'artiste Gilberto Esparza, présenté dans une salle toute proche.

Comme dans *Las Plantas nomadas* et *BioSoNot*, le projet de recherche *Plantas autofotosintéticas*² de Esparza (fig. 26, p. 17), fait, lui aussi, usage de la technologie des cellules à combustible microbiennes pour produire de l'électricité et améliorer la qualité de l'eau. Son installation *Plantas autofotosintéticas*³ est le résultat d'une recherche découlant des questions sur la relation de nos sociétés avec l'eau. Ce projet souligne la nécessité de rétablir les connexions avec la nature et reconsidérer notre relation avec la planète et son élément principal, l'eau, qui est à l'origine de la vie.

L'installation comporte deux parties. La première, la structure principale, est constituée d'un noyau central en verre d'environ 30 cm de diamètre contenant un écosystème auto régulé et 11 piles à combustible en verre, de forme cylindrique de 15 centimètres de diamètre et d'une longueur de 180 centimètres environ. Le noyau est un bocal en verre nommé exosquelette, par l'artiste ; ce qui prouve qu'il considère le dispositif comme faisant partie du domaine du vivant. Cet exosquelette a une ouverture sur le dessus, qui permet d'introduire les éléments de l'écosystème ainsi que les appareils de contrôle, de mesure et d'alimentation en eau ou en

¹ Henri Tauliaut, *Jungle Sphere 3.0*. Texte issu du site internet : <https://henritauliaut.wixsite.com/jungle-sphere/press>

² Gilberto Esparza, *Plantas autofotosintéticas*. Pour voir la vidéo, allez sur le site : <https://www.youtube.com/watch?v=PVK1aiIj6p8>

³ *Plantas autofotosintéticas* : <https://galerie.uqam.ca/expositions/gilberto-esparza-plantas-autofotosinteticas/>

électricité. L'entrée est fermée par un bouchon ; c'est par ce dernier qu'un des câbles électriques passe. Dans ce volume, est placé de l'eau à un tiers de sa hauteur. Au fond de l'eau, se trouvent des sédiments organiques et des crustacés. Au centre de la biosphère, est placé un sac poreux d'une dizaine de cm contenant un substrat pour des plantes aquatiques qui poussent sur cette mini planète. Une mini caméra est posée tout près des plantes marines, tandis qu'un microscope est branché au-dessus de celles-ci. Des ampoules led sont disposées autour des végétaux et leur garantissent de la lumière par le biais de flash lumineux réguliers. A l'extérieur de la sphère, sont disposés, comme pour une mine sous-marine, des petits cylindres en verre de 5 cm de diamètre et de hauteur. C'est dans ces entrées extérieures que viennent se fixer les tuyaux translucides alimentant la sphère en eau filtrée provenant des 11 piles à combustibles verticales.

Les tubes verticaux sont disposés en cercle autour de la sphère. Le noyau et les piles sont suspendus au plafond et baignent dans la pénombre, car ce sont seulement les flashes lumineux produits dans le noyau qui doivent éclairer les algues et les autres plantes marines baignant dans le noyau. Il y a juste quelques spots lumineux placés au-dessus des cylindres pour mettre en valeur le dispositif. Celui-ci est particulièrement esthétique avec ses câbles électriques et ses tuyaux d'alimentation en eau. La seconde partie est un pupitre de surveillance possédant des écrans, des boutons, le tout permettant de surveiller les différents niveaux énergétiques et autres de l'installation *Plantas autofotosintéticas*. Ce panneau de contrôle est placé dans une salle adjacente possédant une vitre, permettant de voir la machine-organisme. Dans le texte qu'il a rédigé avec l'artiste et la biologiste Constanza Díaz Mc Gregor, l'électronicien Diego Liedo Lavaniegos explique la fonction de cet espace de commande :

« L'installation *Plantas Auto-photosynthétiques* est accompagnée d'un centre de surveillance avec des cartes montrant les points d'où l'eau vient, et une série de voltmètres pour mesurer les niveaux de l'électricité produite par chaque module. Dans ce centre, il est aussi un instrument qui traduit l'activité lumineuse du noyau et l'activité biologique générée dans les modules par du son »¹.

Plantas autofotosintéticas prend la forme d'un hybride, entre organisme vivant et machine humide. C'est un écosystème organique qui se nourrit d'organismes trouvés dans les eaux usées, afin de créer sa propre lumière, produisant de l'énergie et étant auto-suffisant. Son inventeur considère cette entité wetware comme un organisme vivant, disposant d'un système central, d'un système digestif et d'un système nerveux. Les micro-organismes, les crustacés et les algues vivent au cœur d'un organe central. Les bactéries se nourrissent de l'eau polluée et

¹Ce Texte est le fruit de la collaboration entre l'artiste Gilberto Esparza, la biologiste Constanza Díaz Mc Gregor et l'électronicien Diego Liedo Lavaniegos : <https://loredanaferro.wordpress.com/tag/gilberto-esparza/>

la transforment en eau plus propre qui peut être utilisée pour la photosynthèse et sont centralisées dans le système digestif. Enfin, le système nerveux est constitué d'un réseau électronique qui surveille les activités des parties organiques. Cet organisme est un système d'autorégulation symbiotique qui se compose d'un ensemble de bio-cellules ou piles à combustible microbiennes interconnectées pour former un réseau hydraulique. C'est à l'intérieur des bio cellules que des colonies de bactéries sont cultivées. Elles contaminent les eaux urbaines, les rivières ou les systèmes de drainage. Les piles à combustible microbiennes fonctionnent en tant que système digestif. L'eau usée pénètre par le haut des modules et tombe à travers les cellules par gravité. Les bactéries anaérobies sont responsables de la métabolisation : la transformation de la matière organique et de la production d'eau bio-filtrée et aussi d'électricité. Plus clairement, son métabolisme produit des réactions d'oxydation libérant des électrons, qui sont capturés et concentrés dans un condensateur pour produire des éclairs de lumière. Cette eau et cette lumière sont utilisées par le noyau central. L'électricité produite par les bactéries est libérée par flash lumineux, qui permet aux plantes vivantes dans le noyau, de réaliser la photosynthèse. Les plantes transforment la lumière et les micro nutriments, comme aliments pour les consommateurs. Comme dans les *Biosphères* de l'artiste argentin Joaquin Fargas, un écosystème est créé avec des protozoaires, des crustacés, des algues et d'autres plantes aquatiques ; l'ensemble formant les différents niveaux trophiques¹ permettant d'aboutir à un équilibre homéostatique. Lorsque la matière organique présente dans les cellules microbiennes a été entièrement consommée et que l'équilibre devient instable, un réseau de surveillance électronique met en marche des pompes récupérant les eaux usagées. La biologiste C. Díaz Mc Gregor et l'électronicien D. L. Lavaniegos expliquent comment est organisé le dispositif de contrôle de l'installation :

« Le système nerveux est un réseau électronique chargé de surveiller les cycles de l'énergie et de l'eau. Il est comme un cerveau rudimentaire qui relie et régule les deux autres systèmes, à savoir le noyau et les modules cellulaires. Il remplit trois fonctions : la première est chargée d'enregistrer l'activité électrique dans les cellules microbiennes de chaque module. La seconde fonction contrôle le pompage de l'eau des déchets riches en éléments nutritifs. La troisième fonction conduit l'eau bio-filtré à partir de modules vers le noyau »².

¹Niveaux trophiques. Cela correspond à la position occupée par un organisme dans une chaîne alimentaire : les décomposeurs ou producteurs primaires (phytoplancton, plantes supérieures, etc.), les consommateurs primaires (herbivores : zooplancton), et les consommateurs secondaires (carnivores).

²Ce Texte est le fruit de la collaboration entre l'artiste Gilberto Esparza, la biologiste Constanza Díaz Mc Gregor et l'électronicien Diego Liedo Lavaniegos : <https://loredanaferro.wordpress.com/tag/gilberto-esparza/>

Dans la première monstration de son projet présenté en 2013 à Lima, différentes parties de la ville fournissaient les eaux usées nécessaires à l'alimentation de la machine humide *Plantas auto photosynthétiques*. Les niveaux de pollution étaient différents en fonction de la zone de la vie. Le niveau de pollution est exprimé ; ce qui pouvait être perçu en fonction de l'intensité de la lumière qui alimentait la biosphère centrale. Le projet ambitieux suggère non seulement que l'eau polluée peut être utilisée comme une source d'énergie, mais il se distingue également comme un modèle qui pourrait être appliqué à d'autres villes, d'autres collectivités et d'autres industries.

Les commissaires d'exposition Nuria Carton de Grammont¹ et Véronique Leblanc,² ont réalisé, avec le concours de l'artiste, l'exposition « Gilberto Esparza. *Plantas autofotosintéticas* », en juin 2017. Voici ce qu'elles disent du travail de Gilberto Esparza :

« *Plantas autofotosintéticas*. Les œuvres d'Esparza, créées avec la complicité de chercheurs tels que des ingénieurs, des biologistes et des roboticiens, sont des entités hybrides. Mi appareils, mi organismes, elles abordent divers enjeux de la crise environnementale. La pratique de l'artiste établit un dialogue stimulant entre l'art contemporain, la science et les nouvelles technologies afin de réfléchir à l'impact de l'activité humaine sur la nature »³.

Les commissaires d'exposition notent la dimension fonctionnelle et utopique de l'œuvre. Fonctionnelle, car *Plantas autofotosintéticas* apporte une solution concrète à la question énergétique et écologique en produisant de l'électricité (certes à faible puissance), et en générant de l'eau filtrée utilisable pour les plantations. Utopiste, car l'œuvre provoque un bouleversement de notre vision de la ville du futur, qui pourrait ainsi permettre l'épanouissement d'une foultitude d'écosystèmes semi-vivants. Les projets robotiques et systémiques de l'artiste mexicain propulsent dans de nouveaux paradigmes où la machine humide est semi-vivante et les consciences organiques et synthétiques se superposent avant de fusionner dans un futur plus ou moins proche.

¹Nuria Carton de Grammont est une commissaire d'exposition et historienne de l'art, canadienne. Elle travaille à l'université Concordia de Montréal. Elle dirige les recherches du « Research Network on Latin America » (REAL) à l'université de Montréal.

²Véronique Leblanc est une commissaire d'exposition canadienne. Travaillant et vivant à Montréal, elle interroge les liens entre l'art, l'éthique et la politique. Ses recherches sont sur les pratiques contextuelles, processuelles et relationnelles.

³ Nuria Carton de Grammont et Véronique Leblanc, « Gilberto Esparza. *Plantas autofotosintéticas* », <https://galerie.uqam.ca/expositions/gilberto-esparza-plantas-autofotosinteticas/>

b) Une machine de production symbolique

Gilberto Esparza est emblématique de ce que peut être un artiste-chercheur. Les multiples collaborations avec des ingénieurs comme l'électronicien D. L. Lavaniegos, des scientifiques comme la biologiste C. Díaz Mc Gregor ou le professeur Carlos Godínez Seoane, des laboratoires universitaires ou privés comme le Département de génie chimique et environnemental de l'Université Polytechnique de Carthagène, lui permettent d'avoir les moyens scientifiques et technologiques pour finaliser ses projets entre art et science.

La démarche de Gilberto Esparza a une dimension artistique et scientifique, écologique et philosophique, mais aussi économique dans le sens où elle invite à agir de manière concrète sur la crise environnementale en adoptant de nouvelles manières de produire de l'électricité et de l'eau à partir de nos déchets. Le modèle de production énergétique basée sur le carbone est totalement remis en cause. L'artiste propose qu'une partie de la production énergétique issue de ses machines, remplace celle générée par les énergies fossiles comme le charbon, le pétrole ou l'uranium.

Ce qui peut sembler paradoxal, c'est l'utilisation de nos déchets pour produire de l'énergie. Pourtant, selon l'ADEME¹ en 2015, environ 1 pour cent de la production énergétique en France est de ce type. Les déchets sont, soit incinérés et produisent de l'électricité ou de la chaleur, soit aboutissent à une méthanisation, s'ils proviennent des déchets verts. L'incinération de déchets est un procédé bien connu. Par contre, le processus de fermentation anaérobie dit méthanisation l'est moins. Le site internet sur la connaissance des énergies explique que la méthanisation :

«...permet de produire, entre autres, du biogaz à partir de déchets, essentiellement agricoles. Ce biogaz peut également être valorisé dans les réseaux de gaz naturel ou être transformé en électricité »².

Les procédés de production énergétique par incinération, méthanisation et par piles à combustibles microbiennes sont des alternatives concrètes. Malheureusement, c'est leur rendement actuel qui ne leur permet pas de rentrer encore en compétition avec les énergies fossiles, même si des progrès sont régulièrement réalisés dans ce domaine. L'artiste propose

¹« L'ADEME participe à la mise en oeuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'Agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en oeuvre et ce, dans ses domaines d'intervention », source : <https://www.ademe.fr/lademe/presentation-lademe>

² Citation du site internet : <https://www.connaissancedesenergies.org/combien-produit-denergie-partir-des-dechets-en-france-150812>

avec d'autres scientifiques et ingénieurs et intellectuels, une première alternative qui est celle de la dépollution de notre planète par le biais de son dispositif *Plantas autofotosintéticas*.

La seconde alternative concerne le statut de l'œuvre. Il est totalement ambigu, hybride et trans à la fois. C'est ce qui fait son intérêt : c'est un dispositif artistique, une installation, un laboratoire, un prototype d'usine électrique à développer à plus grande échelle. Jens Hauser a défini ce type de machine, *wetware*. Les créations *Las Plantas nomadas* et *Plantas autofotosintéticas* déplacent ou dépassent l'objet du Bio art. L'art fut, jusqu'au début du XXI^e siècle, une pratique liée à la représentation ou à la simulation du vivant. Puis, avec le Bio art, l'œuvre est devenue vivante. La représentation du vivant a été remplacée par la mise en scène de celui-ci. Eduardo Kac le définit ainsi :

« Le Bio art est une nouvelle direction de l'art contemporain qui manipule les processus de vie. Le Bio art utilise invariablement une ou plusieurs des approches suivantes : 1) amener de la bio matière à des formes inertes ou à des comportements spécifiques ; 2) utiliser de façon inhabituelle ou subversive des outils et des processus biotechnologiques ; 3) inventer ou transformer des organismes vivants, avec ou sans intégration sociale ou environnementale. C'est dans cette dernière approche que le Bio art révèle son vecteur le plus radical, précisément parce qu'il travaille dans le vivant - entendons le vivant dans le sens le plus ordinaire du mot, de la simple cellule au mammifère »¹.

Avec ses deux créations, Esparza n'est pas que dans les biotechnologies. Il se situe dans la mise en parallèle de deux types de réalités : l'organique et le synthétique. Ces deux réalités échangent à certains niveaux. Ainsi, dans *Plantas autofotosintéticas*, ces relations sont parfaitement organisées dans une machine produisant de l'énergie et maintenant en vie un organisme d'un nouveau genre. Les eaux usées alimentent les piles à combustible microbiennes qui, ensuite, fournissent de l'électricité et de l'eau propre au noyau dans lequel un microcosme vivant se développe. Dans *Las Plantas nomadas*, la nouvelle forme de vie semble plus proche de notre définition de la vie animale, du fait de son déplacement pour se nourrir ou alimenter les plantes. Ici le système n'est pas aussi régulé et clôt que dans la seconde machine humide. L'artiste repousse les définitions de l'art en proposant une entité vivante autonome dont une partie des organes est électronique. Cette relation *wetware* est particulièrement intéressante et complexe dans *Las Plantas nomadas* où l'entité recherche une certaine autonomie dans ses prises de décisions et dans ses déplacements.

¹Eduardo Kac : Première publication : Andrieu, Bernard (dir.). *Dictionnaire du corps en sciences humaines et sociales*, Paris, CNRS, 2005. <http://www.ekac.org/bioartfrench.html>.

La troisième alternative de la démarche de Gilberto Esparza est d'ordre philosophique. Elle consiste à faire la symbiose entre la nature et la technologie. Le vivant intègre les technologies. Plus généralement, l'artiste pousse à avoir une réflexion sur la place de l'homme dans la nature. Dans l'interview concernant l'exposition « Cultivos » et le robot *Las plantas nomadas*, Gilberto Esparza répond à la question du journaliste J F Huerta. Ces robots ont-ils un certain degré de conscience ? :

« Dans son fonctionnement, le même robot est conscient que si les bactéries ont faim, si leur comportement obéit à l'état de la bactérie, c'est elles qui la guident et qui décident quand le système se réveille pour rechercher de la nourriture »¹.

L'artiste interroge sur la relation qu'il décrit, entre la forme d'intelligence artificielle qui pilote le robot et l'intelligence naturelle des plantes. Cet échange entre les deux pôles cognitifs permet l'apparition d'une « intelligence globale wetware » dans le cadre de cet écosystème robotique, végétal et microbien, constituant une entité d'un genre nouveau. L'artiste a fait se rencontrer ces différentes formes de consciences dans une autre œuvre : *Look for sun*. Visiblement inspirées par les fameuses tortues cybernétiques de Gray Walter, qui pouvaient repérer des sources de lumière et se diriger vers elles pour recharger leurs batteries via des panneaux solaires, les œuvres *Look for sun* de G. Esparza, constituées d'une plante posée sur un petit robot mobile alimenté par deux petits panneaux photovoltaïques ont, elles aussi, la capacité de rechercher la lumière. Ainsi les besoins énergétiques des plantes coïncident avec ceux de son support mobile robotique. La symbiose entre la robotique et le végétal, crée une nouvelle entité révolutionnant le règne végétal, une mobilité qui semble tant lui manquer pour être plus proche du règne animal. Les intelligences primaires des plantes et des robots ne sont certes pas dans une véritable relation, pourtant les besoins fondamentaux sont réalisés pour les deux parties du symbiote².

Une question est importante : y a-t-il une émergence d'une forme de singularité technologique comme celle qui est attendue dans le cadre des recherches sur l'Intelligence Artificielle dans *Las plantas nomadas* ? Et même si cela n'est actuellement pas le cas, est-ce que ce n'est pas dans la direction du *wetware*, que la rencontre-fusion entre les intelligences et les matérialités (naturelle et synthétique), va permettre l'émergence de nouvelles qualités imprévisibles ? Cette entité hybride est particulièrement intéressante d'un point de vue systémique car elle imbrique le naturel avec l'artificiel au sein d'un même système dont les

¹Entrevues entre J.F. Huerta et Gilberto Esparza lors de son exposition « Cultivos » à l'espace Alameda de Mexico en novembre 2015 : <http://artindf.com/entrevista-gilberto-esparza-cultivos/>

²Un symbiote, en biologie, est un organisme vivant qui a besoin d'un autre organisme pour assurer certaines de ses fonctions vitales.

relations restent à étudier en profondeur. Est-ce un rassemblement de formes de vie symbiotique constitué par les plantes, la robotique et les microbes ? Est-ce que ce système aboutit à des comportements cognitifs complexes comme c'est le cas chez les fourmis ou les essaims d'oiseaux, de poissons ou d'insectes ?

D'un point de vue sémiotique, que nous disent ces œuvres ? Derrière une première façade éminemment technologique, Esparza s'interroge sur la relation que, nous humains, entretenons avec notre environnement. Nous l'avons vu, les questions de l'hybridation, de la symbiose et de son opposé, le parasitisme, sont au centre de la démarche de l'artiste. Le journaliste J. F. Huerta, dans une interview, lui pose la question : votre travail fait-il référence aux parasites ? Est-ce une analogie avec l'humanité ?

« Oui, dans cette évolution des projets que je faisais, ils commencent comme des parasites. C'est un peu comme si l'humanité commençait et dans ce processus, je me rends compte que, pour vraiment survivre, en tant qu'espèce, vous devez générer cette relation symbiotique avec l'environnement, car s'il est parasite, vous pouvez tuer votre hôte. Dans le cas des œuvres, il existe un cycle qui rend votre source d'énergie autonome, vous alimentez cette source pour continuer à travailler »¹.

L'artiste se positionne comme un artiste engagé et, comme Joaquin Fargas, il est représentatif de l'Art Ecologique en appliquant la formule de Joseph Beuys : « L'homme doit avoir conscience que tout tient ensemble : la plante, l'animal, la terre. Ces éléments sont, pratiquement, les organes mêmes de l'homme »². Ses créations, même si elles ont une dimension esthétique indéniable, bousculent de par leur point de vue si troublant sur le monde. Les œuvres ne sont pas des représentations d'une thématique de défense de la planète. Elles sont des dispositifs artistiques, technologiques et symboliques mettant en scène le vivant dans sa dimension tangible et concrète. Nuria Carton de Grammont, en présentation de l'exposition de Gilberto Esparza à Montréal en 2017, dit :

« Il s'intéresse aux énergies alternatives depuis 2008. Il utilise le recyclage de matériaux électroniques et la biotechnologie afin d'établir, dans l'espace public et au sein des espaces de présentation de l'art, des contextes de discussion et de sensibilisation à la fois ludiques et critiques »³.

Les œuvres *Las Plantas nomadas* et *Plantas autofotosintéticas* de Gilberto Esparza, sont des dispositifs producteurs d'énergie. Elles sont des présentations du vivant. C'est d'abord en

¹Entrevues entre J. F. Huerta et Gilberto Esparza lors de son exposition « Cultivos » à l'espace Alameda de Mexico en novembre 2015 : <http://artindf.com/entrevista-gilberto-esparza-cultivos/>

²Citation de Joseph Beuys, répertoriée dans le site : <https://books.google.com/books?isbn=2748374045>

³Nuria Carton de Grammont : <https://galerie.uqam.ca/expositions/gilberto-esparza-plantas-autofotosinteticas/>

cela qu'elles en sont les symboles. Les machines humides d'Esparza sont elles-mêmes des entités nouvelles productrices de plus de questionnements que de réponses. Symbiotes aux consciences synthétique et organique, elles sont productrices de sens. Entités vivantes et conscientes pour leur auteur, nous spectateurs cherchons leur place parmi les quatre ontologies proposées par Philippe Descola qui sont à l'origine des cosmogonies humaines, à savoir, l'animisme, le totémisme, l'analogisme et le naturalisme.

Dans leur dimension symbolique, les œuvres d'Esparza sont à mettre en relation avec la sémiotique de Pierce et de son interprétation par Umberto Eco :

« Un texte ne contient pas un ensemble fini de significations possibles, c'est une " machine à produire du sens " qui n'attend qu'une chose : être mise en action »¹.

Ces créations, comme toute œuvre, sont des signes susceptibles de posséder une suite infinie d'interprétations. Dans leur triple statut d'œuvres d'art, de machines humides et d'êtres vivants, ces entités font plus que simplement posséder différents niveaux de lecture ou d'interprétation. Elles interagissent réellement avec les différentes strates constituant leur environnement et avec nous, les spectateurs. Nous ne sommes plus les interlocuteurs privilégiés de cette relation entre l'œuvre / machine /entité vivante. Et comme l'ont observé les anthropologues comme Bruno Latour, Philippe Descola, E. Vivieres de Castro et Edouardo Kohn, dans son livre *Comment pensent les forêts : Vers une anthropologie au-delà de l'humain*, il est maintenant nécessaire de proposer une anthropologie qui va au-delà de l'humain. La théorie du philosophe Manuel De Landa sur la notion de matérialité est « la tendance et la capacité d'un système. La matérialité du réel s'exprime au travers des manières caractéristiques selon lesquelles les systèmes de matière, d'énergie ou d'information se comportent »². Ces théories, utilisées dans le cadre de la définition de ces créations hybrides, invitent à renouveler notre vision sur les dualismes naturalistes qui fondent notre rapport au monde et à les repenser en tant que créatures singulières semi-conscientes et autonomes dont les relations avec les autres strates du monde biologique et technologique peuvent largement nous échapper. Il manque des outils conceptuels et scientifiques pour mieux appréhender ces hybrides. Jens Hauser et d'autres avant lui, comme Jack Burnham, ont posé le concept de *wetware*. Mais comment définir cette forme d'intelligence partagée par différents types de vie ? Comment

¹Journet Nicolas, « Umberto Eco. Dans la tête du lecteur », *Sciences Humaines*, 2016/11 (N° 286), p. 28-28.

URL : <https://www.cairn.info/magazine-sciences-humaines-2016-11-page-28.htm>, § 8.

²Manuel De Landa, citer par Timur Si-Qin dans <https://www.pca-stream.com/fr/articles/timur-si-qin-esthetique-contingence-materialisme-evolution-art-108>

définir une phénoménologie de ce type de consciences ? Comment définir les relations sémiotiques que nous entretenons avec elles ou qu'elles pourraient entretenir avec des formes de consciences non humaines ?

Conclusion

Lorsque dans le questionnaire présenté aux huit artistes de la thèse, je pose les questions « Pensez-vous qu'il existe un art américain ? Comment peut-il être défini ? » Vera Bighetti, nous répond que « l'art numérique, l'information, n'ont pas de frontières ni de limites. La fabrication de l'art est universelle »¹. Vera Bighetti explique que ces technologies numériques ou biologiques ont été développées mondialement, en Occident principalement certes, mais également partout ailleurs : au Japon, en Inde, en Chine, en Australie, au Brésil, au Mexique, au Chili, en Afrique du Sud, au Nigeria. Ce sont autant de pays qui ont participé à la recherche et à l'expansion de ces outils. Il semble que l'on puisse généraliser la réflexion sur l'universalité de la science ou de la technologie, car il est évident que toutes les deux n'appartiennent pas à un pays ou à une civilisation. Rappelons juste que l'art numérique est issu des technologies éponymes nées pendant et après la Seconde Guerre mondiale grâce à des savants britannique comme Alan Turing et états-unien comme John Von Neumann. Ce dernier fut l'un des précurseurs de la biologie de synthèse. Il rappelle que le numérique en général et l'informatique en particulier ont largement été inspirés par la biologie et l'organisation du cerveau. La rencontre entre l'informatique et la biologie a fait que le corps est numérisable. Les scientifiques expliquent que le numérique, à l'origine, consistait à interroger le champ de la biologie et à le mettre en relation avec les mathématiques binaires. Actuellement, la réversibilité entre texte et matière, entre suite de données et suite de molécules, est réalisable grâce à la biologie de synthèse. L'art numérique a, lui aussi, cette même filiation ; d'où la dénomination d'art digital qui a prévalu dans les milieux artistiques et scientifiques aux débuts des années 2000. Ce qui explique pourquoi le Bio art fut inclus dans cette grande dénomination d'art digital. L'art numérique est donc bien le fruit d'une technologie globalisée et mondialement partagée. C'est dans l'utilisation de cette technologie que les productions artistiques diffèrent et qu'un art américain est susceptible d'émerger.

Dans son livre *L'art numérique*, Christiane Paul divise en deux groupes les pratiques artistiques numériques. Le premier groupe s'aide d'outils numériques afin de produire un art moderne ou contemporain ; il s'agit d'œuvres multimédia. Le second groupe de pratiques artistiques contemporaine, a pour médium le numérique ; il en utilise les caractéristiques principales comme l'interactivité, son caractère génératif, immersif, ou biotechnologique. Ainsi

¹Vera Bighetti réponse au questionnaire, voir en annexe questionnaire p. 378.

l'œuvre finale est produite, présentée et stockée (du moins en partie) dans un format numérique. A part les nombreux travaux utilisant les processus de type génératif réalisés par les dadaïstes et datant du début du XX^e siècle, à part les créations informatiques abstraites nommées *Oscillons* de l'artiste états-unien Ben Laposky dans les années 1950, c'est véritablement entre les années 1970 et 1980 que l'art numérique et plus précisément l'art multimédia, a vu le jour grâce à l'apparition des nouvelles technologies que sont les ordinateurs, les réseaux et les satellites de télécommunication.

Le phénomène de mondialisation économique et culturelle décrit sous les termes de « cognitoriat » pour Franco Berardi, « d'anthropophagie zombie » pour Suely Rolnick ou « d'Empire » pour Antonio Negri, s'est déployé grâce à cette mondialisation technologique numérique. Ainsi, la société de contrôle annoncée par Gilles Deleuze dans les années 1990, a comme nécessité d'imposer une normalisation des techniques afin de garantir la circulation des capitaux, des biens et des personnes.

Avec Marshall McLuhan¹, la société de contrôle caractérisée par Deleuze, a pris le nom de « village global ». En 1964, les chercheurs avaient déjà constaté les possibilités offertes par les nouveaux médias comme la télévision et les réseaux. La vision de McLuhan consiste en la réalisation d'un monde transparent où chacun a la possibilité faire la même expérience en même temps ; c'est-à-dire un village global où les savoirs et ressources sont partagés, quel que soit le niveau social ou sa localisation géographique. Dans cette utopie, selon McLuhan, c'est la technologie qui globalise et non la finance.

C'est en 1983, que Theodore Levitt² théorise la notion de mondialisation financière dans son livre *The globalization of Markets*³, en l'expliquant comme un processus où les marchés convergent dans le monde à partir du moment où ils vendent la même chose de la même manière. Cette mondialisation dont la caractéristique principale est l'homogénéité des produits, des prix et de la qualité quel que soit le lieu de vente sur la planète, s'oppose avec un autre type de transaction consistant en la vente aux pays pauvres des produits devenus obsolètes dans les pays riches. Les chercheurs s'accordent pour situer au début des années 1990 la date où la recherche, l'ingénierie, la production et la marchandisation, la totalité donc du circuit de création de la valeur économique, est intégrée à la notion de globalisation. Cette stratégie d'implantation et de gestion globale des ressources et des personnels permet aux multinationales de ne plus être assujetties aux règles des États-Nations. Dans le cadre de la

¹Marshall McLuhan (1911-1980) théoricien canadien. Il est l'un des précurseurs des recherches sur les médias.

²Theodore Levitt (1925-2006) économiste états-unien. Il fut professeur et éditeur à l'Université d'Harvard.

³Theodore Levitt, *The globalization of Markets*, in *Harvard Business Review*, Harvard, n° 61, May-June 1983.

mondialisation, il n'y a plus de véritables frontières pour les grandes firmes qui peuvent délocaliser leurs usines dans des pays en voie de développement et ainsi produire à plus faible coût ce qu'ils feraient dans des pays industrialisés. Ces déplacements de la production provoquent dans les pays un haut niveau de chômage et l'exclusion économique des plus faibles. Ce qui est priorisé, c'est le fonctionnement du marché, loin devant l'éducation, la santé ou l'environnement.

La mondialisation économique et technologique démontre que « l'universalité des technologies » ne réside pas seulement dans le fait qu'un outil puisse être utilisé par tout le monde, ni qu'il soit la synthèse entre science et technique afin de créer une techno-civilisation globale. Cette universalité doit aboutir au fait que les échanges entre les groupes humains intègrent toutes les composantes de l'humanité afin que l'homme local devienne un homme mondial, selon l'utopie de McLuhan.

Theodore Lewitt et Marshall McLuhan démontrent que même si la technologie et la science ont une dimension universelle en n'étant que des outils et des moyens de compréhension du monde, il reste évident que celles-ci laissent aux différents groupes humains de très larges possibilités de création de ce que l'anthropologue Philippe Descola nomme les « schèmes de la pratique »¹ et qui leur permettent de produire des interprétations ainsi que leur propre lecture et signification du monde qui les entourent. Un autre constat particulièrement paradoxal est qu'au XXI^e siècle, les technologies de la communication se sont développées de manière exponentielle. Pourtant, malgré cela, la compréhension de ce qu'est l'altérité n'a jamais été aussi problématique.

Vera Bighetti, toujours à la même question concernant l'existence possible d'un art américain, concède : « Il porte les caractéristiques et les influences de la région, mais ne lui appartient pas. L'art n'est plus limité à l'espace physique des galeries et des musées. Il est sur les réseaux, en ligne, dans un non-lieu, reliant les cultures et les points de vue différents »². Il semble évident que l'artiste parle de l'art contemporain. Celui-ci a pour paradigme principal, la notion d'œuvre ouverte où le spectateur devient lui aussi coauteur de l'œuvre, en ajoutant sa culture, ses référents, sa propre histoire. L'œuvre est un produit collectif et la notion d'auteur est partagée. L'art contemporain a ses codes que nous venons en partie de décrire. Il est issu de la culture occidentale qui a inventé le concept de marché de l'art et le domine toujours actuellement.

¹Philippe Descola, Les Schèmes de la pratique, sont des schèmes non conscients dotés d'un haut degré de généralité.

²Vera Bighetti réponse au questionnaire, voir en annexe questionnaire p. 378

Mais ce marché de l'art ne fonctionnent-il pas comme les marchés financiers ? Ne propose-t-il pas des œuvres d'arts dépassées aux acheteurs des pays les plus pauvres ? Et les artistes de ces zones en développement n'ont-ils pas comme point commun d'être en décalage temporel sur la réflexion artistique qui a lieu dans les centres névralgiques de l'art contemporain ? Lorsque Bighetti accorde que l'art « porte les caractéristiques et les influences de la région », de quelles caractéristiques et influences régionales parle-t-elle ? Parle-t-elle de rapport au monde, de matérialisme, de dualisme ?

Pour répondre à ces interrogations, nous pouvons revenir sur les sciences humaines qui proposent un éclairage nouveau sur la séparation cartésienne entre nature et culture. Ainsi, un certain nombre d'anthropologues brésilien, comme Eduardo Vivieros de Castro, canadien, comme Eduardo Kohn, et français comme Philippe Descola et Bruno Latour, remettent radicalement en cause le dualisme occidental. C'est en se basant sur l'étude de la culture des peuples amérindiens d'Amazonie et leur rapport au monde que ces scientifiques ont proposé de nouvelles théories comme « la pensée sylvestre » qui serait partagée par l'ensemble du vivant et non pas uniquement par les humains. Plus loin encore, Eduardo Kohn considère le vivant comme fondamentalement sémiotique ; celui-ci est langage. Ainsi le scientifique affirme que s'il y a une manifestation physique du vivant, il y a un soi, une seité ou encore une conscience, donc une volonté de dire ; ce qui bouscule l'opposition entre nature et culture et les installe sur un pied d'égalité. Un autre résultat de ces réflexions sur les sciences humaines est le changement de point de vue de l'anthropologie sur elle-même et sur ses sujets d'études. En qualité de discipline née de l'émergence du concept de culture, et du dualisme nature/culture, l'anthropologie est passée, avec Claude Levi-Strauss, à une pratique où le scientifique est conscient d'être un élément de l'étude. Actuellement, il est maintenant capable d'écouter les retours et avis de son sujet d'étude sur sa propre méthodologie, sur lui-même et sur la société ou la culture dont il est issu. Kohn considère que l'anthropologie doit devenir un dialogue entre observateur et observé.

Philippe Descola, lui, revient sur cette notion de dualisme nature/culture, qui est, selon lui, ce qui nous empêche d'accéder à une pleine compréhension des sociétés non occidentales. Cette opposition n'a d'autant plus de sens qu'elle s'avère n'être qu'une pure construction sociale. En proposant une « écologie des relations », il s'attache à créer une anthropologie qui, en plus d'inclure les relations d'humain à humain, intègre également les relations entre humain et non-humain. Descola propose quatre types d'ontologies permettant de définir une société d'un point de vue cosmologique. Ces quatre modes d'identification permettent en définitive d'établir des frontières entre soi et autrui. Les différences entre ces conceptions du monde

tiennent principalement au fait d'attribuer ou non l'une des deux modalités fondamentales de structuration que sont l'identification et la relation, aux objets et aux êtres qui nous entourent. L'identification correspond principalement au niveau de l'intériorité, c'est-à-dire de l'intention, mais aussi au niveau de la dimension physique. La relation elle, est un second processus structurant, qui concerne plutôt l'action de créer des liens entre les objets et les entités du monde. Il y a donc parmi les modes d'identification : l'animisme, le totémisme, l'analogisme et le naturalisme. Descola considère que la société occidentale exprime la quatrième ontologie. Sur le naturalisme, l'auteur dit :

« Simplement la croyance que la nature existe, autrement dit que certaines entités doivent leur existence et leur développement à un principe étranger aux effets de la volonté humaine. Typique des cosmologies occidentales depuis Platon et Aristote, le naturalisme produit un domaine ontologique spécifique, un lieu d'ordre ou de nécessité où rien n'advient sans une cause, que cette cause soit référée à l'instance transcendante ou qu'elle soit immanente à la texture du monde. Dans la mesure où le naturalisme est le principe directeur de notre propre cosmologie et qu'il imbibe notre sens commun et notre principe scientifique, il est devenu pour nous un présupposé en quelque sorte « naturel » qui structure notre épistémologie et en particulier notre perception des autres modes d'identification »¹.

Le naturalisme n'est pas l'unique, ni le plus répandu des modes d'identification sur la planète. Il se caractérise par l'opposition entre les intériorités (les consciences) et une similarité entre les physicalités (les constitutions physique). Finalement, le matérialisme qui est une des autres caractéristiques définissant la civilisation occidentale actuelle, peut être considéré comme un naturalisme expurgé de l'instance transcendante évoquée par Descola.

L'animisme correspond à une similarité des intériorités ou intention (conscience, volonté) entre les humains, les animaux, les plantes tandis que leur physicalité (ou apparence) est différente. Concernant les peuples d'Amazonie, Didier de Laveleye², dans son texte « L'Indien, le Noir et le Caboclo, Amazonie indigène ou Amazonies métisses ? »³, rappelle que, même si l'Amazonie fut parfois un milieu de vie pour les autochtones pour certains esclaves africains désireux d'échapper au système des plantations, la forêt ne fut jamais une zone

¹Descola, Philippe. « Les natures sont dans la culture », Nicolas Journet éd., *La culture. De l'universel au particulier*. Editions Sciences Humaines, 2002, pp. 151-157, p.152.

²Didier de Laveleye est un ethnologue belge. Il travaille à l'Université Libre de Bruxelles comme chercheur au Centre d'Anthropologie Culturelle. Il est également licencié en Anthropologie de l'ULB et titulaire d'un DEA de Paris X-Nanterre.

³Didier de Laveleye, « L'Indien, le Noir et le Caboclo, Amazonie indigène ou Amazonies métisses ? », *Civilisations* [En ligne], 44 | 1997, mis en ligne le 29 juin 2009, consulté le 17 septembre 2019. URL : <http://journals.openedition.org/civilisations/1625> ; DOI : 10.4000/civilisations.1625

impénétrable, habitée par des tribus perdues dans cette immensité végétale. Bien au contraire, l'auteur explique :

« Des études ethnoarchéologiques prouvent aujourd'hui qu'à l'époque précolombienne, contrairement à ce que nous croyions, l'Amazonie était peuplée par de grands ensembles politiques, pouvant regrouper le long des fleuves un étonnant tissu urbain, d'où partaient même des routes bordées d'arbres fruitiers »¹.

A la période colombienne, les civilisations amérindiennes ont subi un effondrement de leur démographie et de leur système sociétal. Les sociétés survivantes ont dû, pour ne pas disparaître comme beaucoup d'autres, faire le choix de transformer leur structure sociale en fusionnant avec d'autres peuples natifs parfois ennemis. La diminution de leur population, les rencontres avec les autres ethnies, ont provoqué un très fort métissage entre Indiens et Blancs, Indiens et Noirs et aussi entre Indiens et Métis. Sur ce métissage, Laveleye explique :

« L'opposition Blanc-Indien, outre le fait qu'elle occulte l'existence d'une large population métisse en Amazonie, contribue également à sous-estimer la présence du Noir au sein du monde rural brésilien. Ici encore, à l'inverse du discours idéologique dominant, la règle est bien celle de la rencontre, des mélanges culturels et des multiples syncrétismes »².

Les sociétés amérindiennes situées dans les forêts d'Amérique Centrale et du Sud, ainsi que les groupes de population déportées d'origine africaine subsaharienne ont en commun d'appartenir à l'ontologie animiste. Ainsi, les populations Congo du centre de l'Afrique, celles des Yorubas ou des Peuls des côtes Ouest, qui fournirent le plus gros contingent de captifs avaient, pour la plupart, des pratiques religieuses traditionnelles animistes comme le culte d'Ifa, que nous avons pu détailler dans le chapitre concernant les pratiques afro-caribéennes.

C'est leur situation identique de dominés, mais aussi leur vision du monde qui explique certainement la relative bonne entente entre ces deux groupes ethniques durant la période colombienne et coloniale. Les exemples de peuples métisses entre Amérindiens et Africains sont courants. Les Séminoles en Amérique du Nord ou les Garifunas en Amérique Centrale, ou bien encore la population métisse afro-amérindienne de la province du Maranhão située dans le nord-est du Brésil, sont des peuples métisses issus de la rencontre entre les communautés noires et amérindiennes. Lavaleye relate l'existence d'un mythe fondateur de la communauté Maranhão au Brésil :

« Dans les communautés de culte *Mina*, par exemple, nous avons noté l'existence d'un mythe fondateur de la population métisse afro-amérindienne

¹*Id., ibid.*, p. 1.

²*Id., ibid.*, p. 10.

du Maranhão. Ce fabuleux récit relate la rencontre entre deux lignées d'ancêtres (mythiques) : un roi africain, suite à une traversée en mer qui se solda par une "trahison" portugaise (symbolisant ici la traite), s'égaré en forêt. Il est alors accueilli dans le village du "Roi des Indiens" qui avait fui un massacre ayant décimé tout son peuple »¹.

La notion de syncrétisme est ici parfaitement démontrée. Il existe bien des communautés, des peuples qui sont le fruit de la rencontre et du brassage des populations amérindienne, blanche et noire, en Amérique. De nouvelles cultures sont nées sur ces terres, parfois dénommées créoles. C'est certainement de cela dont parle Vera Bighetti lorsqu'elle dit que « l'art porte les caractéristiques et les influences de la région ». Si un art est l'expression d'une autre modalité d'identification que celle qui est véhiculée par l'Occident, c'est-à-dire le naturalisme, cet art est singulier, différent.

Pour décrire les arts provenant de ces cultures nouvelles issues des Amériques et du bassin caribéen, Édouard Glissant pose le concept de *Tout Monde*, en partant d'abord du constat que les systèmes d'exploitation ont pris de nouvelles figures :

« Le gouffre de la servitude, quel que soit l'endroit du monde où il s'est ouvert, et quelle qu'en soit l'époque, est toujours grand ouvert. Les modes primitifs de l'exploitation des peuples ont fait place à des modes sauvagement perfectionnés : des féodalismes aux capitalismes, dans le cadre dissimulateur des globalisations que nous ont ménagées les réalités contemporaines »².

Dans *Tout-Monde*, Glissant conte une infinité de récits, d'errance et de traversées. Il brouille les repères spatio-temporels. En s'appropriant l'idée d'épopée et de mythe, il sort du simple récit de la traite négrière transatlantique. Finalement, le concept de *Tout-Monde* dépasse la question de l'esclavage et propose une forme d'utopie où la rencontre des peuples produit de l'imprévisible et de l'irréductible. Ce *Tout-Monde* est un lieu de remise en cause des concepts occidentaux vieillissants d'*universalité*, d'être et de l'*un*, selon Glissant. C'est un espace de création et d'émergence de nouveaux paradigmes, et où les peuples rentrent en relation. Dans son *Tout-Monde*, Glissant rejoint McLuhan en ayant la même conception positive de la mondialisation. Chez Glissant, en résumé, le *Tout-Monde* est la « mondialité » qui s'oppose à la « mondialisation ». Denis-Constant Martin, dans son article « La situation postcoloniale » donne le cadre général de la réflexion d'Édouard Glissant :

« Les questions que pose Édouard Glissant, les directions qu'il désigne tournent autour de la domination, de la force et de la puissance, de l'impératif de s'en affranchir ; elles touchent l'histoire et l'identité ; elles veulent percer

¹*Id., ibid.*, § 19.

²Édouard Glissant, *Les mémoires des esclavages et de leurs abolitions*, Paris, L'Institut du Tout Monde, Galaade, 2012. p. 45.

la croûte durcie du monde hérité pour déceler les mouvements vers cet autre monde, un possible dans l'imprévisible »¹.

La question que nous pouvons nous poser est la suivante : l'art de ces régions peut-il être qualifié de contemporain, même s'il ne véhicule pas la vision du monde de l'Occident ? Si l'on prend un exemple comme celui du Japon, la réponse est évidente. Son mode d'identification culturelle est essentiellement animiste et pourtant ses artistes contemporains sont internationalement reconnus. Si un art est l'expression d'une autre modalité d'identification que celle véhiculée par l'Occident, c'est-à-dire le naturalisme, cet art est singulier, différent. Concernant la globalisation de l'art, je fais la différence entre les codes de l'art contemporain qui sont globalisés afin d'avoir un même langage, et, ce que véhicule l'œuvre d'art. Des artistes comme Estrada ou Gilberto Esparza emploient parfaitement le langage de l'art contemporain ; par contre, ils développent des discours critiques vis-à-vis de celui-ci et plus encore ils proposent un art qui est non occidentale. De la même manière que faisaient les peuples dominés, ils inventent des langues, des cultures, des œuvres ayant en façade toutes les caractéristiques de code et culture du dominant mais si le spectateur a les codes il pourrait y lire les aspirations des dominés. Donc, oui bien-sûr, il existe un art contemporain non occidental. Dans cette catégorie est classé l'art produit actuellement en Afrique, en Asie, en Amérique latine et en Océanie. Sa reconnaissance fut clairement établie dans les années 1980 avec les expositions polémiques et emblématiques comme « Les magiciens de la terre », organisée par Jean Hubert Martin à Paris en 1989 ou celle réalisée à Lyon et nommée « Partage d'exotismes », et qui présenta les œuvres de cent vingt-cinq artistes provenant du monde entier lors de la Biennale de Lyon en 2000. Fanchon Deflaux² dans le résumé de son article « La construction des représentations de l'art et des artistes non occidentaux dans la presse à la suite d'une exposition d'art contemporain »³, explique ce processus de validation :

« L'émergence, au cours des années 1980, d'artistes contemporains non occidentaux sur la scène de l'art international, conduit à s'interroger sur leur intégration au monde de l'art occidental. Cette recherche analyse les représentations sociales des œuvres et des artistes non occidentaux véhiculées par les médias, parmi lesquels la critique d'art journalistique paraît jouer un

¹Martin Denis-Constant, « Au-delà de la post-colonie, le tout-monde ? », dans Marie-Claude Smouts (dir), *La situation postcoloniale. Les postcolonial studies dans le débat français*. Paris, Presses de Sciences Po, coll « Références », 2007, p. 135-169. URL : <https://www.cairn.info/la-situation-postcoloniale--9782724610406-page-135.htm>

²Fanchon Deflaux est un chercheur français. Il est directeur du service des enseignement et de la recherche à l'école supérieure d'art et de design de Marseille Méditerranée. Est l'auteur de la thèse : *Les biennales et la « scène internationale » de l'art contemporain : l'opérativité des dispositifs dénonciation dans la régulation des positions et des valeurs*, Marseille, 2008.

³Deflaux Fanchon « La construction des représentations de l'art et des artistes non occidentaux dans la presse à la suite d'une exposition d'art contemporain », In : Culture & Musées, n°3, 2004. *Les médiations de l'art contemporain*, Elisabeth Caillet & Daniel Jacobi(dir) pp. 45-68.

rôle essentiel. La réception médiatique d'une exposition comme Partage d'exotismes (biennale d'Art contemporain de Lyon, 2000) fournit un terrain propice pour mettre en correspondance les représentations des œuvres et des artistes non occidentaux, et celles des occidentaux. Nous souhaitons ainsi souligner que si l'art non occidental semble aujourd'hui accepté et intégré au niveau institutionnel, sa réception par les critiques montre qu'il est en fait marqué par des représentations antérieures (issues de la période coloniale et de l'art « primitif »), et relégué en périphérie de la création contemporaine »¹.

Ce qui semble important de retenir de cet article est que l'art contemporain non occidental était en dehors du marché de l'art contemporain et que la critique l'évaluait à partir de concepts issus de la colonialité ou pire encore avec des outils relevant des arts dits primitifs. Fanchon Deflaux a réalisé cette enquête en 2004, il y a donc environ quinze ans. Actuellement, quelle est la situation de l'art non occidental ? Comment l'art produit en Amérique Latine et dans le bassin caribéen est-il perçu ? Défendu au début des années 1980 par des pays et des biennales comme celle de Cuba, de Dakar, de São Paulo ou d'Istanbul, l'art non occidental a trouvé peu à peu une place dans les manifestations internationales. Les artistes d'Afrique comme Ousmane Sow, Barthélémy Toguo, Wangechi Mutu, comme ceux d'Asie, d'Amérique Latine et d'Océanie, ont clairement leur place dans les biennales occidentales. Par contre ces œuvres sont-elles considérées comme étant les égales de celles produites par les artistes d'Europe ou d'Amérique du Nord ? Tel est l'objet de l'enquête qu'a menée Deflaux. Voici ce qu'il en dit :

« Nous ne nous intéresserons pas aux œuvres en elles-mêmes, car la question de la valeur ou de la reconnaissance d'une œuvre ne relève pas du domaine artistique mais de l'analyse du regard qu'on lui porte. Ce ne sont pas dans les qualités plastiques d'une œuvre que l'on peut découvrir les raisons du rejet ou de l'adhésion du public vis-à-vis de certaines œuvres ou de certaines formes de création. Il faut au contraire se situer du côté de leur réception, où se construit leur représentation et où se forge leur statut. Notre propos se limitera donc à essayer de définir le regard porté sur les œuvres non occidentales et sur leur créateur pour déterminer s'il y a, oui ou non, reconnaissance, et dans quelle mesure cette reconnaissance rejoint ou non celle qu'on accorde aux Occidentaux »².

Il est normal que la réception des œuvres d'art issues des cultures non occidentales, soit différente, car elles ne relèvent pas des mêmes paradigmes. Alors pourquoi faut-il que les artistes non occidentaux demandent la validation de leur vision du monde dans l'espace culturel occidental ? Est-ce juste pour une question d'aura et de poids au niveau de l'histoire de l'art ?

¹*Id., ibid.*, p. 68.

²*Id., ibid.*, p. 46.

Est-ce pour des raisons économiques liées au marché de l'art qui reste contrôlé par les institutions occidentales ? Au niveau du marché de l'art, l'arrivée du mastodonte chinois et de son art contemporain risque de faire pencher la balance financière et artistique de façon radicale à moyen terme. Ils imposeront leurs artistes grâce à leur puissance économique. Mais est-ce que ce scénario n'a pas toujours été le cas ? L'exemple de la montée en puissance de l'art états-unien est parfaitement en corrélation avec son décollage économique, technologique et scientifique lors de la Seconde Guerre mondiale. L'art des pays de l'Amérique du Nord : États-Unis et Canada, est assimilé à l'art occidental même si leur situation économique et culturelle est différente. Pourtant, cet art est issu, de ce que Glissant qualifie de rencontre et de relation dans le nouveau monde ; de la rencontre entre les peuples autochtones, européen, africain et asiatique, comme la caraïbe, ces deux grands pays ont clairement eu des histoires politique, culturelle, artistique et religieuse en divergence avec l'Europe. Entre les années 1950-1960, le centre de gravité de l'art contemporain s'est clairement déplacé d'Europe vers les États-Unis. Est-ce que cet art était parfaitement occidental ? Ou déjà métissé ? C'est pour cela que je propose le terme de néo-occidental.

Ce qui nous amène à poser la question suivante : l'art contemporain globalisé ne serait-il pas lui-même un art néo-occidental ?

Bibliographie

OUVRAGES

- Abbé Bonnot De Condillac Etienne**, *Traité des systèmes*, Paris, Ch. Houel, Imprimeur, 1798.
- Alexandre Laurent et Bernier Jean-Michel**, *Les robots font-ils l'amour ? Le transhumanisme en 12 questions*, Paris, Edition Dunod, 2018.
- Aristote**, *Physique*, livre II. La nature : hasard et nécessité. Trad. Henri CARTERON, Paris, Les Belles lettres, 1966.
- Aristote**, *Seconds Analytiques*, Paris, Trad. (1939) J. Tricot, ed. Les Échos du Maquis, 2014.
- Benjamin Walter**, *À propos de la langue et de la langue de l'homme*, trad. Maurice de Candillac, Paris, ed. Denoël, coll. Bib Mediations, 1974
- Benyus J.**, *Biomimétisme. Quand la nature inspire des innovations durables*, Paris, éd. Rue de l'Échiquier, 2011.
- Bergson Henri**, *L'Évolution créatrice*, Paris, PUF, 1907.
- Bernard Claude**, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Paris, ed. J.B. Baillière, 1865.
- Bichat Xavier**, *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*, Paris, ed. Brosson, gabon et Cie, 1799.
- Blanchard Anne et Cerisier Emmanuel**, *Le grand livre des sciences et inventions arabes*, Paris, Bayard Jeunesse, 2006.
- Bredenkamp Horst**, *Théorie de l'acte d'image*, Paris, La Découverte, coll. « Politique et sociétés », 2015.
- Bubb Martine**, *La Camera obscura. Philosophie d'un appareil*, Paris, Éd. L'Harmattan, coll. « Esthétiques », 2010.
- Buydens M. Sahara**, *l'esthétique de Gilles Deleuze*, Paris, Vrin, 2005.
- Canguilhem Georges**, *Physiologie animale*, Paris, PUF., 1995.
- Canguilhem Georges**, *La Connaissance de la vie*, Paris, Vrin, 1965.
- Canguilhem Georges**, *Le normal et le pathologique*, Paris, PUF, 2009.
- Capra Fritjof**, *Le Tao de la Physique, une exploration des parallèles entre la physique moderne et le mysticisme oriental*, Paris, ed. Tchou, 1979.
- Chansigaud Valérie**, *Histoire de l'illustration naturaliste*, Genève, Delachaux et Niestle, 2009.
- Chapuis Alfred et Droz Edmond**, *Les Automates. Figures artificielles d'hommes et d'animaux. Histoire et Techniques*, Neuchâtel, Éditions du Griffon, 1949.
- Chapuis et Gelis**, *Le monde des automates, étude historique et technique*, Paris, ed. par les auteurs, 1928. 2 vol.
- Charbonier Pierre**, *L'Anti-Narcisse de Vivieros*, Paris, la vie des idées, 2010.
- Couchot Edmont**, *L'art numérique*, Paris, Flammarion, 2003.
- Huyghe Pierre Damien**, *L'art au temps des appareils*, « La condition photographique de l'art », Paris, Harmattan, 2010.
- De La Mettrie Julien Offray**, *L'homme Machine*, Leyde, imp. Elie Luzac, 1747.
- De Latil Pierre**, *Il faut tuer les robots*, Paris, chez Grasset, 1957.
- Patrick Forterre, Marie-Christine Maurel, Louis d'Hendecourt et Christophe Malaterre**, *De l'inerte au vivant. Une enquête scientifique et philosophique*, Paris, La ville brûle, 2013.
- De Mèredieu Florence**, *Histoire matérielle et immatérielle de l'art moderne contemporain*, Paris, Larousse, 1994.

- De Vaucanson Jacques**, *Le Mécanisme du flûteur automate présenté à messieurs de l'Académie royale des sciences*, Paris, ed. Jacques Guerin, 1738.
- Deleuze et Guattari**, *Mille Plateaux*, Paris, Minuit, 1980.
- Deleuze Gilles**, *Post-scriptum sur les sociétés de contrôle*, Paris, coll « Pourparlers », Minuit, 1990.
- Deleuze Gilles et Guattari Félix**, *L'Anti-Œdipe*, Paris, Minuit, 1972.
- Derrida Jacques**, *De la grammatologie*, Paris, Minuit, 1967.
- Descartes René**, *Le Discours de la méthode*, Leyde, imp. Ian Maire, 1637.
- Descartes René**, *Les principes de la philosophie*, Œuvres, Paris, CNRS-Vrin, 1989.
- Descola Philippe**, *Par-delà nature et culture*, Paris, Gallimard, coll. « Folio essais », 2015.
- Devaux Pierre**, *Automates, automatisme, automation*, Paris, PUF, 1961.
- Diouf Laurent, Worms Anne-Cécile, Vincent Anne**, *Les arts numériques*, Paris, Centre de recherche et d'information socio-politique, 2013.
- Droz Edmond**, *Les automates : figures artificielles d'hommes et d'animaux*, Neuchâtel, Griffon, 1949.
- Eco Umberto**, *L'œuvre ouverte*, Paris, coll. « Point », Seuil, 1962.
- Forest Fred et Restany Pierre**, *La bourse de l'imaginaire, bourse du fait-divers, expérience de presse conçue et présentée par Fred Forest*, Paris, Centre Georges Pompidou, 1982.
- Fourmentraux Jean-Paul**, *Art et Internet, les nouvelles figures de la création*, Paris, CNRS Éd., 2005.
- Glissant Edouard**, *Introduction à la poétique du divers*, Paris, Gallimard, 1996.
- Goetz Benoit**, *Théorie des maisons. L'habitation, la surprise*, Lagrasse, ed. Verdier, coll. « Art et Architecture », 2011.
- Hardt Michael et Negri Antonio**, *Empire*, Paris, Exils, 2000.
- Heidegger Martin**, *Batir, Habiter, Penser*, Paris, Gallimard, coll. « Tel », 1958.
- Heron d'Alexandrie et Philon de Byzance**, *Les Pneumatiques*, Paris, ed imprimerie Nationale, 1902.
- Heudin Jean-Claude**, *Les Créatures artificielles : des automates aux mondes virtuels*, Paris, Odile Jacob, 2008.
- Holmes Brian**, *La personnalité potentielle, Trans-subjectivité dans la société de contrôle*, Paris, Multitudes, 2007.
- Hurtak James Joachim**, *Le livre de la Connaissance : Les Clés d'Enoch*, Californie, ed. Academie pour les sciences du futur, 1997.
- Ikeda Ryoji**, *Continuum*, catalogue d'exposition Continuum, Paris, centre Georges Pompidou, 2018.
- Jacob François**, *La logique du vivant*, Paris, Gallimard, 1970.
- Jimenez Marc**, *Art et technosciences, Bioart et neuroesthétique*, Paris, Klincksieck, 2016.
- Kandinsky**, *Regards sur le passé*, Paris, Hermann, 1935.
- Kant Emmanuel**, *Critique de la faculté de juger*, Berlin, ed Lagarde, 1790.
- Kaprow Allan**, *Assemblage, Environnements et happenings*, New York, Harry N. Abrams, 1966.
- Le Corbusier**, *Le Modulor : essai sur une mesure harmonique à l'échelle humaine applicable universellement à l'architecture et à la mécanique*, Paris, Édition de l'Architecture d'Aujourd'hui, 1950.
- Le Gac Christophe**, *In Parpaings*, Paris, Jean-Michel Place, 1999.
- Le Moigne Jean-Louis**, *La Théorie du système général. Théorie de la modélisation*, Paris, PUF, 1977.
- Leibnitz Godefroy-Guillaume**, *Explication de l'arithmétique binaire, qui se sert des seuls caractères O et I avec des remarques sur son utilité et sur ce qu'elle donne le sens des anciennes*

- figures chinoises de Fohy. Mémoires de mathématique et de physique de l'Académie royale des sciences*, Paris, Académie royale des sciences, 1703.
- Lesourne Jacques**, *Les systèmes du destin*, Paris, Dalloz-économie, 1976.
 - Levy Pierre**, *Qu'est-ce que le virtuel ?* Paris, La découverte, 1998.
 - Lovelock James**, *La Revanche de Gaïa*, Paris, J'ai Lu, coll. « J'ai Lu Essai », 2008.
 - Lucken Michael**, *L'Art du Japon au vingtième siècle, Pensée, forme, résistance*, Paris, hermann, 2001.
 - Maingot Eliane**, *Les automates*, Paris, Hachette, 1959.
 - Mauss Marcel**, *Techniques, technologie et civilisation*, Paris, P. U. F., coll. « Quadrige », 2012.
 - Merleau-Ponty**, *Phénoménologie de la perception*, Paris, Gallimard, 1945.
 - Milad Doueïhi**, *Qu'est-ce que le numérique ?* Paris, PUF, 2013.
 - Moulier Boulang Yanne**, *Le capitalisme cognitif : La Nouvelle Grande Transformation*, Paris, Amsterdam, 2008.
 - Needham Joseph Terence Montgomery**, *Science and Civilization in China*, volume 4 : Physics and Physical Technology, Part 3 : Civil Engineering and Nautics, Cambridge university, 1962.
 - Needham Joseph Terence Montgomery**, *Science and Civilization in China*, Taipei, Caves Books 1986.
 - Nietzsche Friedrich Wilhelm**, *La Naissance de la tragédie* (1872), trad. Angèle Kremer-Marietti, Paris, Le Livre de Poche, Librairie Générale Française, 1994.
 - Nordmann Jean-François, Michael Hardt et Antonio Negri : *Empire*, Paris, Exils, 2000.
 - Nouss Alexis**, *Plaidoyer pour un monde métis*, Paris, Textuel, 2005.
 - Pareto Vilfredo**, *Manuel d'économie politique*, trad. Alfred Bonnet, Milan, Manuale, Collection : Bibliothèque internationale d'économie, 1909.
 - Paul Christiane**, *L'art numérique*, Paris, Thames & Hudson, 2008.
 - Perelman Marc**, *Le Corbusier ; Le courant froid de l'architecture*, Paris, Editions de la passion, 1986.
 - Ramsay Gordon**, *L'Abbé Mical et les Têtes Parlantes : L'Histoire de Sa Vie, l'Histoire de son œuvre*, Lyon, Société Française d'Acoustique, 2010.
 - Rolnik Suely**, *Anthropophagie zombie*, Paris, Blackjack édition, 2011.
 - Rousseau Jean-Jacques**, *Essais sur l'origine des langues*, Paris, Gallimard, 1990.
 - Saurisse Pierre**, *La mécanique de l'imprévisible*, Paris, L'Harmattan, 2007.
 - Schmidt Nelly**, *Histoire du métissage*, Paris, La Martinière, 2003.
 - Shannon Claude**, *La théorie mathématique de la communication*, Boston, Université d'Harvard, 1948.
 - Simon Herbert Alexander**, *Les Sciences de l'artificiel*, Paris : Gallimard. 1968.
 - Souriau Etienne** (dir.), *Vocabulaire d'esthétique*, Paris, PUF, 1990.
 - Steinmann Brigitte, Donna Haraway**, *Manifeste cyborg et autres essais. Sciences, fictions, féminismes*, Paris, Exils, 2007.
 - Tauliaut Henri**, « Le vivant », Centre de Rencontre de Fond-Saint-Jacques, Martinique, 2011.
 - Vitali-Rosati Marcello**, *Pratique de l'édition numérique*, Montréal, Presses de l'Université de Montréal, Col Parcours numérique, 2014.
 - Viveiros de Castro Eduardo**, *Métaphysiques cannibales*, trad. Oïara Bonilla, Paris, PUF, coll. « Métaphysiques », 2009.
 - Von Kempelen Johann Wolfgang**, *Le Mécanisme de la parole, suivi de la Description d'une machine parlante*, Vienne : J. V. Degen, 1791.
 - Von Linné Carl**, *Systema Naturae*, Stockholm, Encyclopedia Universalis, 1766.

OUVRAGES EN LANGUE ETRANGERE

- Aarseth Espen J.**, *Cybertext: Perspectives on Ergodic Literature*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1997.
- Aarseth Espen J.**, *Nonlinearity and Literary Théorie*, Boston, MIT Press, 2003.
- Brackhane Fabian**, *Kempelen's Mechanismus der Menschlichen Sprache*, Dresden, TUDpress, 2017.
- Flanagan James L.**, *Speech Analysis, Synthesis and Perception*, Berlin, Springer-Verlag, 1965.
- Foster Hal**, *Bad New Days: Art, Criticism emergency*, New York, Verso, 2015.
- Galloway Alexander R.**, *Protocol: How control Exits after Decentralization*, London, The MIT Press, 2004.
- Galloway Alexander R.**, *The Interface Effect*, Cambridge, Polity Press, 2012.
- Grey Walter**, *An Imitation of Life*, Scientific American, New York, Scientific American, 1950.
- Koza John R.**, *Genetic Programming. On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*, Boston, MIT Press, 1992.
- Kurzweil Raymond**, *The Age of Intelligente Machines*, Massachusetts, MIT press, 1990.
- Langton Christopher Gale**, *Artificial Life I*, Santa Fe, ed. Addison-Wesley, 1989.
- Langton Christopher Gale**, *Studying Artificial Life with Cellular Automata*, Physica D, 22, 1986.
- Lanier Jaron**, *You Are Not a Gadget. A Manifesto*, New York, Vintage Books, 2011.
- Laposky Ben**, *Electronic abstraction*, catalogue, Sanford, Sandford Museum, 1953.
- Lazzarato Maurizio**, *Signs and Machines: Capitalism and the Production of Subjectivity*, New York, éditions Semiotext(e), 2014.
- Palyi Gyula**, *Fundamentals of Life*, Amsterdam, Elsevier, 2002.
- Popa Radu**, *Between Chance and Necessity: searching for the Definition and Origine of Life*, Berlin, Springer-Vergag, 2004.
- Primavesi Anne**, *Gaia's Gift*, New York/London, Taylor Francis, 2003.
- Restivo Sal**, *The social relations of Physics, Mysticism and Mathematics*, New York, Springer, 1983.
- Roco Mihail C. and Bainbridge William Sims**, *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information technology and cognitive science*, USA, National Science Foundation, 2002.
- Shannon Claude E. Sloan et Winer**, *Collected Papers*, Wiley-IEEE Press, 1993.
- Steinmann Brigitte, Donna Haraway**, *Manifeste cyborg et autres essais. Sciences, fictions, féminismes*, Paris, Exils, 2007.
- Stephenson Neal Town**, *Snow Crash*, USA, Bantam Spectra Book, 1992.
- Stonier Tom**, *Information and the Internal Structure of the Universe: Exploration into Information Physics*, New York, springer, 1990.
- Von Bertalanffy Ludwig**, *General System Theory* (1968), trad. « Théorie générale des systèmes », Paris, Dunod, 1993.
- Wiener Norbert**, *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*, Boston, MIT press, 1948.
- Wiener Norbert**, *The human use of human beings: cybernetics and society*, Massachusetts, Houghton Mifflin, 1950.
- Wilson Stephen**, *Information arts: intersections of art, science, and technology*, Boston, MIT press, 2002.
- Wilson Stephen**, *Art+Science*, Londres, Thames Hudson, 2005.

-**Winthrop-Young Geoffrey**, *Hardware/Software/Wetware*, in Mitchell, W.J.T. and Hansen, Mark B. N. (ed.), *Critical Terms for Media Studies*, Chicago/Londres, 2010.

ARTICLES

-**Canguilhem Georges**, « Physiologie », Paris, Encyclopédie Universalis, 1971.

-**Chastel André**, « Le fragmentaire, l'hybride, l'inachevé » in *Fables, formes, figures*, volume 2, Paris, Flammarion, 1978.

-**Delvoy Wim**, « Je cherche à donner une cotation à l'art », *Le Monde*, Paris, 2005.

-**Dyens Ollivier**, « le corps numérisé », *Art et biotechnologies*, Louise Poissant (dir.), Quebec, 2005.

-**Estrada Omar**, « TpoX Toque » XII Biennale de la Havane, Cuba, 2015.

-**Fargas Joaquin**, *sunflowerespañol.pdf*.

-**Letourneau André Eric**, « %C9.L%E9tourneau.cv.pdf », Montréal, 2019.<https://ici.radio-canada.ca/radio/navire/texte-pdf/%C9.L%E9tourneau.cv.pdf>

-**Letourneau André Eric**, *description-3-9-30.pdf*, Montréal, 2019.

-**Lolive Jacques**, Blanc Nathalie. *Vers une esthétique environnementale : le tournant pragmatiste*. *Natures Sciences Sociétés*, EDP Sciences, 2009, 17 (3), pp.258-272.

-**Poe Edgar Allan**, « Turc mécanique », Wimsatt, Boston, 1939.

-**Poissant Louise**, « L'art de réinventer la vie », *Art et biotechnologies*, Quebec, PU Saint Etienne, 2005.

-**Reichle Ingeborg**, « Au confluent de l'art et de la science : le génie génétique en art contemporain », *Art et biotechnologie*, Quebec, PU Saint Etienne, 2005.

-**Robin Wright**, « Cosmogonie Baniwa. Le chemin du salut », *Recherches brésiliennes. Archéologie, histoire ancienne et anthropologie*, *Annales littéraires de l'Université de Besançon*, 527 Besançon : Université de Franche-Comté, 1994.

-**Turchany**, « Agir ensemble pour Eduquer au Développement durable », *La théorie des systèmes et systémiques*, Bordeaux, UNESCO, 2007.

ARTICLES EN LANGUES ETRANGERES

-**Canadell J and Noble I**, « Challenges of a Changing Earth : Global Change Open Science Conference rapport Trends in Ecology and Evolution », *Trends in Ecology & Evolution*, Vol 16, 2000.

-**Cohen Harold**, « Brother Giorgio's Kangaroo », in *The Age of Intelligente Machines*, de Raymond Kurzweil, MIT press, 1990.

-**Jasso Karla**, « Una mirada impolítica para intensificar los lugares de relación » in *Le catalogue du Festival Internacional de Arte Electrónico y Video Transitio Mx.*, Mexico, 2008.

REVUES

- Anne Nicolle**, « Le continu, le discontinu et le discret en informatique », In *Espaces Temps*, n° 82-83, Christian Ruby (dir.), Paris, 2003.
- Berthet Dominique** (dir.), « Hybridation, métissage, mélange des arts », *Recherches En Esthétique* (Revue du C.E.R.E.A.P.) Martinique. N° 5, Octobre 1999.
- Chekchak Tarik, Karim Lapp**, « Biomimétisme, la nécessaire resynchronisation de l'économie avec le vivant », Dictionnaire Webster, *Ecologie politique*, vol. 43, n° 3, 2011.
- Clavel, Joanne**, « L'art écologique : une forme de médiation des sciences de la conservation ? », *Natures Sciences Sociétés*, vol. 20, no. 4, 2012.
- Robert Sasso et Arnaud Villani**, « Déterritorialisation, Le vocabulaire de Gilles Deleuze », *Les Cahiers de Noesis* n°3, Paris, Printemps, 2003.
- Foyer Jean**, « Eduardo Kohn, Comment pensent les forêts : vers une anthropologie au-delà de l'humain », *Cahiers des Amériques latines*, Paris, 2018.
- Hauser Jens**, « Art et agentivité à l'heure du wetware », *Stream 4, Les paradoxes du vivant*, Paris, PCA Edition, 2017.
- Hervé le Crosnier**, « Internet et le numérique », *Hermes*, La revue 2014/3 (N°70).
- Nagel Thomas**, What Is It Like to Be e Bat ?1974, *Philosophical Review* 83 : trad. Franç. Engel, « Quel effet cela fait-il d'être une chauve-souris ? » *Questions mortelles*, Paris, PUF, 1983.
- Nahayeilli B. Juárez huet**, « La santería à Mexico : ébauche ethnographique », *Civilisations*, vol. 51-1, no. 1, 2004.
- Post David Palkovacs**, «Eco-evolutionary feedbacks in community and ecosystem ecology: interactions between the ecological theatre and the evolutionary play», in *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B: Biological Sciences*, vol. 364, 2009.
- Kohn Eduardo**, « Comment pensent les forets : Vers une anthropologie au-delà de l'humain », Bruxelles, *Stream 04, les paradoxes du vivant*, PCA édition, 2017.
- Képes Francois**, « Manipuler le Vivant », *Stream 4, Les paradoxes du vivant*, Paris, PCA Edition, 2017.
- Leonardo**. Vol 24, N°2, 1991.
- Letourneau A. Eric**, « Les Altérations de La Chèvre Phénomène ». *Inter*, (120), 40–42., 2015.
- Meyer H.**, « Les animaux dans la performance », *Inter*, N° 113, Hiver 2013, «Animalité».
- Schaer Roland**, « Habiter, de l'hospitalité du vivant », *Stream 4 Les paradoxes du Vivant*, PCA édition, 2017.

THESES

- Stubrin Lucia**, thèse de doctorat, Arte y ciencia : *La pratica bioartistica argentina en su relacion con La escena internacional*, Université de Buenos aires, 2015.
- Vera Sylvia Bighetti**, *La programmation générative en tant que langage et communication - Processus de routines de codes exécutables en tant qu'outil de transmission d'informations*, Université Pontifical Catholique de São Paulo1 (PUC), 2008.
- Kratky Andreas**, *Les auras numériques. Pour une poétique de la base de données*, thèse de Doctorat, 2013.

SITOGRAPHIE

- ADN, définition de l'Encyclopedia Universalis : <https://www.universalis.fr/dictionnaire/adn/>
- Andres Duran, « La ville volante de Georgii Krutikov », 1928, p.356. <http://traac.info/blog/?p=356>.
- Aulu-Gelle, *Nuits attiques*, IIe siècle : <http://kotsanas.com/fr/exh.php?exhibit=2001001>
- BarronStephan, http://www.multimedialab.be/doc/projections/doc_nicolas_reeves_harpe.pdf
- Baquiast Jean-Paul, Entretien avec un transhumaniste, iatranshumanisme.com. 2006.
- Bec Louis, <http://www.colloquebioart.org/pages/lbec.html>
- Bighetti Vera : <http://www.artzero.net/bio.html>
- Bighetti Vera, *Self Cinema* : <http://www.artzero.net>
- Bighetti Vera, *Self Cinema*, vidéo sur Vimeo à l'adresse : <https://vimeo.com/16037491>
- Blais Dominique, <http://www.xippas.com/fr/artists/dominique-blais/>
- Blast Theory, *Can You See Me Now ?* 2003 <https://www.blasttheory.co.uk/projects/can-you-see-me-now/>
- Bookchin Nathalie, « Introduction to Net Art », <https://www.artsy.net/artwork/alexei-shulgin-and-natalie-bookchin-introduction-to-net-dot-art>
- Boucher Mélanie, « Pour une histoire du corps muséifié : les images schématiques en performance », Culture Musées [En ligne], 29 | 2017, mis en ligne le 19 juin 2018, consulté le 14 juin 2019. URL : <http://journals.openedition.org/culturemusees/1100> ; DOI : 10.4000/culturemusees.1100
- Bureaud Annick, « Art numérique », Paris, https://www.histoiredesarts.culture.fr/hda_front/images/pdf/arts%20numeriques%202018.pdf, p.3, 2011.
- Bureaud Annick, « Pour une typologie de la création sur Internet », <http://www.olats.org/OLATS/livres/index-etudes.shtml>
- Cattant Julie, Le corps dans l'espace architectural, Le Corbusier, Claude Parent et Henri Gaudin, <https://gerflint.fr/Base/Europe11/cattant.pdf>,
- Cardon Dominique, « Politique des algorithmes » : <http://revue-reseaux.univ-paris-est.fr/fr/numeros-precedents/document-1622.html>
- Carton de Grammont Nuria : <https://galerie.uqam.ca/expositions/gilberto-esparza-plantas-autofotosinteticas/>
- Carton de Grammont Nuria et Leblanc Véronique, « Gilberto Esparza. Plantas autofotosintéticas », <https://galerie.uqam.ca/expositions/gilberto-esparza-plantas-autofotosinteticas/>
- Citation de Joseph Beuys, répertoriée sur le site : <https://books.google.com/books?isbn=2748374045>
- Citation du site internet : <https://www.connaissancedesenergies.org/combien-produit-denergie-partir-des-dechets-en-france-150812>
- Collectif *Experientia Electrica* : <http://sat.qc.ca/fr/nouvelles/interac-wearing-residence-de-recherche-et-de-creation>
- Da Costa Beatriz, *Pigeon Blog*, 2006, <https://pigeonblog.wordpress.com/>
- Damelincourt Jérôme, « La définition de la vie artificielle », <https://www.futura-sciences.com/tech/dossiers/robotique-introduction-vie-artificielle-19/page/3/>
- De Landa Manuel, citer par Timur Si-Qin dans <https://www.pca-stream.com/fr/articles/timur-si-qin-esthetique-contingence-materialisme-evolution-art-108>
- De Loisy Jean, commissaire d'exposition, http://fracdespaysdelaloire.com/public/pdf/peda_gina_pane.pdf
- Detambel Régine, « Corps écrit » : <http://www.regine->

detambel.com/f/index.php?sp=liv&livre_id=1402.

-Documentaire vidéo : « Restauration des automates de Pierre et Henri-Louis Jaquet-Droz, par Thierry et Grégory Amstutz », Auvernier, Suisse : <https://www.youtube.com/watch?v=IeTOqDb-86s&t=83s>

-Dossier thématique UQAM : « l'art génératif » : <http://nt2.uqam.ca/fr/dossiers-thematiques/lart-generatif>

-Définition du CNRTL du mot Robot : <https://www.cnrtl.fr/definition/robot>

-Définition système : source CNRTL <http://www.cnrtl.fr/definition/syst%C3%A8me>
Earth System Science in a Nutshell:

<https://serc.carleton.edu/introgeo/earthsystem/nutshell/index.html>

-Esparza Gilberto, Ce Texte est le fruit de la collaboration entre l'artiste Gilberto Esparza, la biologiste Constanza Díaz Mc Gregor et l'électronicien Diego Liedo Lavaniegos : <https://loredanaferro.wordpress.com/tag/gilberto-esparza/>

-Esparza Gilberto : <https://vimeo.com/18919799> et <http://plantasnomadas.blogspot.com/>

-Esparza Gilberto : <http://ata.org.pe/tag/fundacion-telefonica-del-peru/>

-Esparza Gilberto : <http://gilbertoesparza.net/portfolio/parasitos-urbanos/>

-Esparza Gilberto, Entrevues entre J.F. Huerta et Gilberto Esparza lors de son exposition « Cultivos » à l'espace Alameda de Mexico en novembre 2015 : <http://artindf.com/entrevista-gilberto-esparza-cultivos/>

-Esparza Gilberto, *Plantas autofotosintéticas* : <https://galerie.uqam.ca/expositions/gilberto-esparza-plantas-autofotosinteticas/>

-Esparza Gilberto, *Plantas autofotosintéticas*. Pour voir la vidéo, allez sur le site : <https://www.youtube.com/watch?v=PVK1ailj6p8>

-Esparza Gilberto, Traduction d'une partie de l'article rédigé par le M. Carlos Godínez Seoane dans le site Europress : <https://www.europapress.es/murcia/noticia-profesor-upct-artista-mejicano-crean-planta-cibernetica-transforma-agua-contaminada-energia-20100417104838.html>

-Estrada Omar, « TpoX/ Toque : Paternity Data », document pdf, 2018.

<http://www.omarestrada.com/tpox-toque-science-performance/>

-Estrada Omar et Estrada Carlos, traduction de la page consacrée à l'œuvre Four Colours du site internet : <http://cyberciclope.blogspot.com/2009/01/carlos-omar-estrada-permetros-ilusorios.html>

-Estrada Omar et Estrada Carlos, traduction de la page consacrée à l'œuvre Manual de Instrucciones sur site internet d'Omar Estrada : <http://www.omarestrada.com/tetragrama-new-media/>

-Estrada Omar et Estrada Carlos, traduction de la page consacrée à l'œuvre Perimetro du site internet d'Omar Estrada : <http://www.omarestrada.com/perimeter-installation/>

-Estrada Omar et Estrada Carlos, traduction de la page consacrée à l'œuvre Tetragrama sur le site internet d'Omar Estrada : <http://www.omarestrada.com/logos-installation-biennial/>

-Estrada Omar, interview in Cuban Art News, Bienal Snapshot : « Between, Inside, Outside » : <http://www.omarestrada.com/why-the-moon-interactive-tableau-vivant/>

-Estrada Omar, traduction de la page consacrée à l'œuvre TpoX Estrada sur site internet d'Omar Estrada. Citation de Anton Zeilinger en introduction :

<http://www.omarestrada.com/tpox-estrada-science-installation/>

-Everaert-Desmedt Nicole, La sémiotique de Peirce, Louis Hébert (dir.), Rimouski, 2011. <http://www.signosemio.com/peirce/esthetique.asp>

-Fagot-Largeault Anne, « Les sciences et la réflexion philosophique » : <https://www.cairn.info/revue-des-sciences-philosophiques-et-theologiques-2006-1-page-51.htm>

-Fargas Joachim : <https://www.joaquinfargas.com/obra/proyecto-utopia/>

- Fargas Joachim**, Conférence « La symbiose entre l'art, la science et la technologie », Faculté des Beaux-Arts de l'Université du Pays Basque Espagnol, 2011. <https://vimeo.com/116323200>
- Fargas Joachim**, *Inmortalidad*, 2016. pdf p. 2 traduction. <https://www.joaquinfargas.com/wp-content/uploads/2016/02/Inmortalidadespanol.pdf>.
- Fargas Joachim**, *La Cueva del Futuro* : <https://www.joaquinfargas.com/obra/cueva-del-futuro/>
- Fargas Joachim**, le site internet sunflower : www.sunflower.com.ar
- Fargas Joachim**, *Sunflower : Centinela del Cambio Climatico* <https://www.joaquinfargas.com/wp-content/uploads/2016/02/sunflowerespa%C3%B1ol.pdf>
- Fargas Joachim**, « La realidad esta ante nosotros, podemos esquivarla o tomar conciencia de ella ». <https://www.joaquinfargas.com/en/obra/sunflower-sentinel-of-climate-change/>
- Fargas Joachim** : www.exploratorio.com
- Fargas Joachim**, <https://www.joaquinfargas.com/obra/proyecto-biosfera/>
- Fargas Joachim**, <https://www.joaquinfargas.com/en/wp-content/uploads/2017/04/Antarctic-Biennale-2017-Joaquin-Fargas-Glaciator.pdf>
- Fukuyama**, « The world's most dangerous ideas : transhumanism » <https://www.au.dk/fukuyama/boger/essay/2002>,
- Gaia Hypothesis**, documentaire réalisé par Pionner Film TV Production <https://www.youtube.com/watch?v=GIFRg2skuDI>
- Galanter Philip**, « What Is Generative Art ? » http://philipgalanter.com/downloads/ga2003_what_is_genart.pdf
- Glissant Edouard**, <https://www.jeuneafrique.com/192669/culture/douard-glissant-po-te-philosophe-du-tout-monde/>
- Glénat Mathilde et Chareyron Delphine**, « Principe du passage de l'analogique au numérique », <http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/principe-numerisation.xml>
- Golan Levin**, interviewé par Carlo Zanni en 2004 : http://www.flong.com/texts/interviews/interview_ciac/
- Granular Synthesis** : <http://www.granularsynthesis.info/ns/?goto=artists>
- Gras Olivier**, « Horst Bredekamp, Théorie de l'acte d'image », Lectures [En ligne], Les comptes rendus, 2016, URL : <http://journals.openedition.org/lectures/19829>
- Gueredrat Annabel et Tauliaut Henri**, « Parade Nuptiale Iguanesque » <http://henritauliaut.com/-le-monde-iguana/>
- Gérard Villemin**, « L'histoire de l'électronique », Source : <http://villemin.gerard.free.fr/aScience/Electron/ElecHist.htm>
- HeHe**, « Nuage vert », 2008, <http://hehe.org.free.fr/hehe/NV08/index.html>
- Tamiko Thiel**, *We AR in MoMa* : <http://www.tamikothiel.com/We-AR-in-MoMA/>
- http://www.lindin.cat/introduccio_literatura_digital/c_lit_ergodica.htm
- <http://www.nxigestatio.org/NXI/nxi-presentation.html>
- <https://www.idixa.net/Pixa/pagixa-0509140437.html>
- <https://www.universalis.fr/encyclopedie/creation-les-mythes-de-la-creation/>
- INRIA**. Source <https://www.inria.fr/>
- Journet Nicolas**, « Umberto Eco. Dans la tête du lecteur », Sciences Humaines, 2016/11 (N° 286), p. 28-28. URL : <https://www.cairn.info/magazine-sciences-humaines-2016-11-page-28.htm>,
- Kac Eduardo** : <http://www.ekac.org/bioartfrench.html>. Première publication : Andrieu, Bernard (dir.). Dictionnaire du corps en sciences humaines et sociales, Paris, CNRS, 2005.
- Kisseleva Olga**, « How are you ? » <http://www.kisseleva.org/project/projecthay.htm>
- Klein Yves**, http://mediation.centrepompidou.fr/education/ressources/ENS-yves_klein/ENS-Yves_Klein.htm
- Kotsanas Konstantinos** : <http://kotsanas.com/fr/exh.php?exhibit=0401001>

-**L'ADEME** : <https://www.ademe.fr/lademe/presentation-lademe>

-**La Galerie Vermelho** : <https://www.galeriavermelho.com.br/>

-**La PUC de São Paulo** : <http://www.pucsp.br/>

-**La téléonomie**,
<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/t%C3%A9l%C3%A9onomie/77105>

-**Lamy Laurent** : « Déterritorialisation et reterritorialisation : l'importation de contre-modèles dans le champ de la traduction » : <https://www.erudit.org/fr/revues/meta/2015-v60-n2-meta02055/1032903ar.pdf>

-**Le CERN** : <https://public-archive.web.cern.ch/public-archive/fr/About/About-fr.html>

-**Lefevre Arnaud**, <https://fr.express.live/lintelligence-artificielle-est-potentiellement-plus-dangereuse-que-les-armes-nucleaires-exp-206889/>, « Worth reading Superintelligence by Bostrom. We need to be super careful with AI. Potentially more dangerous than nukes ».

-**Le Dévédec Nicolas et Guis Fany**, *l'humain augmenté, un enjeu social*, SociologieS [En ligne], premiers textes, mis en ligne le 19 novembre 2013.

-**Lerosier Thomas**, « Philippe Descola, Par-delà nature et culture », Questions de communication, <http://journals.openedition.org/questionsdecommunication/11371>

-**Banu-Musâ** (Les frères), le Livre des dispositifs ingénieux, Bagdad, Maison de la sagesse, 850. https://www.qantara-med.org/public/show_document.php?do_id=1172

-**Les frères Banu-Musâ** : source Université Joseph-Fourier, UJF Grenoble, 2011 <https://ljk.imag.fr/membres/Bernard.Ycart/mel/nr/node19.html>

-**Les tracés vectoriels**. <http://arts-numeriques.codedrops.net/Image-vectorielle>

-**Letourneau André Eric**, « Cinéparc pour chiens de traîneaux », Manœuvre, Montréal, 2009 : https://www.youtube.com/watch?v=Et5P__rfNjA

-**Letourneau André Eric** :
https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89ric_L%C3%A9tourneau#cite_ref-3, §Pratique interdisciplinaire

-**Matteo**, citation, <https://www.inaglobal.fr/numerique/note-de-lecture/alexander-r-galloway/interface-effect/les-interfaces-sont-de-retour>.

-**Molinet Emmanuel**, « L'hybridation : un processus décisif dans le champ des arts plastiques », Le Portique [En ligne], 2-2006 | Varia, mis en ligne le 22 décembre 2006, consulté le 25 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/leportique/851>

-**Musso Pierre**, <https://www.pca-stream.com/fr/articles/pierre-musso-ville-vivante-ville-texte-96>.

-**Observatoire Leonardo pour les Arts et les Techno-Sciences** :
https://www.olats.org/livresetudes/basiques/litteraturenumerique/10_basiquesLN.php

-**Pane Gina**, « Terre-Artiste-Ciel Archive », sur www.centrepompidou.fr, 2005.

-**Pauline Mark**, « Survival Research Lab » Revue Mouvement :
http://www.mouvement.net/analyses/reportages/jouer-a-la-guerre_1

-**Penny Simon**, dans « Art et agentivité à l'heure du wetware », <https://www.pca-stream.com/fr/articles/jens-hauser-art-et-agentivite-wetware-107>

-**Plohman Angela**, <http://www.fondation-langlois.org/html/f/page.php?NumPage=101>, 2000. www.pensarcontemporaneo.wordpress.com

-**Qu Zhi**, <http://historymesh.com/object/water-powered-puppet-theatre/?story=automatons>

-**Rapport MacBride** : <http://www.elcorreo.eu.org/Rapport-MacBride-Le-nouvel-Ordre-de-l-Information-et-de-la-Communication>

-**Reeves Nicolas** : <http://www.nxigestatio.org/PROJETS/SAILS/description.html>

-**Reeves N., Poncet E., Nembrini J., Martinoli A., Winfield A.**, Voiles/SAILS Self-Assembling Intelligent Lighter-than-Air Structures, PDF http://nxigestatio.org/REEVES/download_a_comparison_of_collaborative_approaches_in_roboti.pdf.

- Reeves N. et Abenavoli L., sur le site internet : <http://abenavoli.net/projects/nox-mater-etude-pour-muons-et-silences-2007/>
- Reeves Nicolas : http://www.nxigestatio.org/PROJETS/SAILS/index_fr.html
- Reeves Nicolas : <http://www.nxigestatio.org/NXI/MENDE-CATHEDRALE/>
- Reseau Hexagram, <https://www.hexagram.ca/index.php/fr/>
- Rhizome définition : [https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Rhizome_\(philosophie\)](https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Rhizome_(philosophie)).
- Rinaldo Ken : <http://www.kenrinaldo.com/portfolio/autotelematic-spider-bots/>
- Rokeby David, « Very Nervous System », davidrokeby.com@xw
- Référence HAL Id : ads-00104781 <https://hal.archives-ouvertes.fr/ads-00104781>
- Saburo Murakami, *Gutai bijutsu ni tsuite*, Gutai 7, 1957. <https://www.guggenheim.org/arts-curriculum/topic/time-and-space>
- Scalabilité : <https://fr.wiktionary.org/wiki/scalabilit%C3%A9>
- Schaer Roland, « Répondre du vivant », Paris, Le pommier, 2013, <https://www.pca-stream.com/fr/articles/roland-schaer-habiter-de-l-hospitalite-du-vivant-92?fbclid=IwAR1AQPVN33G-hAPLqmmCsOldbQsFgJUi6sEG-4J0qlGoZL9juepRioYxHsg>
- Schmitt Antoine et Birgé Jean-Jacques, Nabaz'mob, <http://nabazmob.free.fr/Francais.html>
- Schoffer Nicolas : <https://www.olats.org/schoffer/archives/cyspf.htm>
- Si-Qin Timur : <https://www.pca-stream.com/fr/articles/timur-si-qin-esthetique-contingence-materialisme-evolution-art-108>
- Sommerer Christa et Mignonneau Laurent, « Interactive Plant Growing », 1992 : <http://www.interface.ufg.ac.at/christa-laurent/WORKS/CONCEPTS/PlantsConcept.html>
- Stanford Encyclopedia of Philosophy publie en 2015 The Philosophy of Digital Art, sur le site <https://plato.stanford.edu/entries/digital-art/>
- Tauliaut Henri, « Jungle Sphere 3.0 », Texte issu du site internet : <https://henritauliaut.wixsite.com/jungle-sphere/press>
- Technique de l'ingénieur INRIA : <https://www.rtflash.fr/pile-combustible-microbienne-capable-produire-l-electricite-et-depolluer-l-eau/article>
- Texte de présentation de l'exposition collective « 3 Teses e 1 Hipótese » : <https://www.galeriavermelho.com.br/pt/exposicao/756/coletiva-3-teses-e-1-hip%C3%B3tese/texto>.
- Trinity Session : <http://artmap.co.za/trinity+session/>
- Turing Alan Madison, <https://doi.org/10.1112/plms/s2-42.1.230>
- Téléologie : <http://www.cnrtl.fr/definition/t%C3%A9l%C3%A9ologie>
- Un automate cellulaire : <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-automate-cellulaire-8909/>
- UNESCO, Programme Digi-art : <http://digitalarts.lmc.gatech.edu/unesco/>
- Utilisabilité : <http://www.icietla.net/definition-utilisabilite-iso9241-11>
- Vita-More Natasha, *Substrate Autonomous*, Networked Avatar Bodies by Design, <http://ieet.org/index.php/IEET2/more/vitamore20150128>
- Vita-More Natasha, <https://laspirale.org/texte-560-natasha-vita-more-il-primoposthuman.html>
- Von Kempelen Johann Wolfgang : <https://www.youtube.com/watch?v=5fWYCTkWRoE>
- Zerbib David, « Sur les traces de Lygia Clark », <https://journals.openedition.org/critiquedart/1451>, § 2, 2011.

Index des auteurs

A

Abu Abdallah Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi ou al-Khwarizmi	44
Alhazen	14, 15
Al-Jazari Al-Djazari	32
Al-Mahmoun	32
Anne Nicolle	66, 67, 74
Archytas de Tarente	31
Aristote	7, 14, 19, 141, 202, 357, 363
Aulu-Gelle	31, 369

B

Banu-Musâ (les frères)	32, 372
Bardeen John	58
Basbaum Ricardo	239, 240, 245
Beiguelman Giselle	230, 231
Bell Alexander Graham	54
Benyus Janine	256, 258, 271, 363
Bergson Henri	20, 363
Bernard Claude	148, 183, 202, 203
Berthet Dominique	5, 255, 256, 368
Besnier Jean-Michel	181
Bichat Xavier	20, 203, 363
Blanc Nathalie	167
Bolívar Simón	292
Bookchin Nathalie	101, 369

Boole George	52, 53, 55
Bostrom Nick	181, 194, 372
Boucher Mélanie	313, 314, 315, 316, 320
Bourdieu Pierre	284
Bouvet R.P Joachim	50
Brackhane Fabian	41, 366
Brattain Walter	58
Brontë Charlotte	314
Bubb Martine	200, 363
Buchner Alexander	29
Bureaux Annick	101, 132
Burnham Jack Wesley	332, 351
Burroughs William S.	85, 111

C

Callon Michel	250
Canguilhem Georges	21, 22, 202, 203, 363, 367
Cannon Walter Bradford	129, 328
Capra Fritjof	327, 363
Cardon Dominique	83, 369
Carpenter Rollo	62
Carthy Mac	69
Cattant Julie	204, 205, 369
Césaire Aimé	264
Chapier Henri	210
Chapuis Alfred	29, 37, 42, 43, 363
Clavel Joanne	164, 165, 368
Cohen Harold	95, 367
Crosnier Hervé	76, 84, 368

D

Darwin Charles _____ 21, 23, 124, 125, 146, 264
Davallon Jean _____ 313
De Andrade Oswald _____ 240, 286
De Buffon Georges-Louis-Leclerc _____ 202
De Colmar Charles Xavier Thomas _____ 48
De Coulomb Charles _____ 41
De Forest Lee ___ 58, 96, 97, 99, 108, 109, 144, 364, 378
De Grammont Nuria Carton _____ 346, 350, 369
De La Mettrie Julien Offray _____ 19, 20, 37, 202, 363
De Lamark Jean-Baptiste de Monet _____ 23
de Latil Pierre _____ 29, 363
de Laveleye Didier _____ 357, 358
de Maupertuis Pierre Louis Moreaux _____ 202
De Mèredieu Florence _____ 170, 363
de Saussure Ferdinand _____ 223, 281
De Vaucanson Jacques 33, 34, 35, 36, 37, 41, 42, 129, 364
Deflaux Fanchon _____ 360
Delvoye Wim _____ 35, 36, 378
Denis-Constant Martin _____ 359, 360
Derrida Jacques ___ 222, 223, 224, 225, 229, 231, 364, 382
Descartes René 3, 4, 7, 15, 19, 20, 46, 143, 202, 252, 326, 364
Descola Philippe 249, 254, 282, 283, 284, 286, 287, 351, 355, 356, 357, 364, 372
Devaux Pierre _____ 29, 364
Diouf Laurent _____ 86, 112, 113, 122, 364
Doueili Milad _____ 59

E

Edison Thomas Alva _____ 52, 58
Eliade Mircea _____ 13

F

Fagot-Largeault Anne _____ 16, 370
Feynman Richard Phillip _____ 332
Flanagan James L. _____ 40, 41, 366
Fleming Ambrose John _____ 58
Fonlupt Cyril _____ 273, 275
Forterre Patrick _____ 22, 363
Foster Hal _____ 307, 366
Fourmentraux Jean-Paul _____ 110, 364, 380
Foyer Jean _____ 250, 251, 254, 368
Franklin Benjamin _____ 40, 41
Friedberg Ehrardt _____ 273
Friedman William F. _____ 54

G

Galanter Philip _____ 111, 371, 382
Galloway Alexander R. _____ 96, 222, 225, 226, 227, 366
Ganti Tibor _____ 25
Gérodolle Anne _____ 274
Gey George Otto _____ 178
Gilles Deleuze _____ 226, 278, 283, 302, 363, 368
Glissant Edouard _ 261, 278, 279, 280, 359, 362, 364, 371

Goetz Benoit _____ 205, 364
Gras Olivier _____ 311
Gribbin John _____ 323, 324
Gysin Brion _____ 85, 91, 92, 111

H

Haldane John Burdon Sanderson _____ 23
Hauser Jens 123, 187, 306, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 348, 351, 368
Heidegger Martin _____ 16, 148, 149, 222, 227, 364
Henry-Valmore Simone _____ 264
Heron d'Alexandrie _____ 29, 31, 364
Heudin Jean-Claude _____ 34, 39, 43, 44, 46, 60, 364
Holmes Brian _____ 238, 239, 364
Houdin Jean-Eugene Robert _____ 36, 42, 43
Huet Sylvestre _____ 22, 287
Hurtak James Joachim _____ 296, 364
Huygue Pierre-Damien _____ 200

I

Ingber Donald E. _____ 259

J

Jacob François _____ 21, 39, 43, 364
Jameson Fredric _____ 227
Jaquet-Droz Henri-Louis _____ 37, 38, 370
Jaquet-Droz Pierre _____ 37, 38
Juárez Huet Nahayeilli B. _____ 282, 287, 288, 289

K

Kahn Robert Elliot _____ 66
Képes Francois _____ 174, 368
Kepler Johannes _____ 46, 207
Kittler Friedrich _____ 227
Kohn Eduardo _ 250, 251, 252, 253, 254, 282, 287, 351, 356, 368
Korzybski Alfred _____ 293
Kotsanas Konstantinos _____ 31, 371
Koza John R. _____ 272, 273, 366
Kurzweil Raymond _____ 95, 181, 182, 366, 367

L

Lamarck Jean-Baptiste _____ 23, 202
Lamy Laurent _____ 303, 372
Langton Christopher _____ 26, 27, 333, 366
Lanier Jaron _____ 64, 81, 366
Latour Bruno _____ 249, 250, 254, 307, 351, 356
Le Cat Claude-Nicolas _____ 33
Le Dévédec Nicolas _____ 182, 183, 372
Le Moigne Jean-Louis _____ 142, 143, 364
Leblanc Véronique _____ 346, 369
Lefebvre Henri _____ 310

Leschot Jean-Frédéric _____ 37, 38, 42
Lesourme Jacques _____ 142, 365
Lévi-Strauss Claude _____ 80, 249, 282, 285
Levy Pierre _____ 64
Lewitt Theodore _____ 111, 354, 355
Lucia Stubrin _____ 152, 368
Lulle Raymond (Lull) _____ 45, 46, 52
Lutz Théo _____ 91

M

Ma Jun, (Deheng) _____ 30
Maëlzel Johann Nepomuk _____ 40
Maillardet Henri _____ 42, 43
Malaterre Christophe _____ 22, 25, 133, 363
Manovich Lev _____ 231
Marcin Ulam Stanisław _____ 60
Marcus Aaron _____ 95, 118
Marinero Alejandra _____ 151
Markonish Denise _____ 165
Marx Karl _____ 292, 307, 338
Mathison Turing Alan __ 54, 59, 60, 61, 63, 66, 93, 131,
143, 353, 373
Maurel Marie Christine _____ 22, 23, 363
Mauss Marcel _____ 80, 365
Mayr Ernest _____ 20
McLuhan Marshall McLuhan _____ 354, 355, 359
Miller Stanley _____ 22, 23
Molinet Emmanuel _____ 254, 255, 260, 304, 372
Monod Jacques _____ 21
More Max _____ 180, 186, 189
Moscona Aron _____ 177
Moulier Boulang Yanne _____ 84, 242, 365
Musso Pierre _____ 201, 202, 203, 372

N

Nagel Thomas _____ 21, 368
Napier John _____ 45, 47
Needham Joseph Terence Montgomery _____ 30, 365
Negri Antonio _____ 226, 243, 244, 354, 364, 365
Nietzsche Friedrich Wilhelm _____ 134, 170, 365
Noll A. Michael _____ 92, 93, 95
Nordmann Jean-François _____ 243, 245, 365

O

Oparine Alexandre _____ 22, 23

P

Palyi Gyula _____ 25, 366
Pareto Vilfredo _____ 143, 365
Pascale Blaise _____ 46
Paul Christiane _____ 85, 353
Peirce Charles Sanders _____ 249, 250, 252, 281, 282, 370
Perelman Marc _____ 204, 365
Philon de Byzance _____ 29, 31, 364

Piaget Jean _____ 15
Poché Fred _____ 303
Poissant Louise _____ 123, 135, 136, 139, 367
Popa Radu _____ 25, 366
Primavesi Anne _____ 147, 148, 366

Q

Quesnay François _____ 33

R

Ramsay Gordon _____ 41, 365
Reichle Ingeborg _____ 137, 367
Restany Pierre _____ 96, 97, 172, 364
Restivo Sal _____ 327, 366
Riskin Jessica _____ 29
Robilliard Denis _____ 273, 275
Rolnik Suely 235, 236, 241, 242, 244, 255, 286, 331, 365
Rousseau Jean-Jacques _____ 206, 223, 314, 365

S

Samuel Arthur _____ 55, 273
Saurrisse Pierre _____ 315
Schaer Roland _____ 148, 149, 368, 373
Schickard Wilhem _____ 45, 46, 48
Schreyer Helmut Theodor _____ 56
Schwann Theodor _____ 24
Shannon Claude Elwood 53, 54, 56, 62, 71, 88, 110, 143,
329, 365, 366
Shockley William _____ 58
Simon Herbert Alexander _____ 26, 257, 365
Socrate _____ 14
Soret Jean-Luc _____ 210
St Clair Kilby Jack _____ 58
St Onge David _____ 206, 213
Staden Hans _____ 241
Stephenson Neal Town _____ 79, 80, 366
Stewart John _____ 27
Stibitz Georges _____ 55, 56
Stonier Tom _____ 330, 366

T

Tadies Alexis _____ 35
Teilhard de Chardin Pierre _____ 330
Thompson Richard L. _____ 217, 322
Treviranus Gottfried _____ 23
Turchany Guy _____ 128, 367

V

Verrechia Eric _____ 259
Villemin Gérard _____ 58, 371
Vitali-Rosati Marcello _____ 64, 68, 74, 75, 81, 365
Vitullo Alfredo _____ 151

Vivieros de Castros Eduardo _____ 249
Volta Alessandro _____ 42, 51
Von Bertalanffy Karl Ludwig _____ 129, 142, 366
Von Goethe Johan Wolfgang _____ 314
Von Knaus Friedrich _____ 37
Von Leibniz Gottfried Wilhelm _____ 47
Von Neumann John __ 59, 60, 61, 63, 66, 88, 91, 131, 353
von Uexküll Jacob _____ 21

W

Waetzoldt Wilhelm _____ 333
Weaver Warren _____ 54, 143

Wheatstone Charles _____ 41
Wiener Norbert _____ 54, 55, 62, 63, 87, 143, 329, 366
Wilson Stephen _____ 231, 266, 271, 366
Wright Robin M. _____ 16, 17, 18, 367

Z

Zeilinger Anton _____ 297, 370
Zerbib David _____ 240, 373
Žižek Slavoj _____ 300
Zola Emile _____ 314
Zuse Konrad _____ 56, 57, 91

Index Artistes/Œuvres citées

- Abenavoli Lorella**, *NOX MATER étude pour muons et silence* (2007).
Armas Marcela, *Expulsion* (2009).
Babiolo Cécile, *Circulez il n'y a rien à voir* (1980), *Détournement de sons* (2009).
Bec Louis, *Upokrnomenes* (1987).
Benayoun Maurice, *World Skin, safari photo au pays de la guerre* (1997).
Beuys Joseph, *Comment apprendre l'art à un lapin mort ?* (1965).
Bighetti Vera, *Cadeira* (2002), *Stéréoscopique Space* (2004), *Yale University Library Research Guide for Mass Media* (2001), *Wop Art* (2001), *Leste o Leste* (2002), *Egoscópio* (2002), *Percepção em 3D* (2002), *Gramatologi + tal* (2003), *Diesel New Art* (2004), *Gr@phite*, *Drag and Drop* (2004), *Self Cinema* (2007).
Blast Theory, *Can You See Me Now ?*(2003).
Burden Chris, *Shoot* (1971).
Cadet-Petit Alexandre, *Couis* (2012), *Cyber-écosystème* (2010-2013),
Catts Oron, *Disembodied Cuisine* (2003), *Victimless leather* (2009).
Clark Lygia, *Structuration du self*, 1976.
Cree Myra, *symphonie No.5* de Nam June Paik (2000).
Da Costa Beatriz, *Pigeon Blog* (2006).
Delvoe Wim, *Cloaca* (2000).
Dziadur Pawel, *Y por qué la luna ?* (2015).
Esparza Gilberto, *El trabajo embellece* (2007), *Parásitos Urbanos* (2007), *Expulsion* (2009), *Las Plantas Nomadas* (2008-2013), *BioSoNot* (2015), *Plantas autofotosintéticas* (2016).
Estrada Omar, *Tetragrama* (2003), *Four Colours* (2008), *Perimetro* (2010), *Tpox Estrada* (2014), *Y por qué la luna ?* (2015), *Tpox / Toque* (2015), *Why the moon* (2015), *Emboscada-Habeas Paraiso* (2017).
Estrada Carlos, *Four Colours* (2008), *Perimetro* (2010).
Evans Helen, *Nuage vert* (2008),
Fargas Joaquin, *Sunflower, centinela del cambio climático* (2007), *Incubaedro* (2008), *Biosfera* (2009), *La Cueva del Futuro* (2010), *Don Quijote : contra el cambio climático* (2011), *Palomas Twitters* (2015), *Immortalidad* (2016), *Glaciator* (2017).
Finn-Kelcey Rose, *One for Sorrow, Two for Joy* (1976).
Forest Fred, *La bourse de l'Imaginaire* (1982).
Gilbert & Georges, *The Singing Sculpture* (1970).
Gumbs David, *Cytoplasme* (2004), *Eclosions digitales* (2018).
Guérédrat Annabel, *Parade Nuptiale Iguanesque* (2015-2018).
Hansen Heiko, *Nuage vert* (2008).
HeHe Nuage, *Nuage vert* (2008).
Ikeda Ryoji, *A {continuum}* (2018).
Kac Edouardo, *Ornitorrinco* (1989), *AlbaGFP BUNNY* (2000).
Klein Yves, *Sculpture aérostatique* (1957).
Krutikov Georgii, *Ville Volante* (1920).

Laposky Ben, *Oscillons ou Abstractions électroniques* (1950).

Letourneau André Eric, *Apophase* (1991-1996), *Homélie Amplitudes A1 A2 A3 A4 fonction du temps* (1992), *Cataphase* (1996-2006), *3 9 30* (1997), *Dessous(musées)* (2006), *Conséquence biblique à la représentation* (2007), *Cinéparc pour chiens de traîneaux* (2009), *Ils viennent Khédive et Mamelouk, en un seul sur son patron* (2019).

Magritte René Gislain, *Le retour* (1940).

Malevitch Kasimir, *Architectone* (1920).

Manzoni Piero, *Merde d'artiste* (1961), *Sculptures vivantes* (1961).

Marsching Jane D., *Artic Listening Post* (2005- 2009).

Murakami Saburo, *Paper-Breaking* (1957).

Nitsch Hermann, *Orgien-Mysterien-Spiele* (1971).

Ono Yoko, *Cut Piece* (1964).

Pane Gina, *Pierres déplacées, Terre protégée et Enfoncement d'un rayon de soleil* (1968), *Action Escalade non-anesthésié, 26 juin 1971*(1971), *Azionne sentimentale* (1973), *Les partitions* (1980).

Pollock Jackson, *Action Painting* (1952).

Pétris Michel, *Tripodes* (1992), *Lamp kon* (1994), *Abysses* (2007), *Hexapodes* (2012).

Quintapata, *ADN* (2012).

Reeves Nicolas, *Harpe à nuages* (1997), *Les mutations de la Blanche Biche* (1999), *The Sixth Diffractional* (2001), *NOX MATER étude pour muons et silence* (2007), *Voiles/Sails* (2004), *Le songe d'Ithaca* (2012), *MENDE CATHÉDRALE* (2017).

Rokeby David, *Very Nerveux System* (1986).

Rinaldo Ken, *Autotelematic Spider Bot* (2006).

Schöffner Nicolas, *CYSP I*(1956).

SymbioticA, *Disembodied Cuisine* (2003), *Victimless leather* (2009).

Tauliaut Henri, *Dirigeables Amoureux* (2012), *Jungle Sphere 3.0* (2015), *Parade Nuptiale Iguanesque* (2015-2019).

Temple Mary, *Northwest Corner, South east Light* (2008).

Thiel Tamiko, *We AR in MoMa* (2010).

Van Eyck, *Chambre des époux Arnolfini* (1434).

Vita-More Natasha, *Primo Posthuman* (2013), *Platform Diverse Body* (2013), *C.Elegans* (2015), *Substrate Autonomous Person* (2015).

Zurr Ionats, *Disembodied Cuisine* (2003), *Victimless leather* (2009).

Annexes

Le questionnaire

Est constitué d'une série d'interrogations. Les neuf premières questions sont personnelles. Ainsi, pour bien situer l'artiste dans sa pratique, il leur est demandé quels sont : leur formation, leurs médiums et leur démarche. Puis il est question de référents artistiques et théoriques afin de pouvoir créer des liens avec des mouvements artistiques ou des courants de pensée. Enfin, ils sont interrogés sur le discours sous-jacent de leurs œuvres, sur leur rapport au monde et au spirituel. Ces questions, permettent de faire émerger des liens et des spécificités dans les discours entre les artistes contemporains du territoire Américain.

Voici les questions :

- 1/quel est votre parcours, votre formation artistique
- 2/pouvez-vous vous définir artistiquement
- 3/quels sont vos médiums ?
- 4/ quelle est votre démarche
- 5/quelles sont vos problématiques
- 6/avez-vous des référents, des collaborations artistiques ?
- 7/quels sont vos référents théoriques
- 8/que dites-vous dans vos œuvres
- 9/quel est votre rapport au monde, au profane et/ou au sacré ?

La question numéro dix, a été rajoutée à la suite de l'entretien avec l'artiste canadien Nicolas Reeves qui soulignait l'importance du travail en équipe pour la réalisation de ses créations. Cette collaboration étant bien souvent indispensable à la finalisation d'un projet, que cette équipe soit composée de scientifiques, d'artistes ou d'ingénieurs. Que ceux-ci viennent du monde de l'entreprise ou des universités, comme le démontre Jean Paul Fourmentaux.

10/avez-vous un atelier, un laboratoire, une collaboration avec un organisme de recherche scientifique ou technologique.

Les quatre questions suivantes poursuivent directement l'objectif d'analyser les concepts principaux des pratiques internationales liées aux arts bio-technologiques et numériques, et d'observer si les discours sur l'art, les créations, les significations et le contenu des œuvres ont des caractères spécifiques à la caraïbe et au continent américain.

11/connaissez-vous des créateurs qui ont une démarche comparable à la vôtre dans la Caraïbe en Amérique du Sud ou du Nord

12/pensez-vous qu'il existe un art Américain et Qu'est-ce qui pourrait le définir

13/pensez-vous qu'il y ait des spécificités et des convergences dans les arts biologiques et numériques de la zone américaine

14/pensez-vous qu'il y ait des différences entre les arts digitaux de la zone américaine avec ceux des artistes européens

Ce questionnaire constitue la base de l'enquête. Lors des interviews en présence de l'artiste, au fur et à mesure de l'échange, d'autres questions viennent. Ces questions sont

généralement autour des œuvres sélectionnées pour le besoin de cette thèse. Lorsque je l'expédie aux artistes via internet, ce formulaire est accompagné par une lettre de présentation, précisant mon université, le nom de mon directeur de thèse, le titre et l'objectif de ma thèse. Le courrier et le questionnaire sont traduits en anglais, en espagnol et en portugais du Brésil.

Interview Vera Bighetti

Em 01 de novembro de 2016

QUESTIONS AUX ARTISTES PREGUNTAS A LOS ARTISTAS, QUESTIONS TO ARTISTS, PERGUNTAS PARA ARTISTAS.

1 / Você pode definir-se brevemente artisticamente?

Vera Bighetti- Mestrado e doutorado em Mídias Digitais no Programa de Comunicação e Semiótica, na PUC de São Paulo. Atua na área de criação e desenvolve pesquisas e projetos em arte tecnológica e processos com rotinas auto generativas. Tem diversas obras premiadas, como os projetos Draw with Sound e Gramatologi+tal. Desenvolve projetos envolvendo dispositivos de comunicação interativa desde 1998, quando criou Perception in 3D, elogiado pela imprensa nacional e internacional. Participou da Bienal de Havana -Cuba, do Festival WebArt da Iugoslávia como representante da arte digital brasileira, com projetos generativos. Foi a única brasileira listada como TOP10 em arte digital no Diesel New Art Competition da Suécia e Dinamarca. Seus trabalhos artísticos aparecem em antologias importantes e obras de referência devotadas às artes digitais on line como o Festival Internacional de linguagem eletrônica, FILE, Generative Art de Milão, Thailandia New Art Festival de Bangkok, Confluencias 2005 na Espanha, Fluxus On Line 2005, Bienal de Arte Digital em Cuba 2003/2006.

Participo dos principais eventos da área, em museus e centros de novas mídias como Ruccas.org, Soundtoys.net na Inglaterra, 404 Festival em Rosário Argentina, Generative.net, Generator X entre outros congressos e simpósios internacionais como o Ruccas Computer Music and Software Art, Rhizome.org, Hipersônica de São Paulo, International Arts and Technology Festival Machinista.org. em Pern Rússia, 10th International Conference Information Visualization, International Conference Computer Graphics Imagining and Visualization., Artech2010 - 5th Internacional Conference of Digital Arts - Guimarães, Portugal.

Tem obras e referencias nos acervos e bibliotecas universitárias da Faculdade Politécnica de Milão, International IT Joint Conference In GIFU, Japão, Itaú Cultural SP, PUC/ SP, CMU Art Museum em Chiang Mai e no Centro de Estudos sobre Texto Informático e Ciberliteratura de Portugal, Tangible Frequencies at Open Space Gallery for Interactive Futures 06, XII Canariasmediafest2006-Festival Internacional de artes e cultura digital, MAXXI National Museum in Rome,

2 / Qual é a sua formação, a sua formação artística?

Possuo graduação em Licenciatura Plena em Artes Plásticas pela Escola Superior de Artes Plásticas (1978). Especialização em Arte e Tecnologia pela Faculdade de Belas Artes de São Paulo(2000). Mestrado (2002) e Doutorado (2008) em Comunicação e Semiótica Mídias Digitais pela Pontificia Universidade Católica de São Paulo. Tenho experiência na área de Artes, com ênfase em Arte e Tecnologia nos Meios Digitais.

3 / Quais são os seus meios de comunicação e seu processo artístico?

Atuando principalmente nos seguintes temas: arte generativa, net art, interatividade, ciberarte; cibercultura; internet; mobilidade; net e meios digitais. Desenvolvo projetos de processos de rotinas generativas, explorando o uso do sistema que é identificado, inicialmente, como um elemento-chave na Arte Generativa.

4 / Quais são os seus problemas? Você tem referências artísticas e teóricas?

<http://artzero.net/index.html>

<https://artzero2008.wordpress.com/>

Os projetos de Arte Generativa são desenvolvidos para aqueles que são fascinados pela simplicidade das composições plásticas baseadas unicamente nos formulários simples, tais como o círculo, o quadrado e a linha, que revolucionaram o século 20. Fundamentado no construtivismo como um tipo de linguagem para ir além do paradigma da representação, criando a poesia visual na sintonia com as leis da forma e da Gestalt, meu trabalho com o processo generativo visa modificar a percepção e oferecer uma modalidade de leitura. Desde 1998, quando migrei das belas artes, da gravura em metal, das telas e da pintura para a pesquisa da tecnologia digital, uma nova artista dos meios digitais, explorando o hibridismo das experimentações anteriores para a tecnologia digital usada como ferramenta de expressão visual estética, comecei a trabalhar com experimentos para a percepção e a cognição dos meios digitais para crianças e adolescentes. O projeto de arte generativa e suas experiências é uma representação imaginária de uma imagem que muda dentro de seus códigos evolucionários. O desafio é projetar uma identidade nova, gerar sequências evolucionárias em um processo infinito. O som e a imagem nos trabalhos de arte digital não são considerados forças isoladas. Ambos são constituídos pela vibração, pela frequência ativa e pelo movimento. O som e a imagem nos meios digitais são as ondas de luminosidade que vibram, no espaço com potencial que responde a uma ação criativa e inovadora. O agenciamento do usuário como espectador torna a narrativa contemporânea diferenciada de suas antecessoras. É também o que inspira e faz pensar novos ambientes e estímulos para entender a sua lógica ou para transformar-se como parte dele. São projetos que existem somente pela memória de uma ação e apenas no fluxo. Somos a parte imaterial desse sistema que não depende de nossa ação para evoluir, mas para transmitir a informação, o código. Acredito estarmos hoje frente a uma nova epistemologia, em que novos estudos e reflexões sobre as etapas e limites do conhecimento humano se estabelecem entre o sujeito indagativo e o objeto, as duas polaridades tradicionais do processo cognitivo, dentro da teoria do conhecimento.

5 / Você tem uma oficina, um laboratório, uma colaboração com uma organização de pesquisa científica ou tecnológica?

Tenho um laboratório pessoal onde desenvolvo os projetos e frequento grupos de pesquisa para a troca de conhecimento e informação

6 / Que correntes de pensamentos voce defender? Eu defino a arte generativa ou processos de rotinas generativas que desenvolvo como: O uso do sistema é identificado, inicialmente, como um elemento-chave na Arte Generativa. Isto leva à adoção de complexidade, ordem e desordem como princípios eficazes de organização na comparação de diversos sistemas gerativos de arte. O traço de definição de Arte Generativa é a preferência que o artista estabelece em um sistema que pode gerar diversas formas possíveis, e melhor do que uma única forma concluída. O papel do artista é construir, iniciar ou meramente selecionar a estrutura de procedimentos para gerar possíveis expressões e, para tanto, o aspecto visual pode ou não ser determinante

7 / Você acha que há uma arte norte-americana? O que poderia defini-la?

Considero a arte digital como uma só, como uma manifestação global e não presa ao seu país de origem.

8 / Você conhece algum artistas que têm uma abordagem semelhante ao seu no Caribe ou na América do Sul ou do Norte?

A pesquisa que orientou o meu doutorado, despertou o interesse pelos teóricos Oliver Grau, Jacques Derrida, Peter Weibel, Michel Foucault, para a fundamentação do meu trabalho atual. Muitos são os artistas que desenvolvem projetos de processos e rotinas generativos, como Stanza, Jim Andrew, Philip Galanter, Kristensen Ole, que são fontes da minha pesquisa. Eu incluo esses trabalhos assim como o meu na arte generativa.

9 / Você acha que há especificidades e convergências nas artes biológicas e digitais

na região Americana e no Caribe?

Muitos são os projetos que conectam a arte digital e o campo biológico. Considero uma área em grande desenvolvimento e novas conquistas se pensarmos o tecnológico digital no campo da medicina.

10 / Você acha que existem diferenças entre orgânicos / artes digitais Europa continental americana e que os artistas?

Existem influências estéticas mas os fundamentos e conceitos da arte orgânica digital são os mesmos. Considero a arte digital biológica ou não como uma manifestação global em um mundo cada vez mais conectado. Existem vários projetos em desenvolvimento para ajudar e capacitar indivíduos a fazer arte, através do digital biológico. Para exemplificar indico o projeto em desenvolvimento de um grupo de pesquisadores brasileiros **“Fazendo Arte com os olhos”** i <https://www.youtube.com/watch?v=g2Nmlw9rbN8>

Espero ter podido ajudá-lo na sua tese Obrigada, atenciosamente, Vera Bighetti vera.bighetti@gmail.com, www.artzero.net. I Rosangella Leote Artista multimídia e professora de Arte/Ciência/Tecnologia no PPG em Artes da UNESP. Coordenadora do grupo de pesquisa GIIP/IA/UNESP.

Interview Michel Petris (extraits).

Lien youtube : <https://m.youtube.com/watch?v=nXri5oImwsk>

« Je souhaite trouver le rapport avec la nature, être en harmonie avec elle ».

« La nature fait les choses suffisamment bien et c'est dommage de s'en écarter. Un courant de pensée nommé Biodesign, qui s'intéresse au médical, à la santé, à l'habitat, se développe largement ».

« Cela m'intéresse de prendre ce qui est déterminé et ce qui est de l'ordre de l'aléatoire. Ainsi ce qui est déterminé serait le code génétique par exemple et ce qui est aléatoire serait l'interaction avec le milieu. Ce qui m'intéresse, c'est l'inattendu, ce qui échappe au contrôle et à l'évolution dans le temps ».

« J'espère que l'espèce humaine prendra conscience qu'elle est sur la terre et qu'elle en ait juste un hôte ».

« Il est important pour moi que la mémoire soit mise en valeur car elle permet d'avancer et d'éviter les erreurs du passé. Il est important de se rappeler l'origine des hommes, cette mémoire nous rappelle que nous venons tous du même endroit. Cela nous permet d'éviter le racisme et les comportements sectaire ».

« Pour moi chaque lieu produit une différence ainsi l'Amérique est particulière, déjà simplement par cet aspect la création y est spécifique ».

« L'espace n'est pas neutre et il va influencer nos créations ».

« En ce qui concerne la partie caribéenne il me semble que le métal est traité de manière très particulière, ainsi ici on aime patiner ou corroder le métal en opposition avec les traitements du métal très brillant qui existe en Europe. Donc s'agit-il d'une trace de l'histoire, de la mémoire, du temps ou des traditions ? »

« Il a la pratique de la récupération de matériaux, en Martinique et dans la Caraïbe. Je souhaite faire l'analogie entre la récupération de matériaux avec celle la récupération de la culture.

« Il y a peut-être des pistes intéressantes à interroger : Europe récupérer des cultures afin de les intégrer alors que nous on a que des pratiques et des matériaux pour faire des œuvres ».

« Bien sûr, vient la question du syncrétisme, ainsi chaque culture apporte sa religion. La rencontre de ces cultures comme la Santería ou le Condomblé créer des échanges, dans mon travail les rencontres sont parfois en filigrane. Je me rends compte que je parle de la question de la rencontre, de la religion chrétienne et de l'esclavage ».

« La lumière dans l'architecture, les ouvertures deviennent plus importantes à mesure que l'architecture s'allège, cela me permet de me dire que la technologie peut ouvrir d'autres champs d'autres possible ».

« Malgré les nouvelles technologies je continue à créer avec des moyens ancestraux : une réflexion reste à poser sur le pourquoi de ces choix ? ».

Interview Natasha Vita-More (extraits).

Lien youtube : <https://m.youtube.com/watch?v=JWQsIHqUJU8>

« Mon premier métier été dans l'impression, dans la création et le design. En 1996, pendant mes études j'ai d'abord commencé par travailler avec des éléments naturels et avec mon corps. J'ai aussi contribué au travail sur l'extension de la vie, par rapport au processus de dégénérescence biologique. J'ai deux Master en science : l'un sur les modalités de la vie et l'extension de celle-ci grâce aux techniques du futur. Le second est sur l'art et les technologies. J'ai également un doctorat en art, en architecture et design de l'université de Plymouth. Ma thèse a comme titre « l'homme du futur ». J'ai utilisé mon propre corps comme support à mes recherches ».

« A cette époque il y avait beaucoup de vidéastes, de performeurs, d'installations. Sterlac avait commencé à se suspendre avec des cales. Il y avait beaucoup de choses qui se passaient dans le monde de l'art, quand je me suis rendue compte de ce que je faisais. Les artistes en vidéo par exemple, étaient très forts dans les années 1980, en passant par de la vidéo dans le ciel, des installations, etc. Je me suis demandée ce que cela voulait dire pour nous. L'art électronique et l'art virtuel commençaient à émerger. Je me suis demandée ce qui pouvait nous toucher finalement ? ».

« Avant, j'étais dans le monde de l'art, je faisais de la peinture abstraite, des installations, des performances. Ce qui m'intéressait dans ma pratique des beaux-arts était la dimension poétique. Beaucoup de mes travaux avaient comme but la poésie, bien plus que la technologie. Mon intérêt pour le design est qu'il pose l'égo à l'extérieur. Le *designer* regarde les problèmes qui existent dans le monde et cherche à trouver des solutions à ceux-ci ».

TABLE DES MATIERES

Introduction

I^{ère} Partie : Le vivant, le numérique et l'art numérique : généalogies et définitions

Chapitre 1 : Les notions

A) Le vivant

1) La vie organique : les définitions

- a) Introduction : le vivant, du mythe à la science
- b) Le vivant : l'explication mythologique
- c) Définition philosophique du vivant
- d) Définitions scientifique du vivant

2) la vie artificielle : une simulation

- a) Introduction : origine du terme de vie artificielle
- b) Définition scientifique de la vie artificielle
- c) Simulation mécanique : les automates
- d) Simulation de la pensée : les machines à calculer

B) Le numérique

1) Généalogie du numérique

- a) L'électronique et les premiers ordinateurs
- b) Les fondateurs de l'informatique
- c) La discrétisation : de l'analogique au numérique
- d) Propriétés et définition du numérique

2) Du langage informatique à la culture numérique

- a) Introduction
- b) Un code au cœur de la machine
- c) De l'identité à la sociabilité numérique
- d) Culture numérique ou post-numérique ?

Chapitre 2 : Généalogie et catégorisation de l'art numérique

A) L'art numérique

1) Généalogie, définitions et principales notions dans les arts numériques

- a) Généalogie, définitions et histoire
- b) Notions : des arts interactif, génératif, immersif, synesthésique, hybride et biotechnologique

2) Catégorisation de l'art numérique

- a) Performance multimédia
- b) Installation interactive
- c) Le spectacle vivant
- d) Le Net art
- e) Le Bio art

B) Le vivant à travers le Bio art

1) Le vivant : représentation et simulation

- a) Les artistes qui utilisent l'iconographie des sciences du XX^e et du XXI^e siècle
- b) Les artistes qui utilisent des logiciels

2) La matière biologique dans l'art contemporain

- a) Les artistes et les biotechnologies
- b) Les artistes qui utilisent la matière biologique elle-même comme support

II^e Partie : Arts numériques chez les artistes contemporains du continent américain et du bassin caribéen

Chapitre 1 : Ecosystème végétal ou humain comme corps de l'œuvre

A) La récupération écologique chez Joaquin Fargas. Étude de la *Biosfera*

1) Nature et culture

- a) La Terre comme système
- b) Joaquin Fargas, un artiste entre nature et culture

2) Art et technologie

- a) La sélection végétale dans l'œuvre *Biosfera*
- b) Un art écologique

B) le transhumanisme chez Natasha Vita-More. Etude de *Substrate Autonomous Person*

1) De l'art au design ou de l'émotion à la fonction

- b) Le corps à l'œuvre, NBIC et transhumanisme
- c) Changer de statut, changer de corps

2) du corps performatif au corps en transition

- a) Du *Primo posthuman* à la *Substrate Autonomous Person*
- b) Corps-artefact ou corps-concepts ?

Chapitre 2 : Le matérialisme poétique et l'anthropophagie virtuelle

A) Le matérialisme poétique de Nicolas Reeves. Etude de *Voiles/ Sails*

1) la lévitation du cube

- a) Langage, volume, espace et corps
- b) Démarche : la matérialité flottante

2) Architecture interactive en lévitation

- a) *Voiles/ Sails* : l'anti-dirigeable
- b) Se libérer des lois de la nature
- c) La sensibilité des artefacts

B) Vera Bighetti et l'anthropophagie virtuelle : Etude de *Self Cinema*

1) Génération d'image et espace interactif

- a) Langage, image et contrôle
- b) Entre perception et sensation stéréoscopique

2) Narcisse et le capitalisme cognitif

- a) *Self Cinema* ou le nouveau miroir de Narcisse
- b) Les antivirus contre l'anthropophagie zombie

III^e Partie : Emergence de nouveaux paradigmes : l'art comme nouvelle forme de vie

Chapitre 1 : Le vivant : code et transfiguration

A) Les *Hexapodes* de Michel Pétris : une rencontre entre le cyber-écosystème et le biomimétisme

1) Les Crabes Cybernétiques Caribéens

- a) L'inspiration biomimétique : de nouvelles espèces robotiques
- b) Une recherche libre de droit

2) Le *Cyber-Ecosystème*

- a) Les hexapodes une espèce robotique
- b) Comment sortir de la boucle informatique pour aboutir au vivant ?

B) Omar Estrada. Etude de *Tpox estrada*

1) Transcodages

- a) Code artistique, numérique, biologique et spirituel
- b) Transposition systémique et critique idéologique

2) Polymorphismes

- a) Le transcodage numérique/symbolisme religieux afro-caribéen dans *-tpox estrada*
- b) Emergence d'un art Afro-caribéen contemporain

Chapitre 2 : Hybridités

A) Corps, Œuvres et pensées hybride chez l'artiste André Eric Letourneau, l'inclassable

1) Art, actions et corporéité subversive

- a) La performance comme acte d'image
- b) Une démarche interdisciplinaire

2) Le laboratoire géotransgressif

- a) 3 9 30, une performance animalière radioactive géo transgressive
- b) Trans-mysticisme quantique

B) la boucle d'auto-rétroaction énergétique et symbolique dans *Las plantas autofotosintéticas* de Gilberto Esperza

1) Art et science

- a) Les machines humides ou wetware
- b) Des machines symboliques et énergétiques

2) Trans-paradigmatique

- a) *Plantas autofotosintéticas* une machine humide
- b) Une usine de production symbolique

Thèse présentée par Henri Tauliaut

Sous la direction de Mr Dominique BERTHET

**Arts biologique et numérique en relation avec le vivant
chez les artistes contemporains
de la Caraïbe et du continent américain**

**Volume n°2 :
Table des illustrations**

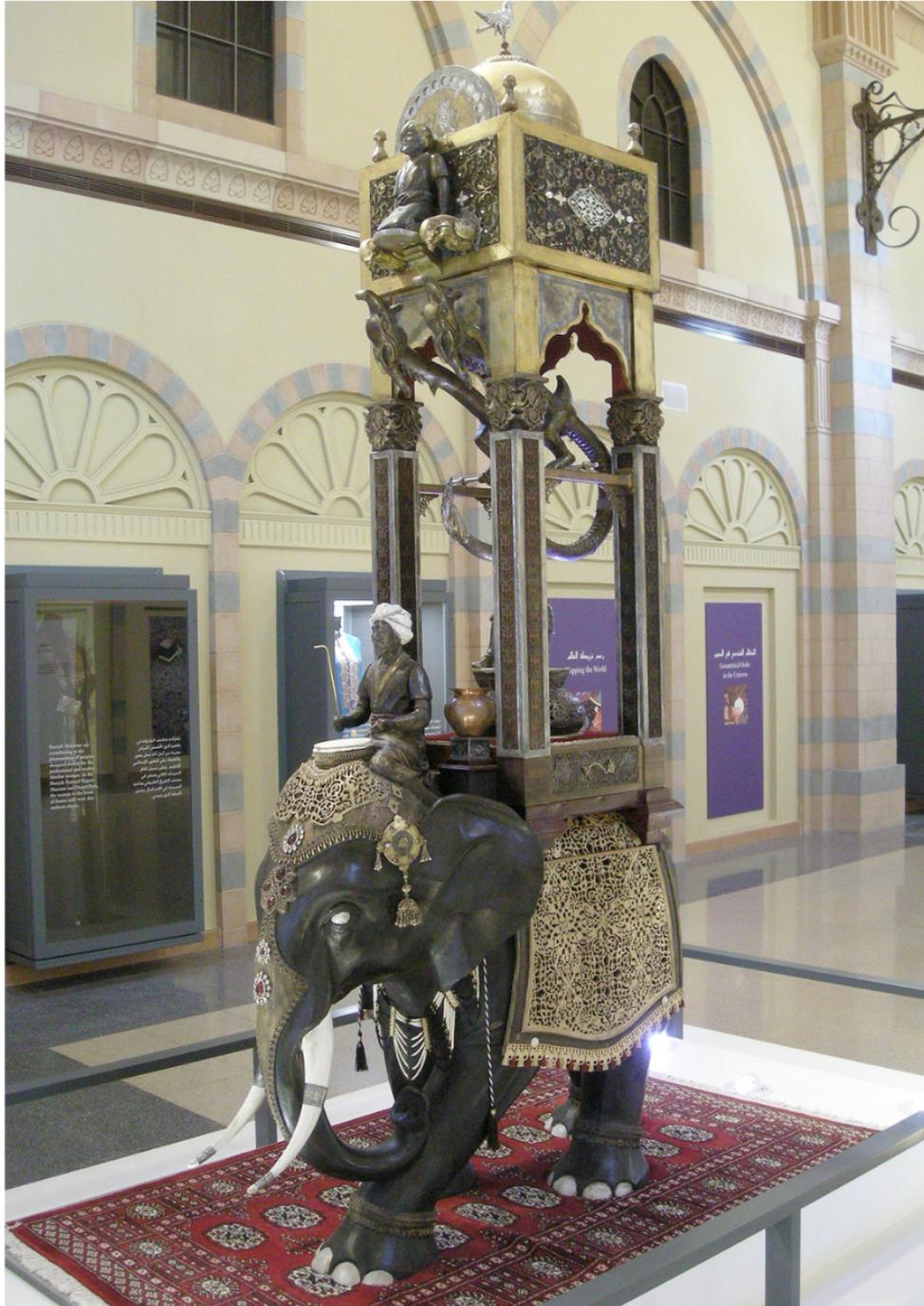
<http://henritauliaut.com/> .
henritauliaut@gmail.com.
Mob: +596696447019

Ière Partie : Le vivant, le numérique et l'art numérique : Généalogie et définitions



Blaise Pascal, *Pascaline*, technique mixte, 36 x 13x 8 cm, Paris, 1642. fig 1

P. 1



Al-Jazari, *L'horloge d'éléphant*, automate en métal et eau, 700 x 450 x 300cm, Dubay, 1206. fig 2

Les *canards* de Vaucanson avalaient sans difficulté avec glotonnerie, pourrait-on dire, — le grain placé devant eux, le digéraient et le rendaient, par l'autre extrémité, sous une forme tout à fait différente. Pour parvenir à ce résultat, cause d'étonnement, le savant mécanicien

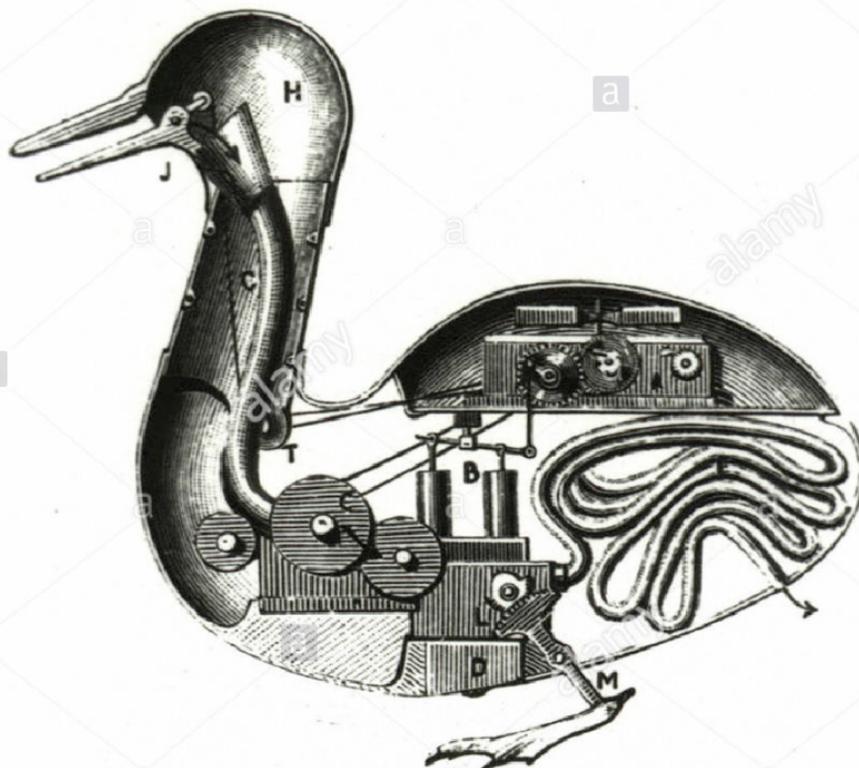


Fig. 92. — Intérieur du « canard digérant » de Vaucanson.

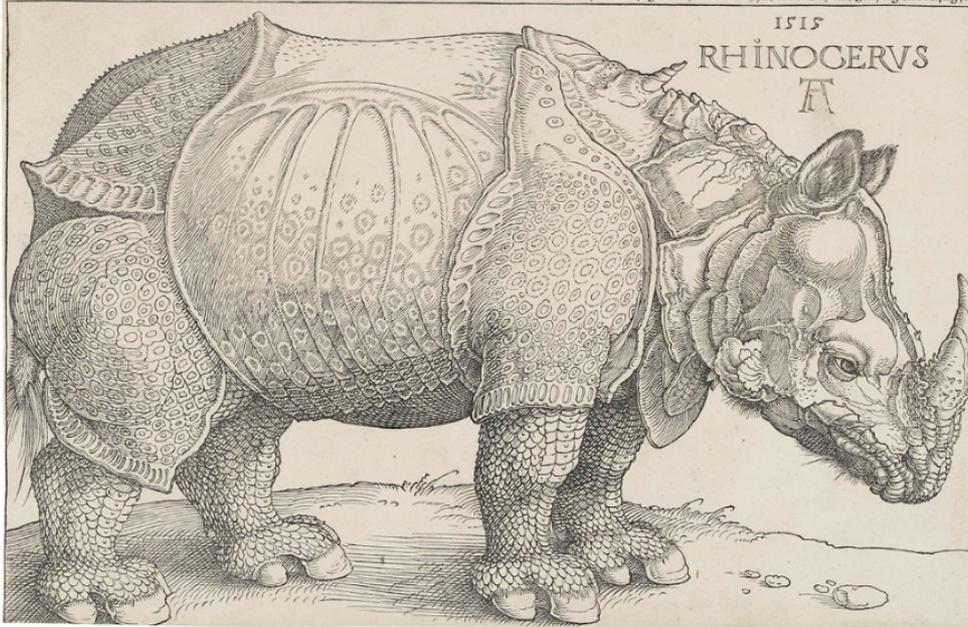
mouvement d'horlogerie. — B, pompe. — C, meule pour broyer grain. — F, tube des intestins. — J, bec. — H, tête. — M, pattes.

Il faut dû installer, dans l'endroit représentant l'estomac desdits oiseaux, une sorte de laboratoire, où le grain

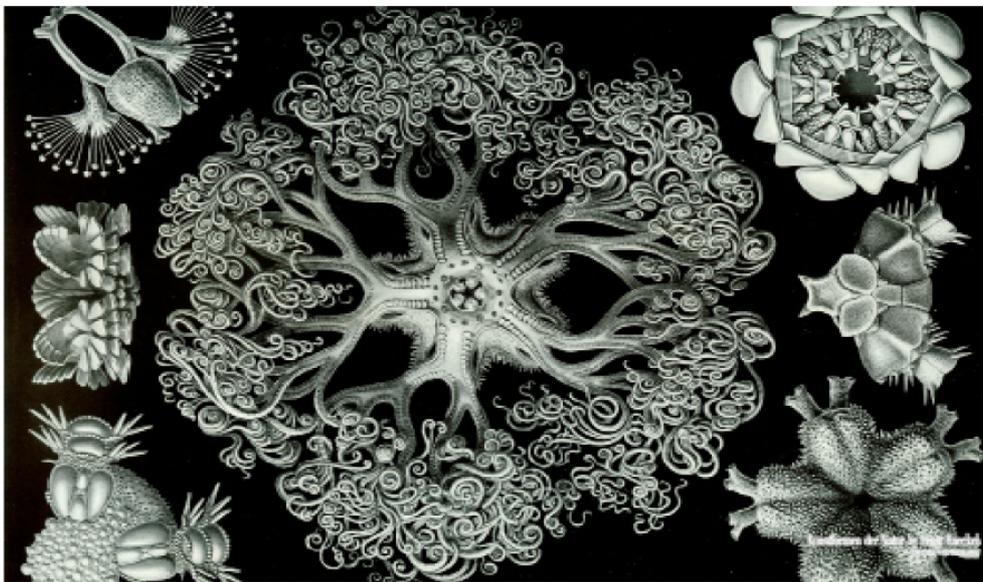
Jacques de Vaucanson, *Canard digérateur*, automate en métal, 40x 40x20cm, Paris, 1738. fig 3

P. 3

17ach Chiffus geurt. 1717. Jar. 28i. f. 117ay. Sat man dem großmüchtigen König von Portugal. Emanuel gen. Lyfaffona paucht auf India ein follich lebendig Thier. Das nennen sie Rhinoceros. Das ist byt mit aller seiner gefalt überdeckte. Es hat ein fard wie ein geschuete Schilde. Und ist von wachen Schalen edelge fast ist. Und ist in der groß als der Seldfand. Aber nydrechtiger von payen und fast waffig. Es hat ein schaff starck von auff der nase. Das beynde es alldig zu wegen wo es bey laynen ist. Das dajig Thier ist den Seldfand todt sende. Der Seldfand furdte es fast rebel/dann wo es in anumbt/sd laufft. Im das Thier mit dem kopff zwischen zwe foderen payn und reiff den Seldfand vonden am pauch auff vñ erwürgt. Im des mag er sich nit erwan. Dann das Thier ist also gewapont/das im der Seldfand nichts kan thun. Sie fagen auch das der Rhinoceros Schudl/kraydig und Luffig sey.



Albrecht Dürer, *Rhinocéros de Dürer*, Gravure sur bois, 21,4 × 29,8 cm, 1515. fig 4



Ernst Haeckel, oeuvre dans le livre « *Formes artistiques de la nature* », lithographie, 24 x 30,6 cm, 1904. fig 5

IIe Partie : Arts numériques chez les artistes contemporains
du continent américain et du bassin caribéen



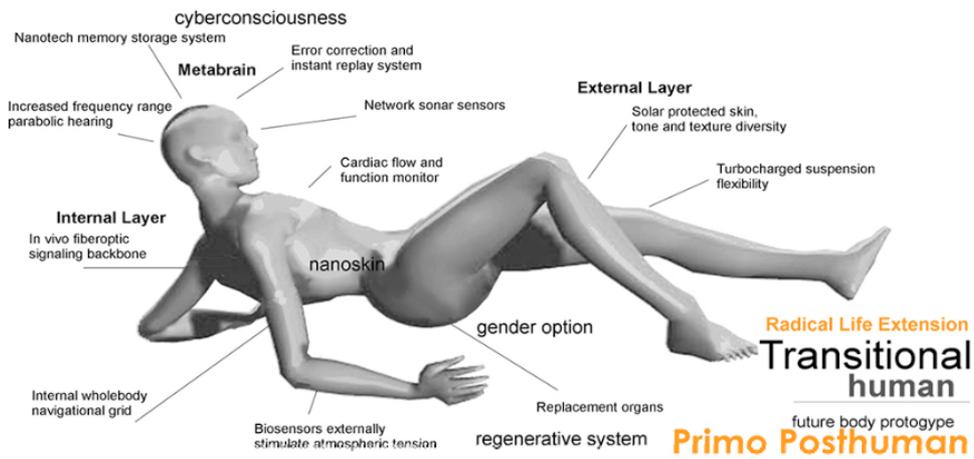
Ryoji Ikeda, *A {continuum}*, installation audio-video, dimensions variables, Centre Pompidou, 2018.
fig 6



Joaquin Fargas, *Biosphera* , installation, dimensions variables, 2007. fig 7



Joaquin Fargas, *Glaciator*, installation , 120 x 60 x 50cm, Antartique, 2017. fig 8



Natasha Vita-More, *Primo Posthuman*, Bio-art, 1997. fig 9

Natasha Vita-More, *Substrate Autonomous Person*, Bio-art, 2015. fig 10



Nicolas Reeves, Sails/Voiles, installation , 200 x 200 x 200 cm, 2004. fig 11



Nicolas Reeves, Sails/Voiles, installation , 200 x 200 x 200 cm, 2004. fig 12



Vera Silvia Biguetti, *Self cinema*, installation , 400 x 400 x 400 cm, Rio de Janeiro, 2007. fig 13



Lygia Clark, *structuration du self*, installation, dimensions variables, Brésil, 1976. fig 14

IIIe Partie : Emergence de nouveaux paradigmes : l'art comme nouvelle forme de vie



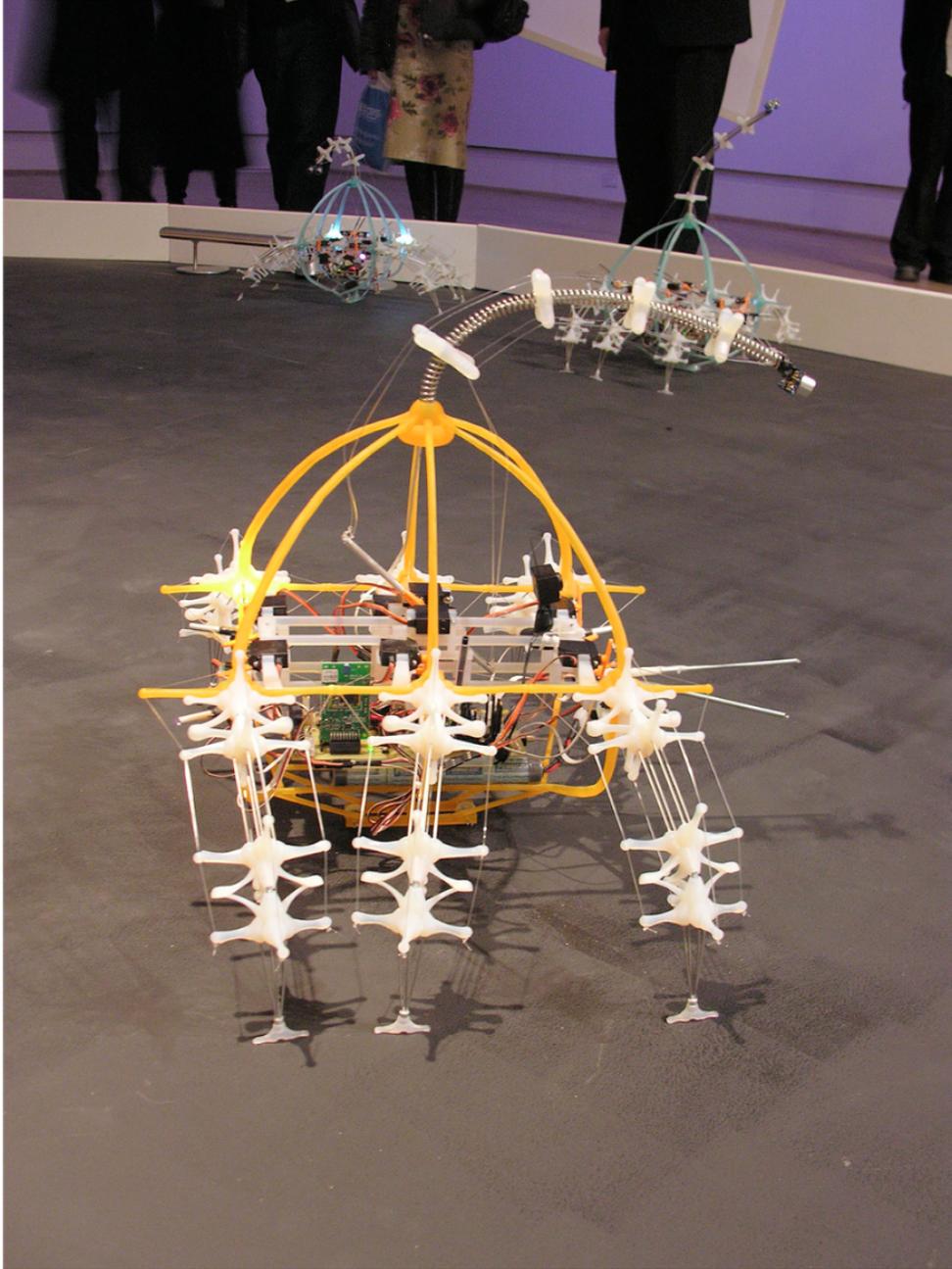
Edouardo Kac, *Alba GFP BUNNY*, Bio-art, dimensions variables, 2000. fig 15



Michel Pétris, *Abysses*, sculpture, technique mixte, 50 x 25 x 30 cm, Martinique, 2010. fig 16



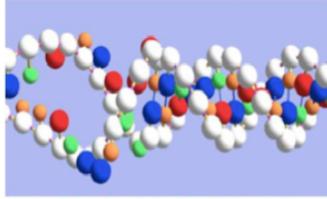
Michel Pétris, *Hexapode*, installation, 40 x 20 x 40 cm, Martinique, 2012. fig 17



Ken Rinaldo, *Autotelematic Spider Bots*, installation , dimensions variables, USA, 2004. fig 18



Segmentation & Colour



DNA 3D modeling

Segmentation & Colour



Yemayá Aseu

Shangó

Santería Ides

Omar Estrada, *Tpox estrada*, Installation, dimensions variables, Cuba, 2014. fig 19



Letters & Number 4

Coding and information



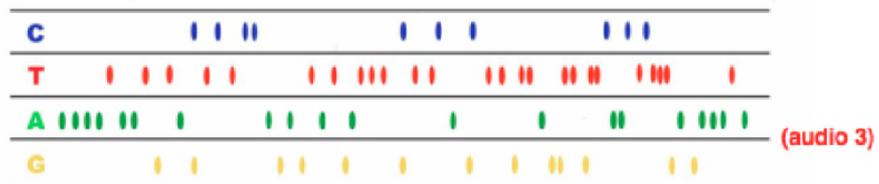
ATCG – DNA coding
4 letters to pair combinations

Biague's Oracle (Obi divination system)
4 combinations to pair "letters" (oddus)



Tpox Toque: final

DNA "sequence" running at the pace of Tpox-toque



Omar Estrada, *Tpox Toque*, Installation, 12em Biennale de la Havane, Cuba, 2015. fig 20



André Eric Letourneau, 3-9-30, Manœuvre pour êtres et accélérateur de particules, Rencontre internationale d'art performance et multimédia, Le lieu, centre en art actuel, Québec, 1996. fig 21



André Eric Letourneau, 3-9-30, Manœuvre pour êtres et accélérateur de particules, Rencontre internationale d'art performance et multimédia, Le lieu, centre en art actuel, Québec, 1996. fig 22 p. 15



André Eric Letourneau, *Spatialisation métastable*, hürpiel en actes, Cœur des sciences, Hexagram, Montréal, 2018. fig 23



Annabel Guéradrat et Henri Tauliaut, *Parade Nuptiale Ignanesque*, Performance, église du Moule, Guadeloupe, 2015-2019. fig 24

P. 16



Gilberto Esparza, *Las Plantas Nomadas*, sculpture robotique, Mexico, 2010. fig 25



Gilberto Esparza, *Plantas autofotosintéticas*, dimension variable, Mexico, 2013. fig 26

Index Artistes et Oeuvres

Blaise Pascal, <i>Pascaline</i> , technique mixte, 36 x 13x 8 cm, Paris, 1642. fig 1	P. 1
Al-Jazari, <i>L'horloge d'éléphant</i> , automate en métal et eau, 700 x 450 x 300cm, Dubay, 1206. fig 2	P. 2
Jacques de Vaucanson, <i>Canard digérateur</i> , automate en metal , 40x 40x20cm, Paris, 1738. fig 3	P. 3
Albrecht Dürer, <i>Rhinocéros de Dürer</i> , Gravure sur bois, 21,4 x 29,8 cm, 1515. fig 4	P. 4
Ernst Haeckel, oeuvre dans le livre « Formes artistiques de la nature », lithographie, 1904. fig 5	P. 4
Ryoji Ikeda, <i>A [continuum]</i> , installation audio-video, Centre Pompidou, 2018, fig 6	P. 5
Joaquin Fargas, <i>Biosphera</i> , installation, dimensions variables, 2007. fig 7	P. 6
Joaquin Fargas, <i>Glaciator</i> , installation , 120 x 60 x 50cm, Antartique, 2017. fig 8	P. 6
Natasha Vita-More, <i>Primo Posthuman</i> , Bio-art, 1997. fig 9	P. 7
Natasha Vita-More, <i>Substrate Autonomous Person</i> , Bio-art, 2015. fig 10	P. 7
Nicolas Reeves, <i>Sails/Voiles</i> , installation , 200 x 200 x 200 cm, 2004. fig 11	P. 8
Nicolas Reeves, <i>Sails/Voiles</i> , installation , 200 x 200 x 200 cm, 2004. fig 12	P. 8
Vera Silvia Biguetti, <i>Self cinema</i> , installation , 400 x 400 x 400 cm, Rio de Janeiro, 2007. fig 13	P. 9
Lygia Clark, structuration du self, installation, dimensions variables, Brésil, 1976. fig 14	P. 9
Edouardo Kac, <i>Alba GFP BUNNY</i> , Bio-art, dimensions variables, 2000. fig 15	P. 10
Michel Pétris, <i>Abyse</i> , sculpture, technique mixte, 50 x 25 x 30 cm, Martinique, 2010. fig 16	P. 11
Michel Pétris, <i>Hexapode</i> , installation , 40 x 20 x 40 cm, Martinique, 2012. fig 17	P. 11
Ken Rinaldo, <i>Autotelematic Spider Bots</i> , installation , dimensions variables, USA, 2004. fig 18	P. 12
Omar Estrada, <i>Tpox estrada</i> , Installation, dimensions variables, Cuba, 2014. fig 19	P. 13
Omar Estrada, <i>Tpox Toque</i> , Installation, 12em Biennale de la Havane, Cuba, 2015. fig 20	P. 14
André Eric Letourneau, 3-9-30, pmanoeuvre pour êtres et accélérateur de particules, Rencontre internationale d'art performance et multimédia, Le lieu, Québec, 1996. fig 21 et 22	P. 15
André Eric Letourneau, <i>Spatialisation métastable, hœrpiel en actes, Cœur des sciences</i> , Hexagram, Montréal, 2018. fig 23	P. 15
Annabel Guéradrat et Henri Tauliaut, <i>Parade Nuptiale Ignanesque</i> , Guadeloupe, 2015-2019. fig 24	P. 16
Gilberto Esparza, <i>Las Plantas Nomadas</i> , sculpture robotique, Mexico, 2010. fig 25	P. 17
Gilberto Esparza, <i>Plantas autofotosintéticas</i> , dimension variable, Mexico, 2013. fig 26	P. 17

Henri Tauliaut :

henritauliaut@gmail.com

0596696447019
henritauliaut.com