

UNIVERSITE PARIS OUEST NANTERRE LA DEFENSE
ECOLE DOCTORALE CONNAISSANCE, LANGAGE, MODELISATION (ED139)

Laboratoire Psychologie des Acquisitions, du Développement social et des Interactions en Contexte
(EA4431)

Effet de conformité et gestion de contraintes en conception web : impact sur l'utilisabilité des sites et sur la perception de l'esthétique.

Etudes auprès de concepteurs professionnels et d'utilisateurs

Thèse préparée en vue de l'obtention du grade de Docteur en Psychologie Cognitive Ergonomique

Présentée par Nicolas FOUQUEREAU
sous la co-direction de :
Aline CHEVALIER et Daniel MARTINS

Thèse soutenue en octobre 2012

Jury :

Christian BASTIEN, Professeur des Universités, Université de Lorraine (Rapporteur)

Aline CHEVALIER, Professeur des Universités, Université Paris Ouest Nanterre La Défense (Co-Directrice de thèse)

Fabien FENOUILLET, Professeur des Universités, Université Paris Ouest Nanterre La Défense (Examinateur)

Daniel MARTINS, Professeur des Universités Emérite, Université Paris Ouest Nanterre La Défense (Co-Directeur de thèse)

Charles TIJUS, Professeur des Universités, Université de Paris Nord Vincennes Saint-Denis (Examinateur)

André TRICOT, Professeur des Universités, Université de Toulouse Le Mirail (Rapporteur)

Résumé :

Ce travail de thèse se propose d'étudier tout d'abord le rôle majeur de l'effet de conformité, qui consiste en la reprise de caractéristiques de l'existant dans l'activité de conception, pour ensuite étudier ses effets sur l'appréciation esthétique des pages web réalisées, par des utilisateurs. Nos hypothèses générales sont, d'une part, que l'effet de conformité, décrit par une grande partie de la littérature comme un effet négatif et difficilement répressible peut être optimisé par les conditions de consultation des sources d'inspiration et améliorer ainsi l'utilisabilité des pages web. D'autre part, nous faisons l'hypothèse que l'amélioration de l'utilisabilité des pages web peut avoir un impact significatif sur l'expérience utilisateur et influencer les différents facteurs qui la compose, comme l'esthétique et l'utilisabilité perçue. Les résultats des six expériences menées auprès de concepteurs professionnels de sites web et d'utilisateurs du web ont montré d'une part qu'il est possible de contraindre l'effet de conformité et comment, dans une perspective applicative, utiliser cette influence pour optimiser la prise en compte de l'utilisabilité. Et d'autre part que cette amélioration de l'utilisabilité influence, dans une certaine mesure, l'appréciation esthétique des pages web par les utilisateurs.

Mots clés : sites web, effet de conformité, contraintes, expérience utilisateur, conception, utilisabilité.

Abstract :

This thesis work proposes to study first the role of the fixation effect, which involves reworking of the existing features in the design activity, and then study its effects on the assessment aesthetic web pages made by users. Our general hypotheses are, firstly, that the fixation effect, described by much of the literature as a negative and repressible can be optimized by the conditions of consultation of the inspiration sources and thus improve the usability of web pages. Furthermore, we hypothesize that improving the usability of web pages can have a significant impact on user experience and influence factors that compose it, such as aesthetics and perceived usability. The results of six experiments conducted with professional web designers and web users have shown firstly that it is possible to constrain the fixation effect and how, in an application perspective, use this influence to optimize the consideration of usability. And secondly that the improvement of usability influence, to a certain extent, the aesthetic appreciation of web pages by users.

Key words : web sites, conformity effect, constraints, user experience, design, usability.

Remerciements :

Je tiens à adresser mes sincères remerciements,

A Aline Chevalier et Daniel Martins, qui ont dirigé cette thèse et en particulier à Aline, qui s'est particulièrement impliquée à mes côtés. Je les remercie vivement pour leur soutien, leur disponibilité et leur patience. Ce travail n'aurait jamais abouti sans eux.

A Charles Tijus, Fabien Fenouillet, André Tricot et Christian Bastien, pour avoir accepté de composer le jury de cette thèse.

Aux équipes du Laboratoire de Psychologie des Acquisitions et des Interactions en Contexte (PACO) et du Laboratoire des Usages en Technologies d'Information Numérique (LUTIN), pour leur collaboration, leurs échanges et leur amitié. Travailler avec ces deux équipes fut un réel plaisir.

Aux participants qui ont accepté de contribuer à ce travail, les utilisateurs et tout particulièrement les concepteurs de sites web, qui m'ont accordé un temps qui je le sais leur est très précieux.

A mes proches : compagne, famille et amis, qui m'ont supporté tout ce temps sans défaillir, même dans les moments les moins agréables. Eux aussi ont contribué pour une grande part à l'aboutissement de ce travail.

Table des matières

Introduction Générale	9
Chapitre 1 Partie Théorique et thèse défendue	13
1. La navigation dans les hypermédias	13
1.1. Caractéristiques de la navigation dans les hypermédias	13
1.1.1. Hypermédias et sites web dans notre quotidien	13
1.1.2. Caractéristiques structurelles des hypermédias	14
1.2. Utiliser les hypermédias pour rechercher des informations.....	17
1.2.1. La prise de conscience du besoin informationnel.....	17
1.2.2. Les principaux modèle de recherche d'information	17
1.2.3. Les connaissances et les stratégies impliquées dans la recherche d'information	23
1.3. L'utilisabilité et l'accessibilité dans les hypermédias	25
1.3.1. L'utilisabilité.....	26
1.3.2. L'accessibilité.....	26
1.4. Utilisabilité et expérience utilisateur.....	27
1.4.1. Principe hédonique	28
1.4.2. L'approche multidimensionnelle de l'expérience utilisateur	28
1.5. L'esthétique, facteur essentiel de l'expérience utilisateur	30
1.5.1. « What is beautiful is usable » (Tractinsky, Katz & Ikar, 2000)	30
1.5.2. Esthétique, utilisabilité perçue et sites web	32
1.5.3. L'échelle d'esthétique de Lavie et Tractinsky (2004)	33
1.5.4. En résumé, expérience utilisateur et esthétique	35
1.6. Les méthodes d'évaluation de l'utilisabilité des IHM.....	36
1.6.1. Les méthodes sommatives	38
1.6.2. Les méthodes formatives.....	38
1.6.3. L'évaluation des méthodes d'amélioration de l'utilisabilité.....	41
1.6.4. Les aides à la prise en compte de l'utilisabilité	41
1.6.5. En résumé : améliorer l'utilisabilité des sites web ?	46
2. Les activités de conception.....	47
2.1. Une activité de résolution de problème.....	48
2.1.1. La résolution de problèmes dits de laboratoire.....	48
2.1.2. La résolution des problèmes de conception.....	48

2.2.	Une activité de recherche de compromis.....	49
2.2.1.	Le principe de recherche de compromis.....	49
2.2.2.	La recherche de compromis dans la programmation logicielle.....	51
2.3.	Une activité de construction de représentation.....	52
2.3.1.	Une rupture plus franche avec l'approche « classique »	52
2.3.2.	Les activités à l'œuvre dans la construction de représentation	53
2.4.	Place de l'expertise dans les activités de conception.....	54
2.4.1.	La double dimension de l'expertise.....	55
2.4.2.	L'expertise dans les activités de conception	56
2.5.	La gestion de contrainte comme contrôle de l'activité.....	57
2.5.1.	La notion de contrainte	57
2.5.2.	Les opérations effectuées sur les contraintes.....	59
2.5.3.	La formulation des contraintes	59
2.5.4.	La propagation des contraintes	60
2.5.5.	La satisfaction des contraintes	60
2.5.6.	Le relâchement d'une contrainte	61
2.6.	Typologie des contraintes.....	62
2.6.1.	L'origine des contraintes	63
2.6.2.	Le statut attribué aux contraintes.....	65
2.6.3.	Un contrôle de l'activité.....	66
2.7.	La conception comme activité créative.....	67
2.7.1.	Le potentiel créatif.....	67
2.7.2.	La production créative.....	69
2.7.3.	Le processus créatif.....	70
2.7.4.	Construction d'un environnement cognitif contraint	71
2.7.5.	La réalisation d'analogies	71
2.7.6.	Le Modèle mixte du transfert analogique	73
2.8.	L'effet de conformité	75
2.8.1.	Principe de fixité cognitive.....	75
2.8.2.	L'effet de conformité dans les activités créatives	77
2.8.3.	La conformité dans les activités de design industriel	81
2.8.4.	Effet de conformité dans les activités de conception de sites web.....	84
2.9.	Particularités de la conception de sites web.....	85
2.9.1.	Concevoir un site web	85
2.9.2.	Apports empiriques sur la conception de sites web	86
2.9.3.	L'évaluation de sites web.....	91
2.9.4.	Améliorer la prise en compte de l'utilisateur	92

2.9.5. La conception de sites web en résumé	95
3. Problématique et objectifs de la thèse	97
3.1. Le constat d'une difficulté d'utilisation des sites web	97
3.2. Concevoir des sites web orientés utilisateur	99
3.3. Thèse défendue.....	102
3.3.1. Le rôle de l'effet de conformité dans la conception de sites web	102
3.3.2. Préciser le lien entre l'utilisabilité et l'esthétique dans l'expérience utilisateur	103
3.4. Résumé des objectifs poursuivis.....	104
Chapitre 2 Partie Empirique	106
1. Etude expérimentale 1 : Effet de conformité à travers le processus de gestion de contraintes.....	106
1.1. Problématique de l'étude 1	106
1.2. Etude 1A : activité de conception	111
1.2.1. Méthode.....	111
1.2.2. Hypothèses et variables dépendantes	114
1.2.3. Recueil et analyse des données.....	117
1.2.4. Résultats.....	118
1.2.5. Discussion de l'étude 1A	124
1.3. Etude 1B : évaluation esthétique des pages web créées	130
1.3.1. Méthode.....	130
1.3.2. Hypothèses et variables dépendantes	134
1.3.3. Résultats.....	136
1.3.4. Discussion de l'étude 1B	138
1.4. Conclusion, limites de la première étude (parties A et B) et perspectives.....	142
2. Etude expérimentale 2 : Effet d'une consigne de défixation et de la flexibilité cognitive sur la conformité à un exemple lors d'une tâche de conception	145
2.1. Problématique de l'étude 2	145
2.2. Etude 2A : activité de conception	151
2.2.1. Méthode.....	151
2.2.2. Hypothèses et variables	157
2.2.3. Recueil et analyse des données.....	160
2.2.4. Résultats.....	161
2.2.5. Discussion de l'étude 2A	167
2.3. Etude 2B : évaluation esthétique des pages web créées	172
2.3.1. Méthode.....	172
2.3.2. Hypothèses et variables dépendantes	174

2.3.3. Résultats.....	176
2.3.4. Discussion de l'étude 2B	178
2.4. Conclusion, limites de la deuxième étude (parties A et B) et perspectives.....	181
3. Etude expérimentale 3 : Effet d'un outil d'aide à l'évaluation ergonomique sur la conformité à un exemple, lors d'une tâche de conception	184
3.1. Problématique de l'étude 3	184
3.2. Etude 3A : activité de conception	190
3.2.1. Méthode.....	190
3.2.2. Hypothèses et variables dépendantes	200
3.2.3. Recueil et analyse des données	203
3.2.4. Résultats.....	204
3.2.5. Discussion de l'étude 3A	210
3.3. Etude 3B : évaluation esthétique des pages web créées	216
3.3.1. Méthode.....	216
3.3.2. Hypothèses et variables dépendantes	220
3.3.3. Résultats.....	221
3.3.4. Discussion de l'étude 3B	226
3.4. Conclusion, limites de la troisième étude (parties A et B) et perspectives	229
Chapitre 3 Discussion Générale	235
1. Principaux résultats obtenus.....	236
1.1. Etude 1 : Contraintes prescrites.....	236
1.2. Etude 2 : Consigne de défixation.....	239
1.3. Etude 3 : Modalités d'aide à l'évaluation	241
2. Retour sur la thèse défendue	243
2.1. Influence de l'effet de conformité et qualité ergonomique des sites web.....	243
2.2. Utilisabilité dans l'expérience utilisateur, hypothèse de la granularité d'analyse.	244
3. Limites et perspectives de recherche de ces trois études.....	245
3.1. Effectifs des concepteurs.....	245
3.2. Expertise et intérêt pour la recherche des concepteurs.....	246
3.3. Codage des contraintes de conception	247
3.4. Pondération des erreurs ergonomiques.....	247
3.5. Travail de conception individuel et collectif.....	248
Conclusion	250
Références bibliographiques	252

Annexes	271
Annexe 1 : Consigne de conception (Etude 1A)	271
Annexe 2 : Captures d'écran du site web comportant des problèmes ergonomiques à évaluer, accompagnées d'exemples de ces problèmes ergonomiques.....	273
Annexe 3a : Grille de codage des contraintes ergonomique	274
Annexe 3b : Grille de codage des contraintes liées à l'intérêt du site.....	276
Annexe 3c : Grille de codage des contraintes commanditaire.....	277
Annexe 4 : Grille d'évaluation ergonomique complétée pour chaque pages web réalisé par les participants	278
Annexe 5a : Consigne donnée aux utilisateurs pour réaliser l'évaluation esthétique....	280
Annexe 5b : Questionnaire d'esthétique complété pour chaque page d'accueil.....	281
Annexe 5c : Questionnaire destiné à établir le profil d'utilisateur du web des participants utilisateurs.....	282
Annexe 6 : Consigne de conception (étude 2A).....	284
Annexe 7a : Partie B du test de flexibilité Trail Making Test.....	285
Annexe 7b : Consigne et utilisation du test de flexibilité Plus-Minus.....	286
Annexe 8a : Décomposition des étapes d'évaluation de l'outil visuel	287
Annexe 8b : Décomposition des étapes d'évaluation de l'outil questionnaire	289
Annexe 9a : Consignes d'évaluation avec outil visuel.....	291
Annexe 9b : Consigne d'évaluation avec l'outil questionnaire	292
Annexe 9c : Consigne d'évaluation avec l'outil bloc-notes	293
Annexe 10 : Consigne de conception (Etude 3A).....	294
Annexe 11 : Exemple de protocole verbal retranscrit et codé.....	295
Annexe 12 : Qualités et défauts des outils.....	297
Annexe 13 : Résultats aux questions d'expertise en ergonomies (Etude 3A).....	298

Introduction Générale

Ce travail de thèse s'inscrit dans le champ de la Psychologie Cognitive Ergonomique et se propose d'étudier la conception et l'utilisation des sites Web. Les sites web et Internet sont devenus depuis une dizaine d'année un média incontournable tant du point de vue de leur usage dans notre société que comme objet d'étude relatif aux interactions homme-machine. La Psychologie Cognitive Ergonomique s'applique à employer les connaissances et les méthodes développées par la Psychologie Cognitive au service de l'Ergonomie, c'est-à-dire décrire et comprendre les activités de travail complexe (le terme travail est à prendre ici au sens large de travail mental ou intellectuel) en étudiant les structures et processus cognitifs à l'œuvre dans ces activités, dans le but d'en optimiser à la fois l'efficacité et le niveau de confort ressenti par l'individu. Cette discipline répond ainsi aux mêmes objectifs que l'ergonomie classique mais porte exclusivement sur le travail mental, privilégiant certaines activités, dont les déterminants cognitifs représentent le point central. De fait, l'étude des interfaces homme-machine (IHM), omniprésentes dans de nombreuses activités de travail complexes, représente un point de convergence important de notre discipline.

L'évolution technologique et sociale actuelle tend à donner une place centrale aux IHM et le développement d'Internet dans nos différentes activités quotidiennes (travail, loisirs, communication, etc.) en est sans doute le meilleur exemple. Les technologies de l'information et de la communication (TIC) ont pris une telle place dans notre vie quotidienne qu'elle nous amène à repenser notre rapport à la technologie dans le sens d'une interdépendance similaire au phénomène de symbiose que l'on peut observer dans le domaine du vivant. Cette évolution accroît l'enjeu de l'étude ergonomique de ces technologies et fait évoluer le concept d'interaction homme-machine. La conception actuelle de l'interaction homme-machine a tendance à se décentrer du principe unique d'efficacité à la réalisation de la tâche, lié historiquement à des situations professionnelles où la productivité était un enjeu quasi systématique. Ces nouveaux usages des TIC mettent en avant un principe d'expérience utilisateur ou expérience d'interaction, qui tiendrait compte du ressenti de l'utilisateur pendant l'interaction. Le principe d'expérience utilisateur pointe de nouvelles pistes de recherche pour la

Psychologie Cognitive Ergonomique, en introduisant des facteurs tels que l'esthétique dans un même ressenti de l'utilisateur agissant sur la qualité de l'interaction homme-machine

L'utilisation des IHM et notamment des sites Web, qui compose le réseau Internet n'est pas sans poser certaines difficultés. Les sites Web, constitués d'un contenu et d'une structuration complexe, sont particulièrement exigeants en ressources cognitives. De nombreuses études réalisées en Psychologie Cognitive Ergonomique (cf., par exemple, Chevalier & Kicka, 2006 ; Ling & van Schaik, 2006 ; Stronge, Rogers & Fisk, 2006 ; van Deursen & van Dijk, 2009) ont ainsi mis en lumière des difficultés de traitement de l'information et d'orientation dans les sites web, qui conduisent à un manque d'efficacité dans l'interaction pouvant se solder par l'impossibilité pour l'utilisateur d'atteindre son but. Il semble donc nécessaire de développer les sites Web dans une démarche visant à les adapter aux systèmes cognitifs des utilisateurs pour réduire les besoins en ressources cognitives nécessaires à leur utilisation. Les déterminants de l'interaction entre les utilisateurs et les systèmes hypertextuels tels que les sites Web sont maintenant bien connus et se sont traduits par des méthodes de conception et d'évaluation de l'utilisabilité et de l'accessibilité des sites web. Toutefois ces méthodes, élaborées ou largement inspirées des connaissances développées par la recherche en Ergonomie Cognitive et Psychologie Cognitive, ne sont pas toujours adaptées au contexte et aux contraintes de conception des sites Web. L'étude de l'activité de conception de sites Web est plus récente et moins représentée dans la littérature en psychologie, pourtant la complexité de cette activité semble pouvoir expliquer en quoi la prise en compte des besoins de l'utilisateur est un objectif difficile à atteindre pour les concepteurs. La compréhension et l'amélioration de l'activité des concepteurs semblent être un objectif incontournable pour rendre les sites Web plus ergonomiques et plus accessibles.

Ce travail de thèse vise à contribuer à cet objectif. Nous avons porté notre attention tout particulièrement sur l'effet des sources d'inspiration dans l'activité de conception. Les concepteurs sont également des utilisateurs expérimentés du Web et tirent une grande partie de leur inspiration des sites Web qu'ils peuvent consulter, soit fortuitement, soit à dessein lors d'une étape initiale du processus de conception qui consiste à faire une analyse de la concurrence (benchmark) nécessaire pour placer le

site en développement dans une position à la fois de respect des standards mais également d'originalité, pour lui permettre de se démarquer des autres sites et de susciter l'intérêt des internautes. Cette source d'inspiration, indispensable à la création du nouveau site web, se traduit par une reprise des caractéristiques des sites existants, appelée effet de conformité. L'effet de conformité détermine une grande partie des contraintes que le concepteur va définir dans la conception en reprenant, volontairement ou non, les caractéristiques des sites Web qu'ils a consultés précédemment. L'étude de cet effet semble offrir la possibilité de comprendre une partie essentielle de la gestion des contraintes effectuée par les concepteurs, pour ainsi pouvoir tenter de leur apporter les moyens nécessaires à une optimisation de cette activité dans le sens d'une meilleure prise en compte des besoins de l'utilisateur.

Nous avons donc mené une série de recherches auprès de concepteur de sites web professionnels, afin d'étudier cet effet dans leur activité en nous situant dans une volonté de validité des connaissances développées. Cette validité répond à une double contrainte : d'une part, respecter les exigences de la Psychologie Expérimentale, dont les critères de validité scientifiques imposent de respecter le formalisme exigeant de la méthode expérimentale et d'autre part, de s'assurer de la validité écologique de nos recherches auprès des concepteurs, afin de ne pas détruire l'objet étudié (Hoc, 2001). Nous avons également examiné l'incidence de l'effet de conformité dans la perspective de l'expérience utilisateur (ou expérience d'interaction) en soumettant systématiquement les productions réalisées par les concepteurs pendant les passations à un échantillon d'utilisateurs du Web. Nous avons voulu ainsi nous situer dans la continuité naturelle de notre objet d'étude afin de pouvoir contribuer à cette problématique actuelle de l'ergonomie cognitive, du rapport qu'elle entretient avec les autres facettes de l'expérience utilisateur et en particulier avec l'esthétique, qui représente un facteur déterminant dans la littérature et dont le lien avec l'ergonomie semble particulièrement ambigu.

Ce travail débutera par une présentation des notions théoriques nécessaires à l'introduction de notre problématique, les aspects liés à la conception comme à l'utilisation des sites web seront abordés. La deuxième partie de ce travail présentera l'activité des concepteurs, dans laquelle nous avons tenté à chaque fois de faire varier

Introduction générale

l'effet de conformité, ainsi que la confrontation de leur production à l'évaluation esthétique d'utilisateurs.

Chapitre 1 Partie Théorique et thèse défendue

1. La navigation dans les hypermédias

1.1. Caractéristiques de la navigation dans les hypermédias

1.1.1. Hypermédias et sites web dans notre quotidien

Les hypertextes¹ et les hypermédias² sont des objets qui ont envahi notre quotidien depuis les 25 dernières années. Nous pouvons en trouver des versions dans nos ordinateurs (présentation des fichiers du disque dur), dans les DVD vidéo et même dans certains livres (les fameux « livre dont vous êtes le héros » destinés à un public adolescent). Mais le média où est le plus utilisée la logique d'hypertexte est sans aucun doute Internet et le réseau mondial World Wide Web. L'énorme succès d'Internet et les possibilités de communication que ce réseau propose ont fait se multiplier en quelques années le nombre de pages web de façon exponentielle : le nombre de pages web recensées par Google est passé de 28 millions en 1998, à plus de mille milliards dix ans plus tard (annonce faite dans le googleblog du 25/07/2008³). L'usage de ce média ne se limite plus à un public de passionnés d'informatique mais touche potentiellement l'ensemble de la population. A titre d'exemple, le gouvernement français propose depuis 2008 une déduction d'impôt de 20 euros aux contribuables qui acceptent pour la première fois de faire leur déclaration en ligne, pour ne citer que ces exemples

¹ Document composé de plusieurs documents (ou nœuds) reliés entre eux par des liens. Les liens sont représentés par des signes distinctifs permettant de les identifier (soulignement et couleur bleue typiquement). Chaque document peut être lié à plusieurs autres, la structure de ces documents est ainsi non linéaire et peut générer de nombreuses possibilités de parcours.

² Un hypermédia est structuré de la même manière qu'un hypertexte, mais contrairement à ce dernier, son contenu n'est pas limité à du texte, mais peut être une image, une vidéo, un son, etc.

³ Source : <http://googleblog.blogspot.com/2008/07/we-knew-web-was-big.html>

d'activités en ligne. Il est maintenant possible d'acheter aux enchères sur Internet, de s'informer sur la théorie des cordes⁴, de visiter virtuellement un musée⁵ ou de consulter son compte bancaire en ligne. Ces quelques exemples sont loin de représenter la quantité des possibilités offertes par le réseau, à des utilisateurs de plus en plus nombreux. BBC News annonce pour la France seule une augmentation de 3,7 millions d'utilisateurs en 1998 à plus de 42 millions en 2008).

Avec le développement d'Internet, l'utilisation des hypermédias devient de plus en plus incontournable dans nos sociétés industrialisées. Certains auteurs qualifient de nouvelle habilité stratégique le gain qu'un individu peut retirer de l'utilisation d'internet à des fins de promotion sociale ou professionnelle (par ex., Van Dijk, 2005).

Si les possibilités offertes par Internet sont le plus souvent énoncées comme synonymes de progrès technologique et social, il n'en reste pas moins que l'utilisation des sites web s'avère difficile dans de nombreux cas (cf., par exemple, Chevalier & Kicka, 2006 ; Ling & van Schaik, 2006 ; Stronge *et al.*, 2006 ; van Deursen & van Dijk, 2009), à tel point que l'on estime la moitié des recherches d'informations sur le web infructueuses (Bhatt, 2004 ; Gwizdka & Spence, 2007 ; Nielsen, 2000). Les raisons de ce constat sont multiples, sans en dresser une liste exhaustive, nous tenterons dans la partie suivante d'en énoncer les principales afin de porter le lecteur à comprendre l'importance de cette problématique dont l'un des objectifs qui en découle est de mieux comprendre l'activité cognitive des concepteurs de sites web et par la même leur rapport aux contraintes de conception, dans le but de les aider à réaliser des sites plus facile à utiliser.

1.1.2. Caractéristiques structurelles des hypermédias

Les hypermédias se caractérisent par leur structure non-linéaire, les informations présentées sont organisées par parties distinctes, accessibles par des liens hypertextuels présents dans le contenu du document. Ainsi il existe un grand nombre de possibilités

⁴ Théorie des cordes : théorie de physique visant à unifier mécanique quantique et relativité générale.

⁵ Source : <http://www.googleartproject.com/>

pour structurer les différentes liaisons entre les parties. Cette structure, invisible par l'utilisateur, doit être suffisamment consistante avec la manière dont il catégorise les différentes informations qui y sont présentées (Otter & Johnson, 2000). De même, les liens qui conduisent à ces parties doivent être suffisamment explicites pour que l'utilisateur identifie correctement leur signification (Bloomfield, 1994). L'organisation des liens constitue également une caractéristique importante des hypermédias. De nombreuses études (Lemerrier, Quaireau, & Terrier, 2003 ; Otter & Johnson, *op.cit.* ; Tricot, 2006) ont montré que le nombre de liens cliquables successivement pour atteindre un document, qui est appelé le niveau de profondeur, ne doit pas être trop important, au risque de perdre l'utilisateur. De même le nombre de liens présents sur un même document, qui est appelé niveau de largeur, ne doit pas non plus être trop important (cf. figure 1).

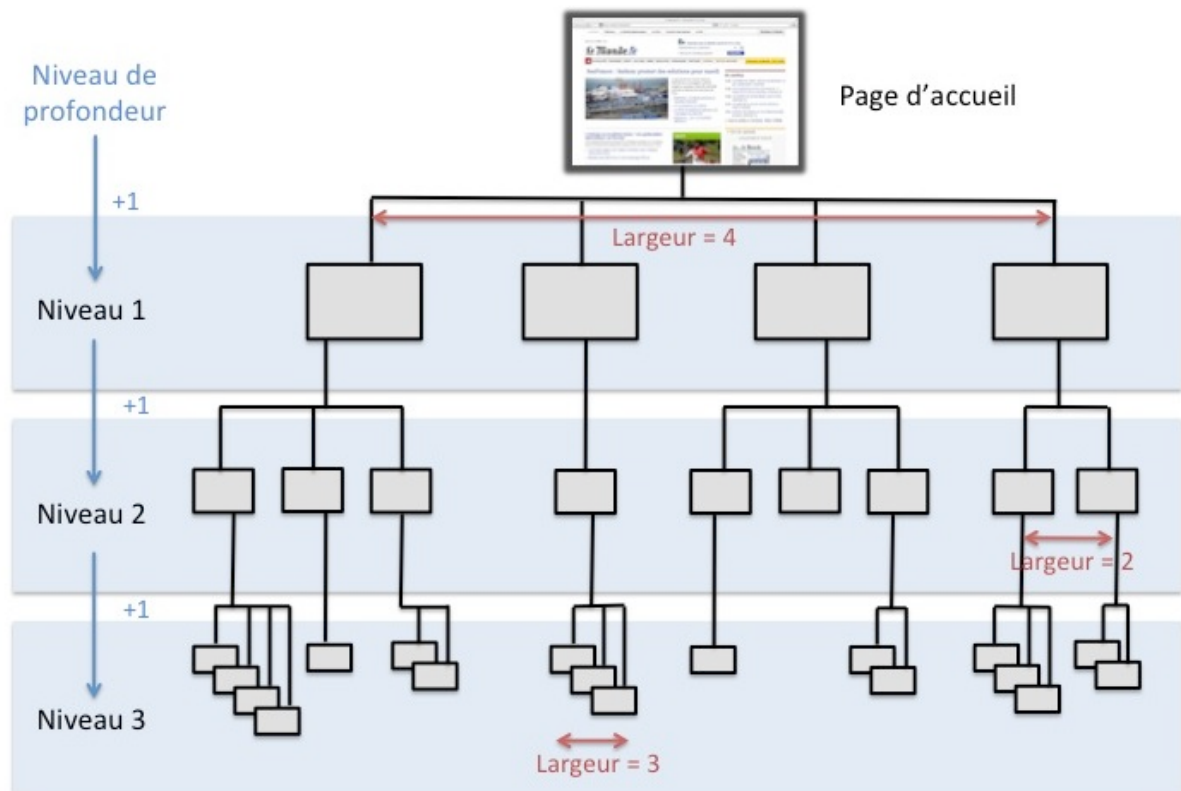


Figure 1 : Schéma de principe de l'arborescence d'un site web. En rouge sont représentées les mesures du niveau de largeur, en bleu sont représentées les mesures du niveau de profondeur.

Tricot (1995) a montré que dans de nombreux cas la limite à ne pas dépasser était de quatre liens en largeur comme en profondeur, ce résultat corrobore la règle informelle

des trois clics, reconnue comme faisant partie des bonnes pratiques de la conception web⁶. Cette règle postule qu'une information dans un site web ne doit pas nécessiter plus de trois clics sur des liens hypertextuels pour être atteinte, bien qu'elle tende à être nuancée par les tests utilisateurs (Nogier, 2008). La nature des informations présentées caractérise également les hypermédias, les informations présentées peuvent être des textes, des images, ou encore des animations. La multi-modalité⁷ de ces informations, bien souvent présentes dans une même partie de document, représente un intérêt hédonique certain mais peut également générer une surcharge de la mémoire de travail de l'utilisateur (Mayer, 1993, 1997). Ces caractéristiques, constitutives des hypermédias, offrent une grande liberté de présentation de contenu mais alourdissent le traitement cognitif de ces documents. Tricot (2006) relève qu'un même document, présenté sous la forme d'hypertexte, se traduira par une baisse de performances d'apprentissage comparativement à sa version classique, linéaire. De nombreuses études relèvent également un phénomène de désorientation dans les hypermédias (cf. par exemple Ahuja & Webster, 2001 ; Gwizdka & Spence, 2007). Ce phénomène se traduit par une perte de la représentation du chemin parcouru ou de la structure de l'hypertexte, cette désorientation génère de la frustration et peut contribuer à surcharger la mémoire de travail⁸ des utilisateurs. Les utilisateurs d'hypertextes vont donc devoir utiliser une partie conséquente de leurs ressources cognitives pour traiter la structure et le contenu

⁶ Cette règle est présente dans de nombreux sites de e-commerce ou de web design au registre des bonnes pratiques ergonomiques.

⁷ Un document multimodal propose plusieurs sources d'informations complémentaires correspondant à des modalités sensorielles différentes (images, sons, animations, etc.) Ce type de document peut être problématique lorsque plusieurs sources d'information différentes surchargent un même canal perceptif (par exemple lire un texte accompagné d'une animation) (Tricot, op.cit.).

⁸ La mémoire de travail (MDT) est le système de mémoire impliqué dans le maintien et le traitement des informations provenant de l'environnement et de la mémoire à long terme de l'individu. Ce système possède des capacités limitées en termes d'empan et de durée de rétention (Baddeley, 1986).

du document qu'ils parcourent, en plus de la gestion des buts et sous-buts de la recherche d'information.

1.2. Utiliser les hypermédias pour rechercher des informations

Utiliser un hypermédia va consister essentiellement à rechercher de l'information à travers le réseau de documents (de nœuds) qu'il propose. La structure non linéaire de ces documents va offrir de multiples possibilités de sélection de chemin, cette activité, homonyme de son analogue dans l'espace physique, est la navigation (Tricot & Amadiou, 2011). Nous détaillerons dans la partie suivante plusieurs modèles de recherche d'information dans les hypermédias.

1.2.1. La prise de conscience du besoin informationnel

La recherche d'information part d'une prise de conscience d'un besoin d'information, pour pouvoir réaliser une tâche ou en optimiser la réalisation. Les causes de cette prise de conscience semblent complexes et liées à plusieurs facteurs, tout d'abord aux connaissances et méta-connaissances que possède l'individu, ce qui peut apparaître paradoxal : la prise de conscience d'un manque de connaissances est dépendante des connaissances que possède l'individu (Tricot & Rouet, 2004). Ainsi une recherche d'information peut-être définie comme un besoin de réduire une incertitude. Cette incertitude part nécessairement d'informations préexistantes sur le domaine, qui peuvent alors sembler incomplètes ou inadéquates et générer un besoin d'information. Cette notion souligne l'importance des connaissances préalables dans le domaine recherché ainsi que le rôle des méta-connaissances (Baccino, Salmeron, et Canas, 2007), c'est-à-dire des connaissances que l'on a sur ses propres connaissances (savoir ce que l'on sait et ce que l'on ne sait pas).

Ce besoin d'information sera le point d'entrée dans l'activité de recherche d'information, à partir des informations qu'il souhaite compléter, l'individu va construire une représentation mentale du but à atteindre.

1.2.2. Les principaux modèles de recherche d'information

Le modèle séquentiel de Guthrie (1988), fait figurer la construction de la représentation mentale du but comme la première des cinq étapes de la recherche

d'information dans un document (ce modèle est basé sur de la recherche d'information dans des documents textuels classiques) :

Etapes du modèle séquentiel de Guthrie (1988) :

1 : Formation d'un but (construction d'une représentation mentale du but à atteindre).

2 : Sélection d'une source d'information, celle qui nous paraît la plus adaptée pour trouver l'information recherchée.

3 : Extraction de l'information. L'individu traite l'information contenue dans le document.

4 : Intégration. Les informations traitées sont intégrées aux informations contenues en mémoire à long terme.

5 : Recyclage. Evaluation de l'objectif : s'il n'est pas atteint l'individu réitère les quatre premières étapes.

L'étape 5 de ce modèle est importante, puisqu'elle détermine si le but est atteint ou le cas contraire si l'individu doit reprendre la séquence à partir de la première étape pour tenter de trouver de nouvelles informations pertinentes.

Ce modèle a été enrichi par Rouet et Tricot (1998). Ces auteurs ont souligné une trop grande linéarité du modèle initial, qui ne permettait pas de décrire assez finement les activités de recherche d'information à but flou ou dans des documents complexes. Celle-ci nécessiterait la prise en compte de processus complémentaires, s'ajoutant à la description de Guthrie (*op.cit.*), liés à la planification, au contrôle métacognitif et à la régulation de l'activité.

Le modèle Evaluation - Sélection - Traitement (EST) permet donc d'articuler la compréhension du contenu des documents et des processus de résolution de problème informationnel (Rouet & Tricot, *op.cit.* ; Dinet & Tricot, 2008). Ce modèle permet de décrire les activités de recherches d'informations simples, dans lesquelles le but précis est connu ainsi que les recherches complexes, dans lesquelles le but est flou et complété pendant la recherche.

Cette description de l'activité se décompose en phases, chacune considérée comme un module de traitement cognitif : une phase de sélection de l'information, une phase de traitement de l'information sélectionnée et une phase d'évaluation de la pertinence de l'information, en fonction du but à atteindre. Les phases de sélection et d'évaluation vont avoir une importance particulière puisqu'elles vont représenter un contrôle de l'activité (planification et mesure de la distance état actuel/but) et un processus de traitement

des informations relationnelles (liens, menus, boutons). Ces processus sont en lien avec la représentation mentale que l'individu entretient du but, cette représentation pourra être modifiée dynamiquement tout au long de l'activité.

La représentation du but de la recherche peut comporter un versant lié à l'acquisition de connaissances générales sur le document et un versant plus opérationnel lié à la recherche d'un élément particulier. La représentation du but va initier la première sélection, le module d'évaluation déterminera ensuite la distance entre l'information traitée et le but, ce qui entraînera la décision selon trois modalités : a) si le but semble atteint, l'activité pourra être arrêtée, b) si l'information traitée est proche du but, la stratégie de sélection sera poursuivie et c) si l'information traitée est trop éloignée du but, un changement de stratégie de sélection sera envisagé. Les auteurs ajoutent à cette prise de décision «rationnelle», une variabilité liée à l'humain, qui se traduira par une modification de la représentation du but. La représentation du but pourra évoluer au cours de la recherche. Cette représentation pourra en effet s'enrichir de nouvelles informations traitées, de sorte qu'un but flou pourra se préciser pendant la recherche. Mais cette caractéristique peut également se traduire par des difficultés à garder une représentation du but stable, ce qui pourra avoir comme conséquence de désorienter l'individu (par un phénomène de noyade en digressions, Foss, 1988) qui conduira à une perte du but de l'activité. Ce modèle fait donc intervenir trois représentations dans une même activité, que l'individu va devoir maintenir en mémoire de travail : une représentation du but de la recherche, une représentation de la stratégie de sélection, et une représentation du contenu traité.

Le modèle EST se veut généraliste (Dinet & Tricot, 2008), il présente l'avantage de pouvoir expliquer la recherche d'information en tenant compte des processus de régulation de l'activité, ce qui permet de décrire un plus large panel de recherches d'informations que le modèle sur lequel il se base (le modèle séquentiel de Guthrie).

L'EST peut être avantageusement complété par le modèle **CoLiDes** (Comprehension-based Linked model of Deliberate Search ; Blackmon, Kitajima, & Polson 2005). CoLiDes est un modèle qui s'intéresse plus particulièrement à la manière dont le support de l'information, en l'occurrence des pages de sites web, peut être traité par l'individu. Ces auteurs décrivent la recherche d'information selon deux types de processus : les

processus attentionnels et les processus de sélection d'action. A partir de ces deux processus, la recherche d'information peut être décrite en actions :

Actions composant la recherche d'information dans le modèle CoLiDes (Blackmon, Kitajima, & Polson 2005) :

La **définition du but**, comme dans les modèles précédents, consiste à construire une représentation mentale du but à partir d'une question ou d'une consigne.

L'**analyse de la page web** : l'individu va d'abord tenter d'établir des catégories d'informations à partir de la structure et du contenu de la page (emplacement, typographie, etc.)

Le **découpage en zone du contenu** : à partir d'un apprentissage explicite ou par expérience, l'individu va segmenter la page en zones où les informations sont proches sémantiquement.

L'**analyse d'une zone de contenu** : une fois la zone sélectionnée, l'individu va essayer de comprendre le contenu de cette zone

La **compréhension du contenu** : lorsque l'individu commence à se former une représentation mentale du contenu (qu'il comprend), il va pouvoir la comparer à sa représentation du but et décider si cette zone est pertinente. Auquel cas il pourra sélectionner un lien dans cette zone.

La **sélection d'un lien** : lorsque la zone est estimée pertinente, l'individu va sélectionner le lien qui lui semble le plus pertinent pour poursuivre son activité.

Lorsque le lien est sélectionné, l'individu va pouvoir **l'activer en cliquant dessus**.

Ce modèle, comme les deux modèles présentés précédemment, fait intervenir des processus ascendants et descendants. L'individu va faire l'acquisition des caractéristiques de la source d'information (en termes de structure et de contenu), mais aussi utiliser ses connaissances stockées en mémoire à long terme⁹ liées à l'utilisation de la source d'information mais pas uniquement.

Le modèle SNIF-ACT (Scent-based Navigation and Information Foraging in the ACT cognitive architecture) de Fu et Pirolli (2007) vise à prédire les comportements de

⁹ La mémoire à long terme (MLT) est un registre de mémoire quasi illimité en terme d'empan et de durée de rétention. Cette mémoire contient tous les souvenirs, connaissances, procédures motrices et représentations perceptives qu'un individu peut emmagasiner (Tulving, 1984).

recherches d'information non-familiales sur internet. Ce modèle utilise la notion de « sentiment informationnel » (information scent) que l'utilisateur développe au cours de sa recherche par un mécanisme probabiliste de propagation d'activation lié à la concordance estimée de l'information contenue dans une page web et du but de l'utilisateur. L'utilisateur estimerait de manière probabiliste quels sont les liens les plus riches en information. Cette notion est issue d'une logique adaptative antérieure de fouille de l'information (information foraging ; Pirolli & Card, 1999), basée sur un principe économique de rapport du coût de la recherche et du traitement de l'information (en temps et en ressources cognitives) sur le bénéfice escompté de cette information dans la réalisation d'une tâche. Les utilisateurs chercheraient à maximiser ce rapport coût / bénéfice de leur recherche. Ils vont ainsi cibler les liens qu'ils estiment à la fois comme les plus riches et comme les plus accessibles en terme de traitement de l'information. La sélection d'un item va correspondre à une prise de décision de la part de l'utilisateur, motivée par l'estimation de la pertinence de l'item identifié mais aussi par le coût nécessaire au traitement de cette information. Le modèle SNIF-ACT est basé dans le cadre du modèle d'architecture cognitive ACT-R (Anderson *et al.*, 2004), qui lui permet d'être ancré dans un formalisme suffisamment élaboré pour pouvoir être prédictif et réfutable. L'accent est mis sur les mécanismes de sélection des liens à partir de schéma de connaissances basées sur les expériences antérieures d'associations entre stimuli et réponse, mais peu sur les connaissances conceptuelles des utilisateurs ou la formulation de leurs buts et sous-buts (cf. figure 2).

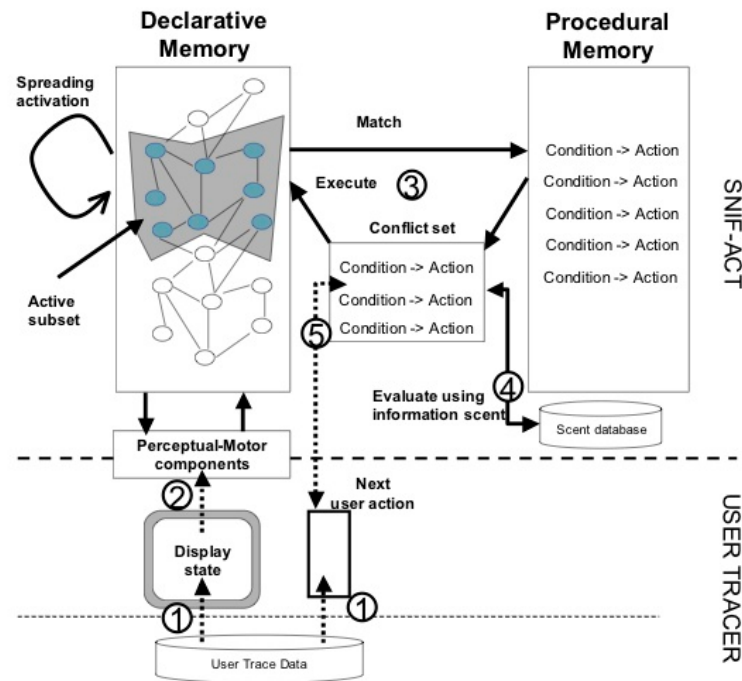


Figure 2 : Vue schématique du modèle SNIF-ACT (Fu et Pirolli, 2007)

Sharit, Hernández, Czaja et Pirolli, (2008) ont porté leur attention sur l'influence des connaissances dans les domaines d'internet, du navigateur web et du moteur de recherche ainsi que des capacités cognitives de participants de trois groupes d'âge (jeunes adultes, seniors jeunes et seniors âgés). Les participants devaient réaliser des tâches de recherche d'information de complexité différente. Les résultats montrent que les connaissances antérieures ont un effet sur les performances de recherche d'information, mais que leur seule influence ne suffisait pas à expliquer la variance obtenue. Les auteurs soulignent l'effet conjugué des connaissances et de certaines capacités cognitives comme la mémoire de travail et le raisonnement, particulièrement dans le cas de recherches d'information complexes où l'utilisateur doit pouvoir formuler correctement différents termes de la recherche dans le moteur et garder une bonne orientation à travers une activité de recherche longue et complexe. Les auteurs proposent à la suite de cette étude un modèle de la recherche d'information par moteur de recherche (cf. figure 3) intégrant les différentes facettes étudiées dans un même cycle itératif, où sont décomposées les étapes de l'activité depuis la formulation d'une requête sur le moteur de recherche jusqu'à l'évaluation de la page web et à la prise de décision de reformuler une autre requête sur le moteur de recherche.

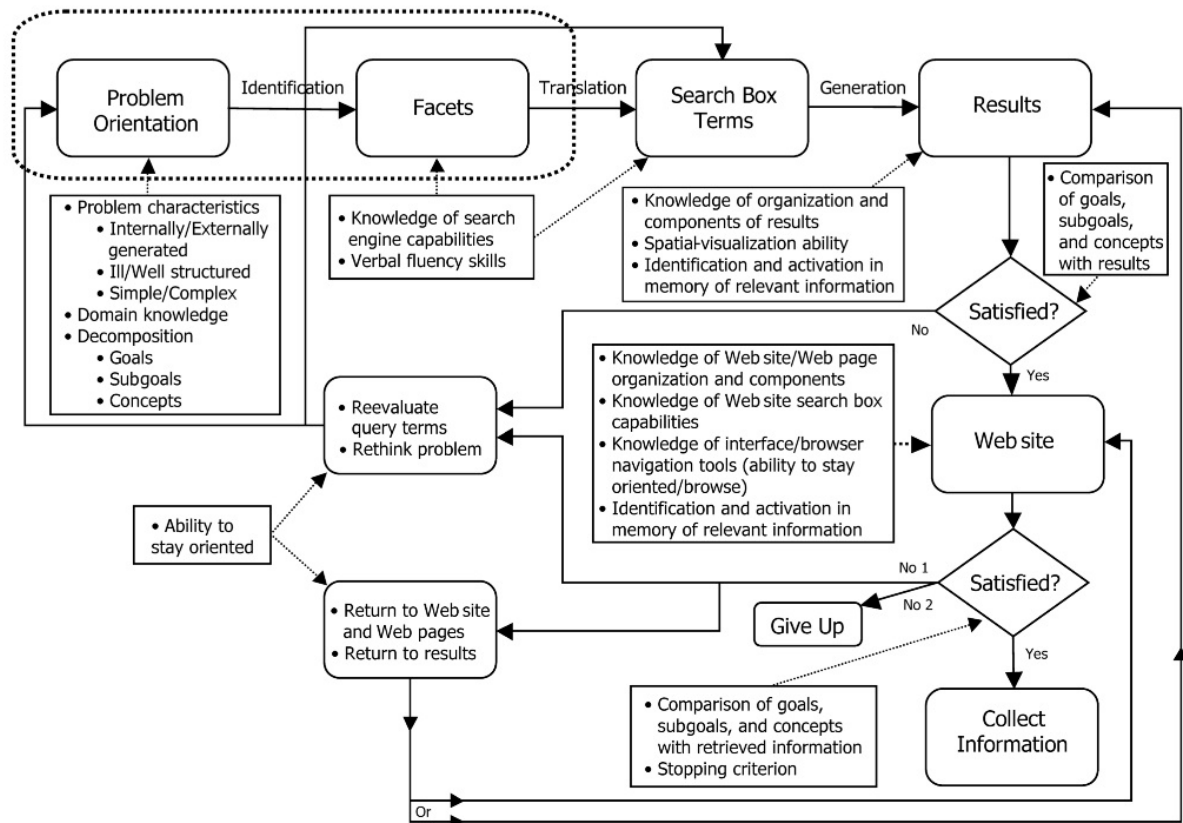


Figure 3 : Schéma du modèle de recherche d'information par moteur de recherche (Sharit et al. 2008)

1.2.3. Les connaissances et les stratégies impliquées dans la recherche d'information

Les modèles de recherche d'information sur internet présentés précédemment soulignent le recours des utilisateurs à certaines connaissances, selon Tricot et Rouet (2004), la recherche d'information nécessite principalement trois grands types de connaissances :

- Des connaissances dans le domaine du contenu recherché, ces connaissances sont nécessaires pour se représenter l'objectif et interpréter les informations trouvées ;
- Des connaissances dans le domaine de l'information ou « connaissances méta-documentaires », qui consistent à connaître les ressources les plus efficaces pour trouver les informations recherchées ;

- Des connaissances dans l'utilisation du système d'information, le fonctionnement de l'outil de recherche (index, table des matières, moteur de recherche).

La prise de décision de la sélection et du traitement des contenus des sites web dépend des stratégies mises en place par l'individu. La mise en place des stratégies de recherche d'information dépend du profil cognitif des utilisateurs, de leur expérience ainsi que de la tâche de recherche effectuée (Chevalier & Kicka, 2006 ; Chin & Fu, 2010 ; Navarro-Pietro, Scaife & Rogers, 1999).

Chin et Fu (*op.cit.*) notent que des stratégies de recherche différentes apparaissent notamment entre des individus jeunes et âgés, ces stratégies influencent les performances de recherche en fonction du type de tâche demandée (par exemple à but précis ou à but flou ou mal défini). Ces auteurs notent principalement deux groupes de stratégies de recherche distincts selon l'âge des participants :

- Les stratégies ascendantes, guidées par l'interface (bottom-up interface-driven strategies), qui avantageraient les individus dans des tâches de recherche bien définies ;
- Des stratégies descendantes, guidées par les connaissances (top-down knowledge-driven strategies) qui amèneraient les individus à avoir de meilleures performances dans les tâches de recherche mal définies.

Les stratégies ascendantes guidées par l'interface nécessiteraient de prendre en compte plus de liens, de parcourir les pages web rapidement et de naviguer davantage entre les liens d'une même catégorie. Ces stratégies sont axées sur une bonne maîtrise du maniement de l'interface et seraient plus souvent utilisées par les individus jeunes. A l'inverse les stratégies descendantes guidées par les connaissances impliquent d'identifier uniquement un sous-ensemble de liens, de prendre un long moment pour cliquer sur un lien et parcourir une page web, et de naviguer davantage entre les liens de catégories différentes. Ces dernières stratégies sont axées sur les connaissances du domaine recherché et seraient plus souvent utilisées par des individus âgés. Le choix du type de stratégie au cours d'une recherche est dépendant de l'environnement de recherche (description de la tâche et conception de l'interface). Navarro-Pietro *et al.* (*op.cit.*) soulignent que les individus jeunes emploient fréquemment des stratégies

mixtes, qui consistent à passer d'un type de stratégies à l'autre au cours d'une même recherche et seraient quant à eux peu touchés par l'environnement de recherche et auraient tendance à adopter de manière stable ce type de stratégies.

Chevalier et Kicka (2006) relèvent également un effet du niveau d'expertise et du type de site web consulté (de qualité ergonomique différente) sur le nombre d'occurrences de trois activités distinctes lors de la navigation. Les utilisateurs experts utilisaient ou recherchaient davantage le menu de navigation du site web que les utilisateurs novices, en particulier lorsque le site web comportait de nombreux problèmes ergonomiques. Une lecture linéaire du site web était davantage pratiquée par les utilisateurs novices. Le site comportant de nombreux problèmes ergonomiques était parcouru globalement de manière plus linéaire que le site ne comportant pas les problèmes, la différence de parcours liée à la qualité ergonomique se ressentait particulièrement chez les utilisateurs expérimentés (dans cette étude des concepteurs de sites web). Enfin, la troisième mesure concernait l'activité d'exploration des pages web. Là aussi, une différence significative liée à l'expertise a été observée, les utilisateurs experts (comprenant les concepteurs web) exploraient plus fréquemment les pages que les utilisateurs novices, quel que soit le site web (ergonomiquement problématique ou non).

La recherche d'information dans les systèmes structurés par hyperliens (hypertextes et hypermédias) apparaît donc être une tâche complexe, faisant intervenir des expertises multiples (dans le domaine recherché, dans le domaine méta-documentaire et dans le maniement de la source d'information), articulant un niveau conceptuel (formulation du but) et un niveau procédural (démarche de recherche) concrétisés en plusieurs sous-tâches décomposables selon les stratégies employées.

1.3. L'utilisabilité et l'accessibilité dans les hypermédias

L'ergonomie des Interfaces Homme-Ordinateur, qui détermine la capacité d'un système à être facilement utilisé tout en permettant à l'utilisateur d'atteindre les objectifs fixés lors de la conception du système, peut se décomposer en deux dimensions complémentaires :

1.3.1. L'utilisabilité

L'utilisabilité (*norme ISO 9241-11*, juin 1998) : correspond au 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. Cette définition intègre plusieurs aspects, qui traduisent l'évolution de ce concept depuis une vingtaine d'années. Le but principal de l'utilisabilité est de rendre un dispositif (par exemple un site web) suffisamment utilisable pour qu'un utilisateur puisse atteindre son but (principe d'efficacité), en employant un minimum de ressources (principe d'efficience) et en vivant une expérience satisfaisante (principe de satisfaction). Ainsi les deux premiers principes visent l'efficacité et sont souvent prépondérants dans les études d'utilisabilité depuis un certain nombre d'années. Shackel (1991) définit l'utilisabilité comme la capacité d'un système à être utilisé facilement et efficacement. Le principe de satisfaction, qui apparaît lié aux deux premiers principes, est moins prégnant dans les études classiques d'utilisabilité mais tend à être développé dans les approches récentes des interactions homme/machine, plus intégratives (Hassenzah, 2001 ; van Schaik et Ling, 2011).

1.3.2. L'accessibilité

L'accessibilité d'un système interactif correspond à sa capacité à être accessible ou utilisable par tous les utilisateurs, quelle que soit leur capacité visuelle, auditive, motrice ou cognitive (*norme ISO/TS 16071* : 2008). Bien que l'accessibilité fasse le plus souvent référence aux personnes présentant un handicap physique (telles que la malvoyance ou la tétraplégie), ce terme s'étend également à d'autres profils d'utilisateurs, ne présentant pas de handicap, comme les personnes âgées ou les utilisateurs de dispositifs particuliers (smartphones, tablettes tactiles, etc.). Ces derniers dispositifs répondant à leurs propres spécifications (taille d'écran, interface tactile, etc.), peuvent nécessiter une adaptation plus ou moins importante du code source du site web, au même titre que les dispositifs de compensation de handicap tels que les systèmes de synthèse ou de commande vocale. Il convient ainsi de distinguer accessibilité et utilisabilité, bien que les deux notions partagent des buts très proches et peuvent se rejoindre sur certains points (par exemple les critères de compatibilité ou de visibilité participent des deux notions).

Ces deux dimensions, fournissant un cadre de référence pour le développement des interfaces hommes-machines, tendent à être complétées par une approche plus complète de l'interaction humain – technologie, sans doute motivée par les nouveaux usages de la technologie dans notre quotidien et l'idée qu'un dispositif ne doit pas être uniquement utilisable et accessible pour être utilisé mais doit remporter l'adhésion des utilisateurs. Cette adhésion est le fruit de facteurs plus diffus.

1.4. Utilisabilité et expérience utilisateur

Cette évolution de l'approche du rapport entre homme et technologie va de pair avec le progrès technologique, largement mis en valeur dans nos sociétés occidentales. L'approche classique de l'utilisabilité et de l'acceptation technologique¹⁰ préconise qu'un outil doit représenter le moyen d'atteindre un but et de faciliter l'accès à ce but. De plus en plus, l'usage de la technologie et le plaisir qu'il apporte devient LE but de l'interaction (Norman, 2004). Ainsi, Brangier, Hammes-Adelé et Bastin (2010) parlent d'une transition entre le concept d'acceptation technologique, devenu trop restreint pour qualifier la relation homme/technologie actuelle, et un concept de symbiose¹¹ homme-machine. Selon cette approche la machine serait passée d'un statut d'objet externe à l'humain à un statut de symbiote¹² de l'humain, manifestant ainsi la relation de dépendance que l'homme entretient de plus en plus avec les outils technologiques. Dans cette perspective, les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) sont

¹⁰ Selon Bobillier-Chaumon, Dubois et Retour (2006, cités par Brangier *et al.*, 2010) : « l'acceptation technologique définit l'intérêt que l'individu trouve à s'approprier une technologie. L'acceptation se présente comme la façon dont un individu, un collectif mais aussi une organisation perçoivent les enjeux liés aux nouvelles technologies (atouts, bénéfices, risques, opportunité) et y réagissent (favorablement ou non). »

¹¹ Le terme de symbiose désigne en Biologie une relation d'interdépendance durable entre deux êtres vivants dans laquelle chaque organisme va profiter des avantages découlant de l'association. Brangier et al. (op.cit.) emploient ce terme pour qualifier la relation homme-technologie afin d'appuyer l'idée que cette relation n'est plus facultative pour l'homme.

¹² Les symbiotes sont les organismes interdépendants de la symbiose.

considérées comme des extensions de propriétés ou de compétences naturelles de l'homme, se substituant à ces dernières parce que plus efficaces, plus confortables (le système GPS et le répertoire téléphonique des téléphones GSM sont donnés comme exemples), ou plus simplement pour procurer du plaisir. De plus en plus de TIC sont développées pour leur valeur hédonique, la technologie fait tellement partie de notre quotidien que nous en attendons bien plus qu'auparavant.

1.4.1.Principe hédonique

La perspective de l'expérience utilisateur, défendue par Hassenzahl (2001, 2002), prend en compte le vécu de l'utilisateur pendant son interaction avec la technologie. L'utilisabilité est considérée dans cette approche comme l'un des facteurs nécessaires à une bonne expérience utilisateur, au même titre que l'esthétique, le contexte d'usage, les émotions, mais aussi les valeurs caractérisées par la technologie. Ainsi Hassenzahl (*op.cit.*) considère qu'un système technologique ne peut plus se contenter d'être utile et utilisable, mais doit également être hédonique, c'est-à-dire permettre de développer du plaisir en l'utilisant (nous pouvons citer l'exemple de l'iPad et des produits Apple, dont le succès est fortement lié à la valeur hédonique suscitée par leur utilisation).

1.4.2.L'approche multidimensionnelle de l'expérience utilisateur

Hassenzahl (Hassenzahl, 2004 ; Hassenzahl & Tractinsky, 2006 ; Hassenzahl, Diefenbach & Göritz, 2010) préconise que l'utilisabilité et les fonctionnalités d'un produit ne suffisent pas pour décrire la qualité de l'expérience utilisateur de l'usage de ce produit. Cette approche tente de dresser la liste des différents composants de l'expérience utilisateur en situation d'usage d'un produit technologique. En plus de caractéristiques propres au produit (comme sa complexité, but, utilisabilité, fonctionnalité, etc.), viennent s'ajouter l'état interne de l'individu (prédispositions, attentes, besoins, motivation, humeur, etc.) ainsi que le contexte de l'interaction (configuration sociale ou organisationnelle, signification de l'activité, usage volontaire, etc.). Le caractère hautement intégratif de cette approche n'est pas sans soulever de vives critiques dans le champ de recherche des interactions homme-machine, ces critiques portent principalement sur le caractère vague, évasif et éphémère de son objet d'étude (Forlizzi & Battarbee, 2004). Pourtant, Hassenzahl et Tractinsky (*op.cit.*) soulignent que les premières études réalisées sur l'utilisabilité soulevaient déjà l'idée

que des manifestations de l'utilisabilité telles que la productivité ou la facilité d'apprentissage n'étaient pas les plus importantes, mais que l'expérience des personnes pendant l'usage l'était sans doute (Whiteside & Wixon, 1987). Hassenzahl met en avant deux qualités essentielles d'un dispositif dans l'expérience utilisateur : La qualité pragmatique, qui fait référence à l'utilisabilité perçue par l'utilisateur, ainsi que la qualité hédonique, qui fait référence au plaisir procuré par l'usage du dispositif (Hassenzahl, 2004). Ces deux qualités ressenties se conjuguent pour conduire l'utilisateur, à travers l'interaction avec le dispositif, à ressentir des émotions, à évaluer le dispositif, ou encore à adapter ses comportements vis-à-vis du dispositif (se l'approprier, l'éviter, etc.). Cette interaction aboutira à un véritable jugement (dans le texte « verdictive ») du dispositif par l'utilisateur, en terme d'esthétique et de qualité globale.

Hassenzahl (op.cit.) défend l'idée que le sentiment de qualité pragmatique n'est pas stable. Celui-ci peut varier au cours de l'utilisation du dispositif lorsque l'utilisateur se confronte à son utilisabilité réelle. La qualité hédonique est quant à elle stable et peut se présenter de manière personnelle ou sociale.

- De manière personnelle par la stimulation : un dispositif qui offre de la nouveauté ou du challenge sera stimulant et procurera du plaisir.
- De manière sociale par identification à des valeurs transmises importantes pour l'utilisateur. Le sentiment d'esthétique du dispositif sera dépendant de la qualité hédonique ressentie par l'utilisateur, le sentiment de qualité globale sera dépendant à la fois de la qualité hédonique et de la qualité pragmatique du dispositif. Selon Hassenzahl la qualité pragmatique du produit ne peut influencer ni la qualité hédonique ni le sentiment d'esthétique du produit.

Cette approche multidimensionnelle de l'expérience utilisateur est reprise dans les travaux de van Schaik et Ling (2011) sous le nom d'expérience d'interaction, qui qualifie plus précisément l'interaction homme-technologie, toujours avec la volonté d'intégrer les différents facteurs composant cette interaction. Cette nouvelle approche se veut joindre l'approche de l'expérience utilisateur avec l'approche d'acceptation technologique. Van Schaik et Ling (op.cit.) défendent l'idée que le concept d'acceptation technologique intervient dans l'interaction homme-technologie au même titre que les facteurs développés par l'approche de l'expérience utilisateur. Ces auteurs ont vérifié

expérimentalement que l'utilisabilité réelle d'un site web influençait les trois dimensions suivantes : l'efficacité dans la tâche, l'expérience d'interaction ainsi que l'acceptation du dispositif.

1.5. L'esthétique, facteur essentiel de l'expérience utilisateur

1.5.1. « What is beautiful is usable » (Tractinsky, Katz & Ikar, 2000)

Hassenzahl (2004) note qu'une forte corrélation récurrente apparaît entre la valeur esthétique et l'utilisabilité perçue (Wilson, 2002 ; Robert et al., 2003 ; Lavie et Tractinsky, 2004), faisant écho à l'étude de Tractinsky *et al.* (op.cit.) dont le titre évocateur était «what is beautiful is usable» (« ce qui est beau est utilisable »). Dans cette étude, Tractinsky et ses collègues sont partis d'une idée développée en Psychologie Sociale (Dion, Berscheid & Walster, 1972), selon laquelle l'esthétique d'une personne peut influencer le jugement (stéréotypé) que les autres se font implicitement de sa personnalité ou d'autres aspects de sa personne. Tractinsky et ses collègues ont ainsi voulu tester la relation entre l'esthétique et l'utilisabilité perçues par les utilisateurs d'un distributeur de billets de banque (ATM). Les auteurs ont manipulé un facteur d'esthétique à trois modalités (basse, moyenne et haute) et un facteur d'utilisabilité à deux modalités (basse et haute). Les participants devaient évaluer en termes d'esthétique, d'utilisabilité et de quantité d'informations neuf dispositifs ATM sélectionnés sur la base d'une étude de Tractinsky (1997) pour former les trois modalités esthétiques. Les modalités du facteurs d'utilisabilité étaient manipulées par l'ajout de problème d'interface (temps de réponse du système long, touche qui ne fonctionne pas au premier essai, etc.). Les résultats montrent une corrélation positive forte entre la perception de l'esthétique du système et la perception de son utilisabilité, avant même que les participants ne l'aient utilisé. Résultat plus étonnant encore, cette relation perdure après l'utilisation, même pour les dispositifs à faible utilisabilité. Des résultats similaires avaient déjà été obtenu dans deux études précédentes (Tractinsky, *op.cit.* ; Kurosu & Kashimura, 1995).

Sonderegger et Sauer (2010) ont confirmé ces résultats en s'intéressant à la place de l'esthétique dans l'utilisation d'une interface de téléphone mobile. Les auteurs ont fait tester à des utilisateurs adolescents deux interfaces de téléphone portable identiques, hormis le fait que l'une est attirante esthétiquement, l'autre non (les deux prototypes

ont été sélectionné sur la base des évaluations esthétiques de participants adolescents réalisées lors d'une pré-étude). Le choix du type de dispositif testé a été motivé pour sa forte valeur affective, en particulier dans la population testée, ce qui selon les auteurs devrait renforcer le poids de l'esthétique dans l'expérience utilisateur. Les adolescents étaient interrogés avant et après l'utilisation sur deux échelles, l'une d'utilisabilité perçue et l'autre d'attractivité. Les performances d'utilisation (temps mis pour réaliser la tâche demandée) étaient également recueillies. Les auteurs faisaient l'hypothèse, dans la suite de l'étude de Tractinsky (1997), que l'esthétique du dispositif devrait avoir une influence sur l'utilisabilité perçue et l'attractivité. L'influence de l'esthétique sur la performance objective d'utilisation était toutefois moins tranchée dans la littérature, plusieurs études ont montré que des dispositifs attractifs esthétiquement pouvaient ne pas avoir d'effet sur l'utilisation (Hartmann, Sutcliffe, & Angeli, 2007) ou même avoir un effet négatif (Ben-Bassat, Meyer & Tractinsky, 2006 ; Sauer & Sonderegger, 2009). L'esthétique pourrait jouer deux rôles sur les performances des utilisateurs, d'une part accroître la motivation, qui aurait un effet positif sur les performances et d'autre part prolonger une expérience plaisante, qui aurait un effet négatif en ralentissant l'utilisateur, qui passerait plus de temps à profiter de l'esthétique qu'à réaliser la tâche. Les auteurs postulent que les études précédemment citées mettaient en œuvre davantage le rôle négatif de l'esthétique et font l'hypothèse que les conditions de passation de leur étude (dans un contexte scolaire) permettront de mettre en avant le rôle positif de motivation pendant l'utilisation des téléphones. Les résultats indiquent tout d'abord que la version esthétique est évaluée plus attractive que l'autre version, que ce soit avant ou après l'utilisation. Les auteurs notent que les avis se renforcent après l'utilisation, l'attractivité de la version esthétique est renforcée, alors qu'elle diminue pour la version non-esthétique. D'autre part, les évaluations d'utilisabilité perçue indiquent que l'esthétique augmente l'impression d'utilisabilité, en plaçant la version esthétique comme plus utilisable que l'autre version, que ce soit avant ou après l'évaluation. Enfin, les auteurs relèvent de meilleures performances dans la tâche pour la version esthétique que pour l'autre version, pour chacune des trois mesures effectuées (Le temps de réalisation, le nombre de clics et le taux d'erreur). Ce dernier résultat va à l'encontre des résultats obtenus dans les études précédentes (Ben-Bassat *et al.*, op.cit ;

Sauer & Sonderegger, *op.cit.*), dont le contexte de passation plus ludique favorisait la prolongation de l'interaction au détriment de la performance.

1.5.2. Esthétique, utilisabilité perçue et sites web

Ces résultats semblent également valables pour des interfaces plus complexes comme les sites web. Van Schaik et Ling (2008) ont mené une étude après d'utilisateurs d'internet dans le but de déterminer dans quelle mesure la violation de principes de conception de site web (principes de présentation à l'écran et principe d'organisation de l'information, cf. figure 4) pouvait avoir un impact sur l'évaluation par ces utilisateurs des qualités défendues par le modèle de l'expérience utilisateur d'Hassenzahl (2004), c'est à dire la qualité pragmatique et la qualité hédonique du site web.

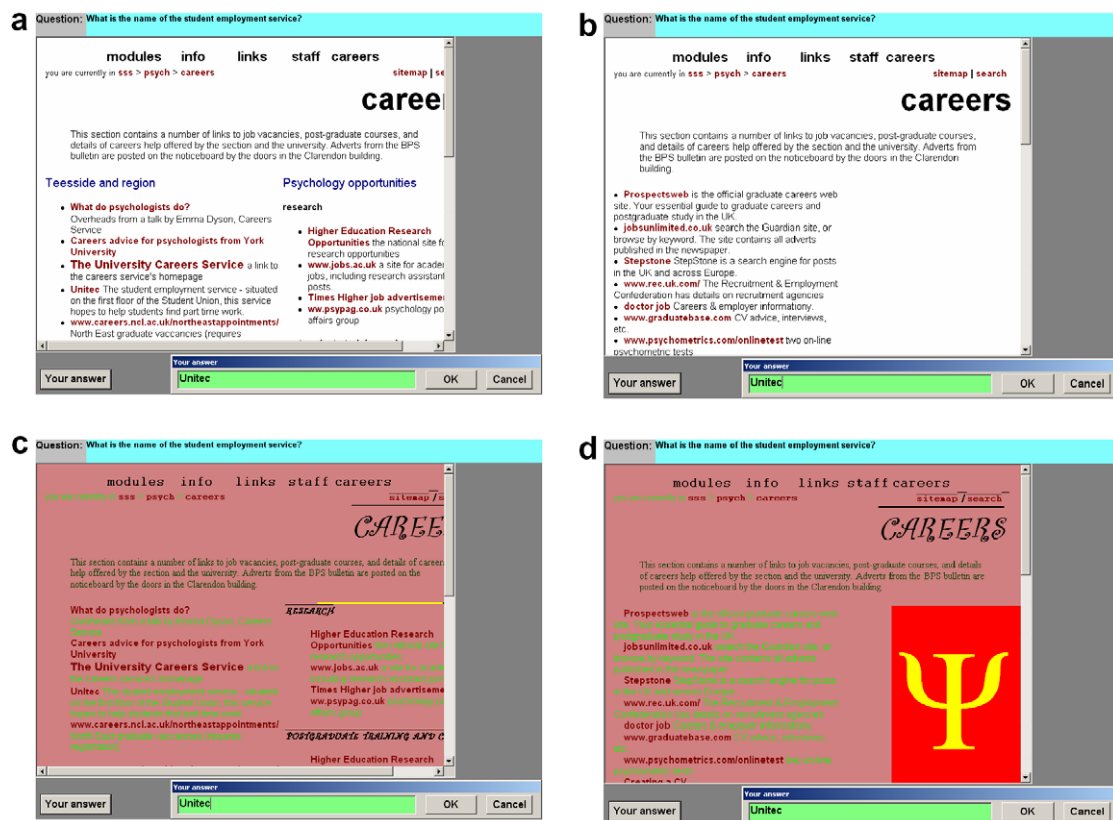


Figure 4 : Captures d'écran des sites web utilisés dans l'étude de Van Schaik et Ling (2008). Le site a) représente le respect du principe de présentation à l'écran (PE) et d'organisation de l'information (OI), le site b) présente le respect de PE et la violation de OI, le site c) présente la violation de PE et le respect de OI et enfin le site d) présente la violation de PE et de OI.

La violation des principes de conception limitant les performances des utilisateurs, la qualité pragmatique du site web devrait être touchée mais pas la qualité hédonique, qui restera constante avant et après l'utilisation. Les résultats indiquent, conformément aux attentes des auteurs, que la violation des principes de conception a un effet négatif sur l'évaluation de la qualité pragmatique et de la qualité globale du site mais pas sur l'évaluation de l'esthétique. Toutefois la qualité hédonique ressentie est également touchée, négativement pour la dimension d'identification (ce qui semble indiquer que les utilisateurs ont une mauvaise opinion du site web après l'utilisation), mais positive pour la dimension de stimulation (les auteurs justifient ce résultat par les caractéristiques de nouveautés inhérentes au site web). Les résultats indiquent d'autre part que la qualité hédonique semble liée de façon constante à l'esthétique et à la qualité globale du site (avant et après utilisation). La qualité pragmatique participe également de la qualité globale tout en étant liée à la performance de la tâche (avant et après utilisation). Conformément au modèle d'Hassenzahl (2004) et aux résultats des études précédemment citées, l'esthétique semble liée à la qualité hédonique du site web (dimension d'identification et de stimulation) plus qu'à la qualité pragmatique. De même l'évaluation de l'esthétique semble relativement stable et peu influençable par l'interaction utilisateur - site web, alors que cette dernière pourra agir sur la qualité globale perçue du site, qui sera ainsi moins stable que l'évaluation de l'esthétique.

1.5.3. L'échelle d'esthétique de Lavie et Tractinsky (2004)

Lavie et Tractinsky (*op.cit.*), s'inscrivant également dans cette approche intégrative de l'expérience utilisateur, ont conduit une série de quatre expériences pour construire une échelle permettant de mesurer l'esthétique perçue d'une interface humain-ordinateur (en l'occurrence un site web). Pour cela, à partir de la littérature et des évaluations de 11 experts, une liste de 41 items a été dressée. Par un raffinement successif de cette liste à travers les quatre expériences qu'ils ont conduites auprès d'utilisateurs d'internet, ces auteurs ont retenu finalement 10 items se répartissant équitablement en deux dimensions esthétiques, validées par une analyse factorielle confirmatoire (cf. tableau 1). La première dimension est l'esthétique classique, elle dépend de notions dominantes depuis l'antiquité jusqu'au 18ème siècle. Ces notions préconisent une conception claire et ordonnée, et d'une grande proximité avec les règles

de conception préconisées par les experts en utilisabilité. La deuxième dimension est l'esthétique expressive, elle se manifeste par l'originalité et la créativité du concepteur, et se caractérise par l'habileté à sortir des conventions établies. Les évaluations des critères composant ces deux dimensions ont également révélé une forte corrélation entre l'esthétique classique et des items caractérisant l'utilisabilité des sites web évalués.

	Items originaux	Items selon notre traduction
Esthétique Classique :	Clean	Soigné
	Clear	Clair
	Pleasant	Plaisant
	Symmetrical	Harmonieux
	Aesthetic	Beau
Esthétique expressive :	Fascinating	Attractif
	Sophisticated	Sophistiqué
	Creative	Créatif
	Uses special effects	Utilise des animations
	Original	Original

Tableau 1 : Présentation des items d'esthétique classique et expressive retenus par Lavie et Tractinsky (2004), accompagné de notre traduction.

L'esthétique d'un dispositif semble avoir un impact important sur la satisfaction associée à son utilisation. Cyr, Head et Larios (2010) ont étudié l'impact des couleurs des sites web sur différentes dimensions de l'appréciation d'utilisateurs, à travers trois cultures différentes (Allemande, Canadienne et Japonaise). Dans cette étude, les participants des trois groupes de cultures devaient parcourir trois sites web de couleurs dominantes différentes. Ont été retenues trois variables dépendantes : l'intérêt pour la couleur, la confiance et la satisfaction des utilisateurs à l'issue de l'exploration des sites web. Les résultats indiquent que l'appréciation des utilisateurs varie en fonction de la couleur dominante du site exploré. Cette influence de la couleur influence la perception de plusieurs dimensions du site : l'esthétique (la valeur esthétique ressentie),

l'affectivité (induire des émotions), le caractère fonctionnel (révéler la structure, rendre la lecture facile, etc.), l'harmonie ressentie (l'équilibre de la conception), la pertinence (la mise en valeur de l'objectif du site). L'esthétique d'un site web joue sur son attractivité et la satisfaction ressentie par les utilisateurs mais également sur la confiance que ces utilisateurs à l'égard du site (Cyr *et al.*, *op.cit.* ; Karvonen, 2000). Cette étude montre à nouveau le lien existant entre les différentes dimensions de l'expérience utilisateur, où l'esthétique joue un rôle essentiel dans ce que Hassenzahl (2004) défend son le nom de valeur hédonique dans le ressenti des utilisateurs.

1.5.4. En résumé, expérience utilisateur et esthétique

Au vu de ces études et de la position importante que prend l'esthétique dans l'expérience utilisateur, qui est de plus reconnue dans de nombreux domaines et depuis très longtemps comme une caractéristique essentielle des artefacts, nous pouvons nous demander pourquoi cette dimension n'est pas plus considérée dans les études sur les interactions homme-machine. Les études classiques d'interactions homme-machine (Neale & McCombe, 1997 ; Spool, Scanlon, Schroeder, Snyder & DeAngelo, 1999) décrivent généralement un site web plaisant à utiliser en mettant l'accent sur les aspects fonctionnels et l'utilisabilité du site plus que de son esthétique. Nielsen (2000) distingue deux approches de la conception web : celle orientée vers un idéal artistique, qui permet au concepteur de s'exprimer, et celle orientée vers un idéal d'ingénierie, dont le but est d'apporter des solutions à l'utilisateur. Il ajoute à cette description que la plupart des projets web devraient viser à rendre aisé l'accomplissement de tâches usuelles. Mais il apparaît, au vu des résultats obtenus dans les études présentées dans ce chapitre, que l'utilisation d'un dispositif technologique ne soit pas dépendant uniquement de facteurs liés à l'efficacité ou à l'atteinte du but de l'utilisation, même lorsque le but de celui-ci n'est pas artistique (téléphone, site web informationnel sur les métiers, etc.). Dans la perspective récente de symbiose technologique que nous avons abordée en introduction de ce chapitre, les deux approches de la conception de Nielsen paraissent moins antagonistes qu'elles ont pu l'être par le passé. Il semble donc intéressant (et nécessaire) de prendre en compte des aspects de l'expérience utilisateur dans le questionnement relatif à l'utilisabilité. A ce titre, le rôle de l'esthétique, qui semble être un élément

majeur du ressenti global de l'utilisateur, devrait être mieux défini, notamment dans les rapports mutuels qu'il entretient avec l'utilisabilité.

Dans la partie suivante nous aborderons les différentes méthodes permettant d'évaluer et d'améliorer l'utilisabilité des interfaces. Ces méthodes se sont développées sur la base de la conception classique de l'utilisabilité mais n'en demeurent pas moins essentielles pour la conception des interfaces homme-machine centrée utilisateur.

1.6. Les méthodes d'évaluation de l'utilisabilité des IHM

L'utilisabilité consiste dans ses grandes lignes à déterminer si une interface logicielle (de la page web à l'interface de gestion de système complexe) est adaptée aux utilisateurs cibles et aux tâches pour lesquelles elle a été développée dans un contexte donné (Bastien & Scapin, 2001). Cette conception généraliste de l'évaluation des IHM ajoute la notion d'utilité au principe d'utilisabilité classique, pour rendre compte d'une interaction composée des fonctionnalités logicielles et de la manière dont elles sont présentées. Dans le cas des sites web, un site doit permettre à l'utilisateur de le parcourir facilement et de trouver rapidement l'information qu'il recherche, pour cela il faut pouvoir identifier quels sont les freins et les difficultés rencontrés par les utilisateurs dans leur recherche d'information, pour pouvoir adapter les caractéristiques du site au fonctionnement cognitif de l'utilisateur (Nogier, 2005).

Trois points de vue sont adoptables pour mesurer l'utilisabilité :

- Les performances de l'utilisateur : ce point de vue consiste à étudier la manière dont les individus interagissent avec le système et implique la facilité d'utilisation et la prévention des erreurs commises.
- L'utilisateur : ce point de vue consiste à considérer les caractéristiques propres à l'utilisateur (Nogier, 2005), c'est à dire principalement les efforts mentaux et la charge cognitive mis en oeuvre.
- Le produit : ce point de vue consiste à considérer les caractéristiques du système, qui doit pouvoir répondre à des recommandations, des principes, des guides de style.

De ces trois points de vue sont issues de très nombreuses méthodes d'évaluation de l'utilisabilité, se situant toutes dans un contexte applicatif et à un degré d'efficacité propre.

Les méthodes d'évaluation de l'ergonomie des sites web et leur caractère exploitable et efficace sont très discutés par les chercheurs en Psychologie Cognitive Ergonomique et représentent l'objet d'étude du courant « *Downstream Utility* » (ou « Utilité Avale » selon notre traduction).

Les travaux dans ce champs de recherche s'attachent à distinguer les qualités intrinsèques de l'évaluation de l'utilisabilité (Hartson, Andre, & Williges, 2001 ; Hartson, Shivakumar, & Pérez-Quinones, 2004 ; Hornbaek, 2006), notamment celles avancées par Bastien et Scapin (2001) : la validité (mesure-t-on bien une erreur ergonomique ?), la sensibilité (mesure-t-on toutes les erreurs ergonomiques ?), la fidélité (la mesure sera-t-elle constante dans le temps ?) et les qualités plus « extrinsèques » liées à la position prise par celle-ci dans le processus de conception : l'évaluation de l'utilisabilité doit s'inscrire dans un processus itératif de conception en contexte.

Les UEM (*Usability Evaluation Methods*, ou méthode d'évaluation de l'utilisabilité selon notre traduction) se sont développées afin de répondre à cette double exigence : rendre formelle l'évaluation ergonomique pour accroître ses qualités intrinsèques, par un ensemble de méthodes pouvant être mises en place en amont (ce type de démarche est nommée « formative evaluation » ou « évaluation formative selon notre traduction ») ou en aval (ce type de démarches est nommé « summative evaluation » ou « évaluation sommative » selon notre traduction) du processus de conception (Calvary & Coutaz, 1999 ; Hartson *et al.*, 2004). Les méthodes « formatives », de nature analytique sont mises en place le plus souvent en amont du processus de conception et permettent d'accroître l'utilisabilité d'un site web qualitativement par un guidage dans les choix de conception réalisés par le concepteur (Senach, 1993 ; Mariage, 2002). Ce guidage permet classiquement d'éviter des erreurs ergonomiques par l'application de recommandations ergonomiques pendant la conception du site web (Burmester, Beu, Hackl, & Niedereeder, 2002). Ces principes généraux, basés à la fois sur des connaissances scientifiques du fonctionnement cognitif de l'utilisateur et sur des heuristiques de bonne pratique de conception, se présentent le plus souvent dans le cahier des charges de conception ou dans les guides de style de conception. Les concepteurs connaissent en général les recommandations les plus fréquentes, bien qu'ils ne soient pas forcément en mesure de pouvoir les appliquer concrètement dans leur travail de conception (Hornbaek & Frokjaer, 2005).

1.6.1. Les méthodes sommatives

Les méthodes sommatives (Traduit du terme anglais « *summatives* »), de nature empirique, sont mises en place quant à elles à une étape de conception suffisamment avancée pour permettre le test de l'interface ou d'une partie de l'interface par un échantillon représentatif d'utilisateurs, afin de mesurer quantitativement des indicateurs liés à l'utilisation du dispositif, comme les temps de parcours, le nombre d'essais – erreurs, des questionnaires d'évaluation (Caro-Dambreville, 2008 ; Bangor, Kortum, & Miller, 2008 ; Hartson *et al.*, 2001 ; Hartson *et al.*, 2004 ; Tan, Liu, & Bishu, 2009). Bien que ce dernier type d'approche semble le plus fiable pour rendre compte de l'utilisabilité réelle d'un dispositif, il est également le plus coûteux à mettre en place, tant sur le plan financier (le temps et les moyens nécessaires à la mise en place de test utilisateurs) que sur le plan des compétences requises pour proposer un protocole de test valide (Hartson *et al.*, 2004; Hornbaek, 2006 ; Tezza, Bornia, & De Andrade, 2011).

Ainsi seuls les projets de sites web de taille importante peuvent mettre en place ce type de procédure. Une grande majorité des sites web, tels que ceux réalisés par nombre de concepteurs travaillant dans de petites et moyennes agences web, ou même à leur compte, est réalisée sans l'intervention d'un ergonomiste ni celle de l'utilisateur final. Les concepteurs, regroupés en petites équipes de deux à trois personnes, utilisent principalement leurs propres connaissances d'utilisateur de sites web pour inférer les besoins des utilisateurs (Chevalier, 2002, 2003). Dans les petites et moyennes structures, les sites web réalisés sont le plus souvent « testés » uniquement par les membres de l'équipe de conception, c'est-à-dire deux à trois personnes, qui n'apparaissent pas comme les plus représentatives de l'utilisateur final (de par leur expertise et leur grande implication dans le projet web).

1.6.2. Les méthodes formatives

Les méthodes formatives semblent plus utilisables dans ce contexte, où le budget est trop restreint pour évaluer empiriquement la qualité ergonomique du site web créé. Si la consultation « formative » d'un ergonomiste au cours de la conception peut représenter un coût proche de son intervention « sommative » en fin de projet, il existe toutefois un certain nombre d'outils, mis à la disposition des concepteurs pour améliorer leur prise en compte de l'ergonomie. Parmi ces outils, les recommandations ergonomiques

(Bastien & Scapin, 1993-2001 ; Tezza *et al.*, *op.cit.*, Nielsen, 2000) peuvent être utilisées dès le début du travail, pour guider les choix de conception.

Résumé des huit critères de Bastien et Scapin (1993, 1999, 2001) :

1. Guidage : critère destiné à guider l'utilisateur dans son activité

- 1.1 Incitation : fournir les indices nécessaires pour une utilisation appropriée
- 1.2 Groupement/Distinction entre Items : disposer les items de façon cohérente
 - 1.2.1 Groupement/Distinction par la Localisation : rapprocher les items de même appartenance
 - 1.2.2 Groupement/Distinction par le Format : identifier graphiquement les items liés
- 1.3 Feedback immédiat : le système doit donner une réponse à toute action de l'utilisateur
- 1.4 Lisibilité : les caractéristiques des textes doivent faciliter la lecture

2. Charge de travail : critère destiné à réduire la charge perceptive et mnésique de l'utilisateur

- 2.1 Brièveté : réduire la lecture, les saisies et la navigation
 - 2.1.1 Concision : réduire la lecture et la saisie des utilisateurs
 - 2.1.2 Actions Minimales : réduire le nombre d'étapes de navigation nécessaires
- 2.2 Densité Informationnelle : réduire la charge de traitement globale de l'interface.

3. Contrôle explicite : critère destiné à donner le contrôle à l'utilisateur

- 3.1 Actions Explicites : les actions entreprises par l'utilisateur doivent être explicitées
- 3.2 Contrôle Utilisateur : l'utilisateur doit avoir un contrôle permanent sur les processus en cours

4. Adaptabilité : critère destiné à adapter le système à l'utilisateur

- 4.1 Flexibilité : l'utilisateur doit pouvoir personnaliser l'interface
- 4.2 Prise en Compte de l'expertise : le système doit être plus ou moins didactique en fonction de l'expertise de l'utilisateur

5. Gestion des Erreurs : critère destiné à prévenir les erreurs

- 5.1 Protection Contre les Erreurs : toute possibilité d'action doit être prévue pour ne pas générer d'erreurs
- 5.2 Qualité des Messages d'Erreurs : l'erreur doit être explicitée à l'utilisateur
- 5.3 Correction des Erreurs : le système doit donner les moyens de solutionner les erreurs

6. Homogénéité/Cohérence : critère destiné à l'interface cohérente dans son ensemble, pour que l'utilisateur puisse trouver des invariants tout au long de sa navigation.

7. Signifiante des Codes et Dénominations : critère destiné à ce que tout symbole, référent ou abréviation doit être parfaitement compréhensible par l'utilisateur.

8. Compatibilité : critères visant à ce que les caractéristiques de l'interface soit compatible avec les caractéristiques de l'utilisateur (langue, langage, matériel, handicapé, etc.).

Résumé des neufs heuristiques d'utilisabilité de Nielsen (1994, 2000).

- **Visibilité des états du système** : le système doit informer l'utilisateur sur ce qui est en train de se passer.
- **Ressemblance entre le système et la réalité** : le système doit utiliser des référents dont l'utilisateur se sert couramment
- **Contrôle de l'utilisateur et liberté d'action** : l'utilisateur doit pouvoir contrôler un processus à tout moment ou revenir en arrière quand il le souhaite
- **Consistance et standards** : les actions permises doivent être dans les standards pour ne pas perdre l'utilisateur
- **Prévention des erreurs** : le système doit éliminer les erreurs de l'utilisateur ou lui demander confirmation au préalable
- **Flexibilité et efficacité d'utilisation** : le système doit offrir à l'utilisateur expert la possibilité d'adapter son interface ou la rendre plus efficace.
- **Conception esthétique et minimaliste** : les informations doivent être épurées, toute information non pertinente diminue la visibilité de l'interface.
- **Aider l'identification et la correction des erreurs par les utilisateurs** : les messages d'erreurs doivent être écrits en texte compréhensible et doivent donner des indications pour résoudre l'erreur.
- **Aide et documentation** : un système doit pouvoir être utilisé avec une documentation, qui ne doit pas être trop longue et centrée sur la tâche de l'utilisateur.

Bien que ces recommandations soient relativement connues par les concepteurs (Hornbaek & Frokjaer, 2005), bon nombre de sites contiennent encore des erreurs ergonomiques incompatibles avec ces recommandations (cf. par ex. Bhatt, 2004 ; Lee, 1999 ; Ling & van Schaik, 2006). L'étude des causes de ce constat a fait principalement naître deux pistes de recherches dans la littérature. Tout d'abord l'étude des caractéristiques de l'activité des concepteurs. Cette activité, reconnue pour être complexe (Chevalier, 2003), fait intervenir plusieurs domaines d'expertise pour mener à bien une tâche dans laquelle le concepteur va devoir gérer de nombreuses informations, souvent contradictoires. Chevalier et Vuillemin-Gioarà (2006) ont montré notamment que lorsque les concepteurs avaient la possibilité de consulter un ergonome pendant la réalisation d'une maquette de site, très peu de questions lui étaient posées pour rendre le site plus utilisable. Les résultats ont montré qu'au contraire, les concepteurs privilégiaient les besoins du commanditaire du site, au détriment des besoins des futurs

utilisateurs. Cet axe de recherche, auquel nous souhaitons contribuer par ce travail de thèse, vise à modéliser l'activité de conception de sites web, pour comprendre les difficultés rencontrées par les concepteurs dans leur activité et pouvoir ainsi proposer des solutions adaptées pour rendre leur travail davantage centré sur l'utilisateur. En quelque sorte, pour améliorer la qualité ergonomique des sites web réalisés par les concepteurs, notre démarche vise à comprendre et améliorer leurs propres conditions et méthodes de travail.

1.6.3. L'évaluation des méthodes d'amélioration de l'utilisabilité

Le deuxième axe de recherche saillant relevé dans la littérature vise à étudier la pertinence des UEM, le courant *downstream utility* remet en cause le caractère utilisable des UEM comme celles basées sur des recommandations ergonomiques. Cette idée part tout d'abord du constat que les études réalisées pour développer ces méthodes ne sont pas toujours suffisamment valides d'un point de vue expérimental (Gray & Salzman, 1998 ; Hartson *et al.*, 2001 ; Hornbaek, 2010). D'autre part les méthodes développées ne sont pas toujours adaptées à une utilisation de terrain. A titre d'exemple, Hornbaek et Frokjaer (2005) constatent dans une étude menée auprès de concepteurs web que l'emploi de propositions de solutions de conception représente un apport complémentaire non négligeable à l'évaluation des erreurs ergonomiques, dans un cycle de conception. Les propositions étaient même évaluées comme plus utiles par les concepteurs que le rapport des erreurs ergonomiques. Bien qu'ils semblaient connaître la plupart des erreurs ergonomiques, les concepteurs ne les comprenaient pas toutes totalement et n'étaient ainsi pas en mesure de les transformer en une solution de conception adéquate. L'apport des propositions se traduisait par la concrétisation de l'erreur ergonomique et permettait aux concepteurs de mieux la comprendre et de considérer l'importance qu'elle pouvait revêtir pour l'utilisateur.

Afin de remédier aux difficultés d'application des UEM dans le cadre de l'activité des concepteurs de sites web, un certain nombre d'aides à la prise en compte des besoins de l'utilisateur ont été développées.

1.6.4. Les aides à la prise en compte de l'utilisabilité

Les aides à la prise en compte de l'utilisabilité se détaillent sous plusieurs formes (Hornbaek, 2006, 2010), en plus des UEM classiques présentées sous forme de

questionnaires à traiter manuellement (Bangor *et al.*, 2008 ; Caro-Dambreville, 2008), mais emploient souvent des heuristiques jugées difficiles à utiliser en l'état par des concepteurs non formés. D'autres méthodes peuvent être automatiques (Beirekdar, Noirhomme, Randolet, Vanderdonckt, & Mariage, 2005 ; Ivory & Hearst, 2001 ; Tezza *et al.*, 2011), elles sont basées principalement sur l'analyse du code html des pages web et le respect des normes de conception énoncées par le W3C¹³. L'avantage de ce dernier type d'évaluation sur le précédent est qu'il ne demande pas de connaissance particulière pour identifier les erreurs ergonomiques, pour peu que la maquette de site soit suffisamment élaborée pour être évaluée. Ce dernier point impose d'effectuer les modifications à un stade avancé du processus de conception, ce qui a pour conséquence d'augmenter les coûts de revient des modifications. De plus ce type d'évaluation s'adapte mal aux différentes technologies dynamiques du Web de plus en plus présentes (ex. : Flash, Javascript).

D'autres méthodes encore se présentent de manière semi-automatiques, dans la mesure où elles font intervenir une aide logicielle pour appuyer l'évaluation manuelle de l'agent¹⁴ (Chevalier, Fouquereau, & Vanderdonckt, 2009 ; Mariage, Vanderdonckt & Chevalier, 2005). La plupart de ces méthodes sont adressées à des ergonomes ou à des concepteurs ayant un niveau suffisant en ergonomie, dans le sens où elles permettent bien souvent de pointer les erreurs ergonomiques en donnant une recommandation générique, mais qui peut paraître abstraite et/ou fastidieuse à appliquer pour un concepteur. Comme il est précisé dans les études s'inscrivant dans le courant downstream utility, pointer les erreurs ergonomiques n'est pas une condition suffisante pour améliorer de manière significative l'ergonomie des sites web (Hartson *et al.*, 2004 ; Hornbaek & Frokjaer, 2005).

¹³ Normes W3C : Le World Wide Web Consortium (W3C) est un regroupement d'organisations membres dont le but est de développer des standards du Web sous forme de normes afin de le rendre plus performant et plus orienté utilisateur. Le W3C a publié plus d'une centaine de recommandations à la disposition des concepteurs de sites web (cf. <http://www.w3.org/standards/>)

¹⁴ L'agent est pris au sens classique de l'individu qui mène l'action, ici cela peut désigner le concepteur comme l'ergonome selon le contexte de l'évaluation.

Les UEM sont jugées couteuses à mettre en place dans des situations de conception courantes, de par leur intervention tardive dans le processus de conception. Elles sont de plus trop abstraites pour pouvoir être concrétisées facilement par des concepteurs n'ayant pas de spécialisation particulière en ergonomie. Des tentatives ont été initiées pour contourner ces deux freins, Mariage *et al.* (2005) ont notamment développé une UEM tenant compte de ces deux défauts : le système à base de connaissances MetroWeb (cf. figure 5).

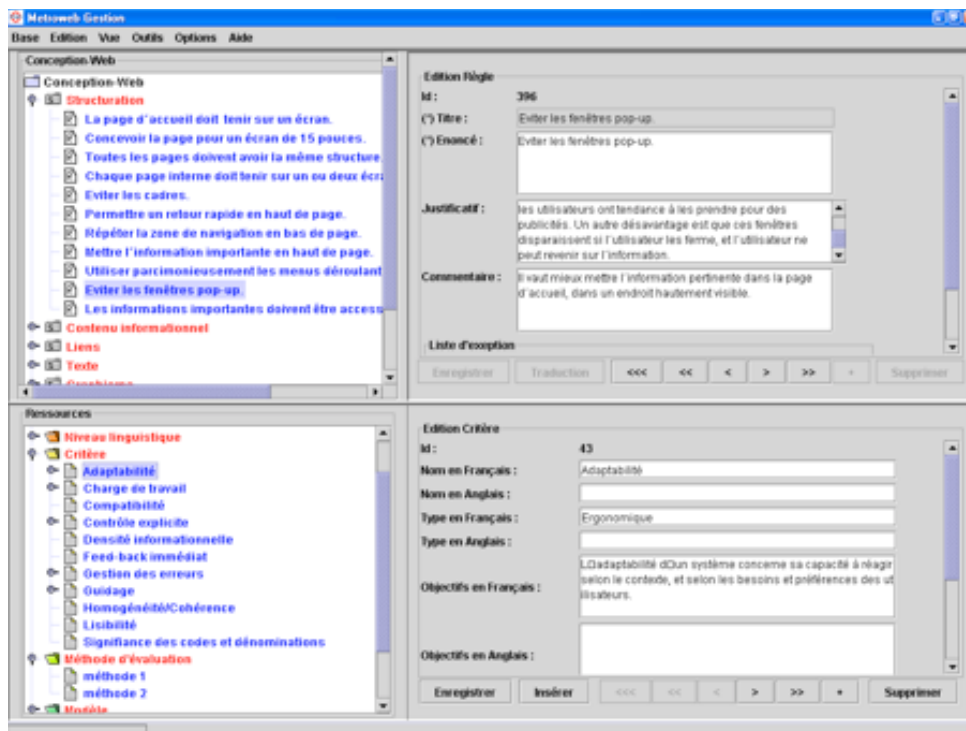


Figure 5 : capture d'écran de l'outil MetroWeb en vue « complète ».

Cet outil peut être qualifié de semi-automatique, puisqu'il permet aux concepteurs de sites web de disposer d'une interface de présentation d'une base de données de recommandations ergonomiques, utilisable dès le début de leur activité de conception. Le concepteur peut le consulter pendant l'activité, comme une base de référence de règles de conception. L'organisation des données dans cet outil a été optimisée pour offrir des présentations multiples adaptées aux tâches réalisées à l'aide de l'outil (consultation simple, évaluation d'une maquette, visualisation d'exemple, etc.). Cet outil, contrairement à la plupart des outils de ce type, a été testé expérimentalement auprès de concepteurs de sites web professionnels dans le cadre de la réalisation d'une

maquette de site web (Chevalier *et al.*, 2009). Les résultats ont montré que les concepteurs confrontés à MetroWeb avaient réalisé des maquettes de sites plus ergonomiques, alors même qu'ils avaient peu utilisé l'outil pendant leur activité. La seule présence de l'outil semble avoir suffi à inciter les concepteurs à adopter une démarche plus centrée sur l'utilisateur. Toutefois, les recommandations ergonomiques présentées dans l'outil n'ont – de fait – pas pu être utilisées dans le travail de conception. Les auteurs émettent l'hypothèse que l'utilisation de MetroWeb pouvait être trop contraignante pour être mise en place pendant une tâche de conception déjà complexe. Les concepteurs testant cet outil se trouvaient dans une situation où ils devaient réaliser rapidement une maquette de site web (en 1h30) et se trouvaient ainsi dans une situation d'optimisation du temps, comme ils sont amenés à le faire dans des projets web réels. Les plages d'utilisation de cet outil suggèrent qu'il peut sembler trop coûteux aux concepteurs de s'extraire de leur activité de conception pour consulter un outil (au demeurant complexe). L'utilisation de l'outil intervenait en effet avant et après la conception, période pendant laquelle les ressources cognitives des concepteurs n'étaient pas sollicitées par leur activité. Nous pouvons ajouter à cela que les concepteurs ont l'habitude de traiter, a minima, les besoins de l'utilisateur dans leur activité de conception sans rencontrer de réelle impasse, puisqu'ils peuvent se baser sur leur propre expérience d'utilisateur du web pour inférer les besoins et attentes des utilisateurs, en se « mettant à leur place ». Cette démarche est cependant limitée par le fait que les concepteurs sont des utilisateurs experts du web, possédant un ensemble de connaissances et de stratégies leur permettant de contourner involontairement un certain nombre d'erreurs d'utilisabilité (Chevalier, 2003 ; Chevalier & Villemin-Gioarà, 2006). Le mode d'utilisation de l'outil MetroWeb, permettant la libre consultation d'une large bibliothèque de recommandations ergonomiques (basées sur les critères de Bastien, Scapin & Leulier, 1999 et ceux de Nogier, 2005), a pu leur paraître trop fastidieux compte tenu de la faible utilité qu'ils avaient l'impression de pouvoir en retirer, d'autant plus lorsque le coût cognitif d'utilisation de MetroWeb était le plus élevé, c'est à dire pendant leur activité de conception.

L'emploi de tests utilisateurs menés par un ergonome n'est pas toujours possible dans un projet de sites web, la plupart des sites, de trop petite taille, sont ainsi réalisés sans l'intervention de l'utilisateur final pendant le processus de conception. De plus,

l'intervention d'un ergonome n'est pas toujours la bienvenue, les concepteurs le considèrent souvent comme inutile et compliquant leur propre travail. Cette intervention se produit fréquemment dans les étapes avancées du processus de conception, lorsque la maquette du site est suffisamment aboutie pour pouvoir être testée par des utilisateurs. Ainsi, les modifications suggérées par l'ergonome sont souvent très coûteuses, dans la mesure où elles nécessitent des transformations importantes sur un produit déjà bien abouti.

Sans remplacer le travail (nécessaire) de l'ergonome, en particulier pour les projets de taille importante, une solution pour rendre de nombreux sites plus utilisables semble être de favoriser la prise en compte des besoins des futurs utilisateurs dès les premières étapes du processus de conception. Pour cela, les concepteurs devraient adopter une conception centrée sur l'utilisateur. Les études sur la conception centrée sur l'utilisateur sont nombreuses, ce sont Norman et Draper (1986) qui ont introduit ce concept de conception centrée sur l'utilisateur, faisant référence à la nécessité de prendre en compte le modèle mental de l'utilisateur lors de la conception. Cette approche de la conception est reconnue par de nombreuses organisations, notamment dans les pays scandinaves (Gulliksen & Lantz, 2003). Les études qui ont suivi se sont intéressées au travail de conception dit « coopératif » (« cooperative design » ou « participatory design », selon les auteurs), où l'utilisateur final intervient activement lors de la conception (Greenbaum & Kyng, 1991 ; Müller, Hasiwanter, & Dayton, 1997, etc.). Ces études soulignent les difficultés d'application d'une telle approche ; la différence d'expertise entre l'utilisateur et le concepteur génère des difficultés de compréhension mutuelle, de plus le fait de devoir insérer l'utilisateur régulièrement dans le processus de conception représente une contrainte conséquente en termes d'organisation.

Bien qu'un travail important ait été réalisé pour savoir ce qu'est un site web utilisable et comment rendre les sites web plus utilisables lors de leur réalisation, les solutions envisagées pour parvenir à cet objectif ne sont pas toujours adaptées au contexte et à l'activité des concepteurs de sites web. La plupart des UEM développées semblent faites par des ergonomes, pour des ergonomes. A cela nous pouvons ajouter que dans un contexte naturel de conception, le premier objectif d'un site web n'est pas l'utilisabilité mais la présentation de l'information (qu'elle soit documentaire, commerciale, informationnelle, etc.). Ainsi nous pouvons émettre l'idée que dans un contexte de

travail où le temps de réalisation d'un site impute directement l'obtention des contrats et la marge bénéficiaire réalisée par les agences web et les concepteurs freelances, les concepteurs aient relativement peu de latitude pour traiter les besoins de l'utilisateur.

1.6.5. En résumé : améliorer l'utilisabilité des sites web ?

L'utilisation des sites web devient de plus en plus incontournable dans nos sociétés occidentales, de nombreuses personnes ne possédant pas de compétence particulière en informatique sont amenées à devoir naviguer sur un site web pour trouver l'information qui leur est nécessaire. La navigation est reconnue comme une activité complexe de recherche d'information (Dinet & Tricot, 2008 ; Tricot & Rouet, 2004 ; Baccino, Salmeron & Canas, 2007, etc.). La recherche d'information est en elle-même une activité de haut niveau, qui nécessite une activité double de gestion du but d'informations, parfois mal défini, et du support de l'information qui se révèle particulièrement coûteux à employer dans le cas des sites web (Chevalier & Kicka, 2006 ; Tricot & Amadieu, 2011). Du maintien de la représentation du but et de la représentation du support va dépendre l'évolution du processus de recherche, par un cycle itératif d'apport mutuel entre l'information traitée sur le support et la construction de la représentation mentale du but de la recherche (Dinet & Tricot, 2008). La gestion du support de l'information nécessite des ressources importantes de la part de l'utilisateur pour gérer les différents niveaux et les différents types d'informations proposés. Ainsi, lorsque le support (le site web) est difficile à utiliser, la saturation des ressources cognitives de l'utilisateur aura pour incidence de désorienter l'utilisateur (qui va perdre sa représentation mentale du support), et le cas échéant de lui faire perdre son but de recherche (et sa représentation mentale du but à atteindre) (Chevalier & Kicka, 2006 ; Ahuja & Webster, 2001 ; Gwizdka & Spence, 2007).

Cette modélisation de l'activité de navigation soulève l'importance de l'utilisabilité des sites web. La navigation étant une tâche complexe elle-même, elle apparaît fortement dépendante de la complexité supplémentaire apportée aux sites web.

Bien que des méthodes d'évaluation et d'amélioration de l'utilisabilité des sites web soient à la portée des concepteurs (Bastien & Scapin, 1993, 2001 ; Nielsen, 1994, 2000 ; Chevalier & Vuillemin-Gioarà, 2006), les sites web apparaissent encore difficiles à utiliser. Ainsi, il convient de s'interroger sur les raisons de ce constat. Les méthodes

d'utilisabilité mises à la disposition des concepteurs ne sont sans doute pas assez valides ou adaptées à l'activité des concepteurs (Gray & Salzman, 1998 ; Hornbaek & Frokjaer, 2005). L'utilisabilité, définie comme l'ensemble des critères qui permettent de rendre un site plus facile à utiliser (Shackel, 1991 ; Nielsen, 1994, 2000), mais également plus satisfaisant (van Schaik & Ling, 2011 ; Hassenzah, 2002), doit pouvoir faire partie intégrante du processus de conception (Norman & Draper, 1986 ; Gulliksen & Lantz, 2003 ; Chevalier, 2003 ; Chevalier & Vuillemin-Gioarà, 2006 ; Chevalier & al., 2009). Pour cela, il nous apparaît nécessaire de porter notre attention sur les caractéristiques des activités de conception, afin de nous permettre de définir les conditions nécessaires à l'adoption d'une conception centrée utilisateur.

Dans la partie suivante, nous aborderons les caractéristiques principales des activités de conceptions, qui peuvent être envisagées selon différentes approches complémentaires. Cette première étape nous permettra ensuite de pouvoir nous recentrer sur les particularités de la conception de sites web.

2. Les activités de conception

L'étude des activités de conception en Psychologie Cognitive Ergonomique est désignée principalement sous le terme de « *cognitive design research* ». Ce courant est né de l'idée que concevoir n'est pas seulement une caractéristique de l'activité de certains métiers, comme celui d'architecte ou d'ingénieur, mais entre dans la grande famille des activités cognitives génériques (Newell & Simon 1972 ; Goel & Pirolli, 1989). Les tâches génératives regroupent ainsi toutes les activités qui mettent en œuvre un principe de création, telles que la composition musicale, le dessin, la programmation informatique, etc.

Cette manière d'appréhender la conception est principalement issue des travaux de Newell et Simon (*op.cit.*), par l'analyse de nombreuses situations expérimentales. Leur approche a consisté à extraire et à définir les invariants constitutifs des activités de conception, pour les mettre en relation de manière décontextualisée dans des modèles computationnels très précis.

Selon cette approche que l'on peut qualifier de « classique », l'activité de conception peut être considérée comme une activité de résolution de problème. Différents types de problèmes ont été catégorisés en fonction de leurs caractéristiques.

2.1. Une activité de résolution de problème

2.1.1. La résolution de problèmes dits de laboratoire

Résoudre un problème consiste à atteindre un état but (solution) à partir d'un état initial (énoncé), sans connaître la procédure complète pour y parvenir. Cette définition fait référence au problème dit de transformation (Greeno, 1978). Traditionnellement la notion de résolution de problème fait appel à trois composantes (Newell & Simon, 1972) :

- l'état initial qui regroupe toutes les données disponibles initialement pour résoudre le problème (énoncé, cahier des charges en conception, etc.) ;
- l'état final qui représente la solution du problème ;
- Les opérateurs disponibles, qui sont toutes les transformations possibles pour passer d'un état à l'autre.

Les problèmes dits de laboratoire ou « classiques » (par exemple, la Tour de Hanoï), se résolvent ainsi : le sujet agit sur l'état initial pour passer à l'état final en utilisant les opérateurs disponibles, c'est-à-dire en passant par des états intermédiaires ou sous-buts. Dans ces problèmes que l'on qualifie de problèmes à états finis, il est possible de dresser l'espace de recherche ou espace de la tâche (Richard, Poitrenaud & Tijus, 1993), qui est la représentation graphique de l'ensemble des états intermédiaires possibles (permis par les opérateurs) pour aller de l'état initial à l'état final. L'espace problème est l'interprétation que le sujet se fait des données du problème. On le distingue de l'espace de la tâche dans le sens où l'espace problème peut contenir une partie plus ou moins importante de l'espace de la tâche, mais pas seulement. L'interprétation des données du problème peut être biaisée par des effets d'habillage verbal notamment (cf. par exemple les problèmes isomorphes de la tour de Hanoï), qui peuvent avoir pour effet de pousser le sujet à inférer des opérateurs illicites et à faire diverger espace problème et espace de recherche ; ce qui peut rendre la résolution plus complexe.

2.1.2. La résolution des problèmes de conception

Les problèmes de conception sont quant à eux qualifiés de mal définis (ou mal structurés) (Reitman, 1965 ; Eastman, 1969 ; Simon, 1973, 1995 ; Malhotra, Thomas, Carrol, & Miller, 1980), en ce sens qu'ils ne comportent pas toutes les informations

nécessaires à leur résolution dans l'énoncé. Ce n'est qu'au cours de l'activité que le concepteur va compléter l'état initial (l'énoncé ou le cahier des charges), et par là même transformer le problème mal défini en un problème mieux défini. Ainsi, le concepteur approche d'une solution pertinente à mesure que sa représentation du problème s'enrichit de nouvelles informations. Les problèmes de conception sont dit émergents (Dorst & Cross, 2001 ; Cross, 2002) : la résolution du problème évolue conjointement à la représentation mentale que le concepteur se construit du problème. Il existe autant de solutions que de représentations mentales différentes pouvant être construites à partir de l'état initial du problème. Les problèmes de conception sont donc des problèmes ouverts (Fustier, 1989), où la validité d'une solution ne pourra être déterminée qu'en terme de satisfaction de besoins (ou satisfaction de contraintes). Le but ou méta-but de la conception peut être appréhendé comme consistant à identifier et à transformer ces besoins (ou fonctions, ou encore contraintes) en une représentation de conception (graphique, numérique ou textuelle) suffisamment élaborée pour pouvoir être conçu (Bonnardel, 2006). Cela implique d'assigner des valeurs à un ensemble de variables, contraintes par la nécessité d'être adaptées au monde physique et social. La conception peut donc être qualifiée d'activité de prise de décision contrainte, orientée par des buts (Gero, 1990). Cette prise de décision, dans des activités de conception en contexte, répond à un principe d'économie cognitive étudié notamment par Akin (2001), dénotant la complexité de ces activités dans les situations réelles.

2.2. Une activité de recherche de compromis

2.2.1. Le principe de recherche de compromis

L'activité de conception peut être également considérée comme une activité de recherche de compromis. Cette approche s'intéresse plus particulièrement aux situations de conception réelles, c'est à dire exercées dans le contexte naturel d'une activité professionnelle comme la conception architecturale ou l'ingénierie (Akin, 2001). Dans cette perspective, la conception est considérée comme une activité de prise de décision naturelle (Klein, 1998 ; Ball, Lambell, Reed, & Reid, 2001). Dans une première démarche, le concepteur (preneur de décisions) envisage un ensemble d'options applicables à la conception, évalue la pertinence de chacune d'elles (en utilisant des

critères appropriés) jusqu'à ce qu'il en ait identifié une comme acceptable ou satisfaisante (Simon, 1973). Si la solution initialement envisagée comme satisfaisante s'avère par la suite problématique, elle sera mise à jour pour devenir une solution satisfaisante. Les concepteurs dans des situations réelles de conception ne rechercheraient donc pas la meilleure solution possible en envisageant toutes les alternatives de façon systématique avec des critères de sélection objectifs (Klein, *op.cit.*), mais simplement un compromis consistant à se satisfaire de ce qui est suffisamment bon. Cette démarche est qualifiée d'adaptative et d'efficace (Ball *et al.*, *op.cit.*) dans le sens où le concepteur ne peut pas disposer de toute l'information nécessaire pour envisager toutes les alternatives de solutions possibles dans la complexité d'une situation de conception réelle.

Cette approche s'inscrit dans la suite des travaux de Newell et Simon (1972) en s'intéressant plus particulièrement aux mécanismes en jeu dans des situations de conception concrètes telle que la conception architecturale ou l'ingénierie. L'avantage d'une telle approche est qu'elle est plus écologique et compte ainsi des spécificités du contexte de la tâche, qui apporte un certain nombre de contraintes agissant sur l'activité proprement dite. De même, Akin (2001) souligne que cette disposition au compromis peut varier selon les disciplines, par exemple les architectes seraient notamment plus enclins à concevoir selon cette description, il justifie cette description de cette manière (p. 106) : « architects acting after they filter with their brains what their hearts have been telling them ». Cette idée se veut une illustration de l'observation de la stratégie opportuniste des architectes, dont leur but ne semble être que de parvenir à concrétiser leur inspiration. Les ingénieurs (Akin fait référence aux ingénieurs du génie civil) quant à eux se réfèrent beaucoup plus à des méthodes objectives et à la technologie pour créer, leur activité se résumant le plus souvent à la découverte de solution technique.

Cette recherche de compromis a également été étudiée dans des activités plus proches de l'activité de conception de sites web, notamment dans l'activité de programmation logicielle (Détienne, 1998).

2.2.2. La recherche de compromis dans la programmation logicielle

Cette dernière considération peut être rapprochée de certaines observations faites des stratégies de conception utilisées dans les activités de conception de logiciels informatiques, où peut être observée une activité de gestion de compromis entre une gestion de l'activité qualifiée « d'optimale » et le coût qu'elle engendre pour le concepteur.

Détienne (*op.cit.*) distingue des stratégies de contrôle de l'activité de conception « hiérarchiques » versus « opportunistes ». La stratégie hiérarchique (Adelson & Soloway, 1984) consisterait en une démarche de conception canonique, où le problème de conception serait décomposé du plus abstrait au plus concret (traitement descendant), avec à chaque niveau une définition complète de l'ensemble des variables constitutives (recherche de solution en largeur). Ces deux dimensions composent la stratégie par raffinements successifs décrite dans le modèle hiérarchique qui correspondrait à une gestion optimale de l'activité. Toutefois, de nombreuses déviations sont observées dans l'activité des concepteurs. Ces déviations sont qualifiées d'opportunistes dans le sens où elles interviennent de façon aléatoire, lorsque le concepteur estime que le coût des actions à entreprendre est élevé (Visser, 1994) ou lorsqu'il perd les informations liées au plan hiérarchique en raison d'un dépassement des capacités de sa mémoire de travail (Davies & Castell, 1994). Ces observations nous semblent pertinentes pour décrire comment la pratique d'une activité de conception peut différer de son modèle canonique, de part la complexité de la situation et les limites des ressources cognitives humaines.

Ces deux démarches, bien que décrites dans un contexte quelque peu différent, nous semble un bon exemple de ce que Akin (2001) qualifie de conception « avec la tête » (pour décrire une conception en ingénierie plus optimisée) et de conception « avec le cœur » (pour décrire une conception architecturale prompte au compromis). Ces considérations semblent intéressantes pour décrire les activités de conception professionnelles. S'éloignant des modèles computationnels décrivant la conception de manière synthétique, cette approche redonne une importance au contexte réel de conception et ainsi à des processus cognitifs plus diffus, propres à exprimer la complexité du fonctionnement humain dans une activité réelle.

L'approche *cognitive design research* tient de plus en plus compte du contexte des activités de conception, renouant le lien avec une modélisation antérieure à celle de Newell et Simon (1972), où les activités de conception étaient appréhendées comme autant de méthodes représentatives de chaque discipline ou de chaque métier. Sans trahir les concepts développés par l'approche « classique », la place du contexte dans la conception semble être suffisamment importante pour tenter de l'intégrer à l'approche classique de Newell et Simon (*op.cit.*). Dans la continuité de cette évolution légitime d'une approche « computationnelle » vers une approche plus « systémique », les activités de conception sont ainsi appréhendées comme des activités de construction de représentation.

2.3. Une activité de construction de représentation

2.3.1. Une rupture plus franche avec l'approche « classique »

Cette approche plus récente tend à marquer une rupture plus franche avec le cadre classique d'étude de la conception instauré par Newell et Simon (*op.cit.*) et poursuivi par la suite (avec notamment Goel & Pirolli, 1989). Le principal point de divergence porterait sur le caractère uniforme de l'activité cognitive de conception décrite par ces études, qui aurait été défendu à tort sur la base de peu d'études empiriques, menées sur des activités ne reflétant pas toute la complexité des activités de conception réelle (Visser, 2009). Ainsi, le fait de vouloir modéliser les activités génératives *in vitro*, en évitant ainsi la complexité de leur étude en contexte pour ne se focaliser que sur les processus cognitifs en jeu, aurait fait perdre une partie importante de leur caractéristiques. Cette évolution de la pensée des chercheurs du domaine s'inscrit sans doute dans une évolution épistémologique qui tend d'une part à fiabiliser des connaissances obtenues dans une première démarche de « défrichage » du domaine (en faisant référence aux études de Newell & Simon, 1972) et d'autre part à évoluer vers une représentation plus « systémique » des activités étudiées, c'est à dire en réintroduisant la complexité des spécificités de chaque contexte d'exercice de ces activités.

Dans la perspective de cette nouvelle approche, la conception (ou les conceptions) consisterait essentiellement à spécifier, à partir des spécifications de départ (consigne ou cahier des charges) incomplètes, les fonctions (besoins et buts) que doit remplir un artefact. Sur le plan cognitif l'activité de conception serait une transformation de

représentations successives de l'artefact, de la plus abstraite à la plus concrète. Ce principe rejoint la démarche itérative de transformation d'états (Newell & Simon, *op.cit.*), en mettant cette fois en avant un processus de raffinement successif de représentations. Ce principe ne paraît pas incompatible avec les stratégies observées dans les activités programmation informatique (Détienne, 1998).

Les premières représentations construites seraient suffisamment abstraites et imprécises pour pouvoir correspondre à de nombreux artefacts, et plus le processus itératif s'enrichirait de nouvelles spécifications, plus les représentations construites (ou transformées) deviendraient précises et concrètes, pour ne représenter au final qu'un seul artefact.

La notion de représentation est donc centrale dans cette approche. Les représentations dans les activités de conception peuvent être internes telles que les modèles mentaux (Johnson-Laird, 1983), mais également externes, telles que les esquisses, qui ont fait l'objet de nombreuses études (cf. par exemple Goel, 1995). Représentation interne et représentation externe interagissent dans le processus de conception selon un cycle itératif de reformulation en esquisse ou en maquette et réinterprétation de la situation au niveau du modèle mental. Ce cycle entre en jeu notamment dans la génération d'idées nouvelles (Bilda, Gero & Purcell, 2006).

2.3.2. Les activités à l'œuvre dans la construction de représentation

Visser (2009) distingue principalement trois activités de construction de représentation :

- la génération : serait une construction de représentation nouvelle, c'est à dire construite à partir de la combinaison des connaissances en MLT du concepteur et des informations disponibles dans la situation initiale (spécifications, contributions antérieurs, avis de collègues, etc.). La génération se distingue de la transformation dans le sens où elle n'est issue d'aucune transformation de représentation initiale.
- la transformation : consiste à transformer une première représentation en un seconde, différente. La représentation initiale peut être transformée de plusieurs manières (reformulation, ajout d'éléments, concrétisation, modification de contenu, etc.).

- l'évaluation : la génération et l'évaluation de solution sont deux activités fortement intriquées dans les activités de conception (Visser, 1994). Evaluer consiste à mettre une représentation à l'épreuve d'une ou plusieurs références, selon une stratégie qui peut être analytique, comparative ou analogique (Bonnardel, 1991). Les références utilisées peuvent être appréhendées comme des contraintes à satisfaire.

Ces trois activités semblent donc s'organiser dans un processus itératif de conception. (Bonnardel, 1992, 2006 ; Dorst & Cross, 2001). Selon ce principe la conception s'organiserait dans une succession de phases d'élaboration de solution partielle, et de phases d'évaluation de ces solutions. Les trois activités décrites sont fortement dépendantes des connaissances et représentations des concepteurs. Les activités de génération et de transformation dépendront directement de la capacité du concepteur à extraire les informations de la situation et des connaissances antérieures qu'il pourra mobiliser. Les référents construits ou déduits pour mener l'évaluation, ainsi que les stratégies employées, seront également dépendants des connaissances et représentations que pourra déployer le concepteur. L'expertise du concepteur tient donc une place importante dans cette approche. Dans la partie suivante, nous dresserons une rapide description des caractéristiques de l'expertise en conception.

2.4. Place de l'expertise dans les activités de conception

L'expertise du concepteur est une caractéristique incontournable dans l'étude de l'activité de conception. Cette expertise va jouer un rôle important dans la découverte et la gestion des contraintes, de plusieurs façons différentes. La notion d'expertise part initialement de l'étude des talents, considérée dans un premier temps comme des capacités innées que l'on ne pouvait modifier par l'entraînement (avec notamment les travaux de Galton de la fin du 19^{ème} siècle) pour basculer plus récemment du côté de l'acquis avec les travaux de De Groot (1978) et de Chase et Simon (1973). Sans exclure toute influence de l'inné sur les performances de l'expert, l'expertise se définit maintenant comme la maîtrise de connaissances et de savoir-faire spécialisés à un domaine particulier, acquis par une longue pratique (Ericsson & Lehmann, 1996). Une dizaine d'années de pratique semblent nécessaire pour former un expert (Reynolds, 1992 ; Anderson, 1993 ; Ericsson & Charness, 1994). Toutefois les années d'expérience ne sont pas toujours un indicateur fiable, à expérience équivalente (en nombre d'années

de pratique), deux experts peuvent avoir des performances très différentes, Sonnentag (1998) propose d'ajouter d'autres indicateurs pour mesurer l'expertise tels que la capacité à se représenter le problème, la planification des étapes permettant d'accomplir la tâche, le processus de feedback qui permet d'évaluer l'état d'avancement de la tâche par rapport à la représentation du but, la focalisation sur la tâche, la visualisation par des représentations externes (schéma, esquisse, etc.), la connaissance des stratégies optimales et enfin l'expérience acquise (nombre d'années de pratique). La reconnaissance par les pairs peut également être un indicateur d'expertise, bien que celui-ci puisse être biaisé par des variables sociales (statut de l'individu évalué, etc. ; Sonnentag, 1995).

2.4.1. La double dimension de l'expertise

D'un point de vue cognitif, l'expertise est décrite par deux points complémentaires (Wiley, 1998) :

- Un cumul de connaissances important dans un domaine particulier.
- Une configuration de raisonnement particulière (Bedard, 1993 ; Ericsson & Staszewski, 1989).

Les connaissances spécifiques acquises dans un domaine particulier, stockées en mémoire à long terme (Ericsson & Lehmann, *op.cit.*) fournissent à l'expert des informations supplémentaires disponibles pour résoudre le problème donné. Ses connaissances vont lui permettre d'identifier plus facilement les points-clefs d'une situation initiale pour extraire et/ou inférer plus de contraintes liées au problème particulier (Chevalier, 2003 ; Chevalier & Bonnardel, 2003). Il va disposer d'un large panel de schémas de situation dans lesquels il va pouvoir aller puiser des procédures, des contraintes ou des informations applicables au nouveau problème.

L'expertise se traduit également par une configuration de raisonnement caractéristique (Wiley, 1998 ; Bedard, 1993 ; Ericsson & Staszewski, 1989), qui est liée à la structuration des informations dont dispose l'expert, acquise après des années d'expérience, d'apprentissages spécialisés et de répétitions. Ces informations forment des réseaux de connaissances très denses et très liés du fait de leur spécialisation et de leur fréquence d'activation.

Cette configuration particulière influe sur la façon dont l'expert va traiter l'information : ces réseaux de connaissances facilement activés vont libérer des ressources cognitives et ainsi permettre au concepteur de traiter une plus grande proportion de l'espace problème. Ce qui va se traduire par un plus grand nombre de contraintes gérées mais aussi une activité plus procéduralisée, relativement automatisée par l'utilisation d'heuristiques, et de ce fait relativement moins apte à entreprendre de nouvelles procédures.

2.4.2. L'expertise dans les activités de conception

L'expertise joue un rôle important dans les activités de conception, comme nous l'avons vu précédemment, dans la mesure où ces activités ont pour principale caractéristique d'être mal définies. Ainsi le concepteur va devoir faire appel à ses connaissances antérieures pour compléter la situation initiale de conception. Chevalier et Bonnardel (2003) montrent notamment que les concepteurs de sites web infèrent une grande partie des contraintes qu'ils appliquent à leur site web, ce qui indique que les concepteurs professionnels infèrent significativement plus de contraintes que les concepteurs débutants. Ces auteurs précisent que le processus créatif part des connaissances et expériences antérieures du concepteur (Bonnardel, 2000, 2006), tel que Bastien (1997) le conçoit, toute connaissance est acquise et organisée en fonction d'anciennes connaissances, qui servent de « base » aux nouvelles connaissances. Une nouvelle solution résulterait ainsi de la combinaison de connaissances acquises antérieurement (Marsh, Ward, & Landeau, 1999).

De plus, les concepteurs experts utiliseraient des stratégies particulières de planification, indiquant une plus grande aisance dans la gestion des hauts niveaux d'abstraction. Ces concepteurs utiliseraient plus volontiers une démarche hiérarchique¹⁵, utilisant une stratégie par raffinement successif (Adelson & Soloway, 1984, Détienne, 1998), qui viserait essentiellement à satisfaire chaque niveau d'abstraction dans sa totalité, en descendant les niveaux d'abstraction, des plus abstraits aux plus concrets. Les concepteurs novices, quant à eux, auraient plutôt tendance à adopter une démarche opportuniste, qui a comme caractéristique de «concrétiser»

¹⁵ Cette stratégie a été évoquée dans la partie conception : activité de gestion de compromis

immédiatement les contraintes inférées. La planification, ou gestion de contraintes, est une activité essentielle de la conception. Dans la partie suivante, nous détaillons le paradigme de la gestion de contraintes.

2.5. La gestion de contrainte comme contrôle de l'activité

La notion de contrainte semble relativement transversale dans les approches évoquées. Dans l'approche computationnelle classique, les contraintes réduisent l'espace de recherche du concepteur et lui offre des sous-buts à atteindre pour cheminer jusqu'à la solution (Richard *et al.*, 1994). De même, les solutions suffisamment satisfaisantes dont Akin (2001) parle à propos du processus de planification des concepteurs peuvent être également appréhendées comme des contraintes. Enfin Visser (2009) se réfère au paradigme de gestion des contraintes pour évoquer les référents à l'œuvre dans le raffinement successif de la représentation mentale du concepteur à travers l'itération des trois activités de construction de représentation.

Bonnardel (2006) définit la conception comme l'expression d'un caractère créatif dans un «environnement cognitif contraint», c'est à dire un cadre constitué de contraintes nombreuses, variées et qui évoluent tout au long de la résolution du problème de conception. Les contraintes semblent donc essentielles au développement d'une activité créative.

2.5.1. La notion de contrainte

La notion de contrainte provient d'un apport mutuel des travaux d'Intelligence Artificielle et de Psychologie Cognitive.

Reitman (1965) soulignait que les problèmes de conception étaient des problèmes comportant un nombre important de contraintes ouvertes, et que la manière de paramétrer ces valeurs n'étaient pas spécifiées dans l'énoncé du problème. Résoudre un problème mal défini consiste en grande partie à répondre à ces contraintes. Simon (1973) soulignait que pour résoudre ce type de problème, il était nécessaire d'augmenter la structuration du problème en solutionnant des contraintes.

Stefik (1981) a modélisé le mécanisme de planification hiérarchique des contraintes à travers le programme MOLGEN, destiné à simuler la planification dans le domaine de l'ingénierie génétique. Ce modèle s'appuie sur l'approche de l'adressage de contraintes

(«constraint posting») dans la conception, qui a été créée à partir de recherches traitant de la planification hiérarchique de l'activité, de l'interaction entre sous-buts dans la résolution de problème et de l'approche de satisfaction de contraintes.

La notion de contrainte y est définie dans une perspective de planification descendante par décomposition d'un problème en sous-problèmes à résoudre et à coordonner (Simon, *op.cit.*) pour obtenir une solution. Stefik définit la notion de contrainte selon trois interprétations, en ce sens qu'une contrainte peut être vue comme :

- une règle d'élimination dans la perspective de sélection d'objets : une contrainte peut être associée à un ensemble de variables qui se rapportent couramment à un objet. Lorsque les variables ne sont pas encore affectées, la contrainte peut être interprétée comme une condition à satisfaire, les affectations potentielles de ces variables doivent alors satisfaire la contrainte pour ne pas être éliminées.
- une description partielle et une obligation dans la perspective d'un plan de raffinement d'une démarche de planification : pendant le processus de planification, il y a de nombreuses opportunités de décider quelle partie du plan rendre plus spécifique. Une approche de moindre compromission (least-commitment ; Stefik, *op.cit.*) serait de différer la décision le plus longtemps possible. Une contrainte est essentiellement une description partielle d'objet, une sélection est une description complète (par exemple les concepteurs de site web ne déterminent pas immédiatement les couleurs de leurs pages web, ils se contentent d'énoncer certaines contraintes ouvertes comme « il faudra un couleur pêche » ou « nous partirons sur une base de trois couleurs complémentaires » ou encore « il faudra être dans les tons du logo du client »).
- un moyen de communication pour exprimer les interactions entre deux sous-problèmes : une contrainte représente une relation intentionnelle entre des variables (potentiellement non-affectées). Ces variables sont souvent partagées à travers plusieurs étapes du plan. Elles représentent des objets qui ont des interactions riches. L'avancement d'une définition de contrainte (par l'affectation de valeurs à ses variables) dans une partie du plan de sous-problème peut amener à inférer d'autres contraintes dans une ou plusieurs autre(s) partie(s) du plan de sous-

problème, même si celles-ci ne sont pas encore définies (leurs variables non affectées). Ceci implique une propagation des contraintes dans le plan des sous-problèmes à résoudre et incite le concepteur à coordonner les sous-problèmes en une même solution.

2.5.2. Les opérations effectuées sur les contraintes

Stefik (1981) a initié une définition des opérations principales disponibles pour traiter les contraintes, cette définition formulée dans le cadre de recherches en Intelligence Artificielle, a posé les bases de nombreuses recherches en Psychologie Cognitive et Ergonomique dans le domaine de la planification et de la gestion de contraintes (cf. Chevalier & Cegarra, 2008). Les opérations définies par Stefik sont présentées ci-dessous.

2.5.3. La formulation des contraintes

L'activité de planification consiste à décomposer le problème à résoudre en sous-problèmes, que l'individu va pouvoir résoudre séquentiellement pour atteindre la solution finale, c'est à dire la résolution du problème dans son ensemble (Simon, 1973 ; Hoc, 1993). Cette démarche est majoritairement descendante (l'individu va se servir de ses connaissances pour planifier les étapes de résolution du problème) mais peut être également qualifiée d'ascendante (les données du problèmes peuvent conduire à modifier les connaissances de l'individu et ses schémas de planification ; Hoc, *op.cit.*).

La planification dans le cadre d'une activité de conception peut consister à formuler des contraintes par hiérarchie de niveau d'abstraction, en allant du plus abstrait au plus concret (Stefik, *op.cit.*). Les contraintes introduites ne sont donc pas forcément définies dans le détail et immédiatement résolues. Cette idée est compatible avec la notion de problèmes mal définis, qui deviennent mieux spécifiés pendant le processus de résolution, contrairement à l'approche traditionnelle de satisfaction de contraintes, qui fonctionne avec un nombre défini de contraintes toutes connues au commencement de l'activité. Du point de vue cognitif, la formulation d'une contrainte correspond à «une représentation mentale d'une contrainte sans qu'une valeur ne soit arrêtée» (Chevalier & Cegarra, 2008). Darses (1994) ajoute qu'une contrainte en conception peut être formulée lorsque deux variables sont mises en relation.

2.5.4. La propagation des contraintes

La propagation des contraintes présente le processus de création de nouvelles contraintes à partir d'anciennes, dans le plan de conception. Stefik (1981) définit cette opération comme une communication entre des sous-problèmes de raffinement de solution pendant la planification. Quand les contraintes se propagent, elles apportent les spécifications pour certaines parties du problème. La propagation des contraintes rend possible une stratégie de moindre compromission qui consiste à différer l'assignation de variables le plus longtemps possible. Le concepteur travaille ainsi à garder des options ouvertes, et raisonne par élimination quand les contraintes d'autres sous-problèmes deviennent connues. D'un point de vue cognitif, la propagation d'une contraintes consiste à induire ou déduire une ou plusieurs contraintes à partir d'une première (Chevalier & Cegarra, 2008). Ce principe de propagation a été identifié dans de nombreux travaux en conception, où les concepteurs introduisent systématiquement des contraintes supplémentaires à partir de celles énoncées (Bonnardel, 1992 ; Darses, 1994 ; Détienne, 1998 ; Chevalier, 2002).

2.5.5. La satisfaction des contraintes

La satisfaction des contraintes consiste à trouver des valeurs à assigner aux variables de manière à ce que les contraintes qui leurs sont liées soient satisfaites. Cette satisfaction peut prendre différentes formes : les contraintes décrivent des besoins à propos d'objets requis par la planification (Stefik, *op.cit.*) ; la satisfaction de contraintes inscrit un processus de prise de décision. Le programme commence par essayer de satisfaire les contraintes par la sélection d'un objet compatible, disponible dans une base de données. Si le processus de recherche échoue, le programme étiquette la contrainte comme insatisfaite et peut, plus tard, proposer de construire un objet pour la satisfaire. Dans un tel cas, la construction de l'objet devient un sous-but de la planification. Quand les contraintes et les variables viennent de différents sous-problèmes, la satisfaction de contrainte joue un rôle de coordination par l'association des contraintes et la réunion de leurs solutions. Darses (1994) définit la satisfaction d'une contrainte comme l'assignation de valeurs compatibles aux variables composant une contrainte, les valeurs assignées doivent rendre compte de la relation exprimée par

la contrainte. Du point de vue cognitif, une contrainte est satisfaite à partir du moment où elle a été suffisamment définie pour être concrète (Chevalier & Cegarra, 2008).

A ces trois opérations définies initialement par Stefik (1981) dans le cadre d'une stratégie de planification descendante s'ajoute un quatrième type d'opération. Ce dernier est abordé sommairement par Stefik (*op.cit.*) mais est développé par la suite dans l'étude des activités humaines. Il a en effet été observé dans les activités de planification humaines, une stratégie de planification peut être ascendante (Hoc, 1987). Cette stratégie ascendante consiste à remonter les niveaux d'abstractions, des niveaux les plus concrets vers les niveaux les plus abstraits. Ces deux types de planification (descendante et ascendante) constituent les deux versants de la démarche opportuniste (Hayes-Roth & Hayes-Roth, 1979), qui exprime l'alternance aléatoire entre démarche ascendante et démarche descendante dans une même activité de conception. La démarche opportuniste rend possible la révocation d'une compromission, c'est-à-dire un retour en arrière dans le processus de satisfaction d'une contrainte. Ce retour en arrière est appelé un relâchement de contraintes (Richard, 1999) et survient notamment lorsque les modalités de satisfaction d'une contrainte conduisent à une impasse (Chevalier & Cegarra, *op.cit.*).

2.5.6. Le relâchement d'une contrainte

Le relâchement d'une contrainte peut être considéré comme un report temporaire de la satisfaction de cette contrainte. Ce report intervient dans une démarche opportuniste dans le sens où il survient lorsque la satisfaction d'une contrainte est considérée comme problématique (Chevalier & Cegarra, *op.cit.*). C'est ce que Stefik annonce comme le passage d'une recherche infructueuse d'objet à assigner à une contrainte en un sous-but du problème de conception. Dans une activité de planification humaine, une contrainte peut entrer en conflit avec d'autres contraintes, où être formulée à un niveau d'abstraction du problème trop élevé pour que l'individu puisse lui affecter une valeur immédiatement. La contrainte sera alors relâchée pour être traitée à nouveau plus tard dans le processus de résolution. Cette démarche permet de poursuivre l'activité en laissant une marge de manœuvre importante pour la formulation et la satisfaction d'autres contraintes, dans un principe proche de la stratégie de moindre compromission évoquée par Stefik (1981). Le relâchement d'une contrainte peut également conduire à

son élimination, si celle-ci s'avère incompatible avec d'autres contraintes nécessaires à l'atteinte d'une solution (Richard *et al.*, 1993).

Dans le domaine de la conception de réseaux informatiques, ces opérations sont effectuées selon les modalités suivantes (Darses, 1994) :

- Les contraintes sont formulées et satisfaites en même temps (Darses, 1997 ; Darke, 1984). Ces contraintes sont satisfaites une fois leurs valeurs assignées, ce qui a pour effet de réduire plus rapidement l'espace recherche du problème à résoudre.
- Les contraintes sont seulement formulées : certaines contraintes peuvent être formulées mais éliminées.
- Les contraintes sont formulées et satisfaites de manière différée : dans d'autres cas, la satisfaction de contraintes formulées peut être différée à une autre étape du processus de conception (Chevalier & Cegarra, 2008).

Chevalier et Cegarra (op.cit.) ajoute que dans les activités humaines, contrairement aux travaux d'Intelligence Artificielle, la satisfaction d'une contrainte désigne à la fois l'assignation de variables, mais également la réalisation effective de cette satisfaction. Contrairement aux modèles développés en Intelligence Artificielle, la satisfaction d'une contraintes peut être mentionnée oralement, de telle sorte qu'elle soit opérationnalisable, mais sans être réalisée concrètement dans la tâche. Ainsi une contrainte est qualifiée d'effective lorsqu'elle est concrètement appliquée dans la production finale (Chevalier & Ivory, 2003).

Pour rendre plus explicite la notion de contrainte, il semble nécessaire d'en dresser une typologie permettant de déterminer plus précisément leur rôle dans les activités de résolution de problème de conception.

2.6. Typologie des contraintes

Différentes typologies de contraintes ont été formulées parmi les auteurs qui ont étudié la gestion de contraintes. Par souci de concision, nous définirons uniquement celles pouvant rendre plus explicite la dynamique de gestion des contraintes dans les activités de conception. Ces typologies porteront sur l'origine des contraintes et le statut qu'elles peuvent prendre au cours de la conception.

2.6.1. L'origine des contraintes

Bonnardel (1992, 2006) a catégorisé les contraintes de conception en fonction de leur origine dans le processus de conception, cette typologie distingue :

- *Les contraintes prescrites*

Les contraintes ont été longtemps décrites comme étant la formulation de l'interprétation des données initiales du problème (Eastman, 1969) ou comme les besoins et objectifs définissant le problème à résoudre (Ress & Young, 1998). Ces contraintes sont maintenant désignées le plus souvent sous le terme de contraintes prescrites, bien qu'elles soient le plus souvent une interprétation des données initiales du problème, faite par le concepteur (Bonnardel, 1992, 2006). Les contraintes prescrites sont identifiées par le concepteur au début du processus de conception (Eastman, op.cit.) et permettent de construire la représentation mentale initiale du problème à résoudre, en définissant les spécificités fonctionnelles ou physique attendues dans le produit à concevoir. Elles peuvent également être désignées sous le terme de contraintes «*données*» dans le sens où elles sont fournies au début de la tâche (Ullman, Dietterich, & Stauffer, 1988), ou encore sous le terme de contraintes «*externes*», c'est à dire extérieures à l'activité d'inférence du concepteur (Savage, Miles, Moore, & Miles, 1998). Dans les situations de résolution de problème de laboratoire, ces contraintes peuvent être associées aux contraintes dites «*explicites*» (Richard & Tijus, 1998), celles données dans l'énoncé du problème. Ces terminologies ont en commun de désigner des contraintes constitutives de l'énoncé du problème, qui vont servir de référence pour évaluer la pertinence de la solution proposée. La satisfaction de ces contraintes a ainsi un impact direct sur la validité de la solution proposée. Cela revient à dire qu'une contrainte donnée dans l'énoncé du problème, peut être envisagée comme une propriété de l'état final du problème (Chevalier & Cegarra, 2008).

Dans les activités de conception, ces contraintes sont le plus souvent extraites du cahier des charges de conception et/ou de l'expression des besoins du commanditaire (Chevalier, 2003). Par exemple, en conception de sites web, le commanditaire du site à réaliser peut indiquer au concepteur que le logo de sa marque doit apparaître en bonne place sur le site. Si le logo n'apparaît pas ou n'est pas assez visible, la solution envisagée

par le concepteur sera sanctionnée par un refus du commanditaire, qui pointera le manque d'une caractéristique essentielle dans le site réalisé.

- *Les contraintes construites*

Dans les activités de résolution de problème de conception, dont l'une des caractéristiques est d'être mal défini, le concepteur ne peut se contenter des contraintes prescrites pour résoudre le problème. Le concepteur va devoir inférer d'autres contraintes à partir de ses propres connaissances. Ces contraintes sont désignées sous le terme de contraintes construites (Bonnardel, 1992, 2006) ou contraintes «*internes*», pour désigner leur origine propre aux connaissances personnelles du concepteur (Savage *et al.*, 1998). Les connaissances employées pour inférer ces contraintes dépendent du niveau d'expertise du concepteur, leur domaine source peut également différer du domaine technique en question, jouant ainsi le rôle de sources d'inspiration dans le cadre d'une conception créative (Bonnardel, *op.cit.*). Bonnardel (*op.cit.*) énonce un exemple de contrainte construite dans un problème de conception de produit aérospatial, une contrainte construite majeure dans ce domaine est la suivante : «utiliser un matériau léger». Cette contrainte peut être inférée à partir des connaissances liées à l'utilisation des produits aérospatiaux, qui doivent nécessairement être transportés dans l'espace et donc se soustraire à la gravité terrestre.

- *Les contraintes déduites*

D'autres contraintes, associées elle aussi à l'activité d'inférence, ont été isolées pour décrire les contraintes issues de l'analyse des conséquences de contraintes déjà définies ou de l'analyse de l'état courant de la résolution du problème (Bonnardel, *op.cit.*). Les contraintes déduites sont des contraintes inférées par le concepteur à partir de contraintes prescrites ou de contraintes construites (Chevalier & Cegarra, 2008). Dans les activités de résolution de problème de laboratoire, les contraintes déduites peuvent être associées aux contraintes dites «*implicites*» (Richard & Tijus, 1998), c'est-à-dire issues des inférences faites par le sujet à partir de l'analyse des contraintes explicites, données dans l'énoncé. Ces contraintes s'ajoutent aux contraintes internes dans la terminologie de Savage *et al.* (1998) pour former les contraintes «*dérivées*», c'est à dire des contraintes liées à l'énoncé du problème mais ne se trouvant pas directement dedans, elles peuvent être soit inférées à partir des expériences et connaissances du

concepteur (contraintes internes) ou soit induites ou déduites de la tâche (contraintes inhérentes). Bonnardel (1989, 2006) énonce un exemple de contrainte déduite pour la conception d'une structure porteuse de satellite, à partir de deux éléments de l'énoncé (ou deux contraintes prescrites) : «elle doit être en matériau composite et en un seul élément», les concepteurs définissent la contrainte déduite suivante : «utiliser un autoclave suffisamment grand, c'est à dire de (telles et telles) dimensions». La première composante «utiliser un autoclave» est inférée à partir de la contrainte «matériau composite» et la deuxième composante «suffisamment grand» est inférée à partir de l'analyse de la contrainte «en un seul morceau».

2.6.2. Le statut attribué aux contraintes

Dans les situations de résolution de problème mal défini comme les activités de conception, où plusieurs contraintes peuvent potentiellement spécifier un même élément de solution, les concepteurs sont amenés à effectuer une sélection préférentielle de certains aspects du problème au détriment des autres (Chevalier & Cegarra, 2008). Cette sélection peut être envisagée comme une pondération de ces contraintes, énoncées ou connues au préalable (Darses, 1994). La pondération effectuée sur les contraintes varie selon le statut que le concepteur leur attribue (Janssen, Jégou, Nougier & Vilarem ; 1989). Ces auteurs distinguent notamment :

- *Les contraintes de validité*

Ces contraintes doivent impérativement être effectives dans les solutions proposées pour qu'elles soient valables. Ces contraintes représentent des spécifications, des besoins, ou des fonctions que doit remplir le produit réalisé pour satisfaire les données initiales du problème et ainsi être validées comme étant une solution. La pondération de ces contraintes est très élevée ce qui les rend difficilement contournables. Les contraintes prescrites prennent généralement le statut de contraintes de validité, dans le sens où elles spécifient la plupart du temps une propriété requise de l'état final (Chevalier & Cegarra, 2008). Mais les contraintes inférées (construites ou déduites) par le concepteur peuvent également prendre le statut de contraintes de validité, si celles-ci représentent une fonction ou une propriété que le concepteur estime indispensable à l'atteinte de la solution. Dans la conception de site web, les besoins du commanditaire sont le plus souvent traduits en contraintes de validité puisqu'il est l'évaluateur de la

solution. Plus généralement, les contraintes issues du cahier des charges de conception revêtent également un statut de validité.

- *Les contraintes de préférence*

Les contraintes de préférence représentent des contraintes dont la satisfaction est plus libre et accepte plusieurs valeurs et plusieurs degrés d'application. Contrairement aux contraintes de validité, les contraintes de préférence peuvent être contournées et leur pondération modifiée. La satisfaction de ces contraintes représente le plus souvent des choix de conception adoptés par le concepteur en fonction de critères d'évaluation qui lui sont propres. Ainsi un même problème de conception, dont l'état initial comporte les mêmes contraintes prescrites, peut être résolu de plusieurs manières différentes selon le concepteur, en fonction de la pondération qu'il attribuera aux contraintes de préférence.

2.6.3. Un contrôle de l'activité

Les différentes opérations réalisées sur les contraintes vont représenter un contrôle de l'activité du concepteur. Ce principe organisateur de l'activité va conduire le concepteur à préciser sa représentation mentale par des itérations entre la génération de contraintes, qu'elles soient déduites, construites ou inférées, et leur concrétisation, se traduisant par une prise de décision pour satisfaction, reporter ou encore supprimer la contrainte. La satisfaction ou la suppression d'une contrainte va préciser la représentation mentale en réduisant l'espace de recherche du concepteur (Bonnardel, 2006). L'affectation d'une valeur à la contrainte va entraîner dans un principe de propagation la possibilité et/ou la nécessité de considérer une ou plusieurs autres contraintes, générant ainsi d'autres itérations qui à leur tour, se propageront. Ce principe permet de comprendre le cheminement des choix de conception du concepteur, de la prise de connaissance des premières contraintes jusqu'à la résolution du problème par la découverte d'une solution satisfaisant suffisamment de contraintes.

Ce principe de propagation des contraintes, loin de la définition de la « contrainte » donnée par le sens courant, n'est pas du tout incompatible avec la notion de créativité. Au contraire, une activité de conception créative semble nécessairement devoir être pourvue de contraintes, qui sont constitutives du problème à résoudre. Les activités de conception, et notamment la conception de sites web, sont des activités contraintes et

créatives (Chevalier, 2003). La partie suivante dressera un rapide aperçu des différents concepts définissant la créativité dans les activités de résolution de problème de conception.

2.7. La conception comme activité créative

La créativité se retrouve partout dans notre quotidien, on peut en effet dire que la plupart (sinon la totalité) des objets qui nous entourent sont le fruit d'une certaine activité créative. Le sens commun a tendance à limiter les questions de créativité au seul domaine de l'art, mais une réflexion plus exhaustive nous mène à considérer la créativité sous des formes aussi variées que les objets (ou concepts) qui nous entourent, allant du réseau social Facebook à la paire de chaussures que nous portons.

Cette variabilité de la créativité ou de ses manifestations a fait l'objet de nombreuses études (pour une revue cf. Lubart, 2003) tant elle rend difficile la formulation d'une définition consensuelle de la créativité. Définir la créativité constitue d'ailleurs un champ de recherche à lui seul (Lubart, op.cit.). Toutefois les auteurs s'accordent à faire la distinction entre processus créatif et production créative.

2.7.1. Le potentiel créatif

Une partie importante de la littérature aborde la question de la créativité sous l'angle du potentiel créatif. On peut en effet difficilement isoler le processus créatif du concepteur de ses caractéristiques personnelles. Ce sont au contraire toutes ses caractéristiques propres qui vont apporter une variabilité, dans les connaissances et procédures employées, donc de la nouveauté. Parmi ces caractéristiques, il y a sa personnalité, son mode de fonctionnement propre, etc. Ainsi Vass, Carroll et Shaffer (2004) ont élaboré un modèle systémique de la créativité (cf. figure x), qui insère le concepteur et son « background » dans un système d'interaction avec la culture, qui se trouve être le domaine d'expression de la créativité et la société qui représente son champ d'application.

Lubart (2003) propose une « approche multivariée » de la créativité, cette approche se centre plus sur la définition du concepteur dans ses différentes caractéristiques. Lubart désigne le potentiel créatif comme étant le résultat de quatre types de facteurs :

Approche multivariée de la créativité (Lubart, 2003) :

- **Les facteurs cognitifs**, qui représentent les processus cognitifs impliqués dans la résolution du problème créatif (tels que la flexibilité, la fluidité et l'originalité).
- **Les facteurs conatifs**, qui font référence à la personnalité (tendance à l'individualisme, tolérance à l'ambiguïté, etc.), aux styles cognitifs (indépendance à l'égard du champ, etc.) et à la motivation du concepteur.
- **Les facteurs émotionnels** : qui regroupent les états émotionnels (gaieté, exaltation, etc.), les styles émotionnels (névrotique, etc.) et les compétences émotionnelles (méta-émotions).
- **Les facteurs environnementaux** : qui sont entendus comme l'environnement immédiat du concepteur, son contexte de vie ou son environnement de travail.

Ce potentiel créatif peut s'exprimer dans le domaine de l'art, de la littérature, des sciences, du commerce et bien d'autres domaines, tels que la conception, pour donner au final une production créative.

L'individu créatif résume et transforme l'information. Les chances de faire preuve de créativité sont augmentées lorsque il peut manipuler confortablement et librement l'information.

Un état de conscience particulier : Vass *et al.*, dans leur étude de 2004 parlent de l'expérience créative comme d'un état de conscience particulier, déterminé par un certain nombre d'éléments : (1) Équivalence entre enjeux et habilités, (2) Feedback immédiat, (3) Un éclaircissement des buts, (4) Mêler actions et ressentis, (5) Exclure les distractions de la conscience, (6) Ne pas se soucier de l'échec, (7) L'activité doit devenir une fin en soi, (8) Le sens du temps se retrouve altéré et (9) La conscience de soi disparaît. Lorsque tous ces éléments sont réunis, on obtiendrait un état de conscience idéal pour générer de la créativité, que ces auteurs nomment un état de « flow ».

L'ordinateur peut devenir un partenaire de la créativité, dans la mesure où il ne guide pas la tâche du créatif mais où le créatif dirige le système. Il peut permettre au créatif d'isoler la tâche importante et de développer ses abstractions (Vass *et al.*, 2004 ; Edmonds & Candy, 2005). L'outil informatique peut ainsi jouer le rôle de représentation externe enrichie, de même que les hypermédia peuvent se substituer au texte papier. De plus le caractère multimédia et hautement intégratif des ordinateurs modernes permet

de simuler le matériel employé par le créatif, les exemples sont nombreux et variés, allant du logiciel de modélisation 3D Studio Max (qui permet de modéliser des objets en trois dimensions) au logiciel de carte mentale MindNode (qui permet de dresser des réseaux de concepts reliés entre eux, par analogie au lexique mental).

2.7.2. La production créative

De nombreuses études (Sternberg & Lubart, 1999 ; Borillo & Golette, 2002 ; Lubart, 2003 ; Vass *et al.*, 2004, etc.) partagent l'idée qu'une production créative se définit selon deux axes :

La nouveauté : une production créative doit apporter quelque chose de plus que les productions du même type qui l'ont précédée. C'est ce que Boden (1992) nomme créativité historique ; la nouveauté d'une production n'est appréciable que parce qu'elle apporte quelque chose de plus que les productions existantes du même type. Dans ce sens il ne peut exister de nouveauté « totale », toute nouveauté est basée sur l'existant.

L'adaptation : une production créative doit également être adaptée, les auteurs comprennent l'adaptation à un double niveau ; tout d'abord une adaptation dans la place que prend la production dans l'état de l'art actuel dans lequel elle évolue, bien que la production peut être d'une certaine façon en contradiction avec cet état de l'art ; c'est ce que Gardner (1993) appelle « créativité C-majuscule » et qui fait référence aux travaux qui ont modifié considérablement leur milieu (tels que les travaux d'Einstein, Picasso, etc.). Cette notion d'adaptation à l'état de l'art fait plus référence au fait que l'œuvre doit être compréhensible par les experts du domaine concerné et doit donc observer un minimum de règles communes à la culture de son domaine d'expression.

La deuxième forme d'adaptation doit répondre à des besoins et des exigences sociales ; c'est particulièrement vrai pour les productions technologiques, qui répondent (la plupart du temps) à une demande de la société. Une production créative qui ne comble pas un besoin ne sera pas reconnue comme telle ; elle passera davantage pour une excentricité et ne sera pas perçue comme réellement créative.

Ainsi, Meneely et Portillo (2005) soulignent que la nouveauté et l'adaptabilité sont liées à des critères de « forme » et de « fonction » ; la forme signifie que les concepteurs doivent créer des produits différents de ce qui a été fait jusqu'alors (notamment au

niveau des aspects esthétiques), et la fonction fait référence aux besoins des clients et des futurs utilisateurs que les concepteurs doivent satisfaire.

Ces deux axes (innovation et adaptation) sont plus ou moins mis en avant selon le milieu où s'exerce la créativité ; les artistes porteront plus l'accent sur l'innovation et à l'inverse les ingénieurs porteront eux l'accent sur l'adaptation.

Par conséquent, le caractère d'adaptation nécessaire à une production pertinente n'est obtenu qu'en s'inscrivant dans un double contexte (Lubart, 2003) :

Contexte historique ou culturel : la production créative s'inscrit dans la continuité des productions du même type, sur lesquelles elle est basée. De plus elle répond à une évolution des besoins, des possibilités techniques, des goûts, propres au moment où elle est créée.

Contexte social : la production créative n'est reconnue comme telle que par le jugement de la société ; en tout premier lieu le jugement des experts du domaine dans lequel elle s'exerce et ensuite le jugement de la population soumis à son usage, bien que ce dernier ne soit pas forcément fiable.

2.7.3. Le processus créatif

Loin des idées reçues selon lesquelles la créativité est un objet d'étude impossible puisqu'elle est pure création et ne naît de rien, de nombreuses études menées en Psychologie ont montré que la créativité faisait appel aux mêmes processus ordinaires de la cognition, processus qui sont notamment en jeu dans une résolution de problèmes (Weisberg, 1993). Ainsi, une idée partagée par de nombreux auteurs en Psychologie Cognitive est que la créativité serait fondée sur des processus cognitifs ordinaires, même si le résultat de ces processus peut être « extraordinaire » (Bink & Marsh, 2000 ; Bonnardel, 2009). La créativité consisterait, d'une façon générale, à réutiliser des connaissances existantes d'une façon nouvelle, pour générer de nouvelles propriétés (Perkins, 1988 ; Hampton, 1997 ; Gagne et Shoben, 1997).

Dans le domaine de la résolution de problèmes de conception, Bonnardel (2006, 2009) emploie le modèle A-GC (Analogies et Gestion de Contraintes) pour caractériser la dynamique des activités de conception créatives. Ce modèle met l'accent sur deux processus cognitifs pouvant apparaître opposés, mais qui en réalité ne le sont pas et

permettent la construction d'un « environnement cognitif contraint » : la gestion de contraintes et la réalisation d'analogies.

2.7.4. Construction d'un environnement cognitif contraint

C'est la construction d'un « environnement cognitif contraint » (Bonnardel, 2006), qui délimite l'espace de recherche du concepteur et ainsi lui permet d'atteindre un plus haut niveau de compréhension du problème et d'orienter le processus génératif (et notamment l'évocation de sources analogiques). Les contraintes de conception, provenant de différentes sources (prescrites dans le cahier des charges, construites par l'analyse de la situation, ou inférées à partir des connaissances du concepteur ; cf. chap. 2.5 sur la gestion de contrainte) vont représenter des buts courants dans l'activité et vont intervenir dans la définition (ou la redéfinition) du problème de conception (Bonnardel, 2009). La résolution d'un problème de conception, dont l'une des caractéristiques principales est de ne pas comporter de solution unique, s'effectue par la satisfaction d'un ensemble de contraintes. Ainsi la (ou les) solution(s) d'un problème de conception doit (doivent) être à la fois nouvelle(s), mais également adaptée(s) à certaines contraintes (par exemple un site web doit être innovant, pour se démarquer de la concurrence et attirer l'intérêt de ses visiteurs, tout en respectant les besoins du commanditaire du site et des futures utilisateurs).

2.7.5. La réalisation d'analogies

Certains auteurs (Détienne, 1998 ; Ward, 1994 ; Visser, 1996 ; Bonnardel, 2000, 2006 ; Johnson-Laird, 1989 ; etc.) s'accordent sur le fait que les différents types d'analogies, regroupées sous le terme de sources d'évocation, représentent une grande partie du processus créatif.

Bonnardel (2006), relève deux approches de la réalisation d'analogie dans les activités de conception, adoptée en Psychologie Cognitive et en Intelligence Artificielle : L'approche classique du raisonnement par analogie (Gick & Holyoak, 1983) et le raisonnement à partir de cas (Didierjean, 2004 ; Gobet, 1998 ; Ross & Kennedy, 1990).

Le raisonnement par analogie : Son principe est de généraliser les connaissances issues d'une (ou de plusieurs) situation source de référence (Bonnardel, Didierjean & Marmèche, 2004). La première étape de ce processus serait l'encodage de la cible, puis l'évocation de toutes les sources disponibles, la sélection de la meilleure source

potentielle, l'appariement source/cible et la projection de certaines propriétés de la source sur la cible. Une représentation ou le schéma abstrait serait ainsi construit permettrait de projeter la structure de connaissance de la situation source sur la situation cible. Les connaissances projetées seraient décontextualisées pour être utilisées dans la situation cible afin de résoudre le problème de conception. Ce processus a été observé expérimentalement dans des tâches de résolution de problème, dans lesquelles les sujets devaient résoudre un problème cible (la destruction d'une tumeur) après avoir été confronté à un problème source (la prise d'une forteresse) dont la structure de résolution était la même que le problème cible (Gick & Holyoak, 1983). Les résultats ont montré que les sujets parvenaient mal à adapter la solution du premier problème au second, même lorsqu'un dessin représentant la structure de résolution leur était donné. A l'inverse, lorsque les sujets sont d'abord confrontés à plusieurs sources de même structure de résolution, ils parviennent à extraire les invariants entre ces sources et sont capables d'utiliser le transfert analogique pour résoudre le problème cible. C'est l'activité de comparaison des problèmes sources qui permet de construire un schéma abstrait, utilisable dans la nouvelle situation (Cummins, 1992).

A partir des travaux de Gick et Holyoak (*op.cit.*), le lien entre le transfert et le degré d'abstraction de la connaissance projetée fit débat dans ce domaine de recherche. D'autres études ont en effet montré qu'un schéma pouvait être construit à partir d'un seul exemple (Catrambone, 1996), les auteurs expliquent le mécanisme d'abstraction des connaissances par un processus d'explication mis en oeuvre par le sujet. D'autres études ont montré que cette capacité à utiliser la structure de connaissance entre deux problèmes était dépendante des traits de surface. Holyoak & Kol (1987) ont repris le paradigme de Gick et Holyoak (*op.cit.*) en modifiant à travers plusieurs conditions expérimentales la distance sémantique entre les traits de surface du problème cible et du problème source. Lorsque la cible (ex. : réparer le filament d'une ampoule en le soudant à l'aide d'un rayon) est proche sémantiquement de la source (détruire une tumeur là aussi à l'aide d'un rayon), les sujets sont près de 80% à réaliser le transfert analogique. Les traits de surfaces agissent sur la sélection des sources, mais également sur la phase d'adaptation de la source à la cible (Novick & Holyoak, 1991). En effet même lorsque le principe à appliquer pour résoudre le problème cible est fourni avec le problème source (l'exemple), les résultats sont nettement meilleurs lorsque les deux

problèmes ont une proximité sémantique forte. Ces derniers résultats ont amené les auteurs à envisager une hypothèse alternative, l'utilisation dans certain cas d'un transfert analogique directe, sans l'étape de construction d'un schéma ou d'une représentation abstraite. Cette hypothèse alternative a été étudiée par l'approche CBR (Case Based Reasoning, ou raisonnement à partir de cas ; Kolodner & Leake, 1996).

Le raisonnement à partir de cas : Contrairement à l'approche classique du raisonnement par analogie, le processus d'évocation peut être appréhendé comme le recours à une bibliothèque de cas-problèmes peu abstraits stockés en mémoire à long terme (Didierjean, 2004). Un cas-problème serait sélectionné pour être le plus proche du problème cible, et ensuite adapté pour correspondre au problème à résoudre. Ross (1990) souligne que les sujets en cours d'apprentissage évoquent des épisodes spécifiques pour résoudre des problèmes. De même, Reed et Bolstad, 1991) observent que les sujets novices utilisent des analogies en adaptant des parties très spécifiques des exemples utilisés.

2.7.6. Le Modèle mixte du transfert analogique

Le modèle mixte du transfert analogique (Reed & Bolstad, *op.cit.* ; Didierjean, 2001) réconcilie les deux approches en envisageant la coexistence des deux processus d'évocation. Le raisonnement par cas serait utilisé en l'absence de règles abstraites, mais une fois les règles élaborées, celles-ci seraient utilisées prioritairement. De plus, l'utilisation d'aspects spécifiques lors du raisonnement par cas conduirait à l'élaboration de règles abstraites. Ces deux types de raisonnements pourraient également être à disposition en même temps, le sujet choisirait, en fonction de caractéristiques individuelles et du contexte de la situation, entre l'une ou l'autre des ces deux formes de raisonnement analogique (Didierjean & Cauzinille-Marmèche, 1998).

Dans la suite de ces travaux, Bonnardel et Marmèche (2004) distinguent la distance sémantique entre source et cible selon deux modalités, pour former deux groupes d'analogies :

- Les analogies intra-domaine, dont l'objet-source est du même domaine conceptuel que l'objet-cible, les similitudes partagées entre les deux objets seraient à la fois des similitudes de structure et des similitudes de surface.

- Les analogies inter-domaine, où objet-source et objet-cible sont de domaines conceptuels éloignés. Les similitudes entre les deux objets ne peuvent être que de structure dans ce type d'analogie.

Dans l'étude de Bonnardel et Marmèche (2004), des participants novices (étudiants en Psychologie) et des designers professionnels devaient concevoir un siège, selon quatre conditions expérimentales (ainsi qu'une condition contrôle) résultantes du croisement de deux variables : 1) la nature de la source fournie aux participants : intra-domaine vs inter-domaine, et 2) le format de présentation de la source : imagée vs textuelle. Les résultats, obtenus à partir de verbalisations simultanées à l'activité, montrent que :

L'expertise joue un rôle dans le nombre de sources évoquées, les designers professionnels ont évoqué significativement plus de sources que les novices. Ce résultat est interprété par les auteurs par l'habitude des professionnels à produire des analogies et à recourir à de larges « bibliothèques de cas ».

La présentation de source d'inspiration ne semble pas diminuer ou accroître le nombre de sources évoquées par les novices. Par contre, pour les professionnels, les auteurs constatent une diminution significative du nombre de sources évoquées lorsque les sources présentées en exemple sont de nature intra-domaine. Le résultat inverse est observé pour les sources inter-domaine présentées en exemple, qui ont pour effet de faciliter l'évocation de sources nouvelles par les professionnels.

Le format de présentation des sources ne semble pas avoir d'effet significatif sur les sources évoquées, quelle que soit la condition (novices vs professionnels et sources intra-domaine vs sources inter-domaine).

Selon Koestler (1975), la créativité serait «l'intrication subite de deux connaissances ou de deux systèmes de pensée jusque là isolés», le mécanisme à l'oeuvre est désigné par Koestler comme le processus «d'emphase sélective» (Bonnardel, 2006). Ce processus apparaît prééminent dans les activités hautement créatives, qualifiées d'activités non-routinières (Gero & Maher, 1993). Dans le cas d'activités routinières, le concepteur va pouvoir adapter un schéma prédéfini pour concevoir un produit qui comportera peu de différences avec ceux qu'il a conçus auparavant.

Quel que soit le degré de familiarité du problème de conception à résoudre, l'évocation de sources d'inspiration, qu'elles soient concrètes sous forme de schémas ou

plus abstraites sous forme d'analogies, semble être un mécanisme essentiel pour développer une solution créative. Cependant le transfert de connaissances d'une situation à une autre peut, dans certains cas, nuire à la situation de résolution de problème. Il ressort de nombreux travaux portant sur la créativité (Smith, Sifonis, & Tindell, 1998 ; Dodds, Smith, & Ward, 2002 ; etc.), que le processus créatif peut être entravé par certaines fixités cognitives, pouvant engendrer une persistance dans des choix inappropriés et une conformité à l'existant. Cette fixité serait liée notamment à l'évocation de sources d'inspiration, inférées ou extraites à partir de l'analyse de l'existant. Cet effet de transfert négatif sera détaillé dans la partie suivante.

2.8. L'effet de conformité

Les sources d'inspiration sont nécessaires à toute création, l'idée que « rien ne naît de rien »¹⁶ ne semble pas difficile à défendre compte tenu des recherches que nous avons avancées dans la partie précédente de ce travail. Toutefois, si les sources d'inspiration sont essentielles à un travail de création, elles peuvent se traduire par certaines fixités limitant les possibilités d'adaptation des concepteurs au problème de conception qu'ils doivent résoudre. La partie suivante portera sur les effets de telles fixations, regroupés sous le terme d'effet de conformité.

2.8.1.Principe de fixité cognitive

Le principe de fixité cognitive (ou fixité fonctionnelle) se traduit dans le processus créatif par un transfert de connaissances négatif : les sujets peuvent éprouver des difficultés pour changer de point de vue ou modifier leur représentation mentale. Ce phénomène a été décrit initialement dans le cadre de la Gestalt Theory (Bonnardel, 2006), pour être étudié par la suite dans des situations de résolution de problèmes dits de laboratoire.

Dans le problème classique des jarres de Luchins (Luchins & Luchins, 1959), qui consistait à obtenir une quantité de liquide donnée en remplissant ou en vidant la

¹⁶ Le « Rien ne naît de rien » est une démonstration faite par le poète-philosophe Lucrèce dans le recueil intitulé « De la nature des choses » (écrit aux environs de -70 av. J.C.).

contenance de trois jarres. Les sujets étaient confrontés à une suite de six problèmes avant d'avoir à traiter le problème cible. Les problèmes qui les amenaient au problème cible pouvaient tous être résolus en utilisant la même stratégie. Cette stratégie s'avérait, dans les derniers problèmes, ne pas être la solution optimale, pour finir par ne plus être une solution appropriée pour résoudre le dernier problème. Les auteurs ont observé que les participants persistaient à utiliser cette solution même lorsqu'elle était inappropriée, ce qui est qualifié d'effet «Einstellung»¹⁷, la solution apprise au cours des essais précédant le problème cible, entrave ou fixe la recherche de solution des sujets.

Smith et Blankenship (1991) ont étudié l'effet d'expériences récentes sur différentes tâches de résolution de problème et notamment sur le Remote Associates Test (RAT). Ce problème consiste à trouver le mot qui peut être associé aux trois mots présentés, par exemple les mots «apple - house - family» sont présentés aux participants, qui doivent alors trouver le mot «tree», qui s'associe aux trois autres pour former à chaque fois un mot composé. Dans une tâche précédant le test, les participants pouvaient être confrontés à un élément distracteur comme les associations «apple - pie», «house - warming» et «family - secret». De tels distracteurs sémantiques avaient pour incidence d'amorcer un sens différent de celui testé, l'activation de ce sens en mémoire se traduisait par une diminution des performances de résolution du test cible, comparativement aux conditions contrôles où les participants n'avaient pas de distracteurs.

La fixation peut aussi bloquer l'accès à du matériel dans des tâches de mémorisation. Nickerson (1984) montre que le rappel d'une liste d'items est moins bon si d'autres items appris par les participants leur sont donnés comme indice au moment du rappel. Ce qui montre que des exemples d'items semblables à ceux devant être rappelés entravent la tâche de rappel. Ce phénomène est interprété comme une interférence de

¹⁷ L'effet Einstellung se caractérise par la création d'une automatisation du raisonnement, qui se manifeste dans la résolution d'un problème successivement à la résolution de plusieurs problèmes préalables, ayant la même solution. Cet effet entrave la résolution du problème en fixant l'individu sur une solution erronée (Luchins, 1942).

récupération causée par la liste d'items «indice», qui entrerait en compétition avec la liste d'items à rappeler et bloquerait sa récupération (Raaijmakers & Shiffrin, 1981).

2.8.2. L'effet de conformité dans les activités créatives

L'effet d'inhibition provoqué par le principe de fixation aux exemples peut être également identifié dans les tâches créatives (Smith, Ward, & Schumacher, 1993). Dans ce type d'activités, les exemples vont limiter le caractère novateur et original des idées créatives générées. Smith et Blankenship (1991) introduisent le terme de «conformité» pour désigner l'effet de fixation s'exerçant dans les activités impliquant une pensée créative, dans le sens où les idées générées pour réaliser la tâche créative, sans être inhibées totalement, vont avoir une certaine conformité aux caractéristiques des exemples.

- *Conformité à l'existant*

Ward (1994) a mené une série de quatre expériences pour étudier l'effet des structures catégorielles sur la création de nouveaux exemplaires. Dans cette série d'expériences, des étudiants de lycée devaient dessiner et décrire des créatures venant d'une autre planète, très différentes de la Terre. Les résultats montrent qu'une forte majorité des créatures dessinées étaient structurées par des caractéristiques typiques des animaux terrestres : une symétrie bilatérale, des récepteurs sensoriels et des membres. Dans les expériences 2 et 3, les sujets avaient la même consigne, excepté l'ajout d'informations sur les créatures à imaginer (possédant des poils ou des plumes) et sur la planète où elles vivent (quasi recouverte de lave ou parcouru par des vents très violents). Les résultats montrent que les sujets ont dessiné des créatures possédant des caractéristiques compatibles avec les animaux terrestres désignés par l'information donnée en consigne. Ainsi les sujets se conformaient aux caractéristiques de l'espèce désignée par l'indice de la consigne. L'auteur relève que les contraintes posées par les caractéristiques de la planète ont poussé les sujets à générer des idées moins typiques des animaux terrestres. Ces résultats indiquent également que des informations peu précises peuvent être aussi suggestives que des exemples spécifiques lorsqu'elles sont convergentes (lorsque les sujets étaient en condition avec les plumes et un sol couvert de lave, ils imaginaient typiquement des exemplaires d'oiseaux). Dans l'expérience 4, les participants recevaient des instructions leur demandant différent degré de conformité à

l'existant. Dans une condition, les sujets devaient imaginer une créature insensée et inconcevable, dans une autre une créature concevable mais qui n'existe pas, et dans une troisième un animal vivant sur terre, dans une île inconnue. Les résultats montrent que les participants tiennent compte de caractéristiques d'animaux terrestres (symétrie, membres et récepteurs sensoriels) même dans la condition «inconcevable», où il leur était explicitement demandé de ne pas se conformer à ce qu'ils connaissaient. En plus de ces quatre expériences, Ward a réalisé le codage du bestiaire extra-terrestre «Barlow's guide to extraterrestrials» collecté dans la littérature de science fiction existante (Barlow & Summers, 1979). Les résultats de ce codage indiquent qu'une grande majorité de ces créatures possèdent également des caractéristiques d'animaux terrestres telles que la symétrie, des membres et des récepteurs sensoriels.

Cette série d'expériences montre que les sujets se conforment à des propriétés d'exemplaires connus pour en créer de nouveaux. L'ajout d'informations convergentes vers une même catégorie dans la consigne augmente cet effet. Cette conformité aux connaissances s'observe même lorsque l'on demande explicitement aux sujets de ne pas se conformer.

- *Conformité aux exemples*

Une série d'expériences similaires, réalisées par Smith, Ward et Schumacher (1993) a montré l'impact de la présentation d'exemples sur une tâche générative. Les sujets étaient invités à produire le plus de dessins possibles, soit de créatures peuplant une planète similaire à la Terre, soit de nouveaux jouets pour une société de jouet, pendant 20 minutes en faisant les dessins les plus créatifs qu'ils étaient capables de faire. Après chaque dessin, les sujets devaient décrire le jouet ou la créature et les différentes parties qui le ou la composaient. Les sujets étaient divisés en deux groupes : un groupe voyait trois exemples avant de dessiner, l'autre non. Ces trois exemples comportaient des caractéristiques communes (les créatures avaient toutes quatre pattes, des antennes et une queue ; les jouets utilisaient une balle, de l'électronique et impliquaient une activité physique importante). Les résultats indiquent un effet de conformité aux exemples pour les deux types de tâches. Dans une *deuxième expérience*, les sujets avaient les mêmes tâches, réalisées successivement (avec un ordre contrebalancé). Les exemples des deux tâches leur étaient présentés avant les tâches, de sorte à obtenir une condition immédiate et une condition différée. La première série d'exemples présentée concernait

ainsi la deuxième tâche réalisée (pour en être différée temporellement de 23 minutes, ce qui permettait d'obtenir la condition différée) et la deuxième série d'exemples concernait la première tâche réalisée (immédiatement après la présentation des exemples, afin d'obtenir la condition immédiate). Un groupe contrôle réalisait les mêmes tâches sans exemple. Les résultats de cette expérience sont similaires à ceux de la première expérience, même lorsque la présentation des exemples intervient 23 minutes avant la réalisation de la tâche (condition différée), les dessins des groupes avec exemples contiennent plus de caractéristiques des exemples que le groupe contrôle. Une *troisième expérience* a été menée pour tester la possibilité de diminuer la conformité des sujets par une consigne. En reprenant les mêmes conditions que dans les expériences 1 et 2, trois consignes différentes ont été employées : une consigne «standard» identique à la consigne des deux premières expériences, une consigne «diverge» demandant explicitement de ne pas reprendre les caractéristiques des exemples, et une consigne «conform» demandant de réaliser des dessins similaires aux exemples. Un groupe contrôle ne recevait pas d'exemple. Les résultats de cette dernière expérience montrent de nouveau un effet de conformité aux exemples et, contrairement aux attentes des auteurs mais en accord avec les résultats de Ward (1994), la consigne «diverge» ne diminue pas l'effet de conformité. Ainsi, les sujets reprennent des caractéristiques des exemples mêmes lorsqu'ils sont invités explicitement à produire des dessins très différents de ceux-ci.

- *Conformité conceptuelle*

Une étude de March, Binks et Hicks (1999) montre que la présentation d'exemple peut jouer un rôle d'amorce conceptuelle, créant ainsi une conformité aux propriétés des exemples mais également au concept véhiculé par ces exemples. Une procédure similaire à celle de Smith *et al.* (1998) est utilisée : on demande aux sujets de dessiner le plus possible de créatures peuplant une planète similaire à la Terre pendant 20 minutes, le groupe expérimental est confronté à des exemples de créatures possédant des caractéristiques commune se rapportant au concept d'hostilité (croc, pointes et armes) contrairement au groupe contrôle qui ne voit pas d'exemple. La consigne ajoute qu'il n'est pas permis de reprendre des créatures terrestres (vivantes ou éteintes) et de ne pas reprendre les caractéristiques des exemples dans les productions. Les résultats de cette expérience indiquent d'une part une conformité aux exemples, alors même que les

sujets étaient invités à ne pas les suivre, mais montrent également un effet d'amorce conceptuelle. Les sujets du groupe expérimental ont en effet inféré plus de caractéristiques supplémentaires liées au concept émergeant des caractéristiques de exemples (concept d'hostilité) que le groupe contrôle. Une *deuxième expérience* tente de déterminer l'effet simple et conjugué de deux amorces, l'une au format imagé (des exemples de créatures hostiles), l'autre au format textuel (de courtes phrases hostiles). Les amorces au format textuel sont introduites selon deux modalités de traitement : l'une superficielle (tâche syllabique¹⁸), l'autre plus profonde (tâche syntaxique¹⁹). Les résultats indiquent que l'amorce au format textuel occasionne également une conformité conceptuelle, puisque les participants ayant eu à remettre dans l'ordre les phrases hostiles ont inféré plus de caractéristiques liées à l'hostilité dans leur dessins que les autres. Par contre, il apparaît que l'amorçage imagé et l'amorçage textuel ne se cumulent pas. Dans une *dernière expérience*, les auteurs ont tenté de diminuer l'effet de conformité à l'amorce textuelle hostile par la présentation successive d'exemples neutres, ne comportant pas de traits convergents vers le concept d'hostilité. Les sujets sont donc confrontés à des phrases hostiles, puis à des exemples de dessins comportant des traits hostiles (groupe 1) ou des dessins sans traits hostiles (groupe 2). Les résultats montrent que la présentation d'exemples neutres après une amorce conceptuelle diminue l'effet de conformité en limitant le nombre de caractéristiques liées à l'hostilité inférées dans les dessins.

L'effet de conformité a également été étudié dans les activités de conception professionnelles, notamment auprès des ingénieurs et architectes, la partie suivante traitera des études menées sur ces activités pour atteindre notre objet d'étude, la conception de sites web.

¹⁸ Une tâche syllabique consiste à replacer dans l'ordre les syllabes de chaque mot d'une phrase (le traitement se fait au niveau du sens de chaque mot).

¹⁹ Une tâche syntaxique consiste à replacer dans l'ordre les mots d'une phrase (le traitement se fait au niveau du sens de la phrase).

2.8.3. La conformité dans les activités de design industriel

Jansson et Smith (1991), ont conduit une série de quatre expériences pour étudier l'effet de conformité à des exemples imagés auprès d'une population d'étudiants ingénieurs et d'ingénieurs professionnels. Dans l'expérience 1, des étudiants ingénieurs devaient concevoir un porte vélo à partir de quatre indications. La moitié d'entre eux était confrontée à un exemple estimé comme non-satisfaisant (groupe expérimental), l'autre groupe était sans exemple (groupe contrôle). Les résultats montrent que si le nombre de productions est équivalent entre les deux groupes (avec ou sans exemple), le groupe ayant vu l'exemple avant la tâche de conception a introduit dans ses dessins significativement plus de caractéristiques typiques de l'exemple que le groupe contrôle. Dans les expériences 2 et 3, les conditions étaient similaires à celles de l'expérience 1, à la différence près que les caractéristiques négatives étaient pointées avec la présentation de l'exemple dans la condition expérimentale. Comme dans l'expérience 1, les résultats montrent une conformité à l'exemple, avec une reprise des caractéristiques de l'exemple. Les auteurs constatent également une reprise des caractéristiques pointées comme négatives par une majorité de sujets de la condition expérimentale. Dans l'expérience 4, les étudiants ingénieurs étaient remplacés par des ingénieurs professionnels, la tâche et les conditions étaient identiques aux expériences 2 et 3. Les résultats obtenus sont similaires à ceux obtenus dans les trois premières expériences, indiquant ainsi que l'expertise des professionnels ne leur permettait pas de dépasser l'effet de fixation induit par l'exemple.

Purcell et Gero (1996) ont repris la procédure expérimentale développée par Jansson et Smith (1991) pour étudier l'effet de conformité auprès d'étudiants en architecture et en design industriel. Les participants devaient également réaliser la conception d'un porte-vélo, avec, dans les conditions expérimentales, la présentation d'exemples. Dans une *première expérience*, les résultats n'indiquent pas d'effet de conformité, sauf pour un exemple sur les trois donnés aux participants. Les auteurs observent un fait intéressant, l'exemple qui a généré de la conformité est également celui qui était le plus familier pour les participants. Ce qui semble suggérer qu'en l'absence de connaissances spécifiques dans ce domaine du design, les participants auraient utilisé leurs connaissances familières. Dans une *deuxième expérience* Purcell et Gero ont repris à nouveau une tâche de conception de Jansson et Smith (*op.cit.*), cette fois d'un objet moins familier puisque

les participants devaient concevoir un gobelet mesureur adapté aux personnes non-voyantes, à partir d'un exemple repris de l'expérience initiale et d'un autre exemple trouvé par les auteurs. Cette tâche était réalisée par des étudiants de dernière année en génie mécanique et en design industriel. Seuls les étudiants en génie mécanique se trouvant dans la tâche avec l'exemple de l'expérience initiale de Jansson et Smith (1991) ont repris des caractéristiques de l'exemple. Les auteurs interprètent les résultats comme étant la conjugaison de l'approche de formation institutionnelle des étudiants en design industriel (qui valorise l'originalité), à un effet de la grande simplicité de l'exemple proposé par les auteurs. Dans une *troisième expérience*, Purcell et Gero ont cherché un type de problème de conception qui implique des connaissances des deux groupes d'étudiants (génie mécanique et design industriel) avec une faible probabilité que les étudiants aient déjà été confrontés à ce type de design. La tâche de design retenue consiste en la conception d'un appareil permettant d'aider les personnes âgées pour entrer et sortir de leur baignoire. Les résultats montrent un effet de fixation pour le groupe d'étudiants en génie mécanique, et dans une moindre mesure pour le groupe d'étudiants en design industriel. Là encore la différence de formation entre les deux groupes d'étudiants semble avoir un effet. Les auteurs postulent que pour générer un effet de fixation chez les étudiants en design industriel, il faut utiliser un exemple qui emploie des aspects importants pour eux. Dans une *quatrième expérience*, les auteurs ont sélectionné un exemple pour chaque groupe de formation, désigné par des experts en design industriel et en génie mécanique (innovant pour les étudiants en design industriel et utilisant les forces mécaniques pour les étudiants en génie mécanique). Ces exemples doivent mettre en avant des caractéristiques importantes pour chacun des groupes expérimentaux auxquels ils sont présentés. Les résultats indiquent une fixation du groupe expérimental d'étudiants en génie mécanique sur les caractéristiques de l'exemple basé sur les forces mécaniques. Pour l'autre exemple (basé sur l'innovation), seules les caractéristiques de principe mécanique sont fixées (c'est à dire retrouvé dans leurs conceptions), pas les caractéristiques de détail. Pour les étudiants en design industriel, les auteurs ne relèvent pas de différence significative entre le groupe contrôle et le groupe expérimental, quel que soit l'exemple. Les auteurs justifient ce dernier résultat par le fait que ce groupe (les étudiants de design industriel) ont produit beaucoup d'exemplaires de type différents, cherchant ainsi plus l'originalité que

l'innovation, ce qui expliquerait pourquoi très peu de caractéristiques des exemples aient pu être identifiées dans leur conceptions.

Cette série d'expériences semble apporter des résultats contrastés. D'une part, seuls les étudiants en génie mécanique ont généré de la conformité aux exemples. Cette conformité semble être dépendante des caractéristiques des exemples, comme la complexité des exemples (expérience 2). De même la relation entre les caractéristiques émergentes des exemples et l'expertise des sujets semble avoir un impact sur l'effet de conformité, puisque les étudiants en génie mécanique n'ont repris de l'exemple innovant que les caractéristiques liées aux forces physiques, qui correspondaient à leur domaine de compétence (expérience 4).

Plus récemment, Chrysikou et Weisberg (2005) ont mené deux expériences sur l'effet de fixation à des exemples négatifs accompagnés ou non d'une consigne soulignant les problèmes des exemples. Selon ces auteurs, le phénomène de fixation doit pouvoir se retrouver dans toute activité de résolution de problèmes, quel que soit le niveau d'expertise des participants. Les caractéristiques des exemples semblent importantes pour générer un effet de conformité (Gero & Purcell, 1996). Sternberg et Ben-Zeev (2001) soulignent que peu d'études ont porté sur des exemples réellement négatifs, c'est à dire apportant une solution de conception insatisfaisante. L'usage d'une consigne pointant les problèmes des exemples ne semble pas permettre de limiter significativement l'effet de conformité aux exemples, comme l'ont montré les études précédentes (Jansson & Smith, 1991 ; Smith, Ward & Schumacher, 1993 ; Le Fevre & Dixon, 1986). Chrysikou et Weisberg vont utiliser, avec la procédure expérimentale de Jansson et Smith (1991), des exemples décrivant de mauvaises solutions de conception. Dans *une première expérience*, des novices en conception vont avoir à concevoir un porte-vélo ainsi qu'une tasse à café qui ne se renverse pas. Trois conditions expérimentales sont formées : une condition contrôle sans exemple et sans instructions, une condition expérimentale «fixation» qui reçoit les exemples problématiques avec des instructions décrivant les exemples et leurs problèmes, et enfin une condition expérimentale «défixation» où sont présentés les exemples et des instructions décrivant les exemples et les problèmes des exemples, en demandant explicitement de ne pas s'y référer. Les auteurs postulent que les deux conditions expérimentales devraient générer un effet de conformité. Les sujets doivent conjointement à leur activité de conception,

verbaliser tout ce qui leur passe par la tête (technique des verbalisations concomitantes à l'activité ; Ericsson & Simon, 1993 ; Caverni, 1991). Les résultats montrent un effet de conformité aux exemples pour la condition «fixation», mais pas pour la condition « défixation ». Ceci semble indiquer un effet de fixation aux exemples telle que l'étude de Jansson et Smith (1991) l'avait montré mais également une diminution de cet effet par une consigne de « défixation », contrairement à ce que cette dernière étude avait observé. Devant ce résultat inattendu, les auteurs font l'hypothèse que la tâche de verbalisations concomitantes (Ericsson & Simon, 1993 ; Caverni, 1991) pourrait biaiser l'activité en rendant les sujets plus sensible à la consigne, leur permettant de contourner les erreurs des exemples (Hamel & Elshout, 2000 ; Ryan & Schooler, 1998). Pour tester cette hypothèse, une *deuxième expérience* a été menée avec la même procédure expérimentale, exception faite de la tâche de verbalisations concomitantes à l'activité. Les résultats sont similaires à ceux de la première expérience, des fixations aux exemples ne sont significative que dans la condition « fixation ». Ce dernier résultat confirme donc la possibilité de réduire l'effet de conformité à l'aide d'instructions demandant explicitement de ne pas se référer aux exemples, contrairement aux résultats de l'étude de Jansson et Smith (1991). De plus, la présentation d'exemples négatifs, lorsqu'elle n'est pas accompagnée de ces instructions, génère un effet de conformité qui réduit les performances, contrairement à l'hypothèse de Sternberg et Ben-Zeev (2001).

2.8.4.Effet de conformité dans les activités de conception de sites web

Bonnardel, Chevalier et Toussaint (2003) ont conduit une étude auprès de concepteurs de sites web professionnels, avec l'objectif d'identifier un possible effet de conformité à l'existant dans ce domaine de conception. Les concepteurs de sites web du groupe expérimental devaient, préalablement à une tâche de conception de maquette de sites web, naviguer sur un site web comportant des erreurs ergonomiques. L'hypothèse des auteurs était que les concepteurs ayant rencontré des difficultés pour naviguer sur le site web problématique, en raison des erreurs ergonomiques qu'il comportait, devaient être enclins à prendre conscience des difficultés générées par ces erreurs et ainsi ne pas les reproduire dans leurs productions. Les résultats ont montré un effet inverse, les concepteurs du groupe expérimental, confrontés au site web problématique,

ont introduit dans leur maquette plus d'erreurs ergonomiques que les concepteurs du groupe contrôle (qui ne consultaient pas le site problématique avant la conception). Les auteurs ont relevé également que nombre de ces erreurs étaient identiques à celles présentes dans le site web problématique (ex. : le contraste texte-fond n'est pas suffisant). Ainsi, une première étude a permis d'observer un effet de conformité, en conception de sites web, similaire à celui observé en design industriel (Chrysikou & Weisberg, 2005 ; Jansson & Smith, 1991 ; March *et al.*, 1999). D'autres études méritent d'être conduites pour approfondir cet effet.

C'est que nous proposons à travers cette thèse.

2.9. Particularités de la conception de sites web

2.9.1. Concevoir un site web

La conception d'un site web peut être apparentée, dans une certaine mesure, à la conception d'un programme informatique. Un site web étant composé schématiquement d'un code source, écrit de plusieurs langages informatiques (HTML, PHP, JAVA, etc.), qui définit son fonctionnement, ainsi que d'une interface visuelle régissant les interactions entre ses fonctions et l'utilisateur. Le concepteur doit donc posséder une expertise avancée dans le domaine de la programmation informatique. Cette caractéristique tend à s'atténuer avec le développement de nouveaux outils de conception, soulageant les concepteurs dans la phase « d'écriture » de la conception du futur site web. Ce sont notamment les éditeurs de pages récents qui rédigent automatiquement une grande partie du code source à la place du concepteur. La plupart de ces éditeurs ont des fonctionnements de type WYSIWYG (What You See Is What You Get), permettant de générer la plus grande partie du code source à partir du simple dessin de l'interface visuelle. Bien que ces outils ne permettent pas d'automatiser les parties les plus complexes de la conception des sites web conséquents (comme la gestion de bases de données par exemple), ils permettent néanmoins à de nombreuses personnes non spécialisées en programmation de pouvoir éditer et publier leurs pages web sur internet. Le développement de ces nouvelles technologies de conception, rendant l'accès à la conception d'un site web de plus en plus facile, peut sans doute expliquer une partie importante de la croissance exponentielle du nombre de pages présentes sur le web.

2.9.2. Apports empiriques sur la conception de sites web

Néanmoins, en dehors de ces considérations techniques, l'activité de conception de site web n'en reste pas moins une activité cognitive complexe : le concepteur doit en effet disposer d'une certaine maîtrise de différentes disciplines qui peuvent être à elles seules un métier à part entière (Chevalier & Bonnardel, 2003) ; il doit notamment disposer de compétences en conception, en graphisme, en infographie, sans compter la planification du projet sur une période souvent assez longue. Le concepteur va avoir à gérer un nombre important de contraintes, liées aux différents domaines d'expertise nécessaires à son activité ainsi qu'aux besoins des différents acteurs dont il doit tenir compte pour réaliser un site satisfaisant. L'activité de conception de site web étant apparentée à une activité de résolution de problème mal défini, les concepteurs doivent nécessairement inférer un certain nombre de contraintes supplémentaires pour mener à bien leur activité.

Chevalier (2003) a mené une étude auprès de concepteurs professionnels de sites web et novices pour déterminer l'impact du niveau d'expertise des concepteurs sur leur activité de conception, à travers deux indicateurs : les contraintes prises en compte par le concepteur pendant son activité ainsi que la qualité finale des maquettes produites à l'issue de la conception. Dans une pré-étude, Chevalier (2002) a mené des observations et des entretiens avec des concepteurs professionnels et des commanditaires de sites web pour déterminer les conditions d'exercice de leur activité de façon plus écologique. Il ressort de cette pré-étude une typologie de contraintes spécifiques à cette activité :

- Les contraintes liées au commanditaire : ces contraintes peuvent être prescrites dans le cahier des charges de conception, extraites des échanges avec le commanditaire ou inférées à partir des connaissances des concepteurs, issues d'expériences antérieures d'interaction avec des commanditaires. Ces contraintes revêtent un caractère de validité (Janssen *et al.*, 1989) dans le sens où elles sont considérées comme nécessaires à la validation de la solution, proposée au commanditaire, par le commanditaire.
- Les contraintes liées au futur utilisateur : elles sont la plupart du temps inférées par le concepteur, à partir de sa propre expérience d'utilisateur du web. Les commanditaires prescrivent rarement des contraintes liées aux futurs utilisateurs. Le concepteur va devoir inférer ces contraintes en se référant à sa propre expérience

(experte) d'utilisateur. Les contraintes utilisateurs sont donc généralement considérées comme des choix appartenant au concepteur et seront donc apparentées à des contraintes de préférence dans la typologie de Janssen *et al.* (1989). Deux types de contraintes-utilisateur sont distinguées par l'auteur, les contraintes liées à l'intérêt général du site (par exemple l'intérêt informationnel) et les contraintes liées à la facilité de navigation sur le site, qui sont nommées contraintes ergonomiques, dans le sens où elles font référence à l'utilisabilité et à l'accessibilité du site web.

Il ressort également de cette pré-étude que les commanditaires de sites web ont des niveaux de représentation de leur futur site très variables, certains peuvent avoir une idée très précise du site qu'ils souhaitent, alors que d'autres n'en ont qu'une idée très approximative. Pour respecter cette variabilité écologique, Chevalier (2003) a également fait varier le niveau de précision d'un cahier des charges de conception, avec une condition où le cahier des charges était spécifié (CCS), avec 11 contraintes prescrites, et une autre condition où le cahier des charges était restreint (CCR), ne contenant pas de contraintes mais seulement l'objectif général du futur site. L'auteur s'attendait à ce que le cahier des charges restreint libère des ressources cognitives des concepteurs pour leur permettre de développer une activité plus orientée vers les besoins des futurs utilisateurs que vers les besoins du commanditaire. Le niveau d'expertise devait avoir pour effet d'augmenter la prise en compte des contraintes-commanditaire pour les professionnels, en raison de leur habitude à traiter ces demandes, au détriment des contraintes liées à l'utilisateur, pour ce groupe de participants. Les participants devaient réaliser une maquette de site web à partir d'une consigne et du cahier des charges (soit restreint soit spécifié). La technique des verbalisations concomitantes à l'activité (Ericsson & Simon, 1993 ; Caverni, 1991) a été utilisée pour enregistrer la prise en compte des contraintes réalisées par les concepteurs au cours de leur activité. Les contraintes étaient extraites des verbalisations *a posteriori* par deux juges indépendants, pour réduire la part de subjectivité pouvant être associée au codage de verbalisations (cf. « méthode des juges », Caverni, op.cit.).

Les maquettes de sites web finales sont analysées également par deux juges à l'aide d'une grille de recommandations ergonomique établie à partir de plusieurs études (Bastien *et al.*, 1999 ; Nielsen, 2000 ; Nogier, 2005). Les principaux résultats sont les suivants :

Contraintes liées au commanditaire : Les concepteurs professionnels verbalisaient plus de contraintes liées au commanditaire que les concepteurs débutants, en particulier avec le cahier des charges restreint. Conformément aux attentes de l'auteur, les concepteurs professionnels parvenaient à mobiliser un plus grand nombre de schémas de connaissances stockés en mémoire à long terme issus de leur pratique professionnelle (Richard, 1995 ; Reed, 1996 ; Bonnardel, 2000) en identifiant des similitudes entre les problèmes de conception et les problèmes qu'ils avaient eu à résoudre auparavant (par analogies). Les concepteurs débutants ont quant à eux verbalisé plus de contraintes liées au commanditaire dans la condition CCR, contrairement à ce qui était attendu. L'auteur a interprété ce résultat également comme l'utilisation de schémas de connaissances stockés en mémoire par les débutants, mais cette fois à partir de leur expérience d'utilisateurs du web, qui leur auraient permis d'identifier un certain nombre d'invariants sur les sites web, le plus souvent liés aux besoins du commanditaire.

Contraintes liées à l'utilisateur : Les concepteurs (débutants et professionnels) verbalisaient plus de contraintes liées à l'utilisateur dans la condition CCR que dans la condition CCS. Ce qui était conforme aux attentes, les concepteurs confrontés à un cahier des charges comportant de nombreuses contraintes ont eu tendance à se focaliser sur la satisfaction de ces contraintes, au détriment des autres.

Concernant plus spécifiquement les contraintes ergonomiques, tous les concepteurs en ont inféré à partir de leur expérience d'utilisateurs, quels que soient leur expertise et le cahier des charges à satisfaire.

Les contraintes liées à l'intérêt du site étaient quant à elles verbalisées en plus grand nombre par les concepteurs professionnels pour les deux modalités de cahiers des charges. De même les résultats ont montré un effet principal en faveur de la condition cahier des charges restreint, avec un plus grand nombre de contraintes liées à l'intérêt verbalisées dans cette modalité, pour les deux niveaux d'expertise. Un résultat intéressant a été relevé à partir des analyses qualitatives : une majorité de contraintes verbalisées liées à l'intérêt sont de nature à augmenter l'attractivité informationnelle du site, avant l'attractivité esthétique du site, ce qui a pu être rapproché des résultats obtenus par Newman et Landay (2001).

Qualité ergonomique des maquettes : les résultats n'indiquaient pas d'effet principal du cahier des charges sur le nombre de problèmes ergonomiques relevés dans les maquettes. Par contre, un effet d'interaction a été observé pour les concepteurs professionnels, avec un plus grand nombre de problèmes identifiés dans les maquettes de la condition CCS que dans les maquettes de la condition CCR.

De même, un autre effet d'interaction a été relevé pour les concepteurs en condition CCR, les concepteurs débutants de cette condition ont introduit plus d'erreurs ergonomiques que les concepteurs professionnels, contrairement à ce qui était attendu. Ce résultat semblait indiquer que les concepteurs débutants cherchaient également à satisfaire les contraintes liées au commanditaire. En l'absence de cahier des charges spécifié et de schémas de connaissances issus de leur expérience antérieure (comme les professionnels), ceux-ci ont dû mettre en œuvre des ressources cognitives importantes pour inférer ces contraintes, au détriment des autres contraintes (Chevalier & Bonnardel, 2003).

Chevalier et Bonnardel (*op.cit.*) ont repris les résultats de cette étude pour en faire une lecture différente, appuyée sur les stratégies de conception employées par les concepteurs débutants et professionnels. Les contraintes extraites des protocoles verbaux ont été analysées de leur nature prescrites ou inférées et de leur application dans la maquette. Deux stratégies principales ont été relevées de la distribution de ces contraintes à travers l'activité de conception :

- « démarche anticipative » : cette démarche consiste à appliquer les contraintes dans la maquette aussitôt qu'elles sont inférées. Cette stratégie semble utilisée prioritairement par les concepteurs débutants, qui n'auraient pas conscience du rejet possible par le commanditaire de solutions de conception trop hâtives et prendraient donc plus de liberté avec ces contraintes. De plus la nature plus concrète de ces contraintes, appliquées immédiatement après avoir été inférées, rapproche cette stratégie de la démarche « opportuniste » (Détienne, 1998 ; Visser, 1994), observée dans les activités de programmation informatique chez des programmeurs novices.

- « démarche de report » : cette démarche consiste à proposer certaines contraintes mais à les mettre de côté pour y revenir ultérieurement dans le processus de planification. Cette démarche est à rapprocher de la « stratégie de moindre compromission » proposée par Stefik (1981), qui permet d'affecter tardivement les

valeurs des variables considérées dans la conception, pour laisser l'espace recherche le plus ouvert possible. Dans cette étude, cette démarche est principalement utilisée par les concepteurs professionnels. Les auteurs expliquent cette démarche par une connaissance de situations où le commanditaire n'était pas satisfait des solutions adoptées par le concepteur, l'obligeant à refaire son travail. Ainsi les concepteurs gagneraient à reporter l'application des contraintes pour avoir le plus de possibilités de les discuter avec le commanditaire. De plus ces contraintes sont trop abstraites pour pouvoir être appliquées immédiatement, ceci semble compatible avec une stratégie de conception «hiérarchique» (Adelson & Soloway, 1984 ; Détienne, 1998), observée dans les activités de conception de programmes informatiques réalisées par des experts.

D'une manière générale, la présence de problèmes ergonomiques dans les maquettes peut s'expliquer par le fait que :

1 - Les concepteurs, quel que soit leur niveau d'expertise, privilégient les contraintes liées au commanditaire du site, au détriment des autres contraintes (et donc au détriment des contraintes ergonomiques). Ainsi les contraintes liées au commanditaire seraient appréhendées comme des contraintes de validité (Janssen *et al.*, 1989), qu'elles soient prescrites dans le cahier des charges (Darses, 1994) ou inférées par le concepteur (Chevalier, 2003).

2 - Les concepteurs de site web ne recevant pas de contraintes prescrites au sujet des besoins de l'utilisateur, vont les inférer à partir de leur propre expérience d'utilisateur. Les concepteurs étant des utilisateurs experts, ils vont être amenés à ne pas considérer certains problèmes ergonomiques comme étant nuisibles à l'utilisabilité ou vont pouvoir minimiser l'importance de problèmes ergonomiques qu'ils peuvent relever de leur propre expérience et ainsi les reporter plus loin dans le processus de planification (stratégie de report ; Chevalier & Bonnardel, 2003). Le risque étant de les oublier ou de ne pas avoir le temps de les appliquer dans les maquettes.

3 - Les concepteurs de sites web pourraient être dans l'impossibilité d'appliquer certaines contraintes ergonomiques qu'ils estiment importantes. N'ayant pas de formation en ergonomie cognitive, ils seraient amenés à laisser de côté certaines contraintes ou même à appliquer certains besoins de l'utilisateur d'une façon insatisfaisante du point de vue ergonomique.

2.9.3. L'évaluation de sites web

Chevalier et Bonnardel (2007) ont étudié l'activité d'évaluation de sites web auprès de concepteurs de sites web débutants et professionnels. Les participants devaient évaluer un site web conçu pour comporter des erreurs ergonomiques courantes dans les sites web. Les erreurs ergonomiques introduites dans le site à évaluer étaient toutes issues des maquettes de site réalisées dans l'étude présentée précédemment (Chevalier, 2003). Les contraintes prescrites dans le cahier des charges spécifiées de cette précédente étude étaient également données aux participants pour réaliser l'évaluation. Ainsi les résultats distinguent dans l'évaluation réalisée les contraintes prescrites dans la consigne des contraintes inférées par les concepteurs pendant l'évaluation.

Les résultats montrent que, comme dans la tâche de conception, les concepteurs professionnels prennent en compte plus de contraintes prescrites ainsi que plus de contraintes inférées dans leur évaluation que les concepteurs débutants. Concernant les contraintes liées à l'utilisateur, les deux groupes de concepteurs ont obtenu des résultats proches. Plus précisément, l'analyse des contraintes ergonomiques ne permet pas d'observer de contraste lié à l'expertise bien que les concepteurs novices aient identifié plus d'erreurs dans le site que les professionnels dans cette étude. Mais dans l'ensemble, peu d'erreurs ergonomiques ont été identifiées par les concepteurs, tout niveau d'expertise confondu.

En croisant les résultats obtenus à la tâche de conception et à la tâche d'évaluation, les auteurs relèvent les résultats suivants :

- La tâche d'évaluation semble moins coûteuse cognitivement que la tâche de conception.
- Les concepteurs professionnels prennent en compte plus de contraintes liées à l'utilisateur dans la tâche d'évaluation que dans la tâche de conception. Ce résultat semble être dû au fait que dans une tâche d'évaluation, les concepteurs arrivent plus facilement à activer leurs connaissances liées à leur propre expérience d'utilisateurs, en raison de la proximité plus importante des deux tâches (évaluation et utilisation). De plus, la tâche de conception doit orienter leur activité d'inférence vers la prise en compte des contraintes liées au commanditaire, qu'ils ont l'habitude de considérer en priorité.

- Bien qu'ils prennent en compte plus de contraintes liées à l'utilisateur, les concepteurs professionnels dans la tâche d'évaluation identifient peu d'erreurs ergonomiques contenues dans le site web. De plus les contraintes verbalisées pendant la tâche de conception mais non appliquées dans les maquettes web ne sont que peu prises en compte par les concepteurs dans la tâche d'évaluation, alors que celle-ci ne comportait pas de limite de temps. Ce qui semble indiquer que l'application de ces contraintes n'a pas été remise à plus tard faute de temps dans la tâche de conception.

Il ressort de ces études que les concepteurs de sites web semblent donc éprouver des difficultés à concrétiser les contraintes ergonomiques dans les maquettes de sites, ce qui confirme une première étude de Chevalier (2005), comparant les évaluations de sites web réalisées par des concepteurs et des utilisateurs. Sans doute les concepteurs connaissent relativement bien les besoins des utilisateurs mais ne peuvent pas les concrétiser faute de connaissance suffisante en ergonomie.

2.9.4. Améliorer la prise en compte de l'utilisateur

Dans le but d'améliorer la possibilité de concrétisation des contraintes ergonomiques par les concepteurs, Chevalier et Vuillemin-Gioarà (2006) ont réalisé une étude auprès de concepteurs de sites web professionnels et de concepteurs débutants, en leur proposant l'aide d'un ergonome pendant leur tâche de conception. Cette condition expérimentale (CCE) était opposée à une autre dans laquelle les concepteurs ne pouvaient pas interagir avec un ergonome mais disposaient d'un cahier des charges contenant 11 contraintes ergonomiques (CCU), issues d'une précédente étude de Chevalier en 2004. Ces contraintes avaient été sélectionnées à partir des principaux problèmes rencontrés par des internautes ayant eu à naviguer sur un site web conçu pour faire figurer l'ensemble des erreurs ergonomiques, relevées de l'étude de Chevalier et Ivory (2003). Les concepteurs devaient réaliser une maquette de site web à partir de ces deux conditions. La technique des verbalisations concomitantes à l'activité (Ericsson & Simon, 1993 ; Caverni, 1991) était utilisée pour recueillir la prise en compte des contraintes pendant l'activité, les interactions avec l'ergonome étaient également recueillies ainsi que les maquettes de sites web réalisées. Les auteurs émettent deux hypothèses alternatives : a) les concepteurs étant confrontés à des contraintes

ergonomiques prescrites, considèreraient celles-ci comme des contraintes de validité et les traiter en priorité dans leur activité. L'hypothèse alternative postule que b) les contraintes liées au commanditaire seront malgré tout prises en compte en priorité. Le commanditaire du site étant l'acteur qui valide le site final, les concepteurs de sites web devraient considérer les contraintes liées au commanditaire en priorité. Les résultats indiquent que les concepteurs n'emploient pas la possibilité qui leur est donnée de consulter l'ergonome pour effectuer des choix de conception orientés utilisateur. Comme dans les études précédentes, les professionnels ont énoncé plus de contraintes liées au commanditaire que les novices, la différence entre les deux groupes d'expertise n'était pas significative pour les contraintes liées à l'utilisateur. Le cahier des charges utilisateur (CCU) contenant les contraintes ergonomique, a généré une plus grande prise en compte des contrainte liées à l'utilisateur et plus spécifiquement une plus grande prise en compte des contraintes ergonomiques, ces différences ne sont pas significatives pour la condition avec l'ergonome (CCE). Ainsi les résultats allaient dans le sens de la seconde hypothèse, qui préconisait une prévalence du statut de validité des contraintes liées au commanditaire. Dans l'étude de 2004, Chevalier avait pu montrer des résultats similaires à propos du cahier des charges utilisateur (CCU). Cette étude avait montré que le CCU conduit les concepteurs à adopter une démarche davantage centrée utilisateur, tout en tenant compte des contraintes liées au commanditaire, à l'inverse de l'autre condition expérimentale où les contraintes du cahier des charges étaient mixtes (liées à l'utilisateur et liées au commanditaire).

Une autre étude menée par Chevalier *et al.* (2009) proposa à des concepteurs de sites web professionnels de réaliser une maquette de site web, à l'aide d'un outil d'aide à la conception et à l'évaluation nommé MetroWeb (condition expérimentale). Cet outil est composé de critères et recommandations ergonomiques définis par Bastien, Scapin et Leulier (1999), organisé dans une arborescence permettant de remonter les niveaux d'abstraction des critères (abstraits) aux recommandations (concrètes) (Mariage *et al.*, 2005). Les concepteurs dans la condition avec outil prenaient quelques minutes pour se familiariser avec l'outil avant la conception. Là aussi, la technique des verbalisations concomitantes à l'activité était utilisée pendant l'activité de conception de la maquette de site. Dans une deuxième étape, les maquettes de site ont été évaluées par une cohorte d'utilisateurs du web (des étudiants de licence de Psychologie) à l'aide d'un

questionnaire d'évaluation esthétique construit à partir d'items issus de l'échelle de Lavie et Tractinsky (2004). Ces items étaient composés de 7 items liés à l'esthétique des sites web et 2 items liés à l'innovation. L'objectif des auteurs était double : d'une part observer l'effet de l'outil d'aide MetroWeb sur la prise en compte des contraintes ergonomiques et la qualité ergonomique des maquettes de sites web. D'autre part évaluer l'esthétique perçue des maquettes produites, pour déterminer si l'utilisation de l'outil peut nuire à la prise en compte de contraintes liées aux aspects esthétiques ou innovants du site par une plus grande focalisation sur les contraintes ergonomiques. Les auteurs ont également tenté de faire le lien entre le changement de point de vue utilisateur/commanditaire²⁰ des concepteurs provoqué par l'utilisation de l'outil, et la qualité ergonomique des maquettes. Une étude de Chevalier et Chevalier (2009) a en effet montré que le changement de point de vue des concepteurs améliorait la qualité ergonomique des pages web. Les concepteurs ayant utilisé MetroWeb ont pris en compte plus de contraintes liées à l'utilisateur. De même, ces concepteurs ont pris en compte plus de contraintes ergonomiques ainsi que plus de contraintes esthétiques que les concepteurs sans MetroWeb. La qualité des maquettes de sites se rapproche des premiers résultats obtenus : les maquettes de sites réalisées par les concepteurs avec MetroWeb comportent moins d'erreurs ergonomiques que celles des autres concepteurs. Les résultats obtenus en termes de changement de points de vue sont contraires aux résultats précédents (Chevalier & Chevalier, *op.cit.*), une corrélation positive est obtenue entre le nombre de changements de point de vue et le nombre de problèmes ergonomiques contenus dans les maquettes. Ce dernier résultat est intéressant dans le sens où il contribue à cette problématique. Dans l'étude de Chevalier et Chevalier (*op.cit.*), les concepteurs qui avaient reçu un cahier des charges contenant des contraintes liées au commanditaire changeaient moins souvent de point de vue et avaient créé des maquettes contenant plus d'erreurs ergonomiques que ceux ayant reçu un cahier des charges contenant des contraintes liées à l'utilisateur. Les auteurs avaient

²⁰ Changement de point de vue : les concepteurs sont amené à adopter le point de vue des futurs utilisateurs ou du commanditaire pour inférer les contraintes susceptibles de satisfaire chacun de ces deux acteurs.

donc fait l'hypothèse que les changements de point de vue avaient une incidence sur la qualité ergonomique des maquettes. Dans l'étude de Chevalier *et al.* (2009), il semble que le fait de changer de point de vue ne soit pas la cause de l'amélioration de la qualité ergonomique des maquettes, mais plutôt le fait d'avoir une activité orientée vers l'utilisateur.

Enfin les résultats concernant l'évaluation subjective de l'esthétique des maquettes, indiquent que les maquettes réalisées avec MetroWeb sont évaluées significativement comme plus esthétiques et innovantes. Les auteurs interprètent ces résultats selon plusieurs points : a) l'utilisation de l'outil MetroWeb, bien que peu utilisé par les concepteurs pendant leur activité de conception, augmente la prise en compte des contraintes ergonomiques par les concepteurs et leur application dans les maquettes. Cet effet peut être rapproché selon nous d'un effet d'amorce conceptuelle, les concepteurs ayant eu à utiliser l'outil dans une phase d'entraînement, auraient orienté leur activité cognitive vers la prise en compte des contraintes liées utilisateur, ce qui explique le plus faible score de changement de point de vue. De plus, les concepteurs orientés vers les contraintes utilisateurs ont pris en compte plus de contraintes esthétiques, ce qui semble indiquer que la prise en compte de contraintes ergonomiques ne nuit pas à la prise en compte de contraintes esthétiques, au contraire. Enfin les maquettes des concepteurs dans la condition avec MetroWeb ont été évaluées par les utilisateurs comme étant plus esthétiques et innovantes. Ce résultat s'explique par le nombre plus important de contraintes esthétiques prises en compte par ces concepteurs, et peut également être relié avec l'étude de Lavie et Tractinsky (2004), qui a mis en évidence une corrélation positive entre note esthétique et note d'ergonomie (perçue), les maquettes plus ergonomiques pourraient être, dans une certaine mesure, perçues comme plus esthétiques.

2.9.5. La conception de sites web en résumé

Les travaux menés sur l'activité de conception de sites web font ressortir plusieurs points essentiels de cette activité :

- Les concepteurs de sites web doivent gérer des contraintes d'origines différentes et ainsi gérer deux points de vue antagonistes, qui les obligent à faire des choix dans l'application de ces contraintes. Les concepteurs sont amenés à inférer

certaines besoins du commanditaire (ceux qui ne sont pas prescrits par ce dernier) et doivent inférer tous les besoins des utilisateurs, qui ne sont pas présents pendant le processus de conception. Les besoins des utilisateurs sont ainsi inférés à partir de la propre expérience d'utilisateurs des concepteurs, qui se mettent « à la place » des utilisateurs pour évaluer leur site web.

- Les concepteurs professionnels privilégient les besoins du commanditaire, au détriment des besoins de l'utilisateur. Le commanditaire étant le client du concepteur, les besoins de celui-ci prennent un caractère de validité pour le concepteur et deviennent ainsi difficilement contournables.

- L'évaluation pousse les concepteurs professionnels à prendre en compte plus de contraintes liées à l'utilisateur que la conception, bien qu'ils aient du mal à identifier, mais surtout à appliquer les contraintes ergonomiques.

- Les concepteurs sont peu enclins à utiliser une quelconque aide à la prise en compte des contraintes ergonomiques (que ce soit un ergonome ou un outil), mais peuvent être influencés lorsque cette aide passe par une prescription dans le cahier des charges de conception, c'est à dire « ressemble » à une prescription du commanditaire.

3. Problématique et objectifs de la thèse

3.1. Le constat d'une difficulté d'utilisation des sites web

Dans une société où l'utilisation d'internet devient de plus en plus incontournable, de nombreuses études (cf., par exemple, Chevalier & Kicka, 2006 ; Stronge *et al.*, 2006 ; Ling & van Schaik, 2006 ; van Deursen & van Dijk, 2009) montrent que l'utilisation des sites web est une activité complexe, apparentée à une recherche d'information dans laquelle l'internaute va devoir articuler deux représentations mentales différentes (Rouet & Tricot, 1998 ; Dinet & Tricot, 2008), la représentation du but de la recherche ainsi que la représentation du support de l'information, le site web. La représentation du but va guider le traitement de l'information contenue sur le site web, de même que l'information traitée va contribuer à enrichir et faire évoluer la représentation du but, qui peut s'avérer floue si l'utilisateur manque de connaissances dans le domaine recherché (Tricot & Rouet, 2004). Cette tâche, déjà complexe par nature, risque de saturer rapidement les ressources limitées de l'internaute si l'une, l'autre, ou encore les deux représentations se révèlent difficiles à construire et à maintenir en MDT. Si la représentation du but apparaît dépendante des connaissances de l'individu dans le domaine recherché ainsi que de ses compétences en recherche d'information (Tricot & Rouet, *op.cit.* ; Baccino *et al.*, 2007), la représentation du support est quant à elle dépendante de sa complexité. Les hypermédias, dont la structure non linéaire et les multiples possibilités de présentation de l'information en font un intérêt majeur, apparaissent également, pour les mêmes raisons, particulièrement complexes à utiliser et donc à représenter (Tricot, 1995 ; Miller, 1981 ; Lemercier *et al.*, 2003 ; Mayer, 1993, 1997). Il n'est donc pas étonnant de constater que les sites web sont dans de nombreux cas difficiles à utiliser, allant même jusqu'à provoquer un phénomène de désorientation, source de frustration et d'une perte d'efficacité de la recherche se soldant parfois par un échec (cf. par exemple Ahuja & Webster, 2001 ; Gwizdka & Spence, 2007). La question naturelle qui découle de ce premier constat est de se demander comment peut-on rendre les sites web plus faciles à utiliser, pour réduire cet impact de la complexité du support sur les ressources de l'internaute ? Cette réponse nous est apportée par l'ergonomie cognitive et en particulier la notion d'utilisabilité. L'utilisabilité a pour but

de définir les conditions requises pour qu'un dispositif tel qu'un site web soit à la fois efficace, efficient, et apporte de la satisfaction à l'utilisateur (en référence à la norme ISO 9241-11). Si les deux premiers principes ont fait (et font toujours) l'objet de nombreux travaux dans la littérature depuis une vingtaine d'années, il apparaît que le principe de satisfaction mentionné soit de plus en plus complexe et étendu. Nous pouvons constater l'évolution de notre rapport à la technologie, où l'objet technologique ne peut plus être appréhendé uniquement comme un outil de productivité, mais se place désormais comme une extension symbiotique (Brangier *et al.*, 2010) de nos propres compétences (l'exemple de l'utilisation du GPS pour s'orienter est l'un des plus parlant) ou des valeurs que nous défendons (nous pouvons citer l'exemple des logiciels libres). La technologie fait partie de notre quotidien et nous l'utilisons de plus en plus à des fins hédoniques. Cette vision plus étendue et plus actuelle de l'interaction homme-machine est l'objet d'étude du courant « User Experience » (ou UX ; Hassenzahl & Tractinsky, 2006 ; Hassenzahl *et al.*, 2010 ; van Schaik & Ling, 2011). Selon ce courant théorique, la qualité hédonique d'une interface (liée au plaisir ressenti par l'utilisateur) serait déterminante dans l'interaction et pourrait même diminuer l'impact sur l'expérience utilisateur de la qualité pragmatique (liée à l'accomplissement de la tâche). Ces travaux minimisent le rôle effectif de l'utilisabilité en mettant en avant des facteurs tels que l'esthétique ou les valeurs véhiculées par l'utilisation, ces facteurs s'additionnant pour créer un rapport complexe entre l'utilisateur et l'objet ergonomique.

Ces considérations nous amènent, en tant que chercheur en Psychologie Cognitive Ergonomique, à devoir préciser le positionnement de l'utilisabilité en tenant compte de facteurs plus étendus, tels que ceux introduits par le courant UX. Une étude de Chevalier et ses collègues (2009) a initié ce questionnement et obtenu des résultats justifiant le besoin d'investigations supplémentaires. Cette étude a montré que des pages de sites web de qualités ergonomiques différentes étaient également évaluées différemment du point de vue de leur esthétique par des internautes. Ces résultats vont à l'encontre de ceux obtenus par les principales études du courant UX (Hassenzahl & Tractinsky, *op.cit.* ; Hassenzahl *et al.*, *op.cit.* ; van Schaik & Ling, *op.cit.*), qui ont montré au contraire une prévalence de l'évaluation de l'esthétique sur l'évaluation de l'utilisabilité d'un dispositif. Dans ces études les participants qualifiaient les dispositifs qu'ils trouvaient

plus esthétiques également plus utilisables, même lorsque ces dispositifs étaient ceux qui expérimentalement comportaient une utilisabilité réelle nettement moindre.

L'utilisabilité reste toutefois la métrique permettant d'évaluer dans quelle mesure une interface sera utilisable par les individus devant, par son biais, accomplir une tâche. De nombreuses études ont contribué à ce domaine, notamment sous la forme de recommandations, accessibles aux concepteurs de sites web et permettant de prendre en considération les caractéristiques du système cognitif humain pour réduire la difficulté d'utilisation des sites web (Norman & Draper, 1986 ; Bastien & Scapin, 1993, 1999 ; Nielsen, 1994, 2000 ; Hornbaek, 2010). Toutefois il apparaît que les méthodes d'évaluation et d'amélioration de l'utilisabilité des sites web développés ne sont pas toujours efficaces (Gray & Salzman, 1998 ; Hartson *et al.*, 2001 ; Hornbaek, 2010), ceci notamment du fait qu'elles ne sont pas toujours adaptées à une application de terrain, respectant les caractéristiques de l'activité des concepteurs de sites web (Hornbaek & Frokjaer, 2005), tel que le défend le courant « Downstream Utility ».

Etudier la manière de rendre les dispositifs technologiques, tels que les sites web, plus utilisables passe nécessairement, selon le point de vue défendu dans ce travail, par l'étude de l'activité des concepteurs. Dans cette perspective, travailler sur l'utilisabilité et plus généralement, puisqu'il en est de plus en plus question maintenant, sur l'expérience utilisateur, revient à travailler dans une continuité peu défendue dans la littérature, de l'activité de conception dans toute sa complexité, à l'activité d'utiliser les dispositifs, là aussi avec la complexité des facteurs composants une expérience d'utilisation efficace, efficiente et satisfaisante. C'est deux activités, qui répondent à des caractéristiques différentes, sont à ce point complémentaires et dépendantes, qu'il nous paraît presque étonnant qu'elles ne soient pas plus souvent liées dans une même étude dans la littérature.

3.2. Concevoir des sites web orientés utilisateur

Concevoir un produit constitue une activité complexe. La littérature, riche concernant cet objet d'étude, nous montre qu'il est possible d'envisager cette activité comme la composition d'activités cognitives plus élémentaires (résolution de problème, gestion de contraintes, etc.) qui peuvent être décrites séparément (Reitman, 1965 ; Eastman, 1969 ; Simon, 1973, 1995 ; Malhotra *et al.*, 1980). Ces mécanismes ont eu pour un temps

tendance à être extraits de leur contexte pour être étudiés via la construction de modèles computationnels génériques (Newell & Simon 1972 ; Goel & Pirolli, 1989). L'évolution de la pensée scientifique sur ces activités, sans doute confortée par ces premiers acquis, a remis en avant la place du contexte d'exercice de ces activités. Ainsi, pour étudier plus exhaustivement des activités de conception réelles et en apprécier toute la complexité des interactions à l'œuvre, peut-on se baser sur une approche classique de la conception tout en considérant la variabilité en jeu dans chaque situation de conception. Le concepteur va devoir construire une représentation mentale du problème à résoudre (Visser, 2009). La construction de cette représentation va consister à transformer le problème mal défini, en problème mieux défini (Bonnardel, 2006 ; Chevalier, 2003), par des cycles itératifs allant de la génération à l'évaluation de solution(s) (Bonnardel, 1991 ; Visser, 2009). Les informations nécessaires à la construction de cette représentation peuvent être appréhendées sous la forme de contraintes (Chevalier & Cegarra, 2008). Les contraintes vont définir les différents aspects et fonctions de l'artefact et leur gestion (formulation, propagation, satisfaction et relâchement) va organiser et rythmer l'activité du concepteur tout au long du processus de conception (Bonnardel, 2006 ; Chevalier, 2006 ; Chevalier & Cegarra, *op.cit.*). Ainsi le concepteur va spécifier les contraintes qui vont lui permettre, dans un principe de propagation organisateur de l'activité (Stefik, 1981 ; Chevalier & Cegarra, *op.cit.* ; Darses, 1994), d'atteindre une solution satisfaisant le problème à résoudre (Dorst & Cross, 2001 ; Cross, 2002). Pour cela le concepteur va devoir générer des contraintes, à partir de sources d'inspiration diverses. Selon ces sources, les contraintes pourront revêtir un statut propre à mettre en jeu la solution du problème (contrainte de validité) ou représenter simplement des choix de conception (contraintes de préférence). Un concepteur expert pourra, en plus des contraintes prescrites dans le cahier des charges et des contraintes déduites de la situation, faire appel à ses connaissances et ses schémas stockés en mémoire à long terme pour en inférer d'autres (Détienne, 1991 ; Ward, 1994, 2003 ; Visser, 1996 ; Bonnardel & Rech 1998 ; Bonnardel, 2000 ; Bonnardel, 1992, *op.cit.*). Ce principe est essentiel pour expliquer la nature générative des activités de conception. La créativité dont fait preuve le concepteur tiendrait justement à sa capacité d'inférer et d'adapter des connaissances et des schémas provenant de sources variées, la part d'innovation introduite dans sa création serait notamment dépendante

de sa capacité à récupérer des caractéristiques de sources de domaine éloignés de celui dans lequel il conçoit (cf. le chapitre xx sur les analogies inter-domaine ; Bonnardel *et al.*, 2004 ; Gick & Holyoak, 1980, 1983). L'usage des sources d'inspiration permettrait au concepteur de compléter le cahier des charges et par là-même de préciser sa représentation mentale du but à atteindre. Cela passerait par la construction d'un environnement cognitif contraint, nécessaire à l'évolution de sa représentation mentale du problème (Bonnardel, 2009 ; Bonnardel & Marmèche, 2004). L'emploi de ces sources d'inspiration, nécessaire au processus de conception, est également indispensable au concepteur pour lui permettre de se positionner, selon l'objectif de sa conception, sur le continuum entre innovation et adaptation (en terme de forme et de fonction ; Meneely & Portillo, 2005). Le concepteur va être ainsi amené à reprendre un certain nombre de caractéristiques des sources d'inspiration qu'il va consulter. La reprise de caractéristiques peut s'exercer sur des sources d'inspiration diverses et est qualifié d'effet de conformité. Les études menées sur l'effet de conformité, réalisées principalement sur des activités de dessin et de design industriel, font ressortir trois catégories de sources d'inspiration sur lesquelles s'exerce la conformité. (1) La conformité aux connaissances du monde, les concepteurs privilégient l'emploi de caractéristiques du monde connues plutôt que d'essayer d'imaginer de nouvelles caractéristiques (encore inexistantes) (Ward, 1994). (2) La conformité conceptuelle pousse les concepteurs à réaliser des inférences congruentes avec un concept émergeant des sources d'inspiration (March *et al.*, 1999). (3) Enfin la conformité à l'existant, qui s'exerce principalement lorsque le concepteur est confronté à des exemples existants de l'objet qu'il doit réaliser (Smith *et al.*, 1993 ; March *et al.*, 1999 ; Jansson & Smith, 1991 ; Purcell & Gero, 1996 ; Chrysikou & Weisberg, 2005). Ces trois types de conformité entraînent la reprise de caractéristiques motivée ou non par le concepteur. En effet, ces études ont montré que les concepteurs peuvent reprendre des caractéristiques sans en avoir l'intention et ainsi introduire dans leur conception des caractéristiques négatives, nuisibles à l'atteinte de leur but. Cet effet peut être identifié comme un effet de fixités cognitives sur ces caractéristiques, limitant le processus d'évocation (Smith *et al.*, 1998 ; Dodds *et al.*, 2002). Selon cette approche, l'effet de conformité serait relativement résistant au fait de demander explicitement au concepteur de ne pas reprendre les caractéristiques des exemples. C'est ce qu'ont

montré les études citées précédemment, à l'exception de celle conduite par Chrysikou et Weisberg (2005), qui a mis en évidence qu'il était possible de limiter l'effet de conformité par l'ajout d'une consigne particulière avant la consultation des exemples. Cette piste nous semble particulièrement intéressante à approfondir dans le cadre de l'étude de la conception de sites web. Nous explicitons ci-dessous les raisons.

La conception de sites web nous paraît pertinente à l'étude des caractéristiques de l'effet de conformité car les concepteurs utilisent des sources d'inspiration provenant de sites web visités mais aussi de leurs propres connaissances du domaine.

Une étude de Bonnardel, Chevalier et Toussaint (2003) a montré que les concepteurs de sites web pouvaient notamment se conformer à des exemples présentés avant l'activité et ainsi reprendre des caractéristiques des exemples, et notamment des erreurs ergonomiques, sans en avoir l'intention. Ce point, qui demande à être approfondi, nous semble essentiel dans la mesure où l'une des pratiques courantes des concepteurs avant d'entamer un projet web consiste à effectuer une analyse de l'existant (nommée « benchmark » dans la profession), se servant ainsi des sites web existants comme source d'inspiration. La place des sources d'inspiration dans la conception est centrale pour développer une activité créative et permettre de construire un environnement cognitif contraint (Bonnardel, op.cit.), nécessaire à l'évolution et précision de la représentation mentale du futur site web. Ce point pourrait contribuer à comprendre pourquoi nombre d'erreurs ergonomiques peuvent être trouvées sur autant de sites web et participer à trouver des moyens innovants de remédiation à proposer aux concepteurs, en utilisant cet effet de conformité.

3.3. Thèse défendue

3.3.1. Le rôle de l'effet de conformité dans la conception de sites web

Bien que l'effet de conformité semble résistant à des contre-mesures pointant les problèmes contenus dans les exemples comme cela a été montré par plusieurs études (Jansson & Smith, 1991 ; Purcell & Gero, 1996), il semble néanmoins qu'il puisse être réduit par des conditions particulières telles que la présentation d'une consigne de défixation après évaluation (Chrysikou & Weisberg, 2005). Ainsi nous postulons que l'effet de conformité et la reprise des caractéristiques qui en résulte peuvent être influencés par le type de traitement effectué par le concepteur sur la source

d'inspiration. Nous défendons l'idée selon laquelle des conditions particulières (comme l'introduction d'une consigne de défixation) peuvent d'une part inciter les concepteurs à reprendre moins de caractéristiques négatives nuisant à l'utilisabilité de leur site web en limitant l'effet de conformité à ces caractéristiques. D'autre part, nous postulons qu'agir sur les conditions de consultation des sources d'inspiration permettrait au contraire de faire de l'effet de conformité un médiateur pour orienter davantage l'activité des concepteurs vers la prise en compte de l'utilisateur. Ainsi nous pensons que la conformité aux exemples pourrait être optimisée vers la reprise de caractéristiques positives pour l'utilisabilité du site à concevoir.

L'étude de l'effet de conformité à travers cette thèse vise à caractériser les conditions susceptibles d'influencer l'effet de conformité pour :

- (1) d'une part, limiter la reprise de caractéristiques négatives pour l'utilisabilité ;
- (2) d'autre part, utiliser cet effet pour optimiser l'activité des concepteurs de sites web vers une meilleure prise en compte de l'utilisateur.

3.3.2. Préciser le lien entre l'utilisabilité et l'esthétique dans l'expérience utilisateur

Les besoins de l'utilisateur, comme le propose le courant UX, semblent plus étendus que le simple fait de pouvoir utiliser un dispositif. Souhaitant nous inscrire dans une continuité peu fréquente dans la littérature, nous postulons que la manipulation de l'effet de conformité lors de l'activité de conception devrait se ressentir sur la perception que les utilisateurs ont des sites réalisés. Ainsi, nous pensons que l'optimisation de la reprise de caractéristiques d'exemples favorisant la prise en compte de l'utilisabilité devrait modifier l'expérience vécue par les utilisateurs confrontés à ces sites. Dans la perspective de l'Expérience Utilisateur et pour poursuivre le travail de recherche commencé par Chevalier et ses collègues (2009), nous nous intéresserons plus particulièrement à l'appréciation de l'esthétique, qui est l'un des facteurs majeur de l'UX selon les études de ce courant. Nous postulons, contrairement à la direction prise par ces études (Jansson & Smith, 1991 ; Purcell & Gero, 1996) mais conformément à l'étude de Chevalier *et al.* (2009), que l'utilisabilité d'un site web a un impact important sur l'expérience utilisateur et ainsi sur l'appréciation de l'esthétique. Cette idée se rapproche des résultats obtenus par Lavie et Tractinsky (2004) et particulièrement de la dimension esthétique « classique » qu'ils ont identifiée comme fortement corrélée aux

items d'utilisabilité. Ces résultats s'inscrivant par ailleurs dans le principe de l'approche fonctionnaliste postulant qu'un objet de fonctionnement efficace et dont les attributs sont limités à ceux concernant son usage est beau (Sullivan, cité par Osborne, 1968).

3.4. Résumé des objectifs poursuivis

Ce travail vise à étudier le rôle de l'effet de conformité dans l'activité de conception, appliquée au Web, et sur son rôle dans la qualité des maquettes web créées. En plus de l'étude de l'activité cognitive des concepteurs, nous nous intéresserons à l'impact de cet effet sur la perception de l'esthétique des maquettes créées par des utilisateurs.

Plus précisément, le premier objectif de ce travail sera de contribuer à l'avancement des connaissances sur le rôle de l'effet de conformité dans les activités de conception, appliquée au web :

- Il nous semble important d'approfondir les données empiriques concernant l'effet de conformité dans les activités de conception de sites web. Cet effet n'a été observé que dans une seule étude à notre connaissance, et, bien qu'il apparaisse une certaine similitude entre les activités de design industriel et les activités de conception de sites web, la présence et les conditions d'apparition de cet effet doivent encore être appuyées par de nouvelles données empiriques.
- D'autre part nous visons à déterminer si l'effet de conformité peut être influencé par les conditions de la situation de conception, comme l'a montré l'expérience de Chrysikou et Weisberg (2005) ou apparaît plus résistant tel qu'il a été observé dans d'autres études (Jansson & Smith, 1991 ; Purcell & Gero, 1996). De même qu'il a été démontré que l'activité d'inférence des concepteurs de sites web peut être orientée par la prescription de contraintes, notamment de contraintes liées à l'utilisateur (Chevalier, 2003 ; Chevalier & Vuillemin-Gioarä, 2006), il serait intéressant de savoir dans quelle mesure l'effet de conformité, qui est pour une part non-volontaire, pourrait être également être modifié par ce type d'influence, dans le but de pouvoir l'optimiser pour améliorer la prise en compte de l'utilisateur.
- En plus de l'étude de l'effet de conformité dans l'activité de conception, notre but est de confronter les productions réalisées aux utilisateurs auxquelles elles sont destinées, en particulier du point de vue de l'esthétique. Les manipulations de l'effet de conformité attendues pendant la conception devraient se répercuter sur le

ressenti des utilisateurs dans la perspective de l'UX, et notamment sur l'évaluation de l'esthétique des pages web, qui est l'un des principaux facteurs d'appréciation des interfaces par les utilisateurs. Le courant UX place l'esthétique comme le facteur remportant l'appréciation générale de l'utilisateur, dominant ainsi l'influence de l'utilisabilité qui selon ce courant est secondaire.

- Enfin, à travers l'étude de l'effet de conformité, nous souhaitons pouvoir observer les effets d'une tentative de remédiation innovante de l'activité de conception, à la fois sur la mesure concrète de l'utilisabilité réelle des pages web (en terme de nombre d'erreurs ergonomiques identifiées par des experts du domaine) mais également sur l'appréciation de l'esthétique par des utilisateurs, selon la perspective de l'UX par l'évaluation de l'esthétique des pages web créées ainsi que par l'évaluation de l'utilisabilité perçue.

Chapitre 2 Partie Empirique

1. Etude expérimentale 1 : Effet de conformité à travers le processus de gestion de contraintes

1.1. Problématique de l'étude 1

Dans cette première étude, notre intérêt s'est porté sur l'impact de l'orientation initiale de l'activité de conception sur l'évaluation de l'existant et surtout sur la reprise de caractéristiques de cette évaluation dans la poursuite de la conception. Comme nous l'avons vu dans la partie théorique et la problématique de ce travail, les sources d'inspiration, bien que nécessaires au processus de conception, peuvent dans certains cas générer des effets négatifs. Plusieurs études ont montré qu'un effet de conformité à des caractéristiques non pertinentes de connaissances (Ward, 1994), de concepts (March *et al.*, 1999), ou d'exemples (Jansson & Smith, 1991 ; Purcell & Gero, 1996 ; Bonnardel *et al.*, 2003 ; Chrysikou & Weiseberg, 2005) pouvait générer des contraintes nuisant à la pertinence de la solution trouvée, sans même que le concepteur en ait conscience.

Cet effet a été observé en conception de sites web par Bonnardel *et al.* (2003) : ces auteurs ont montré que lorsque l'on demandait à des concepteurs d'évaluer un site web comportant des problèmes ergonomiques avant de débiter une activité de conception, un plus grand nombre de ces problèmes étaient introduits par la suite dans leurs propres productions électroniques (*i.e.* maquettes électroniques). Ce résultat est à rapprocher de l'effet de conformité mis en évidence dans le domaine de la conception industrielle (cf., par exemple, Chrysikou & Weisberg, *op.cit.* ; Marsh *et al.*, 1999). Dans l'étude de Bonnardel *et al.* (*op.cit.*), cet effet de conformité s'est traduit par une reprise des caractéristiques du site qu'ils avaient vues juste avant, alors même que ces caractéristiques avaient été identifiées par les concepteurs comme gênantes pour la navigation. Ainsi, les concepteurs de sites web, qui sont amenés dans le cadre de leur activité professionnelle à consulter de nombreux sites (notamment par la réalisation d'analyse de l'existant appelée « *benchmark* »), ont aussi de nombreuses occasions de

reprendre des caractéristiques négatives de ces sites pour les insérer dans leurs propres productions.

Par ailleurs, ces résultats semblent également pointer un aspect important de l'évaluation ergonomique, qui est l'objet d'étude du courant *Downstream Utility* : l'identification des erreurs ergonomiques dans un site web n'est pas toujours suffisante pour pouvoir se traduire par une amélioration de ce site en termes d'ergonomie (Hartson *et al.*, 2004 ; Law, 2006). Il apparaît que les concepteurs ne sont pas toujours en mesure de trouver les solutions de conception permettant de résoudre les problèmes identifiés (Hornbaek & Frokjaer, 2005). Dans l'étude de Hornbaek *et al.* (*op.cit.*), les erreurs ergonomiques étaient accompagnées d'une solution de conception permettant de les solutionner et ce qui a eu pour conséquence d'améliorer significativement la qualité ergonomique des maquettes produites. De plus, bien que les concepteurs puissent identifier les problèmes ergonomiques, l'importance de ces problèmes est probablement sous-estimée, d'une part parce que le concepteur s'appuie sur sa propre expérience d'utilisateur « expert » pour les évaluer (Chevalier, 2003), et d'autre part parce qu'il privilégie les besoins du commanditaire au détriment d'aspects liés à l'utilisation. Ainsi, plusieurs études ont montré que les contraintes prescrites dans le cahier des charges de conception, et plus largement les contraintes liées aux besoins du commanditaire, étaient traitées en priorité (statut de validité), au détriment des contraintes liées aux besoins de l'utilisateur (statut de préférence). Le commanditaire du site étant le client du concepteur, ce dernier doit nécessairement tenir compte de ses besoins pour que le site soit accepté par le commanditaire. Le concepteur va devoir respecter les exigences du commanditaire formulées dans le cahier des charges de conception (contraintes prescrites) et orienter son activité pour pouvoir satisfaire le plus de contraintes possibles adaptées aux besoins du commanditaire auquel il est confronté (Chevalier, 2002, 2003 ; Chevalier & Vuillemin-Gioarà, 2006). Il apparaît ainsi que des concepteurs confrontés à un commanditaire tenant compte des besoins de l'utilisateur (dans une situation expérimentale), puissent orienter leur activité de conception vers une plus grande prise en compte des contraintes liées à l'utilisateur pour satisfaire les exigences de ce commanditaire (dans ces études, les exigences étaient formulées dans le cahier des charges de conception ; Chevalier, 2003 ; Chevalier & Vuillemin-Gioarà, *op.cit.* ; Chevalier *et al.*, 2009).

La question se pose alors de savoir si, comme le suggèrent ces derniers résultats, l'ensemble de l'activité du concepteur est touchée par cet effet d'« amorce » du cahier des charges. Par extension et pour préciser notre sujet, il nous semble intéressant d'étudier dans quelle mesure l'effet de conformité observé dans les activités de design industriel et de conception de sites web pourrait être perméable à l'orientation de la tâche de conception provoquée par un cahier des charges spécifique. Cette problématique peut être rapprochée de celle proposée par Chrysikou et Weisberg (2005). Dans leur étude, ces auteurs ont proposé une consigne de défixation pour appuyer la nécessité de ne pas se servir des caractéristiques négatives pointées dans les exemples consultés avant la tâche de conception. Leurs résultats ont montré qu'une telle consigne, que l'on peut associer à une prescription du commanditaire, pouvait diminuer l'effet de conformité aux caractéristiques négatives des exemples. Ainsi, nous pensons que les contraintes prescrites dans le cahier des charges, en attribuant un caractère de validité aux contraintes ergonomiques, puissent aider les concepteurs à considérer l'importance des erreurs ergonomiques présentes dans les exemples et ainsi diminuer l'effet de conformité aux caractéristiques ergonomiques négatives de ces exemples.

Dans l'objectif de contribuer à cette question, nous avons réalisé une première étude auprès de concepteurs professionnels de sites web, pour tenter d'identifier les liens entre la phase initiale de conception, orientée par un cahier des charges spécifique (Chevalier & Vuillemin-Gioarà, *op.cit.*), et la reprise de caractéristiques issues d'une évaluation de l'existant réalisée en cours de conception (Bonnardel *et al.*, 2003). Pour mettre à l'épreuve cette hypothèse, nous avons développé un protocole expérimental dans lequel des concepteurs de sites web professionnels devaient réaliser deux pages web pour un site donné (une page d'accueil et une page associée), à partir d'un cahier des charges contenant des contraintes liées à l'ergonomie des sites web (condition expérimentale 1) ou à partir d'un cahier des charges contenant des contraintes liées à la créativité et à l'esthétique des sites web (condition expérimentale 2). Après une heure de conception, nous demandions aux concepteurs des deux groupes d'évaluer deux sites web existants, portant sur le même thème que leur maquette. Ces deux sites web ont été conçus pour représenter, pour l'un, le site contenant de nombreuses erreurs ergonomiques (site N), et pour l'autre, le site contenant les solutions de conception (Hornbaek & Frokjaer, 2005) de ces erreurs. L'objectif de ces deux sites était donc de

proposer aux concepteurs deux versions d'un même site, l'une comportant des erreurs ergonomiques, l'autre comportant les solutions de conception de ces erreurs. Cette configuration nous a semblé offrir les conditions requises pour nous permettre d'observer un effet de conformité négatif, lorsque les concepteurs reprennent des caractéristiques du site comportant les erreurs. Nous pensons qu'une telle situation offre également la possibilité de développer un effet de conformité positif, lorsque les concepteurs sont amenés à reprendre les caractéristiques présentes dans le site comportant les solutions de conception.

La deuxième condition expérimentale, dans laquelle le cahier des charges contient des contraintes créatives et esthétiques, a été créée d'une part pour obtenir une condition suffisamment contrastée avec la condition 1, mais également pour inciter les concepteurs à orienter leur activité de conception vers une plus grande prise en compte des aspects esthétiques de leur maquette. Nous avons pour cela utilisé six items de l'échelle de Lavie et Tractinsky (2004) reflétant les deux dimensions de l'esthétique identifiée dans leur étude (esthétique expressive et esthétique classique ; définies chap. 1.5.3 de la thèse). Ce dernier point nous amène à la deuxième partie de cette étude expérimentale : nous avons voulu tester, en complément de cette première étude, le lien entre ergonomie et esthétique. Comme nous l'avons mentionné dans la partie théorique de ce travail, plusieurs études ont montré que l'esthétique des interfaces homme-machine avait un impact sur l'utilisabilité perçue par les utilisateurs de ces dispositifs (Kurosu & Kashimura, 1995 ; Tractinsky *et al.*, 2000). Cet effet se traduisait par une évaluation subjective de l'ergonomie de ces dispositifs significativement plus importante lorsque l'esthétique était plus travaillée, alors même que l'utilisabilité réelle du dispositif était moins bonne. Ces derniers résultats sont intéressants dans la mesure où ils contribuent de manière importante à justifier une redéfinition, plus élargie, du concept d'utilisabilité. L'utilisabilité semble de par ces nouvelles approches être dépendante de facteurs plutôt liés à l'expérience globale de l'utilisateur et non uniquement à la facilité d'utilisation ou l'efficacité. Par ailleurs, bien que le lien entre esthétique et utilisabilité perçue ait été démontré dans ces études, il n'exclut pas que l'utilisabilité réelle puisse contribuer à améliorer l'esthétique d'un produit. C'est notamment l'idée défendue par l'approche fonctionnaliste développée par l'architecte Louis Sullivan à la fin du XIX^{ème} siècle, qui postule qu'un objet peut être considéré

comme « beau » si cet objet fonctionne efficacement et que ses attributs sont réduits à ceux permettant son fonctionnement et son utilisation (Chevalier *et al.*, 2009). Cette idée est également présente dans différentes recommandations ergonomiques, qui peuvent préconiser un design « minimaliste » (Bastien & Scapin, 1993, 1999) ou encore un fonctionnement se rapprochant de caractéristiques naturelles (Nielsen, 2000). Esthétique et utilisabilité « classique » pourraient faire partie du même ensemble et ainsi contribuer à une même expérience de l'utilisateur, et dans ce cadre « s'appuyer » l'une l'autre, sous certaines conditions.

Par conséquent, **nos objectifs sont les suivants** :

- Confirmer et étendre les résultats obtenus dans les études précédentes (Chevalier, 2003 ; Chevalier & Vuillemin-Gioara, 2006) concernant l'orientation de l'activité de conception induite par la prescription de contraintes dans le cahier des charges. Confirmer, que la présence de contraintes prescrites liées à l'ergonomie oriente les concepteurs vers la prise en compte des contraintes liées à l'utilisateur et en particulier les contraintes ergonomiques. Etendre l'étude de l'effet de la prescription du cahier des charges sur la phase d'évaluation de sites web existants et sur la reprise de caractéristiques des exemples qui en résulte dans la suite de l'activité de conception.
- Induire un effet de conformité positif. Les concepteurs qui ont orienté leur activité vers la prise en compte de contraintes ergonomiques devaient pouvoir éviter les problèmes ergonomiques et reprendre les solutions de conception, pour satisfaire un commanditaire qui semble vouloir un site ergonomique.
- Déterminer le positionnement des contraintes créatives et esthétiques dans le processus de conception. Ces contraintes devraient améliorer la prise en compte de l'originalité et de l'esthétique ; compte tenu que ces contraintes reflétaient des souhaits fréquemment émis par les commanditaires, elles devaient donc renforcer l'orientation de la conception vers une démarche naturelle de prise en compte des contraintes liées au commanditaire (en référence à la classification des contraintes ; cf. Chap. 2.6.2, sur le statut attribué aux contraintes).
- Enfin tenter d'identifier un lien entre ergonomie réelle et esthétique. Les maquettes comportant le plus d'erreurs ergonomiques devaient également être celles évaluées comme les plus esthétiques, selon les conditions expérimentales de

conception de l'expérience 1a. Si de tels résultats étaient obtenus, ils devraient renforcer l'hypothèse inverse selon laquelle l'esthétique jouerait sur l'ergonomie perçue, mais que l'ergonomie réelle n'a que peu d'influence sur la perception de l'esthétique. En revanche, si les résultats indiquent une convergence entre qualité ergonomique et qualité esthétique, nous pouvons renforcer l'hypothèse que les deux aspects d'un site web se complètent dans une même expérience de l'utilisateur.

Nous commencerons par présenter l'étude 1A, dans laquelle nous avons investigué le rôle du cahier des charges de conception sur l'effet de conformité dans une expérimentation plaçant des concepteurs de sites web professionnels dans une situation de conception fictive. Dans un second temps nous présenterons l'étude 1B, dans laquelle nous avons mené une première enquête concernant le lien entre l'utilisabilité et l'esthétique auprès d'un échantillon d'utilisateurs du web.

1.2. Etude 1A : activité de conception

1.2.1. Méthode

- *Participants*

Nous avons recruté dix concepteurs de sites web professionnels pour cette étude ($M=32,80$ ans ; $s = 11,65$), quatre femmes et de six hommes. Ils étaient tous concepteurs professionnels de sites web au sein de sociétés liées aux outils Internet (agences web) ou en activité libérale (freelance) dans le même domaine. Tous exerçaient leur activité à Paris ou sa banlieue. Chacun d'eux avaient réalisé une vingtaine de sites web ($M=20,1$; $s=17,67$), avec un minimum de 10 sites. Nous leur avons également demandé quelle importance ils attribuaient à l'ergonomie dans leur activité et s'ils avaient suivi des formations dans ce domaine. Tous les concepteurs ont répondu avoir des notions en ergonomie, acquises par une activité personnelle de veille (difficilement quantifiable) sans formation particulière. Ils n'étaient pas spécialisés dans ce domaine mais se disaient tous concernés par l'ergonomie des sites web (note minimale de 4 sur une échelle de Likert en 5 points à l'item « Quelle importance prend cette matière dans votre activité de conception ? »).

- *Procédure expérimentale et matériel*

Les passations se déroulaient sur l'ordinateur personnel de chaque participant, sur leur lieu de travail habituel. L'expérimentateur installait un caméscope sur pied derrière le siège du participant, légèrement décalé sur le côté de manière à pouvoir filmer l'écran de l'ordinateur sans filmer le participant. Le caméscope permettait de recueillir les protocoles verbaux ainsi que le déroulement du travail de conception à l'écran. Le fait d'enregistrer les deux stimuli (visuel et sonore) sur le même support présentait l'avantage de réduire les difficultés de calage temporel lors du traitement des données verbales et électroniques.

Au début de la passation, les concepteurs recevaient une consigne, un catalogue de présentation d'images mises à leur disposition pour la conception, ainsi qu'une clef usb sur laquelle étaient présentées les mêmes images en format numérique. Les concepteurs étaient libres d'utiliser ce matériel et/ou d'ajouter le leur.

La clef usb comportait également les deux sites web à évaluer dans un dossier particulier, que le participant ne pouvait ouvrir qu'au moment de l'évaluation.

Enfin, la clef usb permettait d'enregistrer les maquettes de site web réalisées à la fin de la passation.

Comme nous venons de l'indiquer, les passations ont été réalisées sur le lieu de travail habituel des concepteurs, dans leur agence web ou chez eux selon les cas. Les passations se déroulant dans un environnement « in vivo », un soin particulier a été apporté dans le contrôle des conditions expérimentales. Les passations n'étaient effectuées que si le concepteur pouvait garantir un environnement calme et sans perturbation pendant toute la durée, c'est-à-dire deux heures environ.

Les concepteurs utilisaient leurs PC et logiciels de composition (ex. : Adobe PhotoShop, Adobe Dreamweaver, UltraEdit, Quanta plus) habituels. Ils étaient invités à concevoir deux pages web, comprenant le graphisme et les liens hypertextes. Compte tenu du temps qui leur était imposé, certains concepteurs pouvaient ne pas terminer les aspects interactifs de leurs pages web. Nous avons tenu compte de ce dernier élément dans notre analyse des problèmes ergonomiques contenus dans les maquettes en nous focalisant sur les aspects statiques.

L'expérience comportait trois étapes successives (résumées dans la figure 6).

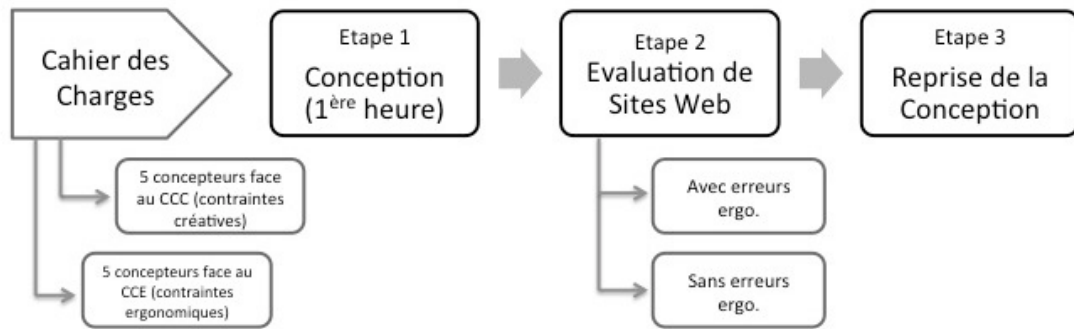


Figure 6 : schéma synoptique des étapes expérimentales

Étape 1 : début de l'activité de conception (une heure)

Pendant une heure, les concepteurs devaient réaliser, individuellement, la page d'accueil d'un site web présentant un magasin commercialisant des produits liés à la musique (CDs, billets de concerts, etc.). Les concepteurs étaient invités à dire oralement tout ce qui leur traversait l'esprit selon la technique des verbalisations concomitantes (cf. Ericsson & Simon, 1993). Cette technique est souvent utilisée dans les études en conception (Bisseret, Sebilotte, & Falzon, 1999 ; Chevalier, 2003). La même consigne était attribuée à tous les concepteurs, seules changeaient les contraintes prescrites dans le cahier des charges (cf. annexe 1 pour la consigne et les contraintes prescrites dans les deux cahiers des charges) :

- Un cahier des charges orienté commanditaire (CCC) dans lequel des contraintes esthétiques et créatives étaient prescrites (en référence aux travaux de Lavie & Tractinsky, 2004). Ces contraintes reflétaient certaines attentes du commanditaire.
- Un cahier des charges orienté utilisateurs ou cahier des charges ergonomique (CCE) dans lequel des contraintes ergonomiques étaient prescrites. Ces dernières reprenaient des erreurs ergonomiques introduites dans le site web non-ergonomique (que les participants devaient évaluer lors de l'étape 2). Par exemple, dans le site web non-ergonomique, un titre n'était pas donné sur chaque page, l'adresse électronique du webmestre ainsi que la date de dernière mise à jour n'apparaissaient pas sur toutes les pages (cf. annexe 2 pour des exemples).

Étape 2 : évaluation de deux sites web (sans contrainte de temps)

Au bout d'une heure de conception, les participants étaient interrompus pour évaluer deux sites web : l'un ergonomique, l'autre non-ergonomique (cf. figures 7a et 7b pour

des exemples de pages des deux sites), sans contrainte de temps. Le site ergonomique répondait aux critères et recommandations ergonomiques définis par Bastien, Scapin et Leulier (1999). Le site non-ergonomique, à l'inverse, présentait des erreurs ergonomiques pouvant gêner la navigation.

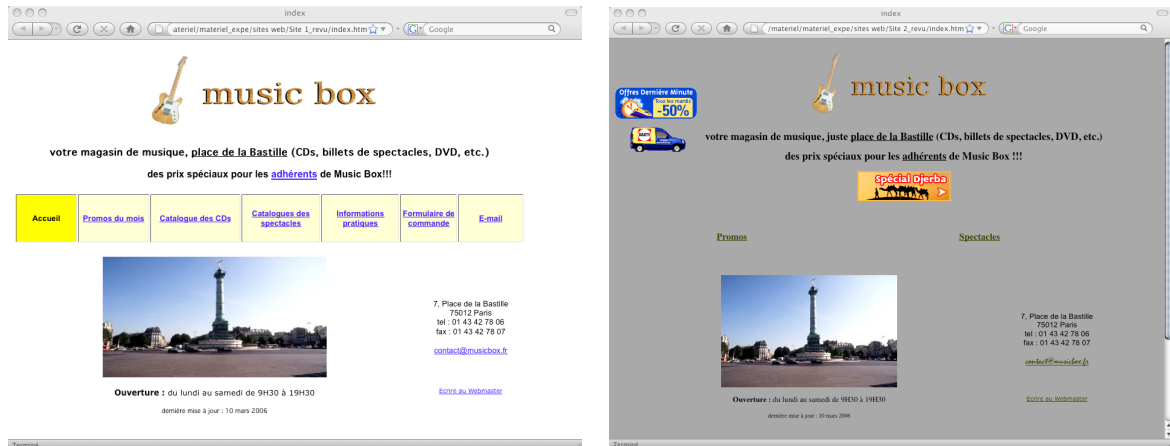


Figure 7a et 7b : capture de la page d'accueil du site ergonomique (à gauche) et du site non-ergonomique (à droite).

Étape 3 : reprise de l'activité de conception

Une fois l'évaluation terminée, les concepteurs poursuivaient la conception de la page d'accueil commencée à l'étape 1.

La durée totale de conception n'excédait pas deux heures (les étapes 1 et 3 cumulées).

1.2.2. Hypothèses et variables dépendantes

- *Hypothèse 1: Contraintes énoncées*

Sur la base de résultats antérieurs (cf. Chevalier, 2003 ; Chevalier & Vuillemin-Gioarà, 2006), au cours de la première étape de conception, les concepteurs devraient se focaliser sur la prise en compte de contraintes liées à l'orientation du cahier des charges auquel ils sont confrontés.

H1a: Ainsi, les concepteurs confrontés au CCC (Cahier des Charges orienté Commanditaire) devraient davantage considérer de contraintes-commanditaire, compte tenu que les contraintes créatives du CCC sont associées au fait de se démarquer de la

concurrence²¹, que les concepteurs confrontés au CCE. De même, ces concepteurs devraient considérer davantage de contraintes liées à l'intérêt général du site, puisque ces dernières comprennent les contraintes liées aux aspects esthétiques du site. Inversement, pour la condition CCE (Cahier des Charges Ergonomique), les concepteurs confrontés à ce cahier des charges devraient prendre en compte davantage de contraintes ergonomiques que les concepteurs de l'autre groupe (CCC).

H1b : Dans la continuité de l'hypothèse H1a, la proportion de contraintes prises en compte par les concepteurs à l'intérieur de chaque groupe devrait refléter l'orientation du cahier des charges : les concepteurs confrontés au CCC devraient verbaliser une proportion plus importante de contraintes-commanditaire ou de contraintes liées à l'intérêt que de contraintes ergonomiques. Inversement, les concepteurs confrontés au CCE devraient verbaliser une proportion plus importante de contraintes ergonomiques que de contraintes-commanditaire ou de contraintes liées à l'intérêt.

- *Hypothèse 2 : évaluation des exemples*

Dans la deuxième étape de conception, qui a lieu après l'évaluation, les concepteurs devraient poursuivre leur activité avec une augmentation des contraintes ergonomiques pour les deux groupes avec toutefois des difficultés pour les concepteurs du groupe CCC à se détacher des contraintes-commanditaire. Plus précisément :

H2a: Les concepteurs confrontés au CCC devraient verbaliser plus de contraintes-commanditaire ainsi que plus de contraintes liées à l'intérêt que les concepteurs confrontés au CCE. Inversement, les concepteurs en condition CCE devraient verbaliser plus de contraintes ergonomiques que les concepteurs en condition CCC.

H2b : Dans la continuité de l'hypothèse H2a, la proportion des contraintes prises en compte par les concepteurs à l'intérieur de chaque groupe devrait refléter l'orientation du cahier des charges avec toutefois des évolutions par rapport à l'étape 1 de conception. La proportion de contraintes ergonomiques des concepteurs face au CCE devrait être plus élevée que celle des contraintes-commanditaire et des contraintes liées

²¹ Se démarquer de la concurrence est une exigence très fréquemment formulée par le commanditaire dans une situation de conception de site web (Chevalier, 2004).

à l'intérêt. Pour les concepteurs confrontés au CCC, le fait d'avoir dû évaluer des sites web va avoir un impact au niveau de la proportion des différentes contraintes avec une augmentation des contraintes ergonomiques conduisant à des proportions très proches entre toutes les contraintes.

- *Hypothèse 3 : évolution inter-étapes*

En lien avec les hypothèses H2a et H2b, l'étape d'évaluation devrait augmenter la proportion de contraintes ergonomiques prises en compte par tous les concepteurs au cours de leur activité de conception (de l'étape 1 à l'étape 2 de conception). Cette augmentation sera plus importante pour les concepteurs confrontés au CCE, qui devraient déjà être focalisés sur les contraintes ergonomiques dans la première étape de conception, que pour ceux confrontés au CCC. Parallèlement, nous devrions observer une diminution de la proportion de contraintes-commanditaire ainsi que des contraintes liées à l'intérêt général, en particulier pour les concepteurs confrontés au CCC entre la première étape de conception et la seconde.

- *Hypothèse 4 : Reprise des caractéristiques des exemples*

L'orientation de l'attention des concepteurs en faveur des contraintes prescrites, devrait avoir un effet sur la reprise des contraintes issues de l'évaluation des deux sites web (traduisant l'effet de conformité). Plus précisément, les contraintes-commanditaire étant généralement considérées comme des contraintes de validité devraient générer auprès des concepteurs confrontés au CCC des difficultés pour dépasser l'effet de conformité initié au cours de la première étape de conception (en référence à H1a) ; ce qui ne sera pas le cas pour les concepteurs confrontés au CCE. Ainsi, le cahier des charges CCE devrait inciter les concepteurs à reprendre plus de contraintes ergonomiques issues des sites à évaluer que le cahier des charges CCC.

- *Hypothèse 5 : Qualité ergonomique des pages web*

Compte tenu que les concepteurs confrontés au CCC devraient privilégier les contraintes-commanditaire, leurs pages web devraient comporter plus de problèmes ergonomiques que celles réalisées par les concepteurs en condition CCE.

Sur la base de ces hypothèses, quatre variables dépendantes ont été retenues :

VD₁ : nombre de contraintes énoncées par les concepteurs en fonction de leur nature (commanditaire vs ergonomiques vs intérêt) ;

VD₂ : proportion de contraintes énoncées (commanditaire vs ergonomiques vs intérêt) en fonction du cahier des charges ;

VD₃ : nombre de contraintes issues de l'étape d'évaluation ;

VD₄ : nombre d'erreurs ergonomiques identifiées dans les pages web créées par les concepteurs.

1.2.3. Recueil et analyse des données

Comme nous venons de l'indiquer, les concepteurs devaient, parallèlement à leur activité de conception, raisonner à voix haute en verbalisant tout ce qui leur venait à l'esprit (technique des verbalisations concomitantes à l'activité). Après une phase d'entraînement à cette technique, nous filmions l'écran de travail des concepteurs à l'aide d'un caméscope pour obtenir un enregistrement simultané de l'activité de conception des pages web et des verbalisations produites pendant la passation. Les pages web créées par les concepteurs ont également été enregistrées sous format électronique (HTML).

Les verbalisations obtenues ont toutes été retranscrites. Les contraintes ont été extraites des protocoles verbaux et classées selon leur nature, en utilisant une méthode proche de celle de la méthode des juges (Caverni, 1988). Cette méthode consiste à demander à plusieurs analystes (ou juges) d'extraire et de classer les contraintes à partir des protocoles de manière indépendante à partir d'une même grille d'analyse (cf. annexe 3). Les résultats de leur analyse ont ensuite été confrontés et doivent correspondre à la même mise en forme pour un même protocole. Les points de désaccord restants doivent être explicités et parvenir à un consensus, pour ensuite être ajoutés à la grille d'analyse afin d'être systématisés.

Ainsi, dans notre étude deux juges ont codé les protocoles verbaux à partir de la même grille (mise à jour par Chevalier *et al.*, 2009). Ensuite, ils ont confronté leurs analyses et ont discuté sur les quelques faibles points de désaccord pour parvenir à un consensus. Les contraintes issues de ces analyses se répartissent en trois grandes catégories :

- les contraintes liées au commanditaire du site concernent tous les aspects liés aux caractéristiques et aux besoins du commanditaire (par exemple, représenter l'image de la marque, mettre en avant certains produits).

- les contraintes liées à l'ergonomie, et plus précisément à l'utilisabilité, représentent les aspects facilitant l'utilisation du site par les utilisateurs (par exemple, une structuration claire, une densité d'information réduite). Elles sont sous-jacentes à certains besoins des utilisateurs. Certaines sont prescrites dans le CCE.
- les contraintes liées à l'intérêt général du site se réfèrent aux aspects liés au plaisir d'utiliser le site (beauté du site, attractivité des informations, etc.). On peut les considérer à la fois comme liées au commanditaire et aux futurs utilisateurs.

Les pages web réalisées par les concepteurs ont été analysées par cinq personnes indépendantes expertes en ergonomie²², afin d'identifier les problèmes ergonomiques.

Afin de tester nos hypothèses, les données recueillies au cours des étapes de conception ont été analysées et traitées d'un point de vue statistique. Des *t* de Student, des analyses de variance à mesures répétées ainsi que des tests post-hoc (HSD de Tukey) ont été calculés sur les données ainsi obtenues.

1.2.4. Résultats

1.2.4.1. Contraintes énoncées lors de la première étape de conception

Lors de la *première étape de conception*, les analyses statistiques indiquent des différences significatives liées au cahier des charges concernant le nombre de contraintes verbalisées. Les concepteurs face au cahier des charges ergonomique (CCE) ont verbalisé significativement plus de contraintes ergonomiques ($M=34,4$; $s=9,18$) que les concepteurs face au cahier des charges créatif (CCC) ($M=14,8$; $s=6,57$) ($t(8)=3,881$; $p<.01$). Aucune différence significative due au cahier des charges n'est apparue pour les contraintes liées à l'intérêt ($t(8)=-1.141$; $p>.2$) ni pour les contraintes liées au commanditaire ($t(8)=-1,941$; $p>.08$; cf. figure 8a). L'hypothèse H1a n'est donc que partiellement validée.

²² Ces cinq évaluateurs étaient composés de deux ergonomes IHM, et des trois enseignants-chercheurs en psychologie cognitive et ergonomie.

Ensuite, nous avons déterminé si le cahier des charges avait un effet sur la répartition de ces trois types de contraintes au sein des deux groupes de concepteurs, toujours lors de la première étape de conception (cf. figure 8b). Les analyses statistiques ne révèlent pas de différence significative entre les deux cahiers des charges ($F(1,8)=-9.600$; $p>.1$). En revanche, toutes les contraintes n'ont pas la même fréquence d'occurrence selon leur nature ($F(2,16)=6.808$; $p<.01$; $\eta_p^2=.46$). Les tests post-hoc montrent que la proportion des contraintes ergonomiques est significativement plus élevée que celle des contraintes liées à l'intérêt ($p<.005$). Il n'y a pas de différence significative entre la proportion de contraintes ergonomiques et celles liées au commanditaire ($p>.3$). L'interaction entre le cahier des charges et la nature des contraintes est significative ($F(2,16)=9.394$; $p<.005$; $\eta_p^2=.54$). Les analyses post-hoc mettent en évidence que les concepteurs confrontés au CCE prennent en compte significativement plus de contraintes ergonomiques que de contraintes-commanditaire ($p<.01$) et contraintes liées à l'intérêt ($p<.005$) ; ces deux dernières ne se distinguant pas significativement. Aucune différence significative n'a été observée pour les concepteurs confrontés au CCC. L'hypothèse H1b n'est que partiellement confirmée.

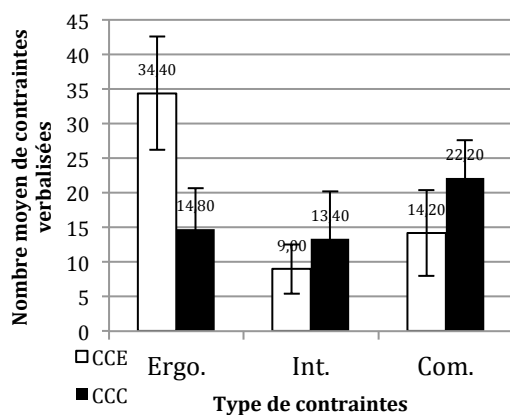


Fig. 8a : Nombres moyens de contraintes verbalisées par les concepteurs lors de la première étape de conception. Les barres verticales indiquent les écart-types.

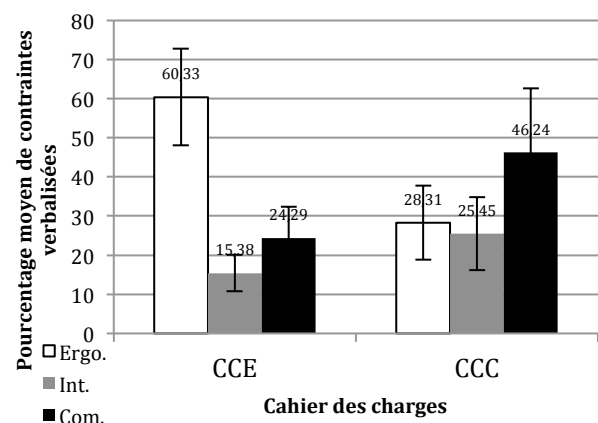


Fig. 8b : Pourcentages moyens de contraintes verbalisées par les concepteurs lors de la première étape de conception. Les barres verticales indiquent les écart-types.

1.2.4.2. Evaluation des deux sites web

L'étape d'évaluation, contrairement à la première étape de conception, les analyses ne montrent pas d'effet significatif du cahier des charges sur les évaluations faites des deux sites web.

Plus précisément, nous avons analysé les données concernant les évaluations ergonomiques positives (ex. : « le menu reste sur toutes les pages », « la page tient dans mon écran », « les catégories sont bien démarquées ») et négatives (ex. : « ce lien n'est pas clair, moi je mettrais plutôt 'commander en ligne' », « les éléments sont disséminés », « du rouge en fond ça ne va pas ») pour les deux sites. Ces derniers ont généré des évaluations différentes : le site N, contenant les erreurs ergonomiques, a reçu plus d'évaluations négatives ($M=10,7$; $s=4,64$) que le site E ($M=3,4$; $s=2,36$; $t(9)=-5,406$; $p<.001$), ne contenant pas ces erreurs ergonomiques. Inversement, le site E a reçu plus d'évaluations ergonomiques positives ($M=6,1$; $s=4,04$) que le site N ($M=2$; $s=2$; $t(9)=3,324$; $p<.01$).

1.2.4.3. Contraintes énoncées lors de la reprise de l'activité de conception

Lors de la *seconde étape de conception* (étape expérimentale 3), nous n'observons plus de différence significative entre les concepteurs confrontés au CCC et ceux confrontés au CCE pour les contraintes ergonomiques ($t(8)=0,167$; $p>.8$). Nous n'observons pas non plus de différence significative pour les contraintes-commanditaire entre les deux groupes de concepteurs ($t(8)=-1,450$; $p>.1$). Seule une tendance se dégage pour les contraintes liées à l'intérêt ($t(8)=2,010$; $p=.079$) avec, en moyenne, 4,4 ($s=3,36$) pour le CCC et 1 contrainte ($s=1,73$) pour le CCE (cf. figure 9a). L'hypothèse H2a n'est pas validée.

De façon identique à la première étape de conception, nous avons déterminé si le cahier des charges avait un effet sur la répartition, en termes de proportions, de ces trois types de contraintes (cf. figure 9b). Les analyses statistiques ne mettent pas en évidence de différence significative due au cahier des charges ($F(1,8)= 8.919$; $p>.1$). En revanche, toutes les contraintes n'ont pas la même fréquence d'occurrence ($F(2,16)=1.896$; $p<.005$; $\eta_p^2=.70$). Les tests post-hoc montrent que les contraintes ergonomiques sont prépondérantes sur les contraintes-commanditaire ($p<.001$) ainsi que sur les contraintes liées à l'intérêt ($p<.001$). L'interaction entre le cahier des charges et la nature des contraintes est également significative ($F(2,16)=9.102$; $p<.005$; $\eta_p^2=.53$), les

tests post-hoc montrent que les concepteurs en condition CCE ont verbalisé une plus grande proportion de contraintes ergonomiques que de contraintes liées au commanditaire ($p<.001$) et contraintes liées à l'intérêt ($p<.001$). Nous n'observons pas de différence significative concernant les concepteurs en condition CCC. Ces résultats sont conformes à l'hypothèse H2b.

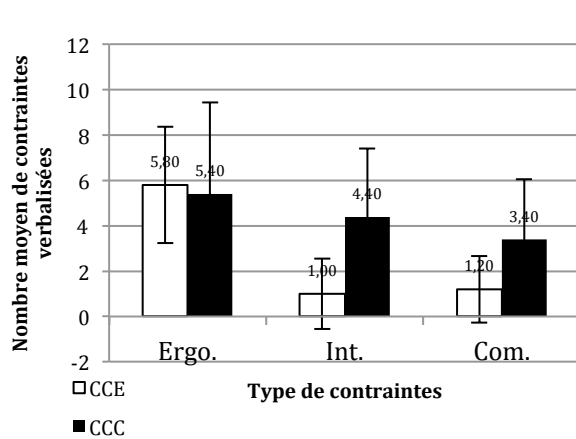


Fig. 9a : Nombres moyens de contraintes verbalisées par les concepteurs lors de la deuxième étape de conception. Les barres verticales indiquent les écarts-types.

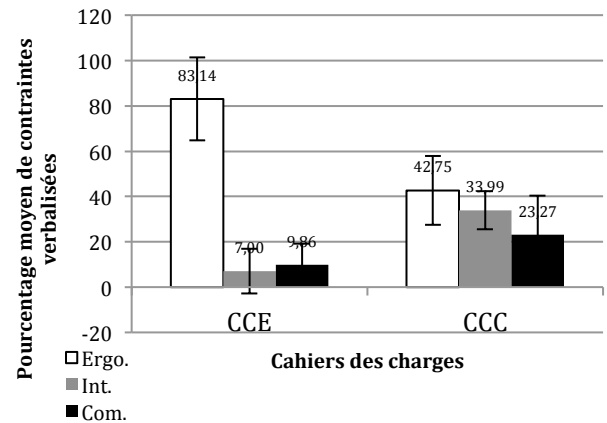


Fig. 9b : Pourcentages moyens de contraintes verbalisées par les concepteurs lors de la deuxième étape de conception. Les barres verticales indiquent les écarts-types.

1.2.4.4. Evolution de la prise en compte des contraintes entre les deux phases de conception

Nous avons comparé la répartition des occurrences des trois types de contraintes entre les deux étapes de conception. Conformément à l'hypothèse H3, nous observons une évolution de la répartition (en terme de proportions) des contraintes ergonomiques entre l'étape 1 et l'étape 3 (les deux étapes de conception) différente selon le cahier des charges ($F(1,8)=15.159$; $p<.005$; $\eta_p^2=.65$). Les tests post-hoc indiquent que les concepteurs confrontés au CCE ont verbalisé une proportion de contraintes ergonomiques significativement plus importante lors de l'étape 2 ($M=83,14$; $s=20,51$) que lors de l'étape 1 ($M=60,33$; $s=13,78$) ($p<.05$). On note également une progression entre l'étape 1 et l'étape 2 pour les concepteurs confrontés au CCC, mais celle-ci n'est pas statistiquement significative.

Concernant l'évolution de la répartition des contraintes-commanditaire entre la première étape de conception et la seconde, les tests post-hoc montrent que les concepteurs en condition CCC ont verbalisé une proportion de contraintes-commanditaire significativement moins importante lors de la seconde étape de conception ($M=23,26$; $s=19,06$) que lors de la première étape ($M=46,24$; $s=18,34$) ($p=.01$). Cette diminution apparaît pour les concepteurs en condition CCE mais n'est pas significative. Nous ne relevons pas de différence significative dans la répartition des contraintes liées à l'intérêt entre l'étape 1 et l'étape 2, pour aucune des deux conditions (cf. tableau 2). L'hypothèse H3 n'est que partiellement validée.

Etape de conception 1							Etape de conception 2						
Contr. Ergo.		Contr. Int.		Contr. Com.			Contr. Ergo.		Contr. Int.		Contr. Com.		
M.	s.	M.	s.	M.	s.		M.	s.	M.	s.	M.	s.	
CCE	60,33*	13,73	15,37	5,19	24,29	9,06	83,14*	20,51	7,00	10,95	9,85	10,52	
CCC	28,31	10,58	25,44	10,42	46,24**	18,34	42,74	17,04	33,98	9,44	23,26**	19,06	

Tableau 2 : Pourcentages moyens de contraintes verbalisées par les concepteurs, répartis selon la nature des contraintes, l'étape de conception et la condition expérimentale. Les indices de significativité concernent les différences inter-étapes pour un même groupe. Les résultats significatifs apparaissent en caractères gras. Note : * $p<.05$; ** $p<.01$

1.2.4.5. Effet de conformité

Une fois les deux sites web évalués, les concepteurs devaient reprendre leur activité de conception. Au cours de cette troisième étape expérimentale nous avons déterminé le nombre et la nature des contraintes, reprises des propriétés des sites web visités, considérées par les concepteurs.

Nous ne relevons pas d'effet significatif du cahier des charges sur la reprise de contraintes ergonomiques ($F(1,8)=0.204$; $p>.1$) : respectivement en moyenne 3,6 ($s=2,07$) en condition CCE et 3,2 ($s=3,49$) en condition CCC. L'hypothèse H4 ne peut donc pas être validée.

1.2.4.6. Qualité ergonomique des maquettes

Les pages web réalisées par les concepteurs ont été évaluées par cinq juges indépendants à partir d'une grille commune (cf. annexe 4). Nous avons effectué un test de Kendall pour contrôler le degré de concordance entre les évaluations, les corrélations obtenues étaient toutes significatives (corrélations situées entre .61 et .82). La figure 10 illustre le type d'erreurs ergonomiques relevées dans les pages web.

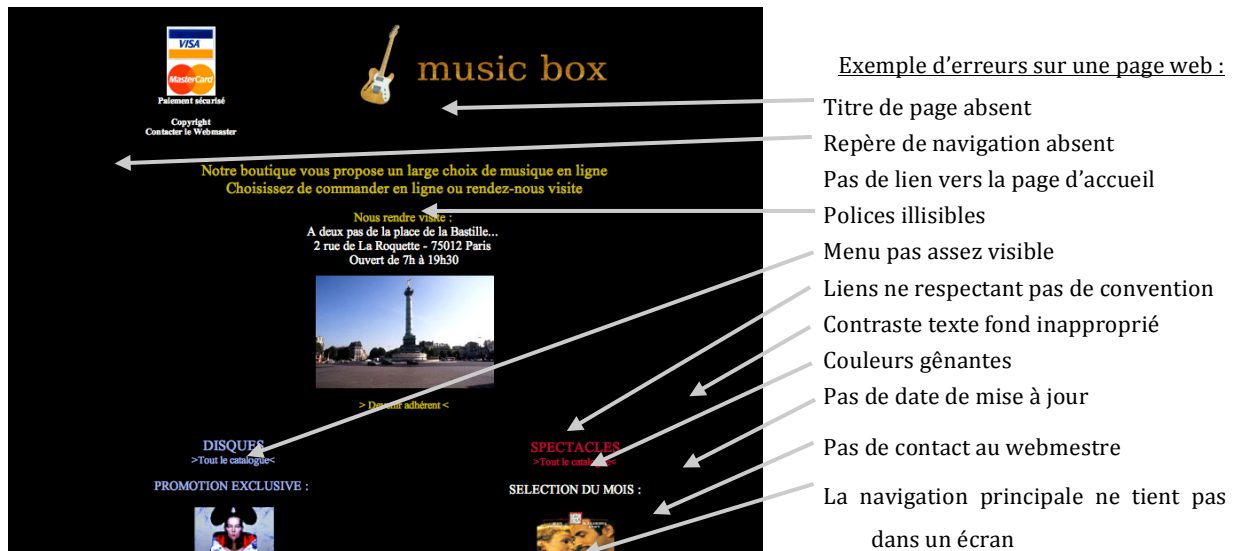


Figure 10 : Exemple de page web réalisé par un concepteur lors de l'étude 1A, avec en commentaire les erreurs ergonomiques identifiées.

Conformément à l'hypothèse H5, les analyses statistiques indiquent un nombre significativement plus important de problèmes ergonomiques dans les pages web créées par les concepteurs en condition CCC ($M = 8,57$; $s = 1,58$) qu'en condition CCE ($M = 4,20$; $s = 1,39$; $t(8) = -4,629$; $p < .001$; $\eta_p^2 = 0.72$).

Nous avons également comptabilisé les pourcentages d'erreurs ergonomiques corrigées entre l'étape 1 et l'étape 2. Les résultats n'indiquent pas de différence significative entre les deux conditions concernant l'évolution des erreurs relevées dans les maquettes produites à l'issue de l'étape 1 de celles à l'étape 2. Nous relevons $M = 32,10\%$ ($s = 22,43\%$) d'erreurs corrigées entre les deux étapes pour la condition CCE et $M = 10,32\%$ ($s = 19,94\%$) pour la condition CCC; $t(8) = -1,621$; $p > .1$.

1.2.5. Discussion de l'étude 1A

L'objectif de notre étude était de déterminer l'effet de deux cahiers des charges différents et de l'évaluation de deux sites web sur la prise en compte de contraintes liées aux deux acteurs principaux impliqués plus ou moins directement dans le processus de conception (le commanditaire et les futurs utilisateurs) ainsi que sur la qualité ergonomique des pages web créées. Les cahiers des charges prescrivaient soit des contraintes ergonomiques (CCE), soit des contraintes liées aux aspects créatifs et esthétiques (CCC) faisant écho à certaines attentes que les commanditaires peuvent avoir.

Les principaux résultats obtenus indiquent que l'activité des concepteurs est influencée par les contraintes prescrites dans le cahier des charges. Les concepteurs confrontés au cahier des charges ergonomique (CCE) ont considéré plus de contraintes ergonomiques que les autres concepteurs (CCC). Par contre, aucun effet significatif du cahier des charges n'a été observé pour les contraintes-commanditaire ni pour les contraintes liées à l'intérêt du site. Ce résultat corrobore en partie de précédents travaux montrant que les contraintes prescrites dans le cahier des charges seraient considérées comme des contraintes de validité et conduiraient les concepteurs à en inférer d'autres de même nature (Chevalier & Cegarra, 2008 ; Chevalier, 2004 ; Janssen *et al.*, 1989). Cela a aussi été le cas pour les contraintes ergonomiques mais pas pour celles liées au commanditaire ni pour celles liées à l'intérêt du site.

Par ailleurs, les concepteurs face au CCE ont pris en compte une proportion plus élevée de contraintes ergonomiques que de contraintes liées au commanditaire, alors qu'aucune différence significative n'est apparue pour les concepteurs confrontés au CCC. Le postulat selon lequel les contraintes liées aux aspects créatifs seraient liées aux besoins du commanditaire ne semble pas entièrement vérifié ici, puisque les concepteurs, dans cette condition, ne se sont pas focalisés sur les contraintes-commanditaire pour laisser de côté celles liées aux utilisateurs, comme observé dans de précédentes études (cf. Chevalier & Bonnardel, 2007 ; Chevalier & Vuillemin-Gioarà, 2006).

Au vu de ces résultats, nous pouvons penser que ces contraintes créatives liées au commanditaire (telles que « respecter la charte graphique de la marque », « contribuer à l'augmentation des ventes », etc.) ne sont pas systématiquement associées à cet acteur

du processus de conception par les concepteurs. Pourtant ces contraintes sont généralement issues de besoins formulés par le commanditaire, qui souhaite se démarquer de la concurrence ou travailler l'image de sa société. De même, les contraintes liées aux aspects créatifs comportaient plusieurs items esthétiques, qui n'ont pourtant pas généré une augmentation de la prise en compte des contraintes de cette catégorie (liées à l'intérêt du site). Le cadre de cette recherche ne semble pas avoir permis d'étudier finement cette catégorie de contraintes ; le statut exact de ces contraintes reste donc à préciser.

L'étape d'évaluation ne s'est pas traduite par une différence nette entre les deux groupes de concepteurs, bien que les deux groupes de concepteurs semblaient avoir une activité d'inférence orientée différemment au cours de la première étape de conception. L'évaluation de sites web est considérée souvent comme une activité moins coûteuse cognitivement que l'activité de conception (Chevalier, 2005 ; Chevalier & Bonnardel, 2007). Les concepteurs participants ayant tous un minimum de connaissances (même superficielles) en ergonomie, ont probablement pu remobiliser rapidement leurs connaissances en étant confrontés notamment au site web contenant les erreurs ergonomiques, dont les erreurs étaient relativement évidentes (ex. : menu disparate et inconstant entre les pages, mauvais contraste texte/fond, couleurs gênantes, etc.). Ainsi la similarité des évaluations entre les deux conditions expérimentales pourrait être due à une trop grande facilité de la tâche d'évaluation qui n'aurait pas eu la sensibilité nécessaire pour pouvoir distinguer les deux groupes.

Lors de la seconde étape de conception, qui suivait l'évaluation des deux sites web proposée aux concepteurs, seuls les concepteurs confrontés au CCE ont verbalisé une proportion plus importante de contraintes ergonomiques. Ainsi induire à deux reprises (par le cahier des charges et l'évaluation des sites web) des aspects liés à l'utilisateur et plus précisément à l'ergonomie encourage les concepteurs à davantage considérer les besoins des futurs utilisateurs. L'analyse de l'évolution de la répartition des contraintes entre les deux étapes de conception semble compléter ce résultat. En effet, l'étape d'évaluation encouragerait les concepteurs confrontés au CCE à verbaliser une proportion plus importante de contraintes ergonomiques, et dans le même temps inciterait les concepteurs en condition CCC à considérer moins de contraintes-commanditaire et ainsi plus de contraintes liées à l'utilisateur. Evaluer des sites web

présentant des problèmes ergonomiques et leurs corrections a eu un effet bénéfique en encourageant les concepteurs à adopter une démarche de conception davantage centrée sur les besoins des utilisateurs, en se détachant des contraintes-commanditaire qui sont habituellement considérées par les concepteurs comme prioritaires (ces contraintes étant considérées comme des contraintes de validité).

Par conséquent, le fait d'évaluer explicitement deux sites web, et donc de se mettre à la place d'utilisateurs, peut aider les concepteurs à adopter une démarche centrée utilisateurs, en particulier lorsque l'évaluation est couplée avec un cahier des charges contenant des contraintes ergonomiques.

L'évaluation de la qualité ergonomique des pages web créées semble corroborer cette dernière interprétation puisque les pages web créées par les concepteurs face au CCE comportent moins de problèmes ergonomiques que celles créées par les concepteurs confrontés au CCC. Ainsi, pour créer des pages web répondant aux critères ergonomiques, il semblerait nécessaire de prescrire des contraintes ergonomiques dans le cahier des charges, pour que les concepteurs leur attribuent le statut de contraintes de validité et les considèrent prépondérantes voire indispensables pour leur activité de conception.

Par ailleurs, on peut s'interroger sur le rôle de l'évaluation des deux sites web sur la qualité ergonomique des pages web créées. Le plus faible nombre d'erreurs ergonomiques identifiées dans les pages créées par les concepteurs face au CCE est-il dû à l'évaluation des deux sites web (montrant des exemples de problèmes ergonomiques et leurs corrections), ou seulement aux contraintes ergonomiques prescrites dans le cahier des charges attribué aux concepteurs ou encore à l'association des deux ? Au regard de deux précédentes études (Bonnardel *et al.*, 2003 ; Chevalier & Vuillemin-Gioarà, 2006) et des résultats obtenus dans la présente étude, il semblerait que l'association des contraintes ergonomiques prescrites dans le cahier des charges à traiter et le fait d'être confrontés à des exemples et contre-exemples de problèmes ergonomiques conduiraient les concepteurs face au CCE à développer une démarche de conception davantage centrée utilisateurs ainsi qu'à introduire moins de problèmes ergonomiques que les autres.

Enfin, aucun effet du cahier des charges n'a été observé sur la conformité aux exemples. Trois hypothèses peuvent être envisagées pour tenter d'en expliquer la

raison. Tout d'abord, il faut l'envisager comme possibilité, le cahier des charges de conception pourrait ne pas impacter l'effet de conformité. Plusieurs études ont montré la résistance de l'effet de conformité à diverses conditions expérimentales (March *et al.*, 1999 ; Smith *et al.*, 1993 ; Ward, 1994). Ainsi, bien que le cahier des charges oriente l'activité d'inférences dans un premier temps, le fait d'être confronté à la variété de caractéristiques présentes dans les exemples pourrait réactiver les connaissances mises en retrait et ainsi élargir le focus initié par le cahier des charges (ce qui semble compatible avec les évaluations similaires effectuées par les deux groupes de concepteurs). Un deuxième point peut être soulevé pour tenter de comprendre ces derniers résultats : comme nous l'avons évoqué précédemment, l'activité d'évaluation, étant moins coûteuse cognitivement que l'activité de conception (Chevalier, 2005 ; Chevalier & Bonnardel, 2007), peut être considérée comme un potentiel relâchement de l'attention des concepteurs, leur permettant de dépasser certaines fixations initiées par les cahiers des charges au début de l'activité. Cette explication peut être rapprochée, dans une certaine mesure, au phénomène d'incubation (Dodds *et al.*, 2002), qui est défini comme une période de relâchement dans un environnement stimulant, permettant de dépasser les fixations erronées et ainsi récupérer les connaissances pertinentes permettant de résoudre le problème. Selon ce principe les concepteurs, confrontés à l'étape d'évaluation, auraient pu relâcher leur attention au cours de cette tâche moins coûteuse. De plus, cette activité confronte les concepteurs à un site web disposant des indices nécessaires à la réactivation de leurs connaissances initialement masquées par la fixation (les sites comprennent des caractéristiques liées à l'utilisateur et au commanditaire), ce qui a pour conséquence de diminuer l'influence du cahier des charges et ainsi de décentrer leur activité d'inférence, pour reprendre une activité de conception plus proche d'une situation « naturelle ».

Un troisième point peut également être formulé, celui-ci concerne aussi l'intervention de l'étape d'évaluation après une heure de conception. L'analyse des protocoles vidéo a permis d'observer une certaine variabilité dans l'avancement des pages web à l'issue de la première étape de conception. Une partie des concepteurs planifierait à long terme les contraintes à considérer, alors qu'une autre partie des concepteurs planifierait les contraintes à court terme en les appliquant régulièrement, au fur et à mesure, dans leurs pages. Ces deux stratégies sembleraient liées à l'outil utilisé par les concepteurs. Les

premiers utilisaient principalement un logiciel de retouches d'images et graphisme, permettant la mise en place des éléments graphiques (ou « *zoning* ») des deux pages assez rapidement, sans se préoccuper du code informatique sous-jacent. Les seconds utilisaient quant à eux un logiciel de développement de pages web de type WYSIWYG (*What You See Is What You Get*), nécessitant des allers retours fréquents entre *zoning* et programmation informatique. Ces dernières observations peuvent être rapprochées de certains résultats obtenus en programmation informatique. En effet, Détienne (1998) recense différentes stratégies dans ce domaine de conception, qui pour certaines peuvent être rapprochées de nos observations. Nous avons relevé en particulier les démarches « hiérarchiques » et « opportunistes » de contrôle de l'activité de programmation. L'activité du concepteur de programme informatique semble basée sur une démarche hiérarchique (Adelson & Soloway, 1984), c'est-à-dire une décomposition du problème du plus abstrait au plus concret (traitement descendant), en complétant intégralement un niveau avant d'en entamer un autre (recherche de solution en largeur), ces deux dimensions composent la stratégie par raffinements successifs décrite dans le modèle hiérarchique. Toutefois, de nombreuses déviations sont observées dans l'activité des concepteurs. Ces déviations peuvent être qualifiées d'opportunistes dans le sens où elles interviennent de manière aléatoire, lorsque le concepteur estime le coût des actions à entreprendre (Stefik, 1981 ; Visser, 1994) ou lorsqu'il perd les informations liées au plan hiérarchique en raison d'un dépassement des capacités de sa mémoire de travail (Davies & Castell, 1994). Ces deux démarches nous semblent particulièrement intéressantes pour décrire les stratégies que nous avons observées lors de cette étude. Les concepteurs utilisant des logiciels de graphisme étaient amenés à spécifier les fonctionnalités de leurs pages en une seule étape cohérente, caractéristique de la dimension « en largeur » de la stratégie par raffinements successifs du modèle hiérarchique. Les concepteurs utilisant des logiciels de développement de type WYSIWYG, adoptaient une démarche composée d'une succession d'étapes, alternant la conception de petits groupements de spécifications et la programmation de ceux-ci. Cette dernière démarche peut être qualifiée d'opportuniste, en ce sens où les tâches de conception (*zoning* et programmation) s'enchaînaient sans plan d'ensemble cohérent, les difficultés rencontrées lors d'une tâche orientaient la tâche suivante, avec de nombreux retours en arrière. Compte tenu que la littérature s'accorde à définir la

conception comme une activité aux expertises et compétences diverses (Chevalier & Ivory, 2003 ; Darses *et al.*, 2001), ces deux stratégies, probablement liées au profil d'expertise dans le cas de la conception web, nous semblent intéressantes à étudier.

Cette étude a mis en évidence et confirme que les concepteurs cherchent à satisfaire les besoins du commanditaire en priorité, particulièrement ceux prescrits dans le cahier des charges de conception, qui revêtent alors un critère de validité pour leur activité (ce qui corrobore des recherches antérieures ; Chevalier, 2007 ; Chevalier & Vuillemin-Gioarà, 2006). Cette satisfaction initiale des contraintes du cahier des charges semble jouer un rôle d'amorce en incitant ainsi les concepteurs à inférer plus de contraintes du même type que les contraintes prescrites. Ce processus peut être rapproché de celui observé par Marsh *et al.* (1999), selon lequel l'effet de conformité aux exemples se traduit non seulement par une reprise des caractéristiques des exemples, mais également par une conformité au concept véhiculé par ces caractéristiques. Cette conformité conceptuelle a pour effet d'augmenter significativement le nombre d'inférences proches du concept initial. Ce dernier résultat reste à confirmer par de nouvelles études afin d'approfondir une telle possibilité et étudier les différentes implications sur le processus de conception.

Comme nous en avons fait l'hypothèse, les deux conditions expérimentales testées dans cette étude ont abouti à la conception de maquettes de sites web significativement différentes de par leurs qualités ergonomiques. Ce résultat a été obtenu en opposant une consigne contenant des contraintes ergonomiques et une consigne contenant des contraintes liées à l'esthétique. La nature du lien entre l'utilisabilité et l'esthétique ne semble pas faire consensus dans la littérature. Les résultats obtenus par Hasenzahl (2004) indiquent un effet de l'appréciation de l'esthétique sur l'utilisabilité perçue par les utilisateurs, alors même que les dispositifs évalués comportaient une utilisabilité réelle moins bonne. Le courant fonctionnaliste défend l'idée contraire selon laquelle l'utilisabilité réelle est une condition nécessaire pour qu'un dispositif soit estimé comme ayant une esthétique satisfaisante, les résultats récents obtenus par Chevalier *et al.* (2009) vont en ce sens. Dans l'objectif de contribuer à cette problématique, et plus particulièrement pour tenter de confirmer les résultats obtenus par Chevalier *et al.* (op.cit.), nous avons interrogé 24 utilisateurs d'internet expérimentés pour recueillir leur appréciation de l'esthétique des maquettes de sites web produites pendant la

première partie de cette étude. Les maquettes de la condition de conception comportant les contraintes esthétiques sont également celles où était présent le plus grand nombre d'erreurs ergonomiques. Ainsi, dans la perspective du courant fonctionnaliste, ces maquettes devraient être évaluées comme moins esthétiques que les maquettes comportant moins d'erreurs ergonomiques.

1.3. Etude 1B : évaluation esthétique des pages web créées

Dans l'étude qui suit, nous avons utilisé les pages web conçues par les concepteurs de l'étude 1A pour les soumettre à l'évaluation d'un échantillon d'utilisateurs du web. L'objectif de cette étude était d'identifier le lien entre l'utilisabilité réelle²³ des pages web et l'esthétique perçue par les utilisateurs. Contrairement aux résultats obtenus dans le cadre des études menées dans le courant théorique de l'expérience utilisateur, nous faisons l'hypothèse que l'utilisabilité d'un site web va influencer la perception de son esthétique, comme l'ont montré les résultats obtenus par Chevalier *et al.* (2009&).

1.3.1. Méthode

- *Participants*

Nous avons recruté pour cette étude 24 participants au sein des étudiants de licence de Psychologie de l'Université de Paris Ouest Nanterre La Défense ($M=24,6$ ans ; $s=5,21$), 15 femmes et 9 hommes. Nous avons déterminé leur niveau d'expérience avec Internet à partir d'un questionnaire (cf. annexe 5c). 22 participants ont répondu utiliser Internet quotidiennement (plus d'une heure par jour), 2 ont répondu l'utiliser souvent (plus de 4 heures par semaine). Tous se servaient d'Internet pour rechercher des informations, une grande majorité (environ 80%) pour *chatter* et relever leurs courriels et seulement un participant avait l'habitude des sites de musiques et spectacles. Les participants estimaient avoir une connaissance d'Internet, avec un score moyen de 4,44 ($s = 1,06$) sur

²³ L'utilisabilité réelle s'entend par opposition à utilisabilité perçue subjectivement par l'utilisateur. L'utilisabilité réelle fait référence à la métrique utilisée par les ergonomes, basée sur l'identification d'un certain nombre de caractéristiques qui nuisent à l'utilisation d'un site web.

une échelle de Likert en 7 points. Nous leur demandions également de qualifier leur affinité avec le graphisme et l'esthétique sur une échelle de Likert en 7 points ($M=4,66$; $s=1,30$), ce qui nous a conduit à écarter un participant qui avait indiqué la note minimale et dont les évaluations des pages web étaient très peu variées. Nous avons enfin contrôlé leur langue maternelle, ce qui nous a permis d'écarter un autre participant qui a pu rencontrer des difficultés de compréhension de la langue française au niveau des consignes écrites qui leur étaient données.

- *Matériel*

Le questionnaire a été repris d'une étude de Chevalier *et al.* (2009). L'échelle utilisée était composée de 9 items extraits de l'étude de Lavie et Tractinsky (2004) mesurant deux dimensions esthétiques des sites web, l'esthétique expressive et l'esthétique classique. L'esthétique expressive regroupe les items liés à l'originalité du site. L'esthétique classique, regroupe les items liés à des valeurs esthétiques plus traditionnelles, telle que l'harmonie. Le questionnaire était présenté sous la forme d'une échelle de Likert en 7 points pour chacun des items de l'échelle de Lavie et Tractinsky (*op.cit.*). Les items étaient présentés dans de courts énoncés tels que « Le graphisme de cette page est clair » (esthétique classique) ou encore « Le graphisme de cette page fait preuve de créativité » (esthétique expressive). Le questionnaire complet est présenté dans l'annexe 5b.

Une fois l'évaluation des dix maquettes réalisée, les participants devaient les classer

Les pages d'accueil leur étaient présentées de manière statique (format image) sur un écran d'ordinateur (les figures 11a et 11b donne des exemples de visuels de pages d'accueil des participants, réalisées dans chacune des deux conditions). L'ordre de présentation des pages était aléatoire, et tous les participants visualisaient toutes les pages d'accueil dans les mêmes conditions.



Figure 11a : Capture d'écran d'une page d'accueil réalisée en condition CCE



Figure 11b : Capture d'écran d'une page d'accueil réalisée en condition CCC

- *Procédure expérimentale*

Les passations se déroulaient dans une salle informatique de l'Université de Paris Ouest Nanterre La Défense. Cette salle était équipée de dix postes informatiques identiques, composés d'une unité centrale munie du système d'exploitation Windows XP et du logiciel Excel 2003, ainsi que d'un écran LCD de 17 pouces au format 4/3 de modèle identique. Ce dispositif nous a permis de pouvoir accueillir plusieurs participants en même temps, lorsque l'occasion se présentait.

Les pages d'accueil des dix maquettes de sites web étaient présentées sous forme de diaporama plein écran. Une barre de commande située en bas de l'écran était présente pour leur permettre de noter le numéro de la page d'accueil évaluée sur le questionnaire, de connaître le nombre de pages qu'ils avaient à évaluer, et de passer à la page d'accueil suivante. Les participants n'avaient pas la possibilité de revenir en arrière avant d'avoir évalué les dix pages d'accueil. Une fois les dix pages évaluées, les participants pouvaient revoir toutes les pages, pour leur permettre de les classer selon

leur préférence esthétique, de la plus esthétique (1^{ère} position) à la moins esthétique (10^{ème} position).

Nous avons réalisé trente tirages au sort pour présenter les pages dans un ordre aléatoire connu au préalable, afin de pouvoir s'assurer que les participants avaient correctement noté le numéro de chaque page d'accueil sans erreur sur le questionnaire. Comme les passations pouvaient faire intervenir plusieurs participants en même temps, la procédure de présentation des pages d'accueil a été automatisée à l'aide d'une macro développée dans le langage Visual Basic Application, intégré au logiciel Excel (présentation de l'interface en figure 12). Ainsi l'expérimentateur n'avait qu'à renseigner le numéro de série de présentation sur le logiciel et sur le questionnaire, pour que la passation soit prête à être lancée.

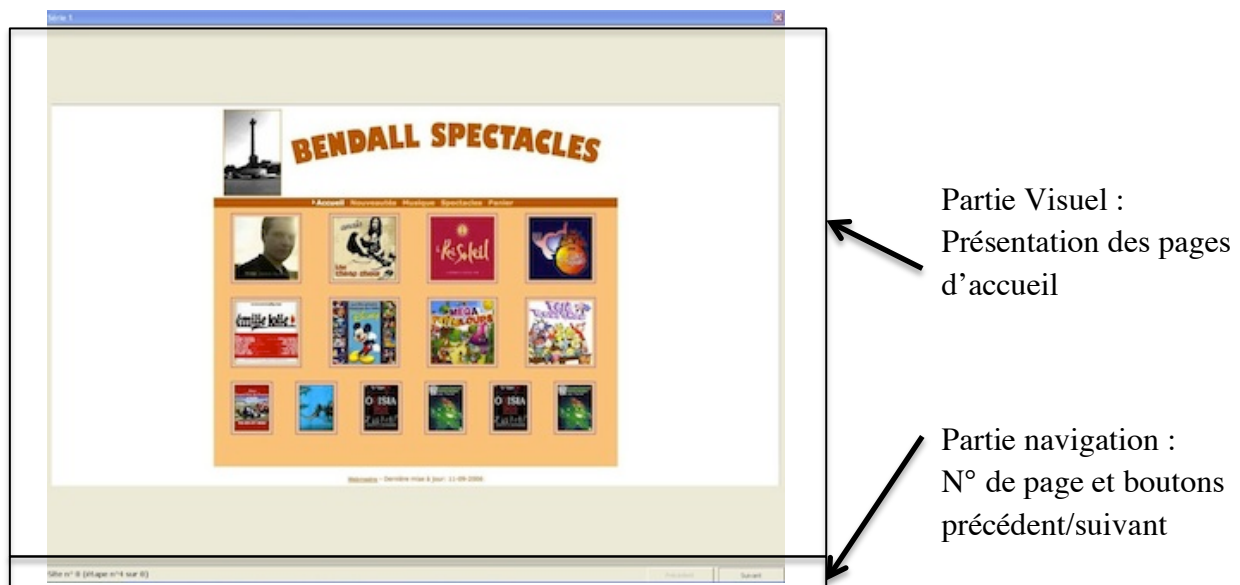


Figure 12 : Visuel de page d'accueil dans l'interface d'évaluation de l'esthétique

Les participants lisaient une consigne écrite (cf. annexe 5a) sur la première page du questionnaire d'évaluation esthétique et commençaient leur évaluation. L'expérimentateur restait présent pour contrôler les conditions de passation et répondre aux questions le cas échéant.

Une fois l'évaluation terminée, les participants remplissaient un questionnaire les concernant, pour nous permettre de connaître principalement leur profil d'utilisateur

d'Internet. Le détail de ce questionnaire est mentionné dans la partie « participants » de cette étude.

Pour finir, les participants étaient remerciés, et recevaient une feuille débriefing qu'ils avaient la possibilité d'emporter avec eux. Ce débriefing leur expliquait succinctement la problématique et les objectifs de l'étude. Il leur était également donné des références bibliographiques leur permettant d'approfondir le sujet s'ils étaient intéressés.

1.3.2. Hypothèses et variables dépendantes

- *Hypothèse 1 : Esthétique et utilisabilité*

Dans l'étude de Lavie et Tractinsky (2004) sur laquelle nous avons basé le questionnaire d'évaluation subjective de l'esthétique, deux dimensions de l'esthétique se dégageaient : l'esthétique expressive et l'esthétique classique. Dans cette étude, Lavie et Tractinsky ont également fait apparaître que les items d'esthétique classique étaient significativement corrélés à des items liés à l'utilisabilité des sites web. De plus, les résultats de l'étude de Chevalier *et al.* (2009) ont montré que la qualité ergonomique des maquettes de site web était également corrélée à l'évaluation de l'esthétique globale des maquettes. Cette dernière étude avait utilisé l'échelle d'évaluation de l'esthétique de Lavie et Tractinsky (*op.cit.*). Il semble donc que, contrairement aux travaux de Tractinsky *et al.*, (2000), l'appréciation de l'esthétique d'un dispositif technologique (ici des pages web, dans l'étude de Tractinsky *et al.*, *op.cit.*, il s'agissait de l'interface de commande d'un distributeur automatique de billets) puisse être influencée par l'utilisabilité du dispositif, tel que le postule le courant fonctionnaliste.

H1a : Contrairement aux travaux de Tractinsky *et al.* (*op.cit.*), mais comme l'ont déjà montré Chevalier *et al.* (2009), la qualité ergonomique des maquettes de sites web devrait avoir un impact positif sur l'évaluation esthétique. Nous devrions ainsi pouvoir observer une différence significative entre les deux conditions expérimentales de conception dont les productions variaient en terme de qualité ergonomique. Ainsi la condition CCC, dont les maquettes comportaient le plus d'erreurs ergonomiques, devraient obtenir des notes d'esthétique plus faibles que la condition CCE, dont les maquettes comportaient moins d'erreurs ergonomiques.

H1b : La nature des items liés à l'esthétique classique semble pouvoir être rapprochée de certaines caractéristiques d'utilisabilité (ex. : « le graphisme est clair », « la page est soignée », « le graphisme est harmonieux »). Ainsi, nous pensons que les items correspondant à la dimension classique de l'esthétique devraient être évalués avec des scores plus importants pour les maquettes comportant moins d'erreurs ergonomiques (maquettes réalisées par les concepteurs face au CCE), que pour les maquettes contenant plus d'erreurs ergonomiques (maquettes réalisées par les concepteurs en CCC), et inversement pour les items correspondant à la dimension expressive.

- *Hypothèse 2 : Classement des pages d'accueil*

Dans la continuité de l'hypothèse H1, les utilisateurs ayant évalué les pages web de la condition CCE plus favorablement que celles de la condition CCC, devraient également les placer dans les premiers rangs lors du classement des dix pages web par ordre de préférence esthétique. Ainsi les pages web de la condition CCE devraient se situer en moyenne à un rang inférieur aux pages web de la condition CCC, indiquant la préférence des utilisateurs pour les pages web comportant le moins d'erreurs ergonomiques, c'est-à-dire les pages web de la condition CCE.

- *Hypothèse 3 : Corrélations entre esthétique perçue et erreurs ergonomiques*

Dans la continuité des hypothèses H1 et H2, l'influence de la qualité ergonomique des pages web sur leur appréciation esthétique devrait pouvoir mettre en évidence un lien continu entre ces deux variables. Ainsi les évaluations esthétiques faites par les utilisateurs devraient pouvoir être corrélées aux évaluations ergonomiques réalisées sur les pages web lors de la première partie de cette étude. Nous pensons que le nombre d'erreurs ergonomiques identifiées dans les pages web devrait être corrélé négativement avec les notes d'évaluation esthétique des utilisateurs, traduisant ainsi l'impact négatif des erreurs ergonomiques sur l'esthétique des pages web. De plus, le lien devrait être plus fort entre les erreurs ergonomiques et la dimension classique de l'esthétique. Cette dernière dimension étant plus proche des recommandations ergonomiques comme nous l'avons avancé dans l'hypothèse H1b.

Sur la base de ces hypothèses, quatre variables dépendantes ont été retenues :

VD₁ : score moyen relatif à la dimension classique de l'esthétique

VD₂ : score moyen relatif à la dimension expressive de l'esthétique

VD₃ : score global moyen donné aux deux dimensions d'esthétique confondues

VD₄ : classement esthétique des maquettes réalisé par les utilisateurs

1.3.3. Résultats

Les réponses aux questionnaires ont toutes été recueillies et disposées en trois parties : 1) les réponses aux questions portant sur l'esthétique classique, 2) les réponses aux questions portant sur l'esthétique expressive, et 3) les classements des sites par ordre d'appréciation esthétique. Les résultats seront présentés suivant cet ordre dans deux parties correspondant aux deux hypothèses principales. Les données recueillies à partir de l'échelle de Likert pouvant être traitées comme des données ordinales ou quantitatives (les réponses sont alors considérées comme des notes ; Beaufils (2009a, p.30), nous avons choisi les tests statistiques paramétriques basés sur les moyennes, tels que le *t* de Student et le coefficient *r* de Bravais Pearson.

1.3.3.1. Evaluation de l'esthétique des pages web en fonction du cahier des charges auquel les concepteurs avaient été confrontés

Nous avons voulu tout d'abord tester si la condition expérimentale avait eu un effet sur l'évaluation esthétique des maquettes de sites web réalisées par les concepteurs. Pour rappel, nous avons identifié un effet du cahier des charges sur le nombre d'erreurs ergonomiques identifiées dans les maquettes (cf. résultats de l'étude 1A), puisque les maquettes réalisées en condition CCC comportaient significativement plus d'erreurs ergonomiques que celles en condition CCE. L'analyse des résultats des évaluations esthétiques (score global) indique une tendance à la significativité en faveur des pages web réalisées en condition CCE ($M=3,37$; $s=0,68$), qui ont reçu des notes en moyenne supérieures aux pages web de la condition CCC ($M=3,07$; $s=0,73$; $t(21)=1,932$; $p=.06$).

Lorsque nous détaillons les deux dimensions de l'esthétique relevées par Lavie et Tractinsky (2004), nous obtenons une différence d'évaluation significative entre les deux conditions de conception, uniquement pour les évaluations d'esthétique classique. Les pages web en condition CCE ont reçu en moyenne des notes significativement plus hautes ($M=3,48$; $s=0,65$) que des pages web de la condition CCC ($M=3,12$; $s=0,68$; $t(21)=-2,847$; $p<.01$). Nous ne relevons pas de différence significative pour la dimension expressive de l'esthétique (avec $M=3,13$, $s=0,81$ pour la condition CCE et $M=3,01$, $s=0,89$

pour la condition CCC ; $t(21)=-0,580$; $p>.1$; cf. figure xx). L'hypothèse H1a et H1b sont validées.

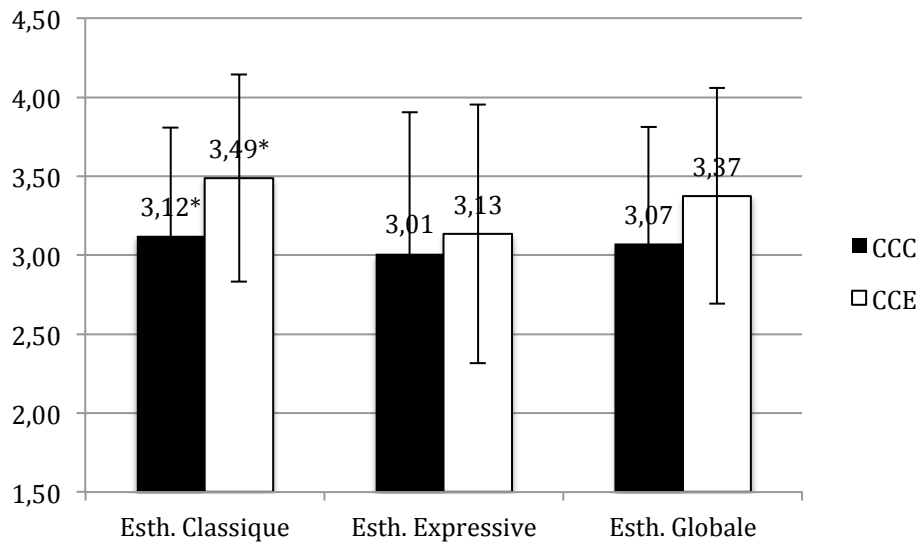


Figure 13 : Notes moyennes obtenues aux items d'esthétique selon la dimension esthétique et la condition de conception. Note : * $p<.05$

1.3.3.2. Classement des maquettes par ordre de préférence esthétique

Nous avons ensuite recueilli les classements des maquettes par ordre de préférence esthétique réalisés par les utilisateurs. Nous avons choisi de traiter ces classements comme des notes de préférence, où 1 serait la meilleure note et 10 la moins bonne. Ce choix nous permet de traiter les données obtenues en utilisant les moyennes et écart-types, plus informatifs dans le cas d'une comparaison de deux groupes comme nous le faisons ici.

L'analyse des notes moyennes de classement indique un effet significatif de la condition expérimentale sur les classements effectués par les participants. Les pages web réalisées dans la condition CCC sont classées avec un rang supérieur, c'est-à-dire une moins bonne note ($M=6,04$ sur 10 ($s=0,89$), comparativement aux pages web réalisées dans la condition CCE ($M=4,80$ sur 10, $s=0,85$), $t(21)=3,673$; $p<.01$). Ce dernier résultat confirme l'hypothèse H2.

1.3.3.3. Nombre d'erreurs ergonomiques et scores esthétiques

Pour finir, nous avons tenté d'identifier un lien entre les évaluations esthétiques faites par les utilisateurs et les erreurs ergonomiques relevées à l'issue des évaluations

des pages web réalisées dans la première partie de cette étude (1A). Nous avons ainsi fait une analyse des corrélations de Bravais Pearson entre les scores des différentes dimensions esthétiques extraites des protocoles et le nombre d'erreurs ergonomiques identifiées dans les pages web. Les résultats obtenus indiquent tout d'abord une corrélation négative faible mais qui tend à la significativité, entre le nombre d'erreurs ergonomiques et le score moyen d'esthétique globale attribué par les utilisateurs ($r(220)=-.12$; $p=.06$). Lorsque nous distinguons les deux dimensions de l'esthétique (classique et expressive), seule l'esthétique classique tend à être corrélée aux erreurs ergonomiques ($r(220)=-.13$; $p=.057$). L'esthétique expressive n'apparaît pas corrélée aux erreurs ergonomiques ($r(220)=-.03$; $p>.1$).

Les deux dimensions de l'esthétique apparaissent fortement corrélées entre elles ($r(220)=.75$; $p<.01$) et à la mesure d'esthétique globale (avec $r(220)=.90$; $p<.01$ pour l'esthétique classique et $r(220)=.88$; $p<.01$ pour l'esthétique expressive ; cf. tableau 3). L'hypothèse H3 n'est pas confirmée.

	1	2	3	4
1 Esthétique classique	—			
2 Esthétique expressive	.75**	—		
3 Esthétique globale	-.90**	.88**	—	
4 Nb erreurs ergo. pages web	-.13	.03	.12	—

Note. Les items comportant * et ** indiquent les corrélations significatives à $p<.05$ et $p<.01$; # indique un effet marginal à $p=.06$

Tableau 3 : corrélation entre les évaluations esthétiques réalisées par les utilisateurs et l'utilisabilité réelle des pages web (nombre d'erreurs ergonomiques).

1.3.4. Discussion de l'étude 1B

Dans cette deuxième partie d'étude, nous avons réuni les conditions nécessaires pour déterminer si la qualité ergonomique des pages web pouvait influencer l'évaluation de leur esthétique par des utilisateurs. Bien que les résultats obtenus ne soient pas totalement en faveur de nos hypothèses, il semble possible d'envisager une influence effective de l'utilisabilité sur la perception de l'esthétique des utilisateurs. Tout d'abord,

les résultats des pages web, regroupées par condition expérimentale de conception (CCC vs CCE), indiquent un effet significatif du cahier des charges de conception sur les évaluations de la dimension classique de l'esthétique de ces pages web, contrairement à l'esthétique expressive, qui n'a pas permis de différencier nos deux groupes. Comme nous l'avons avancé dans l'hypothèse H1b, les items de l'étude de Lavie et Tractinsky (2004) relevant de l'esthétique classique peuvent être rapprochés de certaines caractéristiques d'utilisabilité (ex. : « le graphisme est clair », « la page est soignée », « le graphisme est harmonieux »). Nous pouvons ajouter que dans l'étude de ces auteurs, l'analyse confirmatoire avait mis en évidence que les items d'esthétique classique étaient les plus corrélés aux items d'utilisabilité évalués par les utilisateurs. Les résultats de la présente étude nous permettent de penser que le lien entre esthétique classique et utilisabilité perçue n'est pas uniquement un lien unilatéral comme l'avançaient les résultats des études de Kurosu et Kashimura (1995) et Tractinsky *et al.*, (2000). Bien que les résultats obtenus ne permettent pas de façon univoque de valider cette hypothèse, notamment au vu des faibles corrélations obtenues, une piste semble à approfondir du côté de cette dimension classique de l'esthétique.

Le classement des pages web par ordre de préférence esthétique semble confirmer cette hypothèse puisque nous avons enregistré des scores de rangs moyens en faveur des pages web réalisées en condition CCE, qui étaient classées devant les pages web réalisées en condition CCC. Les pages web étant présentées de manière aléatoire aux utilisateurs, aucun effet d'ordre n'a pu jouer sur les résultats obtenus. Ces premiers résultats se placent ainsi dans la continuité de ceux obtenus précédemment (Chevalier *et al.*, 2009) et semblent conformes au postulat de l'approche fonctionnaliste (Osborne, 1968), défendant l'idée que le caractère fonctionnel et minimaliste d'un objet concourt à le rendre plus esthétique.

D'autres résultats obtenus dans cette étude semblent moins contrastés et de ce fait inattendus. Premièrement, nous ne relevons pas de différence significative liée à la condition pour les évaluations de la dimension expressive et globale de l'esthétique. Nous pouvons tenter d'expliquer cela de deux manières complémentaires :

- D'une part la dimension expressive de l'esthétique apparaissait nettement moins liée aux items d'utilisabilité dans l'étude de Lavie et Tractinsky (2004). Ce résultat semble cohérent au vu des items représentant cette dimension dans l'échelle, tous ont

trait à l'originalité et à la créativité de la conception (« ...cette page attire le regard... », « le graphisme de cette page est original », etc.) et s'éloignent de la qualité pragmatique de l'interface (Hassenzahl, 2004) défendu par les items de la dimension classique (« le graphisme de cette page est clair », « le graphisme de cette page est harmonieux », etc.). Il semble donc plus difficile de défendre l'influence de la qualité ergonomique de la conception sur les items de la dimension expressive.

- D'autre part, le peu de contraste observé dans les résultats obtenus pour cette dimension peut être totalement écarté d'un effet non-désiré du cahier des charges créatif (CCC). Comme nous l'avons détaillé dans la première partie de cette étude, le CCC contenait des contraintes liées à la créativité et à l'originalité des pages web. Nous pouvons donc penser que les pages web réalisées à partir de ce cahier des charges pourraient être plus originales et plus créatives que celles réalisées avec le cahier des charges ergonomique (CCE). Nous pouvons difficilement écarter le biais possible de ces contraintes de conception sur l'évaluation des utilisateurs.

L'impact réel de cette prescription de contraintes créatives sur les pages web est difficile à identifier, nous pouvons simplement émettre une réserve quant aux résultats obtenus pour la dimension expressive de l'esthétique. Le faible contraste entre les deux groupes de pages web pour cette dimension peut ainsi s'expliquer d'une part par sa faible corrélation avec les erreurs ergonomiques relevées dans les pages (cette dimension serait moins influencée par l'utilisabilité des pages web et de ce fait par les différences entre nos conditions de conception) et d'autre part, par un biais potentiel lié à la prescription de contraintes créatives dans le CCC, mais difficile à quantifier.

Le manque de contraste obtenu pour la dimension d'esthétique expressive peut expliquer le fait que nous ayons relevé seulement une tendance pour la mesure globale de l'esthétique, cette dernière étant composée des évaluations des deux premières dimensions (classique et expressive).

Dans la suite de cette discussion, le nombre d'erreurs ergonomiques ne semble pas fortement corrélé aux évaluations esthétiques, bien que les résultats tendent à la significativité pour les dimensions classiques ainsi que pour la mesure globale de l'esthétique. Nous relevons donc une relation inverse, bien que faible, entre le nombre d'erreurs ergonomiques et les évaluations d'esthétique classique en particulier. Là

encore, nous pouvons envisager deux pistes d'explications pour tenter d'interpréter ce résultat :

- Tout d'abord, nous pouvons envisager que le lien entre l'utilisabilité et l'esthétique est bel et bien présent, comme le montrent les contrastes obtenus entre nos conditions expérimentales, mais faible, comme l'indiquent les coefficients de corrélation entre ces variables. Dans cette éventualité, les résultats obtenus par Chevalier *et al.* (2009) ainsi que ceux présentés dans cette étude, ne seraient pas forcément incompatibles avec les travaux liés à l'expérience utilisateur (ou UX pour User eXperience) qui postule un effet inverse de l'esthétique sur l'impression d'utilisabilité d'un système, tel que le montrent les travaux cités précédemment (Kurosu & Kashimura, 1995 ; Tractinsky *et al.*, 2000). Nous pouvons envisager au sein d'une même expérience utilisateur, que ces variables interagissent l'une avec l'autre et s'influencent mutuellement avec sans doute des poids différents, pour générer de manière complémentaire le ressenti de l'utilisateur. Dans cette perspective, le poids de l'utilisabilité sur le ressenti esthétique semble suffisamment présent pour pouvoir distinguer nos deux conditions expérimentales, mais relativement faible au vu des corrélations obtenues.

- D'autre part, nous pouvons envisager une interprétation complémentaire de ces résultats, dans la continuité de cette notion de poids différents dans une même expérience utilisateur. Nous avons relevé les erreurs ergonomiques des pages web en leur accordant la même importance. Or, il semble légitime de penser que toutes les erreurs ergonomiques ne sont pas aussi pénalisantes pour le ressenti de l'utilisateur et ainsi n'ont pas toute le même poids dans l'expérience utilisateur. Cette hypothèse nous permettrait à elle seule de comprendre la variabilité observée dans les résultats de cette deuxième partie d'étude : dans sa globalité, le nombre d'erreurs ergonomiques plus important identifié dans les pages web de la condition CCC pourrait justifier d'une influence suffisamment forte sur l'expérience utilisateur pour avoir un impact sur les évaluations esthétiques comme nous l'avons relevé (en particulier sur les items classiques, convergent vers certaines caractéristiques communes aux critères ergonomiques). Toutefois, lorsque nous portons notre attention sur un niveau de détail plus fin, la répartition aléatoire des erreurs ergonomiques et de leur poids propre au sein des pages web pourrait limiter la

possibilité d'observer une liaison forte entre le nombre d'erreurs ergonomiques et les évaluations esthétiques.

Dans cette optique, la méthode utilisée pour recueillir les erreurs ergonomiques au sein des pages ne serait pas assez discriminante dans la mesure où elle ne permettrait pas de distinguer les erreurs ergonomiques en fonction du poids qu'elles ont sur le ressenti de l'utilisateur (nous pouvons imaginer par exemple que l'omission d'un lien de contact au webmestre aura moins d'impact sur le ressenti de l'utilisateur qu'un défaut de disposition spatiale d'items sur la page web). Cette hypothèse, bien que vraisemblable, nécessite d'autres études pour être confirmée et donner lieu à une typologie des erreurs ergonomiques et de leur poids sur l'UX.

Toutefois, les résultats obtenus entre nos conditions de conception pour la dimension classique nous permettent, avec une certaine réserve, de conforter les premiers résultats de Chevalier *et al.* (2009) en favorisant l'approche fonctionnaliste de la conception. Nous pouvons cependant émettre une dernière réserve quant aux participants recrutés dans cette deuxième partie d'étude, étant tous issus d'une population d'étudiants en psychologie de niveau licence, il est possible que ces utilisateurs soient plus informés de l'importance de la prise en compte de l'utilisateur dans des domaines comme la conception web. Nous pouvons simplement mentionner que les cours d'ergonomie des interfaces ne sont bien souvent dispensés qu'au niveau Master de psychologie cognitive. Toutefois nous ne pouvons pas écarter d'éventuelles sensibilisations à ce domaine au cours de leur cursus. Bien que ce dernier point ne semble pas pouvoir influencer nettement les résultats, le sondage d'une autre population pourrait écarter tout doute à ce sujet.

1.4. Conclusion, limites de la première étude (parties A et B) et perspectives

Cette première étude nous a permis, pour la partie A, de mesurer l'impact de la prescription de contraintes ergonomiques dans le cahier des charges, sur différentes étapes de la conception d'une maquette de site web. Il apparaît que le cahier des charges a un effet sur l'orientation initiale de l'activité des concepteurs, mais que cet effet s'atténue à partir de l'étape d'évaluation, et ne se retrouve pas dans les contraintes

reprises de l'évaluation. Ce résultat pourrait être dû à une absence d'influence du cahier des charges sur l'effet de conformité, tel que cela a été montré à propos des consignes de conception dans plusieurs études (Jansson & Smith, 1991 ; March *et al.*, 1999 ; Smith *et al.*, 1993 ; Ward, 1994). Bien que vraisemblable au vu des résultats obtenus dans la littérature, la validité de cette interprétation dans le cas de cette étude est difficile à défendre du fait des conditions d'intervention de l'étape d'évaluation (qui « coupe » l'activité de conception). D'une part, le changement de rythme de l'activité (période de relâchement) aurait pu diminuer l'orientation acquise par le cahier des charges. D'autre part, les concepteurs n'ayant pas les mêmes stratégies de conception, l'état d'avancement des maquettes à l'issue de la première étape de conception pouvait être assez différent selon les concepteurs. Ainsi il est possible que les concepteurs n'aient pas tous eu à reprendre autant de caractéristiques des exemples pour compléter leurs maquettes.

A partir de ces dernières considérations, il nous semble important de prendre en compte ces limites pour tenter de les corriger. Chrysikou et Weisberg (2005) sont parvenus à modifier l'effet de conformité aux exemples à partir d'exemples présentés avant le début de la conception et d'une consigne spécifique. Il serait intéressant de conduire une étude utilisant une procédure similaire auprès de concepteurs de sites web, pour tenter de déterminer si dans ces conditions, l'effet de conformité aux exemples de sites web peut être modifié dans une population de concepteurs professionnels de sites web.

D'autre part, la partie B de cette étude a permis de confronter les maquettes web réalisées à l'évaluation d'un échantillon d'utilisateurs d'Internet. Les évaluations subjectives de l'esthétique des maquettes n'ont pas été corrélées significativement, ni aux conditions de conception, ni au nombre d'erreurs ergonomiques identifiées dans ces maquettes. Ces résultats vont dans le sens de l'étude réalisée par Tractinsky *et al.* (2000), dans laquelle l'ergonomie réelle n'avait pas d'impact sur l'esthétique. Toutefois, la prescription de contraintes esthétiques et créatives dans le cahier des charges du groupe CCC lors de la conception des pages web pourrait avoir augmenté les évaluations d'esthétique expressive (la dimension la plus proche des contraintes de ce cahier des charges) et de fait limité l'effet de la meilleure ergonomie des maquettes du groupe CCE. L'apport de nouvelles données empiriques pourrait écarter cet effet et par là-même de

faire varier la population d'origine des participants pour lever l'ambiguïté d'une éventuelle sensibilisation liée à leur formation.

Des données supplémentaires demanderaient donc à être recueillies pour confirmer ces résultats et sans doute en apporter de nouveaux. Une enquête impliquant l'évaluation de maquettes ayant été réalisées sans l'intervention d'une prescription de contraintes liées à l'esthétique, permettrait de trancher plus franchement entre les résultats obtenus par Tractinsky *et al.* (2000) et ceux obtenus par Chevalier *et al.* (2009). Cette étude sera menée dans la suite de ce travail de thèse.

L'étude expérimentale 2 présentera également deux parties. Une première partie portera sur l'effet de conformité dans une activité de conception mettant en œuvre l'évaluation d'un exemple précédent la conception d'une maquette de site web par des concepteurs professionnels. Nous tenterons dans cette étude de manipuler l'effet de conformité à l'exemple par l'ajout d'une consigne de défixation, similaire à celle utilisée par Chrysikou et Weisberg (2005) dans leur étude. Cette procédure expérimentale devrait nous permettre d'éviter l'effet de décentration soulevée dans la première expérience pendant l'étape intermédiaire d'évaluation. De plus, la consigne de défixation utilisée est l'une des seules méthodes, à notre connaissance, à avoir permis de limiter significativement l'effet de conformité aux exemples dans le domaine de la conception de produits. Porter cette procédure dans le domaine de la conception de site web devrait nous permettre d'obtenir des données sur l'effet de conformité en approfondissant notre première étude. Dans la partie B nous soumettrons également les pages web réalisées à l'évaluation esthétique d'utilisateurs du web.

2. Etude expérimentale 2 : Effet d'une consigne de défixation et de la flexibilité cognitive sur la conformité à un exemple lors d'une tâche de conception

2.1. Problématique de l'étude 2

Dans notre première étude, l'effet de conformité aux exemples ne semble pas avoir été influencé significativement par le cahier des charges de conception prescrit. Nous avons évoqué dans la discussion la possibilité d'un relâchement de l'orientation prise pendant la première étape de conception, relâchement ayant pu être occasionné par l'étape d'évaluation. Sur la base de ces résultats, nous ne sommes pas en mesure de montrer que l'effet de conformité aux exemples dans l'activité de conception de sites web puisse être influencé par les caractéristiques de la situation de conception, telles que le cahier des charges. Dans le domaine du design industriel pourtant, Chrysikou et Weisberg (2005) ont pu obtenir à deux reprises un effet de défixation à partir d'une consigne demandant explicitement aux concepteurs d'éviter les caractéristiques négatives des exemples. Ces résultats vont à l'encontre des résultats obtenus dans plusieurs études sur l'effet de conformité (March *et al.*, 1999 ; Smith *et al.*, 1993 ; Ward, 1994), dans lesquelles le fait de demander aux participants de ne pas s'inspirer des exemples n'était pas suffisant pour limiter l'effet de conformité. De même que dans notre première étude, l'effet du cahier des charges ne s'est pas manifesté de façon significative dans la reprise des caractéristiques des deux sites web évalués. Nous pouvons nous demander si, dans une procédure expérimentale plus simple, telle que celle proposée par Chrysikou et Weisberg (*op.cit.*), des résultats similaires pourraient être obtenus dans une activité de conception de sites web.

D'autre part, la conformité aux exemples semble être liée à un principe de fixation sur les caractéristiques rencontrées avant la tâche de conception (Chrysikou & Weisberg, *op.cit.* ; Smith *et al.*, 1993 ; Purcell & Gero, 1996). Les caractéristiques identifiées dans les exemples serviraient de sources d'inspiration, et pourraient, dans une certaine mesure, générer une fixité fonctionnelle empêchant le concepteur d'envisager d'autres caractéristiques potentiellement pertinentes (Smith *et al.*, 1998 ; Dodds *et al.*, 2002), ce

qui limiterait son espace de recherche de solutions d'une façon négative, dans la mesure où ces caractéristiques fixées ne sont pas forcément adaptées au problème actuel ou composées d'erreurs (d'utilisabilité notamment) présentes dans l'exemple source.

Certains auteurs envisagent qu'une période de relâchement de l'activité pourrait permettre de dépasser ces fixités en réduisant l'activation des connaissances correspondantes. Cet effet du relâchement de l'activité (également appelé période d'incubation) pourrait expliquer le dépassement de l'orientation observée entre les deux étapes de conception. Cette fixation initiale au cahier des charges pourrait avoir été développée dans un principe de conformité conceptuelle aux contraintes du cahier des charges, tel que March *et al.*, (1999) l'avaient observé pour le concept d'hostilité dans les dessins de créatures extra-terrestres. Ces considérations nous ont amenés à nous demander si la capacité à pouvoir changer de point de vue pourrait avoir un impact sur le dépassement de ces fixités. La capacité de changer de point de vue a été étudiée en psychologie cognitive à travers la flexibilité cognitive, qui, dans le cadre de l'étude de la résolution de problème, consiste à pouvoir changer de stratégie pour atteindre son but.

La flexibilité cognitive est définie plus généralement comme la capacité d'un individu à changer « d'attitude » en vue de s'adapter à l'environnement dans lequel il se trouve (Clément, 2009). Par opposition à la rigidité du comportement, qui a été étudiée notamment dans des situations de résolution de problèmes dits de laboratoire tel que le problème des Jarres de Luchins²⁴ (Luchins & Luchins, 1959). Dans le problème des jarres de Luchins, les individus restent fixés sur la stratégie de résolution adaptée aux premiers problèmes, même lorsque celle-ci devient inefficace pour résoudre les problèmes suivants. La flexibilité réactive s'exprimerait lorsque l'environnement de l'individu change et le pousse à changer de stratégie pour s'y adapter, comme c'est le cas dans le problème des Jarres (Luchins & Luchins, *op.cit.*). La flexibilité spontanée, serait

²⁴ Le problème des jarres de Luchins consiste à manipuler hypothétiquement des jarres de contenance différente afin d'obtenir la quantité voulue. Plusieurs problèmes se suivent, une même méthode peut résoudre les premiers problèmes mais est inefficace pour résoudre les suivants. La fixation observée dans ce problème consiste à vouloir employer la première méthode alors même qu'elle est inefficace (pour résoudre les derniers problèmes).

une forme de flexibilité non contrainte par des changements dans l'environnement et qui se traduirait par la possibilité de l'individu de fournir des réponses variées en changeant spontanément de point de vue, sans y être contraint (Clément, 2009 ; Eslinger & Grattan, 1993).

La flexibilité spontanée semble donc être une aptitude propice à apporter des réponses différentes dans un même contexte, sans contrainte particulière. Cette aptitude semble très pertinente à étudier dans le cadre de l'effet de conformité, car elle serait sollicitée pour dépasser les fixités générées par les exemples en changeant de point de vue.

De plus, la flexibilité cognitive dont font preuve les concepteurs semble être un facteur important pour améliorer l'utilisabilité des sites web en permettant aux concepteurs d'adopter une démarche centrée utilisateur. Deux études récentes de l'activité de conception de sites web utilisaient comme mesure de flexibilité cognitive le pourcentage de changements de point de vue entre contraintes-utilisateur et contraintes-commanditaire. La première étude (Chevalier & Chevalier, 2009) obtenait une corrélation positive entre le pourcentage de changements de points de vue et la qualité ergonomique des pages web, alors que l'autre étude (Chevalier *et al.*, 2009) obtenait une corrélation inverse pour ces mêmes variables. Pour expliquer cette apparente contradiction, les auteurs ont émis l'hypothèse que la fréquence de changement de points de vue était déterminante pour réussir à se décentrer d'une orientation de l'activité vers l'un ou l'autre des deux acteurs du processus de conception. Ainsi dans une situation « naturelle » de conception, dans laquelle les concepteurs orientent leur activité plus particulièrement vers les besoins du commanditaire (Chevalier, 2002 ; Chevalier & Vuillemin-Gioarà, 2006), des changements fréquents de points de vue pourraient leur permettre de prendre en compte plus facilement les besoins des utilisateurs (comme dans l'étude de Chevalier & Chevalier, 2009). Inversement, dans une situation de conception orientée vers les besoins de l'utilisateur (par l'apport d'un cahier des charges ergonomique ou d'un outil d'aide à la prise en compte des contraintes ergonomiques, comme dans l'étude conduite par Chevalier *et al.*, *op.cit.*), le fait de changer fréquemment de point de vue pourrait nuire au besoin de l'utilisateur en permettant aux concepteurs de se décentrer de leur orientation initiale

(qui était vers la satisfaction des besoins liés aux utilisateurs) vers la prise en compte des besoins du commanditaire.

Ces derniers résultats renforcent l'idée que la flexibilité cognitive pourrait jouer un rôle important dans la compréhension du phénomène de conformité, dans la mesure où cette capacité semble permettre aux individus de se décentrer de fixations initiales, que ces fixations portent sur la prise en compte des besoins d'un acteur ou la considération de certains éléments d'un exemple.

Dans cette deuxième étude, en plus de la première tâche de conception dont nous avons parlé précédemment, nous avons demandé aux concepteurs de répondre à deux épreuves psychométriques permettant d'évaluer leur flexibilité cognitive. Le Trail Making Test – partie B (Spreen & Strauss, 1991 ; cf. annexe 6a) et le Plus-Minus (Jersild, 1927 ; cf. annexe 6b).

En demandant aux concepteurs de réaliser ces deux épreuves, nous pourrions ainsi obtenir une bonne estimation de la facilité avec laquelle ils peuvent basculer ou « switcher » entre deux activités mentales, et pour estimer par la même un indice de flexibilité cognitive pour chacun d'entre eux (Clément, 2009).

A la suite de cette première étude, nous souhaiterions enrichir les résultats obtenus lors de la partie B de l'étude 1. Dans cette étude, nous avons soumis les pages web réalisées par les concepteurs lors de la partie A à des utilisateurs du web, pour que ceux-ci les évaluent sur une échelle d'esthétique. Les résultats obtenus ont suggéré un effet de la condition expérimentale de conception sur les évaluations de l'esthétique des pages web. Les utilisateurs ont ainsi perçu une différence esthétique entre les pages web des deux conditions de conception, dont les pages web différaient du point de vue de leur qualité ergonomique réelle (les pages web de la condition CCE comportaient significativement moins d'erreurs ergonomiques que les pages web de la condition CCC). Ce résultat est conforme à ce que suggère le courant fonctionnaliste (Chevalier *et al.*, 2009).

Cependant lorsque nous avons voulu établir un lien continu entre le nombre d'erreurs ergonomiques identifiées dans les pages web et les scores obtenues aux évaluations esthétiques, nous n'avons pas obtenu de corrélation significative. Nous pouvons ainsi nous demander si la qualité ergonomique des pages web est le seul

facteur ayant eu une influence sur les évaluations esthétiques des utilisateurs. Premièrement, l'une des deux conditions de conception proposait un cahier des charges contenant des contraintes liées à des caractéristiques esthétiques et innovantes. Ce cahier des charges, bien qu'il ait conduit à des résultats inverses à ceux attendus (les pages web de cette condition ont reçu de moins bonnes évaluations esthétiques que les autres), aurait pu induire un facteur esthétique supplémentaire pouvant jouer sur les évaluations. Les concepteurs ayant reçu ce cahier des charges auraient pu être limités par le temps de passation et ne pas pouvoir obtenir les caractéristiques esthétiques prescrites dans le cahier des charges, ce qui aurait pu se traduire par des maquettes électroniques moins abouties esthétiquement. Deuxièmement, les utilisateurs interrogés dans l'étude 1B étaient tous étudiants en licence de psychologie et de ce fait pouvaient avoir été sensibilisés à ce que devrait être un site web ergonomique (bien que les premiers cours approfondissant le sujet ne commencent qu'en Master), ce qui aurait pu avoir pour conséquence d'influencer les évaluations esthétiques dans le sens de nos attentes. Afin de pouvoir écarter ces deux biais possibles (cahier des charges orienté et naïveté perfectible des participants). Nous avons voulu tester, toujours auprès d'utilisateurs du web, le lien pouvant exister entre ergonomie et esthétique. Dans la seconde partie de cette étude, nous avons demandé à des utilisateurs du web n'étant pas étudiants, d'évaluer les productions que les concepteurs ont réalisées dans la première partie de cette étude. Les pages web évaluées, bien que contrastées du point de vue ergonomique, ont été réalisées à partir du même matériel (hors mis la consigne de défixation) et ne devaient ainsi présenter aucune ambiguïté quant aux évaluations esthétiques qu'elles recevaient. Cette deuxième partie devrait nous permettre de conforter l'hypothèse issue du courant fonctionnaliste, soutenant une influence des caractéristiques ergonomiques sur l'appréciation de l'esthétique faite par des utilisateurs.

Pour résumer, les objectifs de cette deuxième étude sont les suivants :

- Déterminer si l'effet de conformité aux exemples peut être manipulé expérimentalement par l'ajout d'une consigne de défixation, tel que Chrysikou et Weisberg (2005) ont pu le montrer dans le domaine du design industriel. Une telle consigne a eu pour effet de limiter la reprise des caractéristiques négatives de l'exemple citées dans la consigne, contrairement aux résultats obtenus

précédemment. Nous allons tester cette condition expérimentale dans le domaine de la conception de sites web, auprès d'une population de concepteurs professionnels.

- Le second objectif est de déterminer si un lien peut être établi entre la flexibilité cognitive et la conformité aux exemples. Les concepteurs les plus « flexibles » devraient avoir plus facilement la possibilité de ne pas reprendre les caractéristiques négatives de l'exemple. Ainsi ces concepteurs devraient reprendre moins de caractéristiques négatives mais davantage de caractéristiques positives.
- De plus la flexibilité cognitive semble permettre aux concepteurs de changer plus facilement l'orientation de leur activité de conception. Dans cette étude, les concepteurs sont amenés à visionner sous forme vidéo l'évaluation ergonomique d'un site web avant leur activité de conception. Cette condition devrait les pousser à orienter leur activité vers la prise en compte des utilisateurs, dans ces conditions, les concepteurs les plus « flexibles » devraient pouvoir se décentrer de cette orientation. Cette étude devrait ainsi permettre d'étayer les résultats que nous avons précédemment obtenus (Chevalier *et al.*, 2009), en observant pour les concepteurs les plus « flexibles » des pages web contenant plus d'erreurs ergonomiques, dans la mesure où ces concepteurs auront eu plus de facilité à se décentrer de la démarche centrée utilisateur encouragée par l'évaluation de l'exemple.
- Enfin, la deuxième partie de cette étude devrait nous permettre de conforter les résultats obtenus dans l'étude 1B en écartant les biais possibles identifiés (en particulier l'influence du cahier des charges esthétique). Nous devrions ainsi pouvoir confirmer un lien continu entre la qualité ergonomique des pages web et les appréciations esthétiques faites par les utilisateurs, tel que le postule le courant fonctionnaliste (Chevalier *et al.*, *op.cit.*).

Nous commencerons par présenter l'étude 2A, dans laquelle nous avons investiguer le rôle d'une consigne de défixation sur l'effet de conformité dans une expérimentation plaçant des concepteurs de sites web professionnels dans une situation expérimentale de conception. Dans un second temps nous présenterons l'étude 2B, dans laquelle nous

avons mené une seconde enquête concernant le lien entre l'utilisabilité et l'esthétique auprès d'un échantillon d'utilisateurs du web.

2.2. Etude 2A : activité de conception

2.2.1. Méthode

- *Participants*

Nous avons recruté huit concepteurs professionnels de sites web. Ces concepteurs étaient âgés de 33,88 ans en moyenne (compris en 28 et 41 ans, $s = 4,39$), 3 femmes et 5 hommes. Ils étaient tous concepteurs de sites web, dans des sociétés liées aux outils Internet (agences web) ou en activité libérale (freelance) dans le même domaine. Chacun d'eux avaient réalisé ou participé à la réalisation d'un minimum de 19 sites ($M=57,38$; $s=31,79$). Nous leur avons également demandé quelle importance ils attribuaient à l'ergonomie dans leur activité et s'ils avaient suivi des formations dans ce domaine. Tous les concepteurs ont répondu avoir des notions en ergonomie, acquises par une activité personnelle de veille (difficilement quantifiable) sans formation particulière. Ils n'étaient pas spécialisés dans ce domaine mais se disaient tous concernés par l'ergonomie des sites web (note minimale de 3 sur une échelle de Likert en 5 points). Toutefois, deux d'entre eux se démarquaient des autres par une formation plus poussée en ergonomie, ils ont été placés dans chacune des deux conditions expérimentales.

- *Matériel*

De la même manière que pour l'expérience 1A, les passations se déroulaient à partir de l'ordinateur personnel de chaque participant, sur leur lieu de travail habituel. L'expérimentateur installait un caméscope sur pied derrière le siège du participant, légèrement décalé sur le côté de manière à pouvoir filmer l'écran de l'ordinateur sans filmer le participant. Le caméscope permettait de recueillir les protocoles verbaux ainsi que le déroulement du travail à l'écran.

Au début de la passation, les concepteurs recevaient une consigne (cf. annexe 6) ainsi qu'une clef USB sur laquelle étaient présentés un catalogue de produits ainsi que des images que le commanditaire fictif des pages web aurait pu leur fournir sur sa société et les produits commercialisés.

Un ordinateur portable était fourni aux participants pour présenter la vidéo d'évaluation d'un site web existant que les concepteurs devaient visionner avant d'entamer leur travail de conception. Cette vidéo a été réalisée à l'aide du logiciel Camtasia Studio, qui a permis d'enregistrer l'activité à l'écran pendant la consultation du site web et de doubler cet enregistrement d'une voix off. Nous avons choisi de fournir l'ordinateur permettant de visionner la vidéo pour, d'une part, standardiser la consultation de la vidéo (taille de l'écran, compatibilité du codec, qualité du son, etc.) et d'autre part, pour permettre aux concepteurs de consulter la vidéo à tout moment en parallèle de leur activité de conception. L'ordinateur portable avec la vidéo leur était ainsi laissé en fonctionnement à côté de leur propre ordinateur.

Dans cette étude, nous demandions aux concepteurs d'effectuer deux tests de flexibilité :

Le Trail Making Test – partie B (Spreen & Strauss, 1991 ; cf. annexe 7a) est issu de l'Army Individual Test Battery (1944) et une partie standard de la Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery (Reitan, 1958). Ce test est utilisé comme indicateur de dysfonctionnement cérébral en mettant en œuvre l'alternance entre deux types d'énumération, alphabétique et numérique, pour faire se rejoindre des points selon une suite alternée de chiffres et de lettres. Ce test implique également des capacités visuo-motrices telles que la recherche visuelle et le contrôle oculomoteur, ce qui peut présenter une critique émise concernant la validité de la mesure de flexibilité (Arbuthnott & Frank, 2000). La version complète de ce test est composée d'une partie A constituée de chiffres de 1 à 25, qu'il faut relier dans l'ordre croissant le plus rapidement possible. Une partie B succède à la première, où le participant doit relier une série de 13 chiffres et une série de 13 lettres le plus rapidement possible, en alternant les chiffres et les lettres (1 – A – 2 – B – 3 – C...) à chaque point relié. La partie B du test fait intervenir la fonction exécutive d'alternance de traitement de la mémoire de travail (Miyake Friedman, Emerson, Witzky, & Howerther, 2000) pour ainsi pouvoir donner une mesure de cette fonction d'alternance de traitement, qui semble être déterminante dans la flexibilité cognitive (Arbuthnott & Frank., *op.cit.*).

Nous avons complété le Trail Making Test – partie B par une autre tâche de flexibilité cognitive, faisant cette fois uniquement intervenir une alternance de raisonnement, sans implication visuo-motrice. Le Plus-Minus (Jersild, 1927 ; cf. annexe 7b). Ce test de

flexibilité fait intervenir des opérations de calculs arithmétiques sur une suite de chiffres. Les participants doivent d'abord ajouter 3 à tous les nombres d'une première planche, puis soustraire 3 à tous les nombres d'une seconde planche, et pour finir alterner addition et soustraction du chiffre 3 pour tous les nombres d'une troisième et dernière planche. La composante d'alternance mesurée par la soustraction du temps moyen des deux premières planches au temps de la troisième planche. Ces deux tâches conjuguées permettent de déterminer le coût attentionnelle du processus d'alternance (Arbuthot & Frank, *op.cit.*), ainsi que le coût exigé par les processus de retour à une tâche précédemment abandonnée (Mayr & Keele, 2000).

Les deux épreuves de flexibilité cognitive étaient imprimés sur papier, l'expérimentateur était muni d'un chronomètre pour mesurer le temps précis nécessaire à leur réalisation.

Enfin, nous avons également recueilli à partir des protocoles verbaux des passations la fréquence de changements de point de vue effectués par les concepteurs entre le point de vue de l'utilisateur et celui du commanditaire, cette variable étant également reconnue comme étant un indicateur de flexibilité fortement liée à l'activité de conception elle-même (Chevalier & Chevalier, 2009 ; Clément, 2009).

- *Procédure expérimentale*

De même que pour l'étude précédente, les passations étaient réalisées sur le lieu de travail habituel des concepteurs, dans leur agence web ou chez eux selon les cas. Les passations se déroulant dans un environnement « in vivo », un soin particulier a été apporté dans le contrôle des conditions expérimentales. L'expérimentateur s'assurait auprès du concepteur qu'il pouvait garantir un environnement calme et sans perturbation pendant la durée de l'exercice, c'est-à-dire deux heures environ.

Les concepteurs effectuaient la passation sur leur ordinateur, avec les logiciels de composition/création qu'ils utilisaient quotidiennement. Ils étaient invités à concevoir deux pages web, c'est-à-dire le graphisme ainsi que les interactions qui pouvaient lier ces deux pages ensembles. Devant la contrainte de temps importante qui leur était imposée, certains concepteurs pouvaient ne pas terminer les aspects dynamiques de leurs pages web. Nous avons tenu compte de ce dernier élément dans notre analyse des problèmes ergonomiques contenus dans les pages web en nous focalisant sur les aspects statiques.

L'expérience comportait trois étapes successives (résumées dans la figure 14).

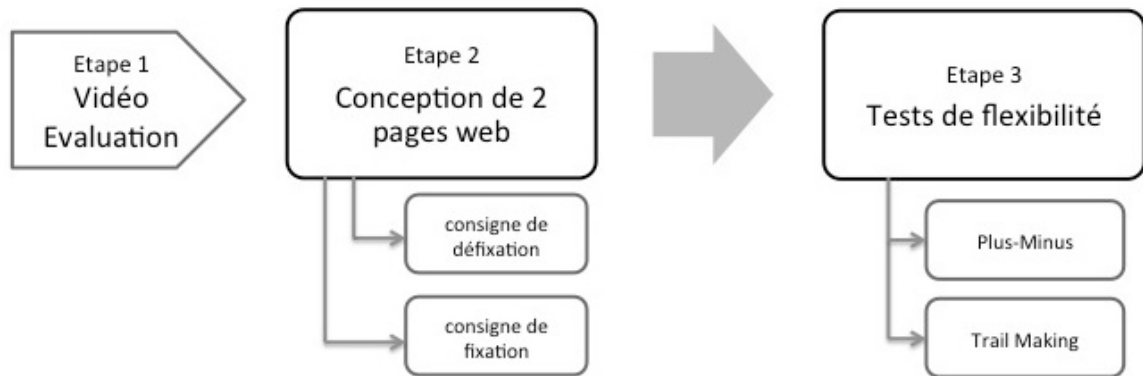


Figure 14 : Schéma synoptique des étapes expérimentales de l'étude 2A

Étape 1 : Vidéo d'évaluation d'un site web (temps non limité)

Dans une première étape, les participants étaient invités à regarder une vidéo d'une durée d'un peu moins de 6 minutes. Cette vidéo leur présentait un site web existant (ce site web est l'un des deux sites web utilisés pour l'étape d'évaluation de la première étude) conçu pour comporter des erreurs ergonomiques. Une voix off énonçait 14 de ces problèmes (cf. figures 15a, 15b et 15c) en expliquant sommairement en quoi ces choix de conception pouvaient être des erreurs ergonomiques, et donnait un exemple pour les résoudre (ex. : « *Le menu qui est présent en page d'accueil peut être retrouvé de manière différente sur d'autres pages et peut être complètement absent sur certaines pages. Donc il n'y a pas d'homogénéité dans la navigation, l'internaute ne peut pas trouver une continuité dans sa façon d'utiliser le site* », « *Le contraste texte – fond n'est pas assez important, ici les éléments du menu ne se détachent pas assez du fond. Ces éléments ne sont pas assez saillants et l'internaute ne pourra pas les voir au premier coup d'œil en arrivant sur la page* »). La vidéo passait ainsi en revue sept pages du site web. Les concepteurs pouvaient à tout moment arrêter la vidéo ou visionner à nouveau un passage s'ils le souhaitaient.



« Il n'y a pas de marqueur pour situer les pages dans l'arborescence du site. Donc l'internaute n'a aucun outil graphique pour se repérer dans sa navigation, il ne peut pas visualiser son historique de navigation. Habituellement nous pouvons trouver des outils classiques type fil d'Ariane ou chemin de fer. »

« Un certain nombre de polices ne sont pas au standard du web, comme ces polices, l'inconvénient des polices qui ne sont pas au standard au standard du web est qu'elles ne sont pas compatibles avec tous les navigateurs et qu'elles ne sont pas forcément très lisibles. »

« Certaines couleurs peuvent être gênantes, comme ici le contraste entre le texte et le fond qui va nuire à la visibilité du texte et qui va au bout d'un certain temps faire mal aux yeux. »

Figure 15a, 15b et 15c : trois exemples d'erreurs ergonomiques énoncées dans la vidéo d'évaluation du site web existant.

Étape 2 : Début de l'activité de conception (temps maximal = 2 heures)

Après un rapide entrainement aux verbalisations concomitantes à l'activité (cf. Ericsson et Simon, 1993). Cet entrainement consistait à dessiner une maison en disant à haute voix tout ce qui leur traversait l'esprit. Les concepteurs devaient réaliser, individuellement, la page d'accueil d'un site web présentant un magasin commercialisant des produits liés à la musique (CDs, billets de concerts, etc.). La même

consigne était donnée à tous les participants, avec une partie supplémentaire pour la condition défixation :

- Dans la **condition défixation**, il était en plus explicitement demandé aux concepteurs d'essayer d'éviter 5 erreurs ergonomiques présentes sur le site web qu'ils venaient de voir dans la vidéo d'évaluation. Ces 5 erreurs ont été reprises des 14 énoncées pendant la vidéo et ont été choisies parmi les erreurs les plus couramment identifiées dans les pages web de l'étude 1A. La partie de défixation suivait la consigne de l'exercice.

Consigne de défixation :

Dans votre maquette composée de deux pages (page d'accueil et une autre page), vous devez absolument éviter :

- La dispersion des informations de même nature
- Les pages trop longues qui ne tiennent pas dans un écran de 17 pouces
- Les polices de caractères qui ne sont pas standards (Bradeley Hand, etc.)
- Les informations superflues qui risquent de distraire l'internaute
- Les pages dont le titre n'est pas pertinent avec le contenu de la page

- Dans la **condition contrôle**, la consigne ne comportait pas la partie dédiée à l'évitement des erreurs ergonomiques et se limitait à la description de l'exercice.

Ces deux consignes reprenaient les caractéristiques des consignes conçues par Chrysikou et Weisberg (2005) pour montrer un effet de défixation, ou de diminution de la conformité aux exemples.

Les concepteurs étaient invités à dire oralement tout ce qui leur traversait l'esprit selon la technique des verbalisations concomitantes. Cette technique est souvent utilisée dans les études en conception (Bisseret *et al.*, 1999 ; Chevalier, 2003).

Étape 3 : Epreuves de flexibilité cognitive

Une fois le travail de conception terminé, les concepteurs étaient invités à répondre aux deux épreuves de flexibilité cognitive : le Plus-Minus et la partie B du Trail Making Test. Ces deux tests étaient réalisés successivement l'un après l'autre, l'ordre de passage était contrebalancé entre les concepteurs.

2.2.2. Hypothèses et variables

- *Hypothèse 1 : Contraintes énoncées*

Sur la base de résultats antérieurs (Jansson & Smith, 1991 ; Purcell & Gero, 1996 ; Bonnardel *et al.*, 2003 ; Chrysikou & Weisberg, 2005), la présentation de l'exemple d'un site web avant le début de la conception devrait encourager les concepteurs à reprendre des caractéristiques de cet exemple dans leurs propres productions. Toutefois, conformément à l'étude de Chrysikou et Weisberg (2005), la consigne de défixation proposée à la moitié des concepteurs devrait réduire significativement le nombre de caractéristiques reprises de l'exemple pour ces concepteurs.

H1a : Ainsi, les concepteurs confrontés à la consigne de défixation devraient reprendre significativement moins de caractéristiques du site évalué mentionnées dans la consigne défixation que les concepteurs du groupe fixation.

H1b : Dans la condition défixation, les concepteurs devraient d'une manière générale reprendre moins de caractéristiques (qu'elles soient mentionnées ou pas dans la consigne) issues de l'exemple que dans le groupe fixation. L'effet de la prescription de la consigne défixation devrait inciter les concepteurs d'une part à éviter les caractéristiques mentionnées dans la consigne et d'autre part à être plus sélectif quant à la reprise des autres caractéristiques, susceptibles d'être elles aussi problématiques.

- *Hypothèse 2 : Reprise des caractéristiques de l'exemple*

Dans les études précédentes impliquant un cahier des charges prescrivant des contraintes ergonomiques, les concepteurs ont systématiquement orienté leur activité vers une plus grande prise en compte de l'utilisateur (Chevalier, 2003 ; Chevalier & Vuillemin-Gioara, 2006). Dans la présente étude, les concepteurs de la condition défixation doivent éviter 5 erreurs ergonomiques énumérées dans la consigne qui leur est donnée, contrairement au groupe fixation. Cette prescription devrait orienter les concepteurs de la condition défixation en faveur de la prise en compte de contraintes liées à l'utilisateur. Cependant la différence d'orientation entre les deux groupes devrait être atténuée par le visionnage préalable de la vidéo d'évaluation du site web, passant en revue 14 erreurs ergonomiques dont celles contenues dans la consigne défixation.

H2a : Les concepteurs en condition défixation devraient verbaliser plus de contraintes ergonomiques que les concepteurs en condition fixation, ayant reçu comme

prescription d'éviter certaines caractéristiques de l'exemple, somme toute liées à l'utilisabilité. Réciproquement, les concepteurs confrontés à la condition contrôle, devraient verbaliser plus de contrainte-commanditaire que les concepteurs de la condition contrôle, la consigne n'appuyant pas particulièrement la prise en compte de l'utilisabilité.

H2b : Dans la continuité de l'hypothèse H2a, la proportion de contraintes prises en compte par les concepteurs à l'intérieur de chaque condition devrait refléter l'orientation de l'activité pour chacun des groupes : les concepteurs en condition défixation étant plus sensibilisés aux erreurs ergonomiques par leur consigne devraient verbaliser une plus grande proportion de contraintes liées à l'utilisateur que de contraintes liées au commanditaire. Une proportion inverse devrait être observée pour les concepteurs en condition fixation.

- *Hypothèse 3 : Qualité ergonomique des pages web*

Le site présenté en exemple comporte de nombreuses erreurs ergonomiques, soulignées dans les commentaires de la vidéo. Ceci devrait amener les concepteurs à reprendre de nombreuses caractéristiques négatives du point de vue ergonomique dans leurs pages web. La consigne de défixation devrait permettre aux concepteurs de bénéficier de deux effets conjugués : d'une part de reprendre moins de caractéristiques négatives présentes dans l'exemple évalué et d'autre part d'adopter une conception plus centrée sur les besoins de l'utilisateur. Ces deux bénéfices devraient être observables, d'une part, sur la reprise des caractéristiques de l'exemple, d'autre part, sur la qualité ergonomique des pages web conçues.

H3a : Les concepteurs en condition défixation inséreront significativement moins d'erreurs ergonomiques présentes dans le site présenté dans la vidéo grâce à la consigne de défixation. Le fait de pointer explicitement dans la consigne ces erreurs limitera leur reprise dans les pages web créées, contrairement aux résultats obtenus par plusieurs études précédentes conformément aux résultats de l'étude de Chrysikou et Weisberg (2005).

H3b : Sur la base de l'hypothèse H3a, la consigne de défixation demande aux concepteurs de ne pas reprendre dans leurs pages web six erreurs ergonomiques présentes dans le site qu'ils viennent d'évaluer. Cette consigne devrait les inciter à porter une plus grande attention à l'incidence des contraintes considérées sur

l'utilisabilité de leurs pages web, que ces contraintes soient reprises du site ou non. Ceci devrait se traduire par des pages web contenant globalement moins d'erreurs ergonomiques dans la condition défixation que dans la condition fixation.

- *Hypothèse 4 : Rôle de la flexibilité cognitive sur la conformité à l'exemple*

La flexibilité cognitive étant définie comme la capacité à changer de stratégies ou de points de vue (Clément, 2009), les concepteurs plus « flexibles » devraient être moins sensibles aux effets négatifs de conformité (à l'exemple évalué avant la conception).

H4a : Les concepteurs les plus flexibles devraient pouvoir reprendre plus de caractéristiques positives et moins de caractéristiques négatives du site web à évaluer. Leur plus grande flexibilité devrait leur permettre de mieux sélectionner les caractéristiques qu'ils reprennent de l'exemple en se focalisant moins sur ces caractéristiques, en particulier face à la consigne de défixation.

H4b : De même, les concepteurs les plus « flexibles » devraient avoir une grande aisance à changer de points de vue pendant leur activité de conception. Ainsi, la durée de résolution des deux tests de flexibilité cognitive (les plus réduites traduisant une plus grande flexibilité) devraient être inversement proportionnelles aux nombres de changements de point de vue (« switch ») entre utilisateur et commanditaire effectués pendant l'activité de conception.

Sur la base de ces hypothèses, une variable indépendante (consigne à deux modalités) et cinq variables dépendantes ont été retenues :

VD₁ : nombre de contraintes énoncées par les concepteurs en fonction de leur nature (commanditaire vs ergonomiques vs intérêt)

VD₂ : proportion de contraintes énoncées (commanditaire vs ergonomiques vs intérêt) en fonction du cahier des charges

VD₃ : nombre de contraintes ergonomiques reprises de la vidéo d'évaluation (en précisant si elles sont verbatim aux contraintes énoncées dans la consigne défixation)

VD₄ : nombre de problèmes ergonomiques identifiés dans les pages web créées par les concepteurs

VD₅ : nombre de changements de points de vue (commanditaire vs utilisateur) au cours de l'activité de conception

2.2.3. Recueil et analyse des données

Les concepteurs devaient, parallèlement à leur activité de conception, raisonner à voix haute en disant tout ce qui leur venait à l'esprit (technique des verbalisations concomitantes à l'activité). Après une phase d'entraînement à cette technique, nous filmions l'écran de travail des concepteurs à l'aide d'un camescope pour obtenir un enregistrement simultané de l'activité de conception des pages web et des verbalisations produites pendant la passation. Les pages web créées par les concepteurs ont également été enregistrées sous format électronique.

Les verbalisations obtenues ont toutes été retranscrites. Les contraintes ont été extraites des protocoles verbaux et classées selon leur nature (commanditaire vs ergonomique vs intérêt, cf. ci-dessous) en utilisant une méthode proche de celle de la méthode des juges (Caverni, 1988). Cette méthode consiste à demander à plusieurs analystes (ou juges) d'extraire et de classer les contraintes à partir des protocoles de manière indépendante à partir d'une même grille d'analyse. Les résultats de leur analyse ont ensuite été confrontés pour parvenir à un accord sur chacun des protocoles verbaux. Ainsi, les points de désaccord restants devaient être explicités pour parvenir à un consensus, et ensuite être ajoutés à la grille d'analyse (si une nouvelle contrainte avait été identifiée) afin d'être systématisés.

Ainsi, dans l'étude précédente, deux juges ont codé les protocoles verbaux à partir de la même grille (mise à jour par Chevalier *et al.*, 2009). Ensuite, ils ont confronté leurs analyses et ont discuté sur les quelques faibles points de désaccord pour parvenir à un consensus. Les contraintes issues de ces analyses se répartissent en trois grandes catégories :

- Les contraintes liées au commanditaire du site concernent tous les aspects liés aux caractéristiques et aux besoins du commanditaire (par exemple, représenter l'image de la marque, mettre en avant certains produits).
- Les contraintes liées à l'ergonomie, et plus précisément à l'utilisabilité, représentent les aspects facilitant l'utilisation du site par les utilisateurs (par exemple, une structuration claire, une densité d'information réduite). Elles sont sous-jacentes à certains besoins des utilisateurs. Certaines sont prescrites dans le CCE.

- Les contraintes liées à l'intérêt général du site se réfèrent aux aspects liés au plaisir d'utiliser le site (beauté du site, attractivité des informations, etc.). Nous pouvons les considérer à la fois comme liées au commanditaire et aux futurs utilisateurs.

Nous avons également réparti ces contraintes selon leur proximité avec le site présenté dans la vidéo d'évaluation : contraintes énoncées dans la vidéo, contraintes présentes dans le site mais non issues de la vidéo, contraintes présentes dans la consigne défixation, ou encore contraintes inférées.

De plus, afin de pouvoir analyser l'activité des concepteurs sous l'angle de la flexibilité de raisonnement dont ils ont fait preuve, nous avons catégorisé les contraintes en fonction du point de vue qu'elles défendaient, soit le point de vue du commanditaire (contraintes-commanditaire), soit le point de vue de l'utilisateur (contraintes ergonomiques et contraintes liées à l'intérêt). Ces deux catégories de contraintes sont utilisées pour manifester les changements de points de vue au cours de l'activité, ces changements de points de vue sont appelés « switch » (Chevalier et Chevalier, 2009). Le nombre de switches au cours de l'activité est obtenu en comptabilisant le nombre de passage d'une catégorie de contrainte à l'autre, c'est-à-dire le nombre de passage d'une verbalisation d'une (ou plusieurs consécutives) contrainte(s) utilisateur à une contrainte-commanditaire et inversement. Le nombre de changement de points de vue au cours de l'activité devrait être fortement lié aux capacités de flexibilité cognitive des concepteurs. L'indicateur final utilisé pour cette mesure est la proportion de changement de points de vue sur le nombre total de contraintes verbalisées pendant l'activité.

Afin de tester nos hypothèses, les données recueillies au cours des étapes de conception ont été analysées et traitées d'un point de vue statistique. De la même manière que dans notre première étude, nous avons choisi les tests paramétriques du t de Student, du coefficient r de Bravais Pearson et de l'analyse de variance à mesure répétée ainsi que des tests post-hoc (HSD de Tukey) pour évaluer la significativité de nos résultats.

2.2.4. Résultats

Résultats de l'activité de conception : Nous traiterons ces résultats en détaillant les analyses statistiques effectuées pour chaque catégorie de contraintes prises en compte pour répondre à nos hypothèses.

- *Contraintes verbalisées pendant l'activité*

Nous avons tout d'abord comparé l'ensemble des contraintes verbalisées pendant l'activité de conception pour tenter de déterminer l'orientation de l'activité des concepteurs dans les deux conditions expérimentales. Les résultats ne présentent pas de différence significative entre les deux conditions expérimentales : les concepteurs se trouvant dans la condition défixation ne se démarquent pas significativement des autres concepteurs quant au nombre de contraintes ergonomiques (respectivement $M=27,00$, $s=22,39$ pour la condition défixation et $M=29,75$, $s=15,08$ pour la condition fixation ; $t(6)=-0,203$; $p>.1$). Il en est de même pour les contraintes-commanditaire (avec $M=32,50$, $s=6,45$ pour la condition défixation et $M=34,00$, $s=12,70$ pour la condition fixation ; $t(6)=-0,210$; $p>.1$) ainsi que pour les contraintes liées à l'intérêt (avec respectivement $M=8,75$, $s=4,50$ pour la condition défixation et $M=17,25$, $s=7,84$; $t(6)=-1,879$; $p>.1$; cf. tableau 4).

Nous avons également déterminé si la condition expérimentale avait un effet sur la répartition des trois types de contraintes au sein de chacun des deux groupes de concepteurs (saillance des points de vue ; exprimée en pourcentages). Les analyses statistiques ne révèlent pas de différence significative entre les deux cahiers des charges ($F(1,6)=-3.545$; $p>.1$). En revanche, toutes les contraintes n'ont pas la même fréquence d'occurrence selon leur nature ($F(2,12)=7.749$; $p<.01$; $\eta_p^2=.56$). Les tests post-hoc n'indiquent cependant pas de différence significative entre la proportion de contraintes ergonomiques et la proportion de contraintes-commanditaire, que se soit pour la condition défixation (avec respectivement $M=34,36\%$, $s=16,50$ pour les contraintes ergonomiques et $M=52,95\%$, $s=16,72$ pour les contraintes-commanditaire ; $p<.1$) ou pour la condition fixation (avec respectivement $M=35,48\%$, $s=12,89$ pour les contraintes ergonomiques et $M=43,76\%$, $s=17,47$ pour les contraintes-commanditaire ; $p>.1$).

	Condition Défixation		Condition Fixation	
	M.	s.	M.	s.
Contr. Ergo.	30,50	19,07	26,25	18,93
	50,18%	23,70%	49,97%	27,87%
Contr. Int	7,50	6,24	14,75	11,98
	9,56%	6,39%	16,87%	11,91%
Contr. Com.	26,75	15,59	24,50	19,89
	40,26%	18,63%	33,16%	20,97%

Tableau 4 : Nombres et pourcentages moyens de contraintes verbalisées par les concepteurs, répartis selon la nature des contraintes.

- *Erreurs verbalisées reprises du site web évalué*

Nous avons ensuite identifié les contraintes verbalisées identiques aux caractéristiques du site web évalué avant la conception (Les contraintes identifiées comme reprises du site évalué pouvaient être verbalisées plusieurs fois de manière différente pendant la passation. Nous avons comptabilisé les répétitions de ces contraintes lorsqu'elles impliquaient un changement net de la valeur initiale de la contrainte sans en changer son principe ; ex. : « je vais mettre un menu de navigation » et plus loin dans la passation « le menu de navigation, je vais le faire apparaître sur toutes les pages » ou « il faudrait un tri des concerts par date » et plus loin dans la passation « le tri devrait aussi pouvoir s'effectuer par région »).

Les analyses statistiques n'indiquent pas de différence significative entre les deux groupes quant à la reprise des caractéristiques du site de la vidéo, seule une tendance se dessine en faveur des concepteurs en condition défixation ($M=2,50$, $s=1,91$), qui ont verbalisé moins d'erreurs ergonomiques que les concepteurs se trouvant dans la condition fixation ($M=12,25$, $s=8,77$; $t(6)=-2,172$; $p=.07$; cf. figure 16).

Nous avons également comptabilisé les caractéristiques positives reprises du site exemple, que nous appellerons « solutions de conception ». Les analyses statistiques ne permettent pas de relever de différence significative entre les conditions pour cette catégorie de caractéristiques (avec $M=10,50$, $s=8,81$ pour les concepteurs en condition défixation et $M=7,50$, $s=6,56$ pour les concepteurs en condition fixation ; $t(6)=0,546$; $p>.1$).

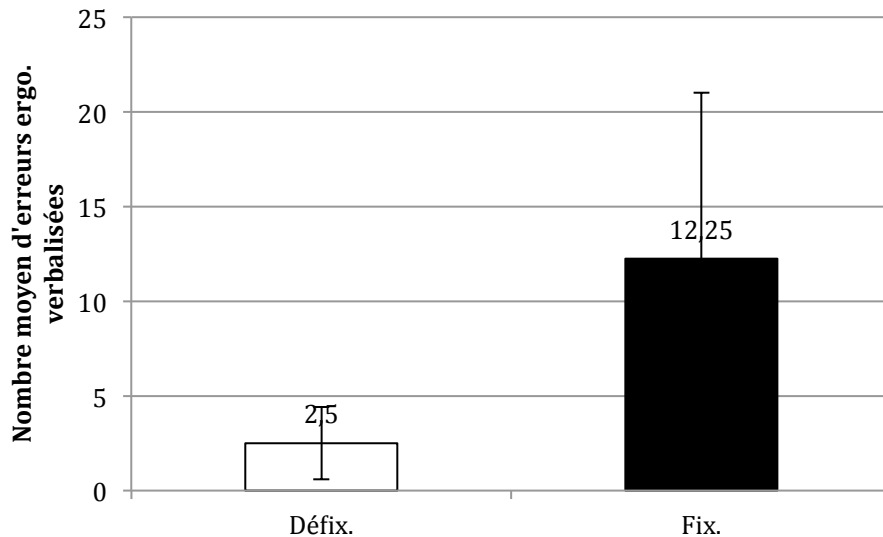


Figure 16 : Nombre moyen d'erreurs ergonomiques verbalisées repris du site et présentes dans la consigne de défixation. Les barres verticales indiquent les écarts-types.

2.2.4.1. Erreurs ergonomiques présentes dans les pages web :

L'analyse des erreurs ergonomiques contenues dans les pages web s'est faite en deux étapes. Tout d'abord nous avons comptabilisé toutes les erreurs ergonomiques présentes dans les pages web, pour ensuite distinguer celles qui étaient de même nature que les erreurs présentes dans la vidéo d'évaluation ainsi que dans la consigne de défixation.

Les analyses statistiques indiquent un effet significatif de la condition sur le nombre d'erreurs ergonomiques total identifiées dans les pages web. Les concepteurs en condition défixation ont introduit significativement moins d'erreurs ergonomiques ($M=5,00$, $s=1,63$) que les concepteurs en condition fixation ($M=8,25$, $s=1,70$; $t(6)=-2,750$; $p=.03$). De plus, lorsque nous comptabilisons les erreurs ergonomiques reprises de l'exemple et présentes dans les pages web, il apparaît également une différence significative entre les conditions. Les concepteurs en condition défixation ont repris dans leurs pages web significativement moins d'erreurs ergonomiques de l'exemple ($M=2,75$, $s=0,95$) que les concepteurs en condition fixation ($M=5,50$, $s=1,73$; $t(6)=-2,779$; $p=.03$; cf. figure 17). L'hypothèse H3a peut être confirmée.

Nous avons également voulu savoir si les erreurs que demandait d'éviter la consigne de défixation pouvaient se retrouver dans les pages web des deux groupes, les analyses statistiques portant sur ces erreurs en particulier nous permettent d'observer une

différence significative entre les deux groupes. Les concepteurs dans la condition défixation ont repris significativement moins d'erreurs ergonomiques présentes dans la consigne ($M=1,25$, $s=0,50$) que les concepteurs dans la condition fixation ($M=4,25$, $s=0,95$; $t(6)=-5,554$; $p<.01$; $\eta_p^2=.85$). L'hypothèse 3b est confirmée.

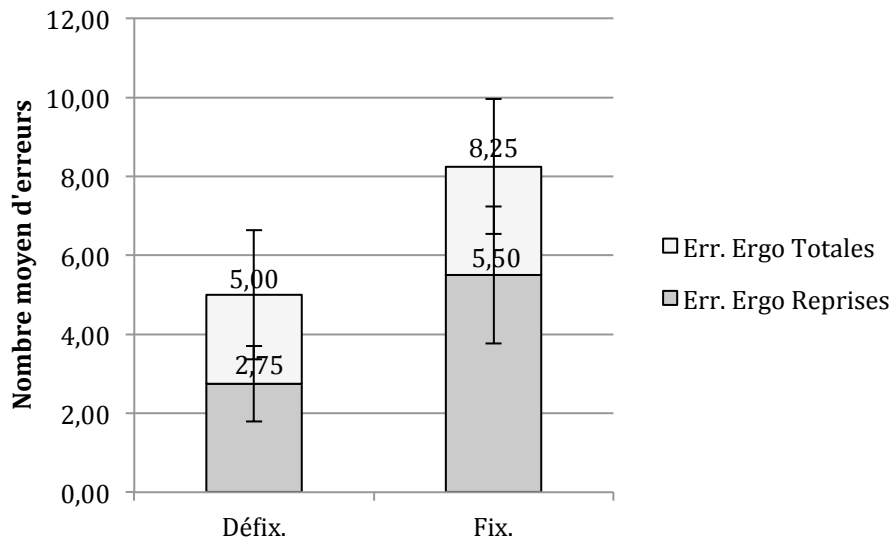


Figure 17 : Nombre moyen d'erreurs ergonomiques identifiées dans les pages web, comprenant en couleur sombre le nombre d'erreurs reprises du site web donné en exemple. Les barres verticales indiquent les écarts-types.

2.2.4.2. Flexibilité cognitive et activité de conception

Nous avons ensuite déterminé si la flexibilité cognitive pouvait avoir une influence sur l'activité de conception et les pages web produites. Nous avons pour cela fait passer aux concepteurs deux tests de flexibilité, le Trail Making Test et le Plus-Minus. De ces deux tests, nous avons recueilli les temps de résolution pour chacun d'eux, ces temps sont inversement proportionnels à la capacité d'alternance de raisonnement des concepteurs (plus les temps de réalisation de ces deux tests sont élevés, moins le concepteur est flexible).

En plus de ces deux mesures, nous avons traité à nouveau les verbalisations issues de l'activité pour en extraire les changements de points de vue entre utilisateur et commanditaire (switches), effectués par les concepteurs au cours de leur activité. L'indicateur utilisé est la proportion de changement de point de vue sur le total des contraintes verbalisées, ce qui permet d'obtenir une mesure équivalente entre les concepteurs, quel que soit le nombre de contraintes qu'ils aient verbalisées.

Tout d'abord, nous avons voulu savoir si les indicateurs de flexibilité relevés permettaient de faire une distinction entre nos deux groupes expérimentaux. Les analyses statistiques ne permettent pas de relever de différence significative entre les conditions expérimentales aux deux tests de flexibilité. Pour le test du Plus-Minus, les concepteurs en condition défixation ($M=84,75$, $s=21,33$) ne se différencient pas significativement des concepteurs en condition fixation ($M=70,75$, $s=16,42$; $t(6)=1,042$; $p>.1$), il en va de même pour le test Trail Making, qui ne permet pas non plus de distinguer les deux conditions (avec $M=25,25$, $s=15,11$ pour la condition défixation et $M=18,25$, $s=11,18$ pour la condition fixation ; $t(6)=0,744$; $p>.1$).

Nous ne relevons pas non plus de différence intergroupe quant aux pourcentages de changement de point de vue effectué pendant la conception, les concepteurs en condition défixation en ont verbalisé une proportion très proche ($M=41,41$, $s=4,96$) de celle des concepteurs en condition fixation ($M=41,15$, $s=4,96$; $t(6)=0,078$; $p<.1$; cf. tableau 5).

	Condition Défixation		Condition Fixation	
	M.	s.	M.	s.
Plus-Minus	84,75	21,33	70,75	16,32
Trail Making	25,25	15,11	18,25	11,18
% Switches	41,41%	4,96%	41,15%	4,33%

Tableau 5 : Temps moyens et écart-types (en secondes) obtenus aux épreuves du Plus-Minus et du Trail Making Test (le temps le plus court traduit une meilleure performance). La dernière ligne présente les pourcentages moyens de changements de point de vue effectués par les concepteurs.

Nous avons ensuite comparé ces données aux nombres de contraintes reprises du site évalué (positives ou négatives pour l'ergonomie des pages web), afin de déterminer si un lien entre flexibilité et effet de conformité était identifiable.

Tout d'abord, les tests de flexibilité n'apparaissent pas corrélés entre eux ($r(8)=.40$; $p>.1$) et ne sont pas corrélés aux switches ($r(8)=-.19$; $p>.1$ avec le Plus-Minus et $r=.59$, $p>.1$ avec le Trail Making). Les tests ainsi que les switches ne sont pas non plus corrélés

avec le nombre total de contraintes reprises (avec $r(8)=-.12$; $p>.1$ pour le Plus-Minus, $r(8)=-.19$; $p>.1$ pour le Trail Making et enfin $r(8)=.35$; $p>.1$ pour les switches).

Lorsque nous tenons compte, non plus du nombre de contraintes reprises, mais de la valence de ces contraintes (contraintes signifiant une erreur ergonomique ou une solution de conception ; ici nous avons retenu le pourcentage d'erreurs ergonomiques parmi ces contraintes), il apparaît une corrélation négative avec le pourcentage de switches. Les concepteurs ayant effectué le plus de changements de points de vue au cours de leur activité sont également ceux ayant repris la moins grande proportion d'erreurs ergonomiques ($r(8)=-.76$; $p=.02$). La proportion d'erreurs ergonomiques parmi les contraintes reprises n'apparaît pas corrélée ni avec le test Plus-Minus ($r(8)=-.17$; $p>.1$) ni avec le Trail Making Test ($r(8)=.37$; $p>.1$, cf. tableau 6). Les hypothèses H4a et H4b ne sont que partiellement validées.

	1	2	3	4	5	6
1 Plus-Minus	—					
2 Trail Making	.40	—				
3 % Switches	-.19	-.59	—			
4 Nb Contraintes Reprises	.12	.19	.09	—		
5 % Erreurs Ergo. Reprises	-.17	.37	-.76*	-.29	—	
6 Nb Erreurs Ergo. Pages web	.004	.06	-.003	.31	.47	—

Note. Les items comportant * indiquent les corrélations significatives à $p<.05$

Tableau 6 : Corrélation entre les scores de flexibilité (Plus-Minus, Trail Making et switches) et les erreurs ergonomiques identifiées dans les pages web en fonction de leur origine.

2.2.5. Discussion de l'étude 2A

L'objectif principal de cette étude était tout d'abord de déterminer si une consigne de défixation, similaire à celle utilisée par Chrysikou et Weisberg (2005) et pointant ces caractéristiques négatives présentes dans l'exemple en demandant explicitement de ne pas les reproduire, pouvait diminuer l'effet de conformité à l'exemple en limitant la reprise de ces caractéristiques dans l'activité de conception subséquente.

Les principaux résultats obtenus dans cette étude indiquent que la consigne défixation, bien qu'ayant eu un impact assez faible pendant sur les contraintes verbalisées par les concepteurs, a permis de limiter la reprise des caractéristiques négatives (plus particulièrement les caractéristiques que la consigne défixation pointait explicitement) dans les pages web des concepteurs. Ces derniers, dans la condition défixation, ont appliqué dans leurs pages web significativement moins de caractéristiques négatives présentes dans la consigne. Ces concepteurs ont également introduit significativement moins d'erreurs ergonomiques reprises du site présenté dans la vidéo, même si celles-ci ne figuraient pas dans la consigne. Ce résultat confirme les résultats obtenus dans les deux études menées par Chrysikou et Weisberg (2005) et confirme la possibilité de diminuer l'effet de conformité aux exemples, contrairement aux résultats obtenus dans plusieurs études (March, Binks et Hicks, 1999 ; Smith, Ward et Schumacher, 1993 ; Ward, 1994), dans lesquelles le fait de demander explicitement de ne pas reproduire les caractéristiques des exemples n'avait eu aucun impact sur la reprise effective de ces caractéristiques. De plus, les concepteurs confrontés à la consigne défixation ont introduit globalement moins d'erreurs ergonomiques que les autres concepteurs, que ces erreurs soient ou non présentes dans le site web donné en exemple. Il semble donc que la consigne défixation ait porté l'attention des concepteurs vers le respect des contraintes ergonomiques.

L'effet de la consigne de défixation observé sur la qualité ergonomique des pages web n'a pas pu être clairement observé dans la prise en compte orale des contraintes pendant l'activité de conception : l'orientation de l'activité n'apparaissait pas clairement distincte entre nos deux conditions expérimentales, contrairement à nos attentes. Ce résultat peut être expliqué par le fait que tous les concepteurs ont été confrontés à la vidéo de l'évaluation du site web donné en exemple. Ainsi tous ont pu écouter le commentaire énonçant les 14 erreurs ergonomiques présentes dans ce site. De cette manière, les concepteurs des deux groupes ont été sensibilisés au début de leur activité de conception aux besoins des utilisateurs et ont pris connaissance de 14 contraintes ergonomiques potentiellement problématiques dans un site web. Leur activité étant déjà orientée vers la prise en compte des besoins de l'utilisateur, l'effet de l'ajout de contraintes ergonomiques dans la consigne de défixation a certainement été largement atténué. Ainsi, nous pouvons considérer que la consigne de défixation n'a pas joué le

même rôle qu'avait pu jouer le cahier des charges ergonomique dans des études contrastant le type de contraintes contenues dans le cahier des charges entre les conditions (Chevalier, 2003 ; Chevalier & Vuillemin-Gioarä, 2006). Ce résultat est particulièrement intéressant dans le sens où il était nécessaire pour préciser l'effet obtenu par la consigne défixation, en neutralisant l'effet possible de la prescription de contraintes ergonomiques dans cette consigne.

Néanmoins, les erreurs ergonomiques verbalisées reprises du site donné en exemple ne permettent pas de distinguer significativement l'effet de la consigne de défixation, bien qu'une tendance se dessine en faveur de nos attentes. L'analyse des protocoles verbaux nous amène à penser que ce résultat est lié à une difficulté plus importante inhérente au codage des protocoles verbaux (certains concepteurs en particulier verbalisent énormément, d'autres beaucoup moins malgré nos relances), souligné par le faible effectif de nos deux groupes. De ce fait la différence descriptive que nous observons entre les deux groupes aurait très certainement bénéficié d'effectifs plus importants, point malheureusement difficile à satisfaire compte tenu de la faible disponibilité de la population et du temps nécessaire à la passation.

Le second objectif de cette étude était de tenter de mettre en lien la flexibilité cognitive des concepteurs avec le degré de conformité dont ils avaient pu faire preuve pendant leur activité de conception. Pour cela nous avons utilisé deux épreuves d'alternance de raisonnement, le plus Minus et le TMT. Nous avons aussi mesuré le changement de point de vue comme indicateur de flexibilité (en référence à Chevalier à Chevalier, 2009 ; Chevalier *et al.*, 2009). Les résultats recueillis pour ces les deux épreuves (Plus Minus et TMT) n'apparaissent que peu corrélés aux différentes variables dépendantes issues de l'activité de conception, contrairement à nos hypothèses. Ce manque de différence significative peut s'expliquer notamment par un échantillon trop faible pour mettre en évidence des différences en termes de flexibilité entre les concepteurs. Par contre, le pourcentage d'erreurs issues de la consigne et appliquées aux pages web des concepteurs en condition est corrélé aux changements de points de vue (switches), c'est-à-dire à la mesure de la flexibilité spécifique à la conception web. Ce résultat nous semble intéressant dans la mesure où il pourrait pointer un effet de la flexibilité cognitive (en l'occurrence la capacité à changer plus fréquemment de points de vue, donc associé fortement aux contraintes de la conception) sur la qualité des

caractéristiques sélectionnées comme sources d'inspiration. Les concepteurs « flexibles » de notre étude, c'est-à-dire ceux qui ont changé plus fréquemment de points de vue, sont aussi ceux qui ont pu (intentionnellement ou non) optimiser la reprise de caractéristiques de l'existant. Bien que les reprises totales du site exemple (solutions et erreurs ergonomiques comprises) ne puissent pas être corrélées à l'indicateur de flexibilité qu'est le pourcentage de switches. Dans cette perspective la flexibilité cognitive pourrait influencer l'effet de conformité plus en terme de qualité des reprises qu'en terme de quantité.

Toutefois, contrairement aux résultats de précédentes études (Chevalier *et al.*, 2009 ; Chevalier & Chevalier, 2009), aucune corrélation positive n'a pu être relevée entre la proportion de changements de points de vue et le nombre d'erreurs ergonomiques identifiées dans les pages, contrairement à l'étude de Chevalier, *et al.* (*op.cit.*), ni de corrélation négative, comme l'avait montrée l'étude de Chevalier et Chevalier (*op.cit.*).

Bien que les résultats concernant le lien entre la flexibilité cognitive et l'effet de conformité n'aient été que partiellement observés dans cette étude, l'objectif principal, qui était de déterminer si une consigne de défixation telle que l'ont conçue Chrisikou et Weisberg (2005) pouvait limiter le nombre de caractéristiques négatives reprises d'un exemple dans les pages web, a été atteint. Contrairement à ce que nous avons observé dans l'étude 1A, lorsque l'exemple est présenté avant le début de la conception, l'indication dans la consigne de ne pas reprendre certaines caractéristiques problématiques de cet exemple permet de limiter l'effet de conformité. Cet effet de la consigne s'est manifesté particulièrement dans l'application effective des contraintes ergonomiques dans les pages web, ainsi que dans la prise en compte orale de ces caractéristiques, même si le contraste entre les deux groupes indiquait seulement un effet tendanciel. Les concepteurs en condition défixation ont introduit significativement moins de ces erreurs dans leurs pages web. Contrairement aux résultats obtenus précédemment (Jansson & Smith, 1991 ; March *et al.*, 1999 ; Purcell & Gero, 1996), il semble possible de contraindre l'effet de conformité aux exemples, et de permettre aux concepteurs de ne pas reprendre les caractéristiques problématiques dans leurs productions. Dans une perspective appliquée, il semble possible, bien que ces résultats demanderaient à être confirmés par d'autres études, de prescrire des contre-indications à l'encontre de certaines caractéristiques génériques que les concepteurs pourraient

fréquemment trouver dans les étapes d'analyse de l'existant qu'ils font systématiquement en amont de leur activité de conception. Certaines caractéristiques récurrentes des sites web (notamment commerciaux) nuisent à l'utilisabilité (Ahuja & Webster, 2001 ; Gwizdka & Spence, 2007) mais sont couramment reprises par les concepteurs qui leur donnent probablement le statut d'« incontournables » ou de « normes » du domaine, compte tenu de leur fréquence (ex. : les publicités, les menus déroulants, les animations flash, la forte densité informationnelle, etc.). La prescription de contre-indications génériques, dans un cahier des charges de conception ou dans un outil d'aide à la prise en compte de l'utilisateur, pourrait amener les concepteurs réduire leur conformité à ces caractéristiques pour éviter de les reprendre dans leur site, et ainsi améliorer l'utilisabilité de leur site web, comme nous avons pu l'observer pour les pages web réalisées dans cette étude.

Conformément à nos attentes, les pages web produites dans la condition défixation se démarquent significativement des autres par le nombre d'erreurs ergonomiques qu'elles contiennent. De la même manière que pour l'étude 1A, nous avons voulu, dans un deuxième temps, contribuer à la problématique défendue dans la partie B de cette première étude et apporter des résultats supplémentaires à ceux obtenus. L'étude 1B nous avait permis de montrer que l'utilisabilité réelle des pages web pouvait avoir un effet sur leur appréciation esthétique, évaluée par des utilisateurs du Web. Ces résultats corroborent l'hypothèse défendue par le courant fonctionnaliste, qui s'oppose à la conception de Tractinsky *et al.* (2000), selon laquelle seule l'esthétique d'un dispositif aurait un impact sur l'utilisabilité perçue d'un dispositif, même lorsque celui-ci est réellement moins utilisable. Dans l'étude 1, les pages web avaient initialement été conçues à partir de cahiers des charges composés soit de contraintes ergonomiques soit de contraintes créatives et esthétiques, cette différence représentait le facteur de variation principal des différences d'appréciation esthétique relevé dans les résultats, puisque les corrélations entre le nombre d'erreurs ergonomiques et les évaluations esthétiques n'avaient pas permis de relever de résultat significatif. Dans cette deuxième partie de l'étude 2, nous allons une nouvelle fois confronter les pages web réalisées par les concepteurs professionnels à l'évaluation d'utilisateurs de sites web.

2.3. Etude 2B : évaluation esthétique des pages web créées

2.3.1. Méthode

- *Participants*

Nous avons recruté pour cette étude 25 participants en activité (au sein de la SNCF) ($M=29,88$ ans ; $s=12,38$), 17 femmes et 8 hommes. 19 participants sur 25 avaient un niveau d'étude égale ou supérieur à la Licence, les autres avaient un niveau d'étude situé entre le Bac et le BTS. Nous avons déterminé leur niveau d'expérience avec Internet à partir d'un questionnaire (cf. annexe 5c). 21 participants ont répondu utiliser Internet quotidiennement (plus d'une heure par jour), 4 ont répondu l'utiliser souvent (en moyenne 5 heures par semaine). Tous utilisaient Internet pour rechercher des informations, une grande majorité (environ 76%) pour chatter et relever leurs courriels et seulement un participant avait l'habitude des sites de musiques et spectacles. Les participants estimaient avoir une connaissance d'internet, avec un score moyen de 4,66 ($s = 0,99$) sur une échelle de Likert en 7 points. Nous avons également contrôlé leur langue maternelle, pour écarter les participants qui auraient pu avoir des difficultés de compréhension de la langue française. Trois participants n'étaient pas de langue maternelle exclusivement française (ils partageaient le français avec la langue d'origine de leurs parents). Parmi ces trois participants, deux avaient fait leurs études en France jusqu'à la Licence. Nous avons choisi d'écarter le troisième.

- *Matériel*

Le questionnaire a été repris d'une étude de Chevalier *et al.* (2009). Cette échelle était composée de 9 items extraits de l'étude de Lavie et Tractinsky (2004) mesurant deux dimensions esthétiques des sites web, l'esthétique expressive et l'esthétique classique. L'esthétique expressive regroupe les items liés à l'originalité du site. L'esthétique classique regroupe les items liés à des valeurs esthétiques plus traditionnelles, telle que l'harmonie. Le questionnaire était présenté sous la forme d'une échelle de Likert en 7 points pour chacun des items de l'échelle de Lavie et Tractinsky (2004). Les items étaient présentés dans de courts énoncés tels que « Le graphisme de cette page est clair » (esthétique classique) ou encore « Le graphisme de cette page fait preuve de

créativité » (esthétique expressive). Le questionnaire complet est présenté dans l'annexe 5b.

Une fois l'évaluation des dix pages d'accueil réalisée, les participants devaient les classer par ordre de préférence esthétique.

Les pages d'accueil leur étaient présentées de manière statique (format image) sur un écran d'ordinateur. L'ordre de présentation des pages était aléatoire, et tous les participants visualisaient toutes les pages d'accueil dans les mêmes conditions.

- *Procédure expérimentale*

Les passations se déroulaient dans une salle de formation de la SNCF à Paris. Cette salle était équipée d'une dizaine de postes informatiques identiques, composés d'une unité centrale munie du système d'exploitation Windows XP et du logiciel Excel 2000, ainsi que d'un écran LCD de 19 pouces au format 4/3 de modèle identique. Ce dispositif nous a permis de pouvoir accueillir plusieurs participants en même temps lorsque l'occasion se présentait.

Les dix pages d'accueil étaient présentées sous forme de diaporama plein écran. Une barre de commande située en bas de l'écran était présente pour leur permettre de noter le numéro de la page d'accueil évaluée sur le questionnaire, de connaître le nombre de pages qu'ils avaient à évaluer, et de passer à la page d'accueil suivante. Les participants n'avaient pas la possibilité de revenir en arrière avant d'avoir évalué les dix pages d'accueil. Une fois celles-ci évaluées, les participants pouvaient revoir toutes les pages, pour leur permettre de les classer.

Nous avons réalisé trente tirages au sort pour présenter les pages dans un ordre aléatoire connu au préalable, afin de pouvoir s'assurer que les participants avaient correctement noté le numéro de chaque page d'accueil sans erreur sur le questionnaire. Comme les passations pouvaient faire intervenir plusieurs participants en même temps, la procédure de présentation des pages d'accueil a été automatisée à l'aide d'une macro développée dans le langage Visual Basic Application, intégré au logiciel Excel. Ainsi, l'expérimentateur n'avait qu'à renseigner le numéro de série de présentation sur le logiciel et sur le questionnaire, pour que la passation soit prête à être lancée.

Les participants lisaient une consigne écrite sur la première page du questionnaire d'évaluation esthétique et commençaient leur évaluation. L'expérimentateur restait

présent pour contrôler les conditions de passation et répondre aux questions le cas échéant.

Consigne introduisant l'évaluation esthétique de pages web :

Bonjour,
Vous allez voir une série de 8 pages d'accueil en construction.
Pour avancer d'une page, il vous suffit d'appuyer sur le bouton suivant, pour revenir sur la page précédente, vous pouvez appuyer sur le bouton précédent.
Pour chaque page, vous allez devoir remplir une feuille du questionnaire.
Une fois la 1^{ère} page web vue et la 1^{ère} feuille du questionnaire remplie, vous irez à la 2^{ème} page web pour remplir la 2^{ème} page du questionnaire.
Vous devrez faire la même chose avec les 8 pages.
Merci d'indiquer sur chaque page du questionnaire le numéro du site (ce numéro se situe en bas, à gauche de chaque page écran).

Une fois l'évaluation terminée, les participants remplissaient un questionnaire les concernant, pour nous permettre de connaître principalement leurs profils d'utilisateurs d'Internet. Le détail de ce questionnaire est mentionné dans la partie « participants » de cette étude.

Pour finir, les participants étaient remerciés, et recevaient une feuille débriefing et explicative qu'ils avaient la possibilité d'emporter avec eux. Ce débriefing leur expliquait succinctement la problématique et les objectifs de l'étude. Il leur était également donné des références bibliographiques leur permettant d'approfondir le sujet s'ils étaient intéressés.

2.3.2. Hypothèses et variables dépendantes

- *Hypothèse 1 : Esthétique et utilisabilité*

Lavie et Tractinsky ont fait apparaître que les items d'esthétique classique étaient significativement corrélés aux items liés à l'utilisabilité des sites web. Chevalier *et al.* (2009) ont montré, en utilisant la même échelle d'évaluation de l'esthétique, que la qualité ergonomique réelle de pages web de site web pouvait également être corrélée à l'évaluation de l'esthétique globale des pages web.

H1a : Contrairement aux travaux de Tractinsky *et al.* (2000), mais comme l'ont déjà montré Chevalier *et al.* (2009), la qualité ergonomique des pages web devrait avoir un impact positif sur l'évaluation esthétique. Nous devrions ainsi observer une différence significative entre les deux conditions expérimentales de conception dont les productions variaient en termes de qualité ergonomique. Ainsi la condition fixation, dont les pages web comportaient le plus d'erreurs ergonomiques, devrait obtenir des scores d'esthétique plus faibles que la condition défixation, dont les pages web comportaient moins d'erreurs ergonomiques.

H1b : La nature des items liés à l'esthétique classique semble pouvoir être rapprochée de certaines caractéristiques d'utilisabilité (ex. : « le graphisme est clair », « la page est soignée », « le graphisme est harmonieux »). Ainsi, les items correspondant à la dimension classique de l'esthétique devraient être évalués avec un score plus important pour les pages web comportant moins d'erreurs ergonomiques (pages web réalisées par les concepteurs en condition défixation), que pour les pages web contenant plus d'erreurs ergonomiques (pages web réalisées par les concepteurs en condition fixation), et inversement pour les items correspondants à la dimension esthétique expressive.

- *Hypothèse 2 : Classement des pages d'accueil*

Le classement des maquettes par ordre de préférence esthétique devrait également faire apparaître l'impact de l'utilisabilité sur les évaluations esthétiques. Ainsi, les pages web des concepteurs en condition défixation devraient être classées avant celles des concepteurs de la condition fixation.

- *Hypothèse 3 : Corrélations esthétique et erreurs ergonomiques*

Dans la perspective d'un effet positif de la qualité ergonomique des pages web sur leur évaluation esthétique, nous pouvons penser que plus une page web comporte d'erreurs ergonomiques, et plus elle sera dévaluée du point de vue esthétique. Ainsi, nous nous attendons à ce que le nombre d'erreurs ergonomiques contenues dans les pages web soient corrélées négativement avec les notes d'esthétique données par les utilisateurs.

Sur la base de ces hypothèses, quatre variables dépendantes ont été retenues :

VD₁ : score moyen relatif à la dimension classique de l'esthétique

VD₂ : score moyen relatif à la dimension expressive de l'esthétique

VD₃ : score global moyen donné aux deux dimensions d'esthétique confondues

VD₄ : classement esthétique des pages web réalisées par les utilisateurs

2.3.3. Résultats

Les réponses aux questionnaires ont toutes été recueillies et disposées en trois parties : 1) les réponses aux questions portant sur l'esthétique classique, 2) celles portant sur l'esthétique expressive, et 3) les classements des sites par ordre d'appréciation esthétique. Les résultats seront présentés suivant cet ordre dans deux parties correspondant aux deux hypothèses principales. Les données recueillies à partir de l'échelle de Likert pouvant être traitées comme des données ordinales ou quantitatives (les réponses sont alors considérées comme des notes ; Beaufils (2009a, p.30), nous avons choisi les tests statistiques paramétriques basés sur les moyennes, tels que le *t* de Student et le coefficient *r* de Bravais Pearson.

2.3.3.1. Evaluation de l'esthétique des pages web en fonction de la condition de conception des pages web (défixation ou fixation)

Nous avons voulu tout d'abord tester si la condition expérimentale avait eu un effet sur l'évaluation esthétique des pages web de sites web réalisées par les concepteurs. Les pages réalisées dans la condition défixation comportaient significativement moins d'erreurs ergonomiques que les pages réalisées dans la condition fixation (cf. résultats de l'étude 2A). L'analyse des résultats des évaluations esthétiques (score global) n'indique aucun effet significatif de la condition sur les évaluations esthétiques réalisées par les utilisateurs ($M=3,29$, $s=0,60$ pour les pages web en condition défixation et $M=3,53$, $s=0,59$ pour les pages web en condition fixation ; $t(24)=-1,319$; $p>.1$), l'hypothèse 1a est invalidée.

Comme dans l'étude 1B, nous avons confronté les évaluations faites pour chacune des deux dimensions de l'esthétique, classique et expressive, mais cette fois, aucun effet significatif des conditions expérimentales de conception ne ressort des résultats, avec un contraste de $t(24)=1,520$; $p>.1$ pour les évaluations d'esthétique classique ($M=3,57$, $s=0,65$ pour la condition défixation, $M=3,84$, $s=0,62$ pour la condition fixation) et de $t(24)=0,980$; $p>.1$ pour les évaluations d'esthétique expressive ($M=2,94$, $s=0,65$ pour la

condition défixation et $M=3,14$, $s=0,67$ pour la condition fixation ; cf. figure 18). L'hypothèse H1b est également invalidée.

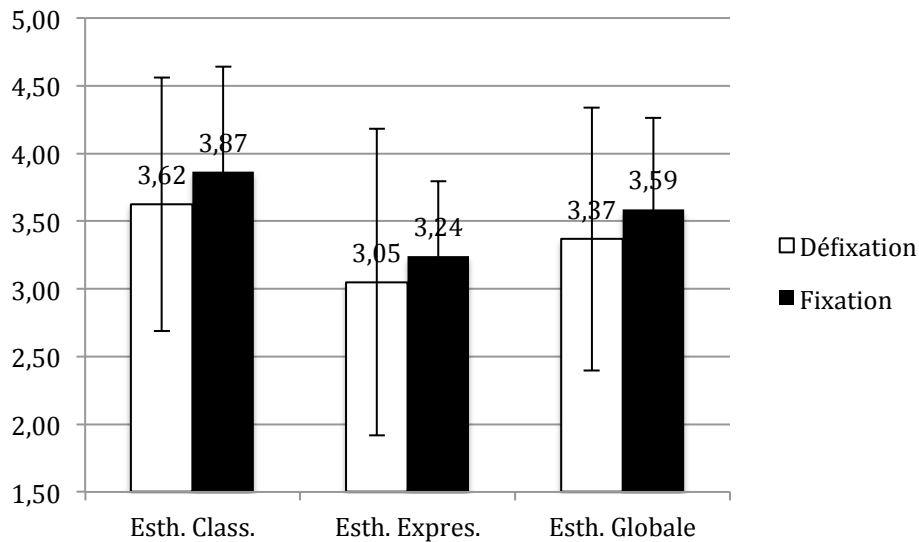


Figure 18 : Scores moyennes (et écart-types) au questionnaire d'esthétiques par dimension (classique, expressive) puis global obtenus pour les pages web des concepteurs dans les conditions défixation et fixation de l'étude 2A. Les barres verticales indiquent les écarts-types.

2.3.3.2. Classement des pages web par ordre de préférence esthétique

Enfin, nous avons recueilli les classements des pages web, par ordre de préférence esthétique, réalisés par les utilisateurs. Nous avons choisi une nouvelle fois de traiter les classements des maquettes comme des notes de préférence, où 1 serait la meilleure note et 10 la moins bonne. Ce choix nous permet de traiter les données obtenues en utilisant les moyennes et écart-types, plus informatifs dans le cas d'une comparaison de deux groupes comme nous le faisons ici.

L'analyse statistique des rangs moyens des pages web de sites ne permet pas de relever de différence significative entre les deux conditions expérimentales de conception. Les pages web réalisées en condition défixation ont été classées légèrement moins bien ($M=4,65$, $s=1,04$) que les pages web en condition fixation ($M=4,26$, $s=0,95$; $t(24)=0,991$; $p>.1$). Les deux conditions apparaissent ainsi très proche dans l'évaluation des rangs de préférence esthétique des utilisateurs, ce qui infirme l'hypothèse H1c.

2.3.3.3. Qualité ergonomique des maquettes et scores esthétiques

Ensuite, nous nous sommes intéressés aux liens possibles entre les scores d'esthétique et le nombre d'erreurs ergonomiques identifiées dans les pages web réalisées par les concepteurs. Pour cela, nous avons calculé les coefficients de corrélation des scores d'esthétiques avec, d'une part les deux conditions auxquelles les concepteurs étaient confrontés (fixation vs défixation), mais également avec le nombre moyen d'erreurs ergonomiques identifiées dans les pages web créées. Comme dans l'étude 1B, les résultats n'indiquent pas de corrélation significative entre le nombre d'erreurs ergonomiques contenues dans les pages web et les scores d'esthétique (avec $r(192)=-.09$; $p>.1$ pour l'esthétique classique, $r(192)=.04$; $p>.1$ pour l'esthétique expressive et $r(192)=-.03$; $p>.1$ pour l'esthétique globale). Nous observons toutefois des corrélations entre les dimensions esthétiques, l'esthétique classique est corrélée positivement à l'esthétique expressive ($r(192)=.75$; $p<.01$) ainsi qu'à l'esthétique globale ($r(192)=.94$; $p<.01$), l'esthétique expressive est également corrélée à l'esthétique globale ($r(192)=.92$; $p<.01$; cf. tableau 7). L'hypothèse H3 est également invalidée.

	1	2	3	4	5
1 Conditions	—				
2 Esthétique classique	.10	—			
3 Esthétique expressive	.07	.76**	—		
4 Esthétique globale	.09	.95**	.93**	—	
5 Nb Erreur ergo. pages web	.74**	-.09	.05	-.03	—

Note. Les items comportant ** indiquent les corrélations significatives à $p<.01$.

Tableau 7 : Corrélations entre les évaluations d'esthétique, les erreurs ergonomiques relevées dans les pages web ainsi que les conditions expérimentales de conception.

2.3.4. Discussion de l'étude 2B

Dans cette deuxième partie d'étude, nous avons à nouveau réuni les conditions nécessaires pour déterminer si un lien pouvait être établi entre l'évaluation esthétique

subjective des pages web et leur qualité ergonomique (liée à la condition à laquelle les concepteurs ont été confrontés). Les résultats n'ont pas permis de révéler ce lien de façon statistique contrairement à ce que nous avons observé dans l'étude 1B. Tout d'abord, les résultats des pages web regroupées par condition expérimentale de conception (défixation vs fixation), n'indiquent pas d'effet significatif de la consigne de conception sur les évaluations subjectives de l'esthétique de ces pages web, bien que la consigne ait permis aux concepteurs de produire des pages web contenant moins d'erreurs ergonomiques. De plus, le nombre d'erreurs ergonomiques n'est pas significativement corrélé avec les évaluations esthétiques. Le classement final des sites web effectué par les participants ne distingue pas non plus nos deux conditions expérimentales de conception. Ces résultats ne corroborent pas l'hypothèse H2, postulant un lien entre l'esthétique et l'ergonomie réelle, tel qu'il a pu être observé dans l'étude de Chevalier *et al.* (2009), contrairement à ce que nous avons pu observer dans l'étude 1B. Nous n'avons pas pu identifier dans ces conditions expérimentales un lien suffisamment fort entre l'ergonomie et l'esthétique.

Les résultats obtenus ne permettent donc pas de valider l'hypothèse H1, selon laquelle l'utilisabilité d'un site web a une influence sur son attractivité esthétique. Cette seconde étude de l'esthétique, contrairement à la première (étude 1B), serait plutôt en faveur de l'hypothèse alternative selon laquelle l'ergonomie ne serait pas corrélée significativement avec l'esthétique, comme permettent de le défendre les résultats obtenus par Tractinsky *et al.* (2000). Dans cette perspective, l'esthétique jouerait un rôle important sur l'ergonomie perçue par les utilisateurs, mais l'ergonomie n'aurait que très peu d'impact sur l'esthétique des sites web. Bien qu'un tel résultat soit explicable par la littérature, il est bien évidemment très étonnant au vu des résultats obtenus dans l'étude précédente, ainsi que dans l'étude de Chevalier *et al.* (2009). Nous notons toutefois que dans cette étude, à la différence de la précédente, les deux groupes de concepteurs ont semblé davantage adopter une démarche centrée sur l'utilisateur, en raison de la consultation préalable de la vidéo d'évaluation du site web donné en exemple. Toutefois cette différence d'orientation ne s'est pas traduite concrètement dans les pages web, puisque les concepteurs en condition fixation ont repris un plus grand nombre d'erreurs ergonomiques du site évalué, donnant ainsi des résultats comparables aux concepteurs se trouvant dans la condition cahier des charges créatif de l'étude 1A.

Nous sommes donc dans l'impossibilité de justifier l'absence de différence significative entre les conditions de cette dernière étude concernant les évaluations esthétiques par un manque de contraste des pages web du point de vue de leur qualité ergonomique. Il semble donc qu'une variation en termes d'utilisabilité ne puisse pas toujours influencer leur l'appréciation esthétique et qu'il conviendrait, au vu des résultats des deux présentes études, de tenter de déterminer dans quelle mesure ou dans quelle condition l'utilisabilité peut influencer l'appréciation esthétique d'une page web. Nous pouvons penser que certaines erreurs ergonomiques nuisent plus que d'autres au ressenti esthétique de la page web (nous pouvons penser notamment aux contraintes proches des caractéristiques de l'esthétique classique, comme par exemple les groupements d'items ou l'homogénéité de la conception). Il est également possible que l'utilisabilité joue un rôle dans le ressenti esthétique d'un site à partir d'un certain seuil d'erreurs. Réussir à éclaircir ces deux pistes ne paraît pas chose aisée. L'une des premières voies envisagée serait de recueillir le ressenti d'utilisabilité perçue des utilisateurs, afin de pouvoir le confronter aux échelles d'évaluation esthétique et à l'utilisabilité réelle (évaluée par un audit). Ceci nous permettrait de déterminer si les utilisateurs ont un ressenti de l'utilisabilité réelle au même titre que celui lié à l'esthétique ou si, comme l'on déjà montré les travaux de Hurosu et Kashimura (1995) et de Tractinsky *et al.* (2000), l'utilisabilité ne représente qu'un poids infime dans l'expérience utilisateur, trop faible pour pouvoir faire varier l'appréciation de l'esthétique. L'échelle d'évaluation esthétique utilisée dans ces deux études, basée sur les travaux de Lavie et Tractinsky (2004), gagnerait ainsi à comporter les items supplémentaires envisagés par ces auteurs pour évaluer l'utilisabilité perçue par les utilisateurs.

Les résultats apportés par cette étude appellent une nouvelle investigation expérimentale, qui permettra d'éclaircir ces résultats sur certains points contradictoires obtenus dans ces deux premières études et d'apporter de nouvelles données. De plus, une prise en compte de l'utilisabilité perçue par les utilisateurs, à travers une évaluation de l'ergonomie des pages web réalisées non pas par des experts mais par les utilisateurs naïfs, permettrait de contribuer de manière importante à l'une ou l'autre des deux hypothèses que nous testons ici.

2.4. Conclusion, limites de la deuxième étude (parties A et B) et perspectives

Cette deuxième étude a permis de montrer expérimentalement qu'une intervention dans la situation de conception, telle que celle initialement proposée par Chriskou et Weisberg (2005) avec une consigne de défixation, peut avoir une influence sur l'effet de conformité aux exemples, contrairement à ce qui était avancé dans la littérature jusqu'à présent.

La partie A de cette deuxième étude a apporté des résultats encourageants dans une perspective appliquée en appuyant l'idée que certaines recommandations ergonomiques, prenant le statut de contre-indications, permettent, si elles sont énoncées dans les bonnes conditions au début de la conception, d'aider les concepteurs à éviter de reprendre les caractéristiques négatives des exemples (se traduisant alors par l'introduction d'erreurs ergonomiques). Dans cette étude 2A, les concepteurs recevant la consigne de défixation ont réussi à éviter de reprendre certaines caractéristiques problématiques pour l'utilisabilité de leurs pages web. Par contre, les concepteurs de la condition fixation, bien que confrontés à la même vidéo d'évaluation mentionnant de la même façon que pour l'autre groupe les erreurs ergonomiques, n'ont pas été en mesure d'éviter ces erreurs aussi bien que l'autre groupe (pourtant le commentaire de la vidéo les décrivait bien comme des erreurs à éviter). Dans la perspective de l'utilité avale, nous pouvons nous demander quelles pourraient être les conditions les plus favorables à une utilisation bénéfique d'une telle évaluation de site web comportant des erreurs ergonomiques. Certains auteurs (par ex., Gray & Salzman, 1998 ; Hartson *et al.*, 2001 ; Hornbaek, 2010 ; Hornbaek & Frokjaer, 2005) mettent en cause la qualité du message donné en retour aux concepteurs de sites web à l'issue d'une évaluation ergonomique. Par exemple, Hornbaek & Frokjaer (op.cit.) remettent en cause le manque de solution de conception accompagnant les évaluations d'erreurs ergonomiques, les concepteurs connaîtraient assez bien les erreurs ergonomiques mais ne seraient pas toujours capables (par faute de connaissance ou de ressources) de les solutionner. D'autres auteurs postulent que le compte rendu ergonomique n'est pas assez contextualisé ou pas assez concret (Hartson, 2004 ; Mariage, 2005). Dans cette étude, l'évaluation du site problématique comprenait l'énonciation des erreurs ergonomiques au moment où elles apparaissaient sur la vidéo, mais sans les pointer

précisément. En outre, bien que des solutions de conceptions étaient également énoncées, elles pouvaient rester encore trop abstraites pour les concepteurs qui pouvaient alors avoir des difficultés à les imaginer concrètement appliquées. Ceci nous amène à penser que ces conditions expérimentales, adéquates pour atteindre l'objectif principal que nous nous étions fixé, demanderaient à être mises en perspective dans une étude faisant varier la qualité du compte rendu d'évaluation donné aux concepteurs. De cette manière, nous pourrions peut-être observer un effet de conformité variant en fonction des caractéristiques du message restitué.

Dans la Partie B de cette deuxième étude, nous nous sommes heurtés à des résultats en partie contradictoires avec les premiers résultats obtenus dans ce travail. Ces résultats soulèvent la probable complexité de ce que Hassenzahl et collaborateurs (Hassenzahl & Tractinsky, 2006 ; Hassenzahl *et al.*, 2010) appellent l'expérience utilisateur (UX pour User eXperience), qu'il définit comme une interaction entre un ensemble de facteurs tels que les caractéristiques intrinsèques au produit (comme sa complexité, son but, son utilisabilité, sa fonctionnalité, etc.) ainsi que des caractéristiques extrinsèques (l'état interne de l'individu : ses prédispositions, attentes, besoins, motivation, humeur, etc. ainsi que le contexte d'utilisation : configuration sociale, signification de l'activité, usage volontaire, etc.). Dans cette perspective, l'appréciation d'une technologie est dépendante d'un ensemble de facteurs parmi lesquels se trouve l'utilisabilité, dont le poids reste à définir mais qui semble relativement minime selon certains travaux du domaine (Hassenzahl, 2004 ; Huirosu & Kashimura, 1995 ; Tractinsky, 1997 ; Tractinsky *et al.*, 2000). Ces travaux ont en effet montré que l'appréciation de l'utilisabilité des systèmes par des utilisateurs était dépendante de leur esthétique et non de leur utilisabilité réelle. Ces dispositifs pouvaient comporter de graves défauts d'utilisabilité, à partir du moment où ils étaient beaux, les utilisateurs les trouvaient faciles à utiliser. Ces dernières considérations soulignent la complexité du poids de l'utilisabilité réelle dans l'expérience utilisateur. Cette deuxième étude nous rapproche de cette question d'une approche multidimensionnelle de l'expérience utilisateur, il nous semble important de pouvoir contribuer à l'explication de la variabilité des résultats obtenus entre nos deux premières études, deux pistes d'explication complémentaires étant envisagées (une influence différente selon les erreurs ergonomiques et/ou un seuil d'utilisabilité

minimal pour influencé l'appréciation de l'esthétique). La première étape envisagée pour éclaircir les résultats obtenus consiste à introduire une dimension perçue de l'utilisabilité, qui pourrait être mise en lien avec l'utilisabilité réelle et les évaluations esthétiques, ce qui nous permettrait de mieux comprendre la manière dont les utilisateurs appréhendent un site web dans une approche d'expérience utilisateur.

L'étude suivante présentera, dans la continuité de ces deux premières études, une partie A portant sur l'apport d'un dispositif d'aide à l'évaluation ergonomique de site web, faisant varier les caractéristiques des messages d'évaluation qu'il apporte aux concepteurs. L'évaluation d'un site web par ce dispositif sera suivie d'une tâche de conception d'une page web de site web, nous attendons des variations dans la reprise des caractéristiques de l'exemple ainsi que dans la qualité ergonomique des pages créées. Dans la partie B, nous soumettrons à nouveau les pages web réalisées dans la partie A à l'évaluation d'utilisateurs réguliers du web, nous ajouterons à cette évaluation des items d'utilisabilité perçue, que les utilisateurs devront évaluer avec l'esthétique.

3. Etude expérimentale 3 : Effet d'un outil d'aide à l'évaluation ergonomique sur la conformité à un exemple, lors d'une tâche de conception

3.1. Problématique de l'étude 3

L'étude précédente nous a permis d'observer qu'une consigne de défixation permettait de limiter significativement la reprise de caractéristiques négatives liée à l'effet de conformité à un exemple présenté avant la conception. Le site que nous avons donné en exemple était accompagné d'un commentaire passant en revue 14 erreurs ergonomiques présentes, en expliquant systématiquement ce en quoi les propriétés énoncées étaient bien des erreurs ergonomiques. Bien que ces erreurs aient été clairement mentionnées dans le commentaire, les concepteurs qui n'étaient pas confrontés à la consigne de défixation en ont repris significativement plus que les autres concepteurs, conformément aux travaux de Chrysikou et Weisberg (2005). Cette persistance de l'effet de conformité au pointage des erreurs ergonomiques semble soulever le problème de la reprise des caractéristiques des sites évalués lors des étapes d'analyse de l'existant ou « benchmark » réalisé quasi-systématiquement par les concepteurs au début d'un projet de site web. Bien que les concepteurs interrogés dans cette série d'études notaient avoir des connaissances en ergonomie et être sensibles à l'utilisabilité des sites web qu'ils réalisent, il semble que cela ne suffise pas à diminuer l'effet de conformité présent suite à la confrontation avec un (« mauvais ») exemple, même lorsque ces erreurs sont pointées explicitement. Les travaux réalisés sur l'effet de conformité dans le domaine du design industriel (Jansson & Smith, 1991 ; Purcell & Gero, 1996 ; Chrysikou & Weisberg, *op.cit.*) soulignent les difficultés rencontrées pour dépasser l'effet de fixation, sous-jacent à l'effet de conformité, des individus aux caractéristiques des exemples. Ces caractéristiques sont reprises même lorsque la consigne demande explicitement de ne pas les reprendre. La conformité aux exemples va même jusqu'à orienter le concepteur à inférer de nouvelles caractéristiques compatibles avec celles présentées dans les exemples, telle que l'a montré l'étude de March *et al.* (1999). Ainsi, nous pouvons nous demander dans quelle mesure les

méthodes d'évaluation de l'utilisabilité des sites web ne devraient pas tenir compte de cet effet dans une perspective applicative. D'une part pour tenter de limiter la conformité aux caractéristiques négatives évaluées, les concepteurs pourraient être sensibilisés à cette problématique et appliquer dans leur travail des méthodologies d'évaluation de l'existant particulières, aptes à optimiser l'apport de cette source d'inspiration. D'autre part pour tenter de tirer profit de l'effet de conformité, qui inversement peut consister à reprendre des caractéristiques positives d'exemples. Il s'agirait dans cette perspective de proposer des solutions de conceptions sur lesquelles les concepteurs pourraient s'appuyer et reprendre comme source d'inspiration.

Une étude de Hornbaek et Frokjaer (2005) a montré que les concepteurs confrontés à une évaluation ergonomique de leur site web, bénéficiaient de l'apport de solutions de conception en plus des erreurs relevées par les évaluateurs. Ces concepteurs, qui devaient à leur tour évaluer les comptes rendus ergonomiques qui leur étaient fournis, donnaient une valeur d'appréciation importante aux solutions de conception proposées, même lorsqu'elles portaient sur des erreurs ergonomiques connues des concepteurs. L'étude présentée précédemment dans ce travail utilisait une vidéo d'évaluation dans laquelle 14 erreurs ergonomiques étaient énoncées et sommairement expliquées, sans apporter de solutions en termes de conception pour corriger ces erreurs. Dans cette vidéo, seules les erreurs ergonomiques apparaissaient concrètement sur le site. Ce dernier point pourrait expliquer le fait que les concepteurs confrontés à cette vidéo ont repris certaines erreurs présentes dans le site. La consigne de défixation a eu pour effet de limiter le nombre d'erreurs ergonomiques reprises du site évalué. Il semble, au vue des résultats, que les concepteurs soient capables de solutionner dans leurs maquettes des erreurs de conception identifiées dans un exemple, mais pas toutes. Il est difficile de déterminer si les concepteurs ne sont pas parvenus à trouver de solution à ces erreurs par manque de connaissances, ou si simplement ils ont jugé trop coûteux de le faire, dans une activité fortement contrainte par le délai très court de conception.

Nous pouvons nous demander si la reprise des caractéristiques du site, qu'elles soient du point de vue ergonomique positives ou négatives, aurait été la même si des solutions de conception avaient été fournies aux concepteurs. De même, nous pouvons penser que plus une solution de conception est concrète dans le compte-rendu d'évaluation, moins elle sera coûteuse à traiter par le concepteur dans son activité de conception. En

d'autres termes, une erreur ergonomique accompagnée d'une solution de conception présentée sous la forme d'un exemple concret devrait offrir le double avantage de (1) compléter les connaissances du concepteur et le cas échéant de prendre une dimension didactique en renseignant le concepteur. De plus, (2) la résolution de l'erreur relevée dans l'exemple en solution devrait être facilitée, même lorsque les concepteurs possèdent les connaissances nécessaires, puisque une solution de conception associée serait déjà concrétisée dans un exemple, le concepteur aurait la possibilité de reprendre les caractéristiques de l'exemple de solution et de les adapter dans sa conception, sans avoir à effectuer le travail coûteux de recherche d'une valeur adaptées à assigner à la contrainte pour la concrétiser (Chevalier & Cegarra, 2008 ; Darse, 1994 ; Stefik, 1981). Ce type d'aide devrait être particulièrement appréciable dans les situations de conception de sites web de petites et moyennes tailles, dans lesquelles les concepteurs sont particulièrement amenés à adopter des stratégies de moindre compromission (Detienne, 1998 ; Stefik, 1981 ; Visser, 1994) dans le but d'optimiser le délai d'achèvement de leur projet, directement lié à leur marge bénéficiaire²⁵. Ces contraintes de temps les amènent également à laisser peu de place aux besoins de l'utilisateur, qui revêtent une importance secondaire (Chevalier, 2003 ; Chevalier & Vuillemin-Gioarä, 2006). Ainsi, l'utilisation d'un tel outil pourrait permettre aux concepteurs de réintroduire la prise en compte des besoins de l'utilisateur dans une démarche sans doute moins coûteuse et plus didactique que la prescription formelle de recommandations ergonomiques décontextualisées.

Dans l'objectif de contribuer à cette problématique, et pour poursuivre nos investigations sur l'effet de conformité dans la conception de sites web, nous avons imaginé un outil d'aide à l'évaluation ergonomique utilisant l'effet de conformité comme modalité d'amélioration de la prise en compte de l'utilisateur dans une activité de conception de sites web.

Cet outil permet aux concepteurs d'évaluer un site web existant ou en cours de construction. L'outil consiste à guider l'évaluation en se basant sur une activité

²⁵ Ces sites web sont le plus souvent réalisés sur la base d'un tarif forfaitaire, comme nous l'ont indiqué les concepteurs interrogés dans ce travail.

séquentielle de comparaisons de visuels (captures de pages-écrans) de sites web avec le site évalué. L'utilisation de l'outil sera de cette manière plus concrète et moins éloignée du contexte de travail des concepteurs, qui ont l'habitude de réaliser des analyses de l'existant (benchmarks) pour comparer les propriétés des sites concurrents. La linéarité de la méthode d'évaluation devrait permettre de réduire la difficulté perçue par les concepteurs en les guidant à chaque étape, contrairement à des outils à base de connaissances comme MetroWeb (Chevalier *et al.*, 2009 ; Mariage *et al.*, 2005), qui utilisent une arborescence qui peut sembler lourde à utiliser pour un concepteur non initié. A chaque étape de l'évaluation, les concepteurs auront ainsi pour tâche de déterminer entre deux visuels celui qui ressemble le plus au site qu'ils évaluent. La comparaison concernera un élément précis du site donné en consigne pour éviter toute confusion. Les deux visuels représenteront l'erreur et la solution de conception d'une recommandation ergonomique. Seulement après avoir fait le choix de l'un des deux visuels, la recommandation ergonomique sera donnée aux concepteurs et le visuel sélectionné sera commenté pour souligner quelles propriétés de l'exemple correspondent à l'application, ou au non-respect, de la recommandation ergonomique. Quel que soit le visuel choisi, les concepteurs seront confrontés à l'erreur ainsi qu'à la solution de conception, présentées concrètement sous forme d'exemple de sites web. La recommandation ne sera là que pour justifier le choix du visuel erreur et du visuel solution.

De cette manière, nous pensons que cet outil devrait pouvoir aider les concepteurs à prendre en compte les recommandations ergonomiques en évitant la reprise des erreurs du site évalué. L'outil présente l'avantage de placer le concepteur dans une situation d'évaluation concrète qui n'exigera pas de compétence particulière en ergonomie. L'outil lui apportera, pour chaque recommandation, des exemples concrets d'erreurs et de solutions directement comparables et suffisamment contrastés pour souligner l'importance de la recommandation.

Dans la continuité des résultats obtenus lors de la précédente étude exposée dans ce travail, l'outil devrait pouvoir avoir un effet similaire à celui d'une consigne de défixation s'il est présenté avant une activité de conception. L'outil pointe en effet une à une les erreurs ergonomiques contenues dans le site évalué et prescrit leur évitement. Les concepteurs bénéficiant de l'outil devraient ainsi présenter moins de conformité aux

caractéristiques négatives du site, mais présenter une conformité positive aux solutions de conception données en exemple et valorisées par les commentaires de l'outil. Cette modalité d'utilisation de l'outil sera testée dans l'étude expérimentale présentée dans cette partie.

Nous formulons l'hypothèse générale qu'utiliser l'outil avant la conception permettra aux concepteurs de développer une conformité positive aux caractéristiques des solutions présentées. Comme l'outil ne sera pas utilisé pendant l'activité, les concepteurs ne ressentiront pas la gêne occasionnée par le fait de devoir sortir de leur activité pour utiliser l'outil. Par ce biais nous pensons pouvoir faciliter son utilisation dans des situations de conception courantes, où les concepteurs sont amenés à effectuer une analyse de l'existant ou même à reprendre le site existant du commanditaire pour pouvoir débiter leur activité de conception.

Dans la mesure où les conditions expérimentales conçues pour répondre à ces questions devraient générer des pages de sites web de différentes qualités ergonomiques, nous pourrions dans un second temps les soumettre à l'évaluation d'utilisateurs du Web pour tenter de répondre aux interrogations amenées par les résultats contradictoires des deux premières études menées auprès des utilisateurs dans ce travail. Dans la littérature, le lien entre utilisabilité réelle et appréciation esthétique est controversé, nos deux premières études ne permettent pas de pouvoir trancher vers l'une ou l'autre des hypothèses défendues par les auteurs ; ce qui reflète aussi sans doute cette controverse au niveau de la littérature. La première étude faisant intervenir des contraintes d'ordre esthétique pendant la conception de certaines pages, les résultats obtenus aux évaluations des utilisateurs n'étaient pas univoques (les conditions étaient distinctes mais l'évaluation de l'esthétique n'était pas significativement corrélée aux erreurs ergonomiques relevées dans les pages). Ces deux éléments ne nous avaient pas permis de répondre par l'affirmative à l'une ou à l'autre des deux hypothèses alternatives défendues dans la littérature. Dans la deuxième étude nous avons obtenu des résultats qui contredisaient ceux de la première étude, au bénéfice de l'hypothèse de Tractinsky *et al.* (2000), selon laquelle l'utilisabilité n'a que peu d'effet sur l'esthétique. Cependant, nous avons émis un doute quant à l'échantillon de participants recrutés, qui était composé d'individus d'une population différente de celle de la première étude et qui n'étaient peut-être pas tous familiers des conditions de

passations (vocabulaire employé par le questionnaire, situation d'évaluation). Nous allons entreprendre une troisième étude auprès d'un échantillon de participants, cette fois recruté dans la même population que celle de la première étude (des étudiants de deuxième cycle). Ainsi, cette troisième étude devrait permettre de dépasser les limites identifiées lors des deux précédentes études, en évitant l'influence possible de contraintes esthétiques lors de la conception (comme c'était le cas de la première étude) et en interrogeant des individus issus de la même population (ici des étudiants de licence). Pour compléter nos mesures et, peut-être, permettre d'apporter plus d'éléments aux résultats obtenus lors des deux premières études, une mesure de l'utilisabilité perçue sera introduite dans cette troisième étude. Cette mesure devrait permettre de confirmer l'hypothèse de Tractinsky *et al.* (2000), si les évaluations n'apparaissent pas corrélées à la qualité ergonomique des pages web. Dans l'étude de ces auteurs, seule l'utilisabilité perçue était corrélée à l'esthétique, faisant partie d'une même expérience utilisateur globale, où l'esthétique avait un poids suffisamment important pour influencer l'impression de facilité d'utilisation ressentie par les utilisateurs.

Par conséquent, les objectifs de cette 3^{ème} étude sont les suivants :

- Déterminer si un outil d'aide à l'évaluation proposant des solutions de conception sous forme d'exemples visuels peut modifier l'effet de conformité au site web évalué, en limitant la conformité négative (reprise des erreurs ergonomiques du site), en générant au contraire une conformité positive aux caractéristiques présentes dans les exemples visuels de solution de conception proposées par l'outil.
- Déterminer si la présence de recommandations ergonomiques dans l'outil d'évaluation de l'existant peut orienter l'activité des concepteurs lors de la conception qui fait suite à l'évaluation, comme pourrait le faire des contraintes prescrites dans le cahier des charges.
- Evaluer l'utilisabilité de l'outil d'évaluation ergonomique, en recueillant des données sur l'utilisation de l'outil les concepteurs (efficacité et d'efficience), ainsi que leur appréciation subjective et leurs recommandations pour l'améliorer (satisfaction).
- Enfin, cette nouvelle étude menée également auprès d'utilisateurs devrait nous permettre d'éclaircir les résultats contradictoires obtenus lors de nos deux

précédentes études, le matériel développé dans la première partie de cette troisième étude pourra ainsi nous apporter un complément de données. L'ajout d'items d'utilisabilité perçue devrait préciser l'influence des facteurs en jeu.

Nous commencerons par présenter l'étude 3A, dans laquelle nous avons tester l'impact de trois modalités d'aide à l'évaluation sur l'effet de conformité dans une expérimentation plaçant des concepteurs de sites web professionnels dans une situation expérimentale de conception. Dans un second temps nous présenterons l'étude 3B, dans laquelle nous avons mené une dernière investigation concernant le lien entre l'utilisabilité et l'esthétique auprès d'un échantillon d'utilisateurs du web.

3.2. Etude 3A : activité de conception

3.2.1. Méthode

- *Participants*

Douze concepteurs de sites web professionnels ont participé à cette étude ($M=35,22$ ans ; $s = 5,32$), quatre femmes et de huit hommes. Ils étaient tous concepteurs professionnels de sites web au sein de sociétés liées aux outils Internet (agences web) ou en activité libérale (freelance) dans le même domaine. Ils avaient réalisé en moyenne 55,56 sites ($s = 37,77$), avec un minimum de 10 sites.

Nous leur avons demandé quelle importance ils attribuaient à l'ergonomie dans leur activité et s'ils avaient suivi des formations dans ce domaine. Aucun concepteur n'était spécialisé dans ce domaine, mais tous ont répondu avoir une formation en ergonomie, acquise par une activité personnelle de veille (note moyenne de 3,11 ($s=0,99$) sur une échelle de Likert en 5 points évaluant leurs niveaux connaissances en ergonomie). Ils se disaient tous concernés par l'ergonomie des sites web (note moyenne de 4,33 ($s=0,74$) sur une échelle de Likert en 5 points à l'item « Quelle importance prend cette matière dans votre activité de conception ? »). Tous les concepteurs interrogés estimaient avoir une bonne expertise en ergonomie des interfaces web ($M= 3,89$; $s=0,76$ sur une échelle en 5 points à l'item « Quel niveau d'expertise pensez-vous avoir en ergonomie ? »).

- *Matériel*

De la même manière que pour les études 1A et 2A, l'activité de conception se déroulait à partir de l'ordinateur personnel de chaque participant, sur leur lieu de travail. L'expérimentateur installait un caméscope sur pied derrière le siège du participant, légèrement décalé sur le côté de manière à pouvoir filmer l'écran de l'ordinateur sans filmer le participant. Le caméscope permettait de recueillir simultanément les protocoles verbaux ainsi que le déroulement du travail de conception à l'écran. Le fait d'enregistrer le déroulement de l'activité au niveau des verbalisations et des pages web créées sur le même support présentait l'avantage d'appréhender simultanément les données verbales et électroniques.

Au début de la passation, les concepteurs recevaient une consigne et une clef USB sur laquelle étaient présentées des mêmes images et textes en format numérique. Les concepteurs étaient libres d'utiliser ce matériel et/ou d'ajouter le leur. La clef USB permettait également d'enregistrer les maquettes de site web réalisées à la fin de la passation.

Enfin, l'expérimentateur apportait un ordinateur portable sur lequel étaient présentés le site web à évaluer et l'outil d'évaluation. Le site web à évaluer était composé de 5 pages web réalisées pour les besoins de l'étude cf. figure 19).

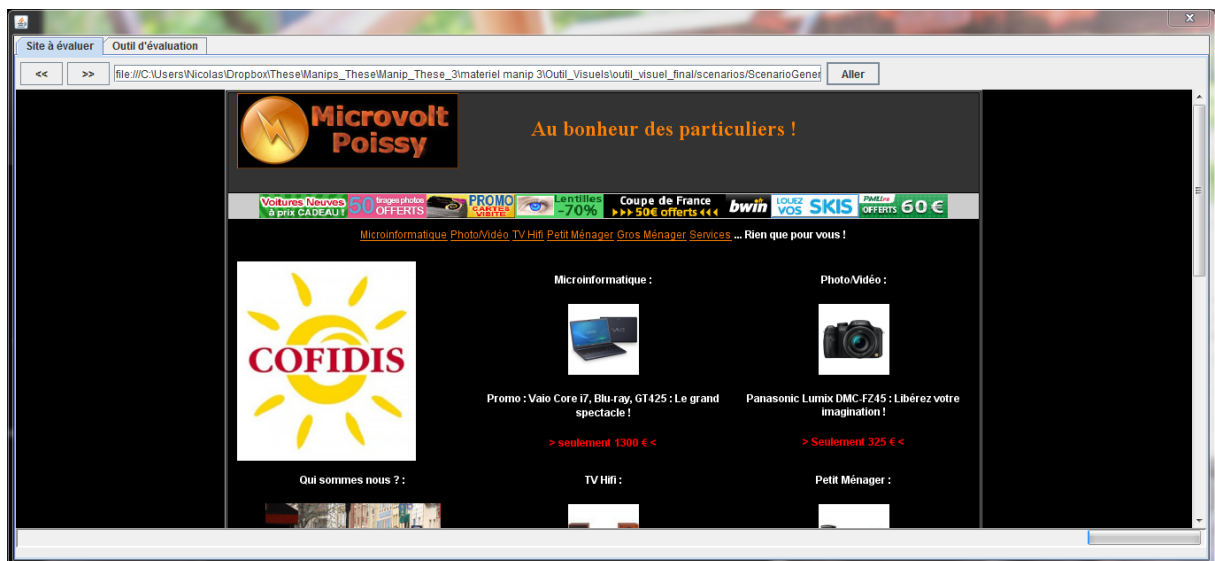


Figure 19 : Page d'accueil du site web à évaluer par les concepteurs, présenté dans le navigateur web Java intégré aux outils d'évaluation.

Ce site représentait une première ébauche du site d'un commanditaire fictif pour lequel les concepteurs allaient devoir réaliser une maquette. Ce commanditaire était un gérant de boutique de vente de matériel informatique et électroménager, voulant faire connaître son entreprise sur le Web. Ce site a été conçu de sorte qu'il intégrait les 16 erreurs ergonomiques les plus récurrentes qui ont été identifiées dans les pages de sites web réalisés dans les études précédentes. Parmi les erreurs ergonomiques présentes dans le site, seulement la moitié était traitée dans les recommandations de l'outil d'aide à l'évaluation, ce qui laissait la possibilité aux concepteurs de trouver par eux-mêmes les autres. Nous avons fait le choix des erreurs traitées dans l'outil parmi celles qui pouvaient être imagées dans des exemples statiques. L'outil visuel ne pouvant être développé qu'à l'état de prototype, la mise en place d'exemples dynamiques, nécessaires à la compréhension d'un plus large panel d'erreurs, aurait été trop coûteuse. Les erreurs présentes dans le site à évaluer se répartissaient comme suit :

Erreurs ergonomiques présentes sur le site web à évaluer et traitées par l'outil :

- Le titre de page est mal renseigné
- Les liens sont difficiles à identifier
- Les titres de rubriques ne sont pas assez visibles
- La page d'accueil permet de présenter les informations importantes dans la hauteur d'un écran
- La taille des polices de caractères est trop petite pour être lisible
- Les informations superflues sont très présentes (publicités)
- Les textes sont trop longs ou mal aérés
- Le contraste entre le texte et le fond gêne la lecture
- Les rubriques ne sont pas constantes

Erreurs ergonomiques présentes sur le site web à évaluer mais absentes de l'outil :

- Le site ne comporte pas de menu de navigation
- Pas de continuité dans la présentation des éléments de navigation
- Le site ne comporte pas de lien évident vers la page d'accueil
- Le site ne comporte pas d'indicateur de position (fil d'Ariane, chemin de fer)
- Le contact du webmestre est absent
- La date de mise à jour du site est absente
- Les images ne sont pas accompagnées d'une balise textuelle
- Les images ne sont pas dans un format adapté au web (format .png)
- Les textes ne sont pas tous dans des polices au standard du web

Le site web était présenté systématiquement dans un navigateur spécifique intégré à l'outil d'aide. Nous avons fait ce choix pour pouvoir enregistrer la navigation des concepteurs sur le site lors de l'évaluation avec l'outil. Le navigateur, réalisé en langage Java, proposait un bouton suivant, un bouton retour, une barre d'adresse, un bouton « Aller » à côté de la barre d'adresse (cf. figure 18).

Selon la condition expérimentale, les concepteurs pouvaient disposer pour évaluer le site web soit d'un outil qui se présentait sous la forme d'une succession de couples de visuels (présentant une page comportant l'erreur ergonomique et une page sans cette erreur), soit d'un outil sous la forme d'un questionnaire oui/non (avec des explications des raisons de l'erreur ou contraire pourquoi cela correspond bien à une recommandation ergonomique) ou encore simplement un bloc-notes.

L’outil visuel se présentait de cette manière : après avoir lu l’énoncé de la propriété sur laquelle ils devaient porter leur attention, les concepteurs devaient cliquer sur le visuel dont cette propriété était la plus proche de celle du site évalué. Une fois le choix fait, le visuel choisi était commenté positivement si la propriété en question représentait une solution ergonomique de conception, ou négativement si la propriété représentait une erreur ergonomique. Avec ces commentaires apparaissait en bas de l’outil une phrase justificative énonçant la recommandation ergonomique. Ces phrases explicatives ont été rédigées de manière à accentuer la décentration du concepteur, pour lui faire envisager un autre point de vue d’utilisateur que le sien. Ensuite le concepteur devait cliquer sur un bouton pour visualiser les commentaires de l’autre visuel, celui qu’il n’avait pas sélectionné, ainsi il pouvait comparer à chaque fois l’explication de l’erreur ergonomique et de la solution de conception associée (cf. figure 20 et annexe 8a pour une décomposition complète de l’outil étape par étape). Le temps de consultation était libre, le concepteur pouvait ensuite cliquer sur le bouton « page suivante », pour passer au couple de visuels suivants. L’outil était composé de 3 pages d’entraînement et de 15 pages de d’évaluation ergonomique présentées de manière aléatoire. Les concepteurs pouvaient passer de l’outil d’évaluation au site web par l’intermédiaire de deux onglets situés sur l’outil.



Figure 20 : capture d’écran de l’outil visuel à l’étape 3, les deux visuels sont commentés (l’erreur ergonomique et la solution de conception) et la recommandation ergonomique est énoncée en bas de la fenêtre de l’outil.

L'outil questionnaire reprenait les recommandations ergonomiques utilisées dans l'outil visuel. Chaque page du questionnaire proposait au concepteur d'évaluer par « oui » ou par « non » si le site à évaluer répondait à une affirmation portant sur une contrainte ergonomique. La forme des affirmations était contrebalancée, alternant la forme positive (ex. : « les informations superflues sont évitées ») et négative (ex. : « le titre de page est absent ou mal renseigné »). Au moment où le concepteur cliquait sur une réponse, un commentaire de couleur rouge apparaissait s'il s'agissait d'une erreur ergonomique ou vert s'il s'agissait d'une solution de conception, accompagné de l'explication justifiant la recommandation ergonomique, identique à celle présentée dans l'outil visuel. Les concepteurs visualisaient le site à évaluer sur le navigateur web Java intégré à l'outil visuel. Le questionnaire était présenté dynamiquement sur le logiciel Microsoft Power Point 2007 (cf. figure 21, voir annexe 8b pour décomposition complète de l'outil étape par étape). Ils pouvaient passer de l'un à l'autre en cliquant sur les boutons d'application dans la barre des tâches du système d'exploitation.

Figure 21 : capture d'écran de l'outil questionnaire à l'étape 2 ; une fois la réponse « non » cliquée, le commentaire de couleur rouge apparaît (si la réponse justifie une solution de conception, le commentaire est de couleur verte) et la recommandation ergonomique est indiquée en dessous.

L'outil bloc-notes reprenait l'interface de l'outil visuel, il était constitué d'une simple zone de texte remplaçant le contenu de l'onglet « outil d'évaluation » de l'outil visuel. De

même que pour les deux autres outils, les concepteurs visualisaient le site à évaluer sur le navigateur web Java intégré à l'outil. Les concepteurs pouvaient passer de l'un à l'autre par l'intermédiaire de deux onglets présents sur l'outil (cf. figure 22).

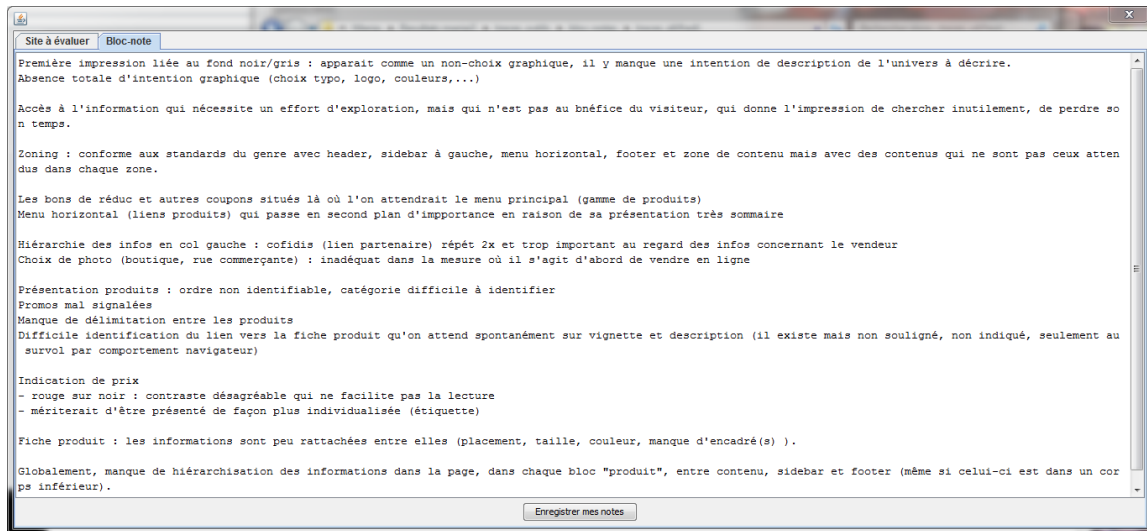


Figure 22 : exemple d'une capture d'écran de l'outil bloc-notes pour un participant ; le contenu de l'onglet « outil d'évaluation » de l'outil visuel était remplacé par une zone de texte servant de bloc-notes pour consigner l'évaluation ergonomique libre réalisée par les concepteurs de cette condition.

- *Procédure expérimentale*

Les passations ont été réalisées sur le lieu de travail habituel des concepteurs, dans leur agence web ou chez eux selon les cas. Les passations se déroulant dans un environnement « in vivo », un soin particulier a été apporté dans le contrôle des conditions expérimentales. Une fois encore, les passations n'étaient effectuées que si le concepteur pouvait garantir un environnement calme et sans perturbation pendant toute la durée, c'est-à-dire deux heures environ.

Les concepteurs utilisaient leur PC et logiciels de composition (ex. : Adobe PhotoShop, Adobe Dreamweaver, UltraEdit, Quanta plus) habituels. Ils étaient invités à concevoir deux pages web, comprenant le graphisme et les liens hypertextes. Compte tenu du temps qui leur était imparti, certains concepteurs pouvaient ne pas terminer les aspects interactifs de leur maquette. Nous avons tenu compte de ce dernier élément dans notre analyse des problèmes ergonomiques contenus dans les maquettes.

L'expérience comportait quatre étapes successives (résumées dans la figure 23).

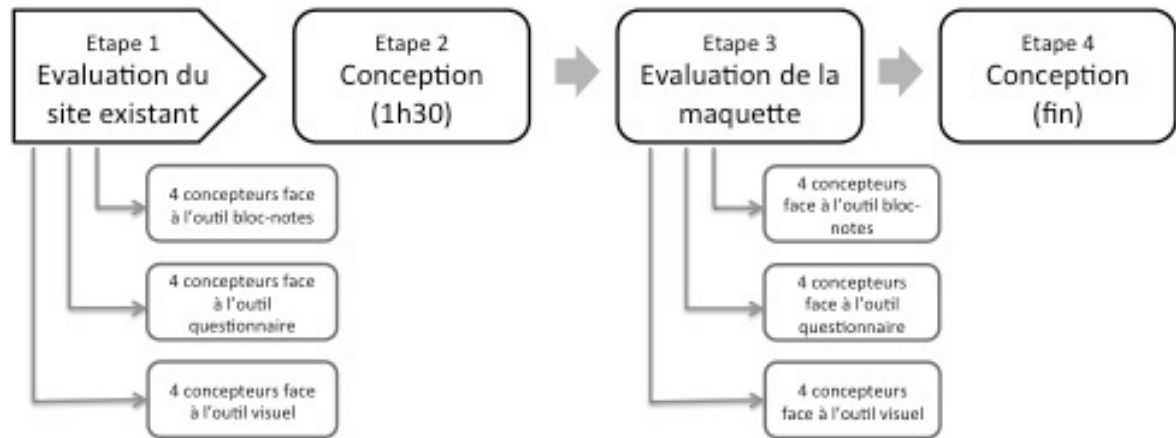


Figure 23 : schéma synoptique des 4 étapes expérimentales

Étape 1 : évaluation d'un site web donné élaboré pour l'étude expérimentale (temps libre)

Les concepteurs avaient pour consigne d'évaluer l'ergonomie d'un site web portant sur le même thème que la maquette qu'ils avaient à réaliser (cf. annexe 9a, 9b et 9c pour les consignes d'évaluation respectives de chaque outil), selon trois conditions expérimentales indépendantes :

- Avec l'Outil Bloc-notes : l'évaluation ergonomique n'était pas guidée, les concepteurs devaient reporter leur évaluation dans une zone de texte de l'outil faisant office de bloc-notes. En plus de cette évaluation, les concepteurs devaient citer les 5 erreurs ergonomiques qu'ils identifiaient le plus souvent sur les sites web.
- Avec l'Outil Questionnaire : l'évaluation ergonomique était réalisée à partir du questionnaire composé de 3 items d'entraînement et de 15 items d'évaluation ergonomique. Une fois le questionnaire terminé, les concepteurs étaient invités à compléter l'évaluation de manière manuscrite, en ajoutant les points qu'ils avaient identifiés dans le site mais qui n'étaient pas traités dans l'outil.
- Avec l'Outil Visuel : l'évaluation ergonomique était réalisée à partir de l'outil composé de visuels de sites web. Les concepteurs étaient confrontés à 3 items d'entraînement et 15 items d'évaluation ergonomique. Les items représentaient les mêmes recommandations que celles traitées par les items de l'outil questionnaire. Les concepteurs avaient la possibilité de revenir sur les items de leur choix à la fin de

l'évaluation, pour les consulter à nouveau s'ils en éprouvaient le besoin. Une fois l'évaluation à l'aide de l'outil terminée, les concepteurs étaient invités à marquer de manière manuscrite les points qu'ils avaient identifiés sur le site mais qui n'étaient pas traités dans l'outil.

Étape 2 : Conception d'une maquette de site web (temps limité à 1h30)

Pendant une heure trente, les concepteurs devaient réaliser, individuellement, la page d'accueil d'un site web présentant un magasin commercialisant des produits micro-informatiques et électroménagers. Les concepteurs étaient invités à dire oralement tout ce qui leur traversait l'esprit selon la technique des verbalisations concomitantes (cf. Ericsson & Simon, 1993). Tous les concepteurs recevaient la même consigne, composée d'une présentation du commanditaire, de ses besoins ainsi que du travail demandé (concevoir la page d'accueil et une page associée). Après la lecture de la consigne (cf. annexe 10 pour la consigne complète), les concepteurs consultaient le matériel qui leur était fourni (photos des produits, présentation de la boutique, etc.) et commençaient leur activité de conception. Il n'était pas rare que les concepteurs posent des questions sur le commanditaire fictif à l'expérimentateur, celui-ci (le même pour toutes les passations) s'y était préparé en ciblant un unique commanditaire réel de sa connaissance, ce qui permettait de s'adapter aux questions spécifiques des concepteurs tout en donnant des informations supplémentaires cohérentes.

Expression des besoins du client fictif donnée dans la consigne de conception :

Les pages web que je vous demande de réaliser visent à mettre en ligne les produits vendus par une boutique de matériel électronique et électroménager. Cette boutique doit ouvrir dans la ville de Poissy (dans les Yvelines) très bientôt, elle sera d'assez petite taille (deux employés en plus de son propriétaire).

Le propriétaire de cette boutique (client) veut proposer une gamme de produits assez peu étendue mais répondant à la plupart des besoins d'une clientèle de proximité qui souhaite miser sur le service (conseils, mise en route, dépannage) qu'une petite boutique peut apporter.

L'objectif principal du site serait de faire connaître la boutique physique et d'afficher la gamme de produits et de services qu'elle propose. Mais le client ne serait pas contre la possibilité de vendre en ligne sa gamme de produits. La surface de la boutique physique ne permettant pas de disposer d'un showroom suffisant, le client aimerait que le site puisse combler (même partiellement) cette lacune.

Le budget qu'il envisage pour le site n'est pas encore bien défini, tout en restant proportionnel à la taille de la boutique, le client est prêt à faire un effort substantiel pour obtenir un site apte à lancer son activité.

Un ensemble de documents est mis à votre disposition comme matériel de base pour la conception de la maquette, libre à vous de prendre ce qu'il vous semble intéressant.

Étape 3 : évaluation de leur propre maquette (temps libre) :

Au bout d'une heure trente de conception, les participants étaient interrompus pour évaluer leur propre maquette. Ils devaient réaliser cette évaluation dans les mêmes conditions que la première évaluation (avec l'un des trois outils). Après avoir évalué leur maquette avec l'outil dont ils disposaient, ils pouvaient ajouter leurs propres évaluations manuscrites (pour les conditions outil questionnaire et outil visuel) ou énoncer les difficultés les plus fréquemment rencontrées dans leur activité de conception habituelle (pour la condition bloc-notes).

Étape 4 : modifications éventuelles de leur propre maquette (temps libre) :

Pour terminer, les concepteurs avaient la possibilité de modifier leurs maquettes pendant ou après l'évaluation, le temps de modification n'était pas limité.

3.2.2. Hypothèses et variables dépendantes

- *Hypothèse H1 : Contraintes énoncées*

L'outil questionnaire devrait conduire les concepteurs à évaluer les 15 recommandations ergonomiques présentes dans l'outil visuel. Bien que cet outil ne donne pas de solution de conception, les concepteurs devraient malgré tout bénéficier de ce guidage dans l'évaluation. Ainsi, les recommandations énoncées devraient donner ou rappeler des règles de conception aux concepteurs, qui devraient trouver comment les concrétiser dans leurs maquettes comme a déjà été le cas pour les contraintes ergonomiques émanant d'un cahier des charges de conception (cf. par exemple Chevalier & Vuillemin-Gioarä, 2006). Ainsi, l'outil visuel devrait par ailleurs aider les concepteurs comprendre et à appliquer les recommandations ergonomiques, ce bénéfice devrait se manifester particulièrement dans l'application de ces recommandations à leur pages web (objet de l'hypothèse 3) et dans une moindre mesure dans la verbalisation globale des contraintes. Enfin, la condition bloc-notes devrait amener les concepteurs à réaliser une évaluation ergonomique de l'exemple, les orientant sans doute vers une plus grande prise en compte des besoins de l'utilisateur. Toutefois, cet outil ne prescrit pas de recommandation ergonomique et laisse les concepteurs les inférer ; ainsi l'orientation pro-utilisateur devrait être moins forte dans cette condition.

H1a : Les conditions outil visuel et outil questionnaire recevant des recommandations ergonomiques lors de l'évaluation du site existant, devraient verbaliser plus de contraintes ergonomiques pendant la conception que les concepteurs de la condition outil bloc-notes. Les résultats inverses devraient s'observer pour les contraintes commanditaires, c'est-à-dire en faveur des concepteurs face à l'outil bloc-notes. Enfin les concepteurs confrontés à l'outil visuel devraient bénéficier des solutions de conception apportées par l'outil et pouvoir verbaliser plus de contraintes ergonomiques que ceux confrontés à l'outil questionnaire (bien que cette différence devrait être moins importante que celle attendue avec les concepteurs confrontés à l'outil bloc-notes, qui ne reçoivent aucune recommandation ergonomique).

H1b : Sur la base de l'hypothèse H1a, les concepteurs de la condition outil questionnaire et de la condition outil visuel devraient verbaliser une proportion de contraintes ergonomiques plus importante que de contraintes-commanditaire. Par contre, les concepteurs de la condition bloc-notes devraient verbaliser une proportion

plus importante de contraintes-commanditaire que de contraintes ergonomiques. De manière générale, le fait de soumettre des recommandations ergonomiques traitant des besoins des futurs utilisateurs devrait orienter les concepteurs des conditions outil visuel et outil questionnaire à prendre en compte une plus grande proportion de contraintes liées à l'utilisateur (ergonomiques et liées à l'intérêt du site) que de contraintes liées au commanditaire. L'inverse devrait être observé chez les concepteurs de la condition outil bloc-notes.

- *Hypothèse H2 : Reprise des caractéristiques de l'exemple*

Comme l'indiquent les travaux s'inscrivant dans le courant *Downstream Utility* (Hartson *et al.*, 2001), le fait de fournir des solutions de conception en plus du pointage des erreurs ergonomiques aidera les concepteurs à corriger les erreurs présentes dans leurs propres maquettes. Ce que l'on peut rapprocher des résultats que nous avons pu mettre en évidence dans l'étude précédente (étude 2A) : les concepteurs ayant visualisé la vidéo d'évaluation n'ont pas toujours été en mesure d'éviter les erreurs qui y étaient expliquées. Ainsi, nous faisons l'hypothèse que la présence de solutions de conception, sous forme d'exemple de pages (visuel), devrait permettre aux concepteurs d'éviter plus d'erreurs ergonomiques présentes dans le site à évaluer, en reprenant les solutions associées à l'aide des exemples fournis par l'outil visuel. Les concepteurs confrontés à l'outil questionnaire bénéficieront des recommandations présentées dans l'outil mais ne pourront sans doute pas les appliquer aussi efficacement. Plus précisément :

H2a : Les concepteurs en condition outil visuel et outil questionnaire devraient pouvoir identifier plus facilement les erreurs ergonomiques présentes dans le site évalué et traitées dans les outils que les concepteurs en condition outil bloc-notes (un certain nombre de ces erreurs étant traitées par les recommandations des outils). Ceci devrait influencer l'effet de conformité et se traduire par un plus faible nombre d'erreurs reprises du site pendant la conception. L'outil visuel apportant le bénéfice d'exemple concret, devrait renforcer cette influence. Ainsi, les concepteurs confrontés à l'outil bloc-notes devraient reprendre plus d'erreurs ergonomiques du site que ceux confrontés à l'outil questionnaire, qui devraient à leur tour en reprendre plus que les concepteurs confrontés à l'outil visuel.

H2b : Dans la suite de l'hypothèse H2a, le bénéfice apporté par l'outil visuel lors de la conception devrait permettre aux concepteurs de cette condition de solutionner plus

d'erreurs du site évalué, c'est-à-dire de trouver plus de solution de conception (Hornbaek & Frockjaer, 2005) aux erreurs identifiées dans le site que les autres concepteurs (outil questionnaire et outil bloc-notes confondus).

- *Hypothèse H3 : Qualité ergonomique des pages web créées*

L'outil visuel devrait permettre aux concepteurs d'améliorer de façon importante la qualité ergonomique de leur maquette (pages web). Tout d'abord, l'outil visuel devrait permettre d'éviter la reprise d'erreurs ergonomiques présentes dans le site à évaluer. De plus, une conformité positive aux solutions de conception présentées visuellement devrait permettre aux concepteurs d'appliquer plus facilement les recommandations ergonomiques énoncées dans l'outil. Les concepteurs de la condition outil questionnaire devraient quant à eux bénéficier des 15 recommandations proposées par l'outil, mais de façon moins importante que ceux de l'outil visuel, car ils devront transformer les recommandations verbales dans leurs pages web, ce qui est coûteux.

H3a : Les maquettes réalisées par les concepteurs de la condition outil visuel devraient comporter moins d'erreurs ergonomiques que les maquettes réalisées par les concepteurs de la condition outil questionnaire. Les solutions de conception proposées dans l'outil visuel devraient permettre aux concepteurs d'éviter plus facilement les erreurs du site à évaluer et de reprendre les solutions de conception proposées en exemple. Les maquettes réalisées par les concepteurs de la condition outil bloc-notes devraient être celles comportant le plus d'erreurs, ces concepteurs ne bénéficiant d'aucune recommandation ergonomique.

H3b : Parmi les erreurs introduites dans les maquettes, celles reprises du site à évaluer devraient se trouver en plus grand nombre dans les maquettes des concepteurs se trouvant dans la condition outil bloc-notes que dans les maquettes des deux autres groupes. De même, les maquettes des concepteurs de la condition outil questionnaire devraient en comporter plus que celles des concepteurs en condition outil visuel. Les concepteurs en condition outil questionnaire recevant des recommandations pour éviter une partie de ces erreurs, devraient tenter de les résoudre et ainsi en introduire moins que ceux de la condition outil bloc-notes, mais plus que ceux de la condition outil visuel qui dispose en plus d'exemples visuels de solution.

Sur la base de ces hypothèses, les variables dépendantes suivantes ont été retenues :

VD₁ : nombre de contraintes énoncées par les concepteurs en fonction de leur nature (commanditaire vs ergonomiques vs intérêt) ;

VD₂ : proportion de contraintes énoncées (commanditaire vs ergonomiques vs intérêt) ;

VD₃ : nombre et nature des contraintes issues de l'étape d'évaluation, en distinguant celles représentant des erreurs ergonomiques de celles représentant des solutions ;

VD₄ : nombre de solutions trouvées à partir des erreurs ergonomiques du site évalué et insérées dans la conception, selon leur origine (traitées dans l'outil ou inférées par le concepteur) ;

VD₅ : nombre et nature des erreurs ergonomiques identifiées dans les pages web créées par les concepteurs, selon leur source (présentes lors de l'évaluation, présentes dans l'outil visuel ou inférées).

3.2.3. Recueil et analyse des données

Comme nous venons juste de l'indiquer, les concepteurs devaient, parallèlement à leur activité de conception, raisonner à voix haute en verbalisant tout ce qui leur venait à l'esprit (technique des verbalisations concomitantes à l'activité). Après une phase d'entraînement à cette technique, nous filmions l'écran de travail des concepteurs à l'aide d'un caméscope pour obtenir un enregistrement simultané de l'activité de conception des pages web et des verbalisations produites pendant la passation (cf. annexe 11 pour des extraits de protocoles verbaux retranscrits). Les pages web créées par les concepteurs ont également été enregistrées sous format électronique (HTML).

Les verbalisations obtenues ont toutes été retranscrites. Les contraintes ont été extraites des protocoles verbaux et classées selon leur nature, en utilisant une méthode proche de celle de la méthode des juges (Caverni, 1988). Cette méthode consiste à demander à plusieurs analystes (ou juges) d'extraire et de classer les contraintes à partir des protocoles de manière indépendante à partir d'une même grille d'analyse. Les résultats de leur analyse sont ensuite confrontés et doivent correspondre à la même mise en forme pour un même protocole. Les points de désaccord restants doivent être explicités et parvenir à un consensus, pour ensuite être ajoutés à la grille d'analyse afin d'être systématisés.

Ainsi, dans notre étude deux juges ont codé les protocoles verbaux à partir de la même grille (mise à jour par Chevalier *et al.*, 2009). Ensuite, ils ont confronté leurs analyses et ont discuté sur les quelques faibles points de désaccord pour parvenir à un consensus. Les contraintes issues de ces analyses se répartissent en trois grandes catégories comme pour les précédentes études :

- les contraintes liées au commanditaire du site concernent tous les aspects liés aux caractéristiques et aux besoins du commanditaire (par exemple, représenter l'image de la marque, mettre en avant certains produits).
- les contraintes liées à l'ergonomie, et plus précisément à l'utilisabilité, représentent les aspects facilitant l'utilisation du site par les utilisateurs (par exemple, une structuration claire, une densité d'information réduite). Elles sont sous-jacentes à certains besoins des utilisateurs. Certaines sont prescrites dans le CCE.
- les contraintes liées à l'intérêt général du site se réfèrent aux aspects liés au plaisir d'utiliser le site (beauté du site, attractivité des informations, etc.). On peut les considérer à la fois comme liées au commanditaire et aux futurs utilisateurs.

Les pages web produites par les concepteurs ont été analysées à l'aide de la grille utilisée dans les deux études précédentes de ce travail, afin d'identifier les erreurs ergonomiques présentes (cf. annexe 4). Ces erreurs ergonomiques ont ensuite été réparties en trois groupes selon leur source : présentes dans le site à évaluer, traitées par les recommandations des outils ou inférées par le concepteur.

Afin de tester nos hypothèses, les données recueillies au cours des étapes de conception ont été analysées et traitées d'un point de vue statistique. Des analyses de variance à mesures répétées ainsi que des tests post-hoc (HSD de Tukey) ont été calculés sur les données ainsi obtenues.

3.2.4. Résultats

3.2.4.1. Contraintes énoncées lors de la conception (nombre et proportion)

Nous avons tout d'abord porté les analyses statistiques sur les verbalisations des contraintes pendant l'activité, en fonction de leur nature (ergonomiques, liées au commanditaire ou liées à l'intérêt général du site). Nous n'avons pas relevé d'effet principal de la condition expérimentale sur le nombre total de contraintes prises en

compte ($F(2,18)=2,538$; $p>.1$) mais un effet principal du nombre d'occurrences des contraintes selon leur nature ($F(2,18)=75,849$; $p<.001$; $\eta_p^2=.36$). Les tests post-hoc indiquent un nombre de contraintes-commanditaire significativement plus important ($M=37,58$, $s=16,81$) que de contraintes ergonomiques ($M=19,91$, $s=9,65$; $p<.001$) et de contraintes liées à l'intérêt ($M=13,66$, $s=6,69$; $p<.001$), ainsi qu'un nombre plus important de contraintes ergonomiques que de contraintes liées à l'intérêt ($p=.016$).

Nous relevons également un effet d'interaction entre la condition expérimentale (outil d'évaluation) et la nature des contraintes verbalisées ($F(4,18)=30,472$; $p<.001$; $\eta_p^2=.87$). Les tests post-hoc indiquent que les concepteurs en condition outil visuel ($M=28,5$, $s=7,77$) ont verbalisé plus de contraintes ergonomiques que les concepteurs en condition outil bloc-notes ($M=9,5$, $s=1,29$; $p<.02$). Nous ne relevons toutefois pas de contrastes significatifs entre la condition outil visuel et la condition outil questionnaire ($M=21,75$, $s=5,68$; $p=.25$), de même qu'entre les deux conditions outil bloc-notes et questionnaire ($p=.87$). Inversement, les concepteurs en condition outil bloc-notes ont verbalisé plus de contraintes-commanditaire ($M=57,75$, $s=7,68$) que les concepteurs en condition outil visuel ($M=24,75$, $s=10,90$; $p<.001$) et que les concepteurs en condition outil questionnaire ($M=30,25$, $s=4,99$; $p=.001$). Concernant les contraintes liées à l'intérêt, les tests post-hoc n'indiquent pas de différence significative entre les conditions expérimentales (cf. figure 24a). L'hypothèse H1a ne peut être totalement confirmée.

Dans un second temps, nous avons voulu déterminer l'orientation de l'activité en tenant compte des proportions de contraintes verbalisées au sein de chaque groupe, afin d'obtenir la saillance des points de vue. Les analyses statistiques n'indiquent pas d'effet principal de la condition expérimentale ($F(2,9)=0,002$; $p>.99$) sur les contraintes prises en compte mais un effet de la nature des contraintes ($F(2,18)=108,65$; $p<.0001$; $\eta_p^2=.96$). On note également un effet d'interaction entre les conditions outils et la nature des contraintes ($F(4,18)=27,13$; $p<.0001$; $\eta_p^2=.85$). Les tests post-hoc n'indiquent pas de différence significatives entre la proportion de contraintes ergonomiques et la proportion de contraintes-commanditaire pour les concepteurs en condition outil visuel (avec $M=44,50$, $s=5,20$ pour les contraintes ergonomique et $M=36,25$, $s=9,22$ pour les contraintes-commanditaire ; $p>.1$). Nous relevons une tendance à la significativité pour les concepteurs en condition outil questionnaire, qui ont verbalisé une plus grande

proportion de contraintes-commanditaire ($M=49,43$, $s=7,32$) que de contraintes ergonomiques ($M=35,23$, $s=6,94$; $p<.06$). Les concepteurs en condition outil bloc-notes ont quant à eux verbalisé significativement plus de contraintes-commanditaire ($M=67,25$, $s=4,92$) que de contraintes ergonomiques ($M=11,25$, $s=2,22$; $p<.001$). Les tests post-hoc indiquent également une différence significative entre les contraintes ergonomiques et les contraintes liées à l'intérêt pour les conditions outil visuel (respectivement $M=44,39$, $s=5,38$ et $M=19,36$, $s=7,22$; $p<.001$) et outil questionnaire (respectivement $M=35,23$, $s=6,94$ et $M=15,35$, $s=3,21$; $p=.002$) mais pas pour la condition outil bloc-notes ($p>.1$; cf. figure 24b).

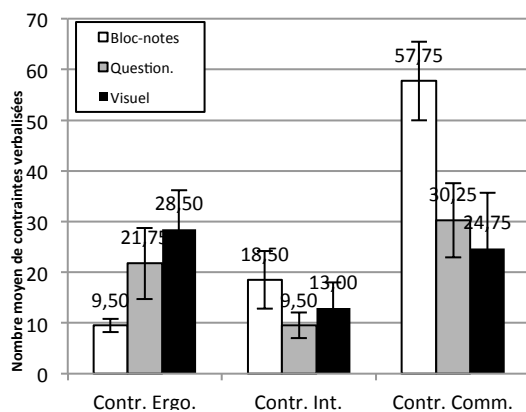


Figure 24a : Nombres moyens de contraintes (commanditaire vs ergonomiques vs intérêt) verbalisées par les concepteurs lors de la deuxième étape de conception. Les barres verticales indiquent les écart-types.

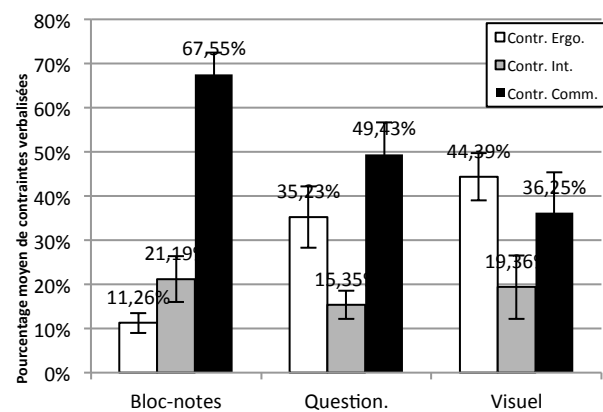


Figure 24b : Pourcentages moyens de contraintes (commanditaire vs ergonomiques vs intérêt) verbalisées par les concepteurs lors de la deuxième étape de conception. Les barres verticales indiquent les écart-types

Il est fréquent de regrouper les contraintes ergonomiques et les contraintes liées à l'intérêt du site (toutes deux reflétant les besoins des futurs utilisateurs), pour obtenir une orientation globale des concepteurs, se partageant entre les besoins de l'utilisateur et les besoins du commanditaire (Chevalier, 2005, 2007 ; Chevalier *et al.*, 2009). Nous avons ainsi regroupé en une même proportion les verbalisations de contraintes ergonomiques et de contraintes liées à l'intérêt, que nous avons qualifié de contraintes liées à l'utilisateur et comparé aux contraintes liées au commanditaire. Les analyses statistiques font apparaître un effet d'interaction entre les conditions et la nature des contraintes apparaissent ($F(2,9)=18,000$; $p<.001$; $\eta_p^2=.80$). Les tests post-hoc indiquent une plus grande proportion de contraintes liées à utilisateur ($M=63,75\%$, $s=9,09\%$) que

de contraintes-commanditaire ($M=36,25\%$, $s=9,09\%$) pour la condition outil visuel ($p=.03$). A l'inverse, les concepteurs dans la condition outil bloc-notes ont verbalisé une plus grande proportion de contraintes-commanditaire ($M=67,55\%$, $s=4,91\%$) que de contraintes liées à l'utilisateur ($p<.001$). Aucune différence significative n'apparaît pour la condition outil questionnaire entre ces deux types de contraintes (cf. figure 25). L'hypothèse H1b ne peut être validée.

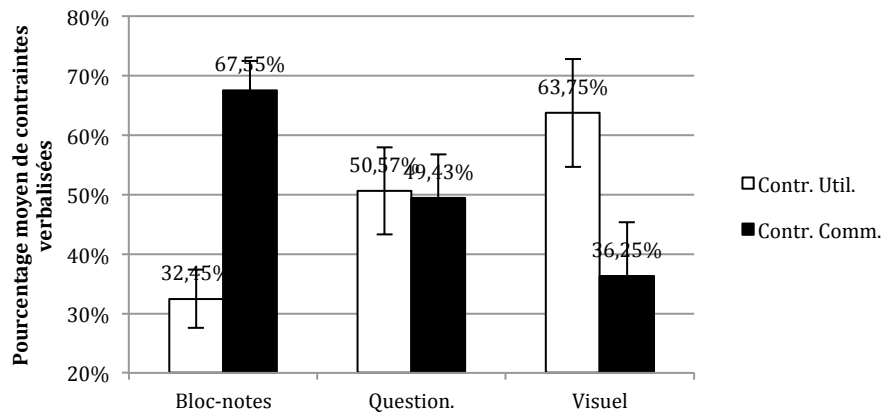


Figure 25 : Pourcentages moyens de contraintes verbalisées par les concepteurs. Les barres verticales indiquent les écart-types

3.2.4.2. Contraintes reprises du site à évaluer et des outils (effet de conformité)

A partir des contraintes verbalisées pendant l'activité de conception, nous avons identifié celles qui étaient issues du site à évaluer (qui étaient traitées dans le site sous forme d'erreurs ou de solutions satisfaisantes d'un point de vue ergonomique) et celles faisant partie des 15 recommandations ergonomiques présentées par les deux outils (outil visuel et outil questionnaire). Nous avons ensuite distingué parmi ces contraintes, les erreurs ergonomiques des solutions de conception verbalisées.

Tout d'abord, nous nous sommes intéressés aux erreurs identifiées dans le site et résolues par une solution de conception, soit à l'aide de l'outil (lorsque l'erreur était traitée dans l'outil) soit par inférence (lorsque le concepteur identifiait l'erreur et trouvait une solution de conception seul). Les analyses statistiques indiquent un effet du type d'outil sur le nombre total de solutions (solutions de conception identifiées par inférence et par les outils ; $F(2,9)=10,973$; $p<.004$; $\eta_p^2=.71$). Les tests post-hoc indiquent que les concepteurs en condition outil bloc-notes ont verbalisé moins de

correction à ces erreurs ($M=4,00$, $s=1,73$) que les concepteurs en condition outil visuel ($M=12,00$, $s=2,22$; $p=.002$) et que les concepteurs en condition outil questionnaire ($M=10,75$, $s=3,77$; $p=.01$). Ces deux dernières conditions ne se démarquent pas significativement ($p>.1$).

Lorsque l'on isole les erreurs corrigées uniquement grâce aux outils (uniquement les erreurs traitées dans les outils visuel ou questionnaire), nous obtenons des résultats proches avec une différence légèrement plus tranchée entre la condition outil visuel ($M=11$, $s=2,89$) et la condition outil questionnaire ($M=7,25$, $s=4,03$), sans pour autant être significative ($p>.1$). Les concepteurs en condition outil bloc-notes solutionnent à nouveau significativement moins d'erreurs traitées par l'outil que les concepteurs dans la condition outil visuel ($M=2$, $s=0,50$; $p=.001$), toutefois la différence n'est plus significative avec la condition outil questionnaire ($p>.1$; cf. figure 26a). Les hypothèses H2a et H2b ne peuvent être totalement confirmées.

Notre analyse s'est ensuite portée sur les erreurs et solutions reprises de manière verbatim du site à évaluer, sans être transformées par les concepteurs, afin de déterminer si la présence des recommandations ergonomiques dans les outils avait une influence sur la reprise de ces caractéristiques. Les analyses statistiques ne permettent pas d'observer d'effet principal de la condition ($F(2,9)=2,852$; $p<.1$) ni du type de reprise (erreur ou solution ; $F(1,9)=1,745$; $p=.22$). Nous relevons par contre un effet d'interaction entre les conditions et le type de caractéristiques reprises (erreur ou solution de conception ; $F(2,9)=15,245$; $p<.001$; $\eta^2=.77$). Les test post-hoc indiquent que les concepteurs en condition outil bloc-notes ont repris verbalement plus d'erreurs ($M=4,25$, $s=0,96$) que les concepteurs en condition outil visuel ($M=1,5$, $s=1,73$; $p=.04$) et que les concepteurs en condition outil questionnaire ($M=0,5$, $s=0,58$; $p=.004$). Ces deux dernières conditions ne se distinguent pas significativement ($p>.1$).

Concernant les reprises verbatims du site évalué représentant des solutions de conception, les tests post-hoc indiquent une différence significative entre les conditions outil visuel et outil bloc-notes, avec un plus grand nombre de solutions reprises pour la condition outil visuel ($M=4,50$, $s=1$) que pour la condition outil-bloc-notes ($M=1$, $s=1$; $p=.007$). Le nombre de reprise de solution des concepteurs de la condition outil questionnaire se situent descriptivement entre les deux autres conditions ($M=2,75$,

$s=1,71$), mais les contrastes se sont pas significatif ($p>.1$ avec les conditions outil visuel et outil questionnaire ; cf. figure 26b). L'hypothèse H2b ne peut être totalement validée.

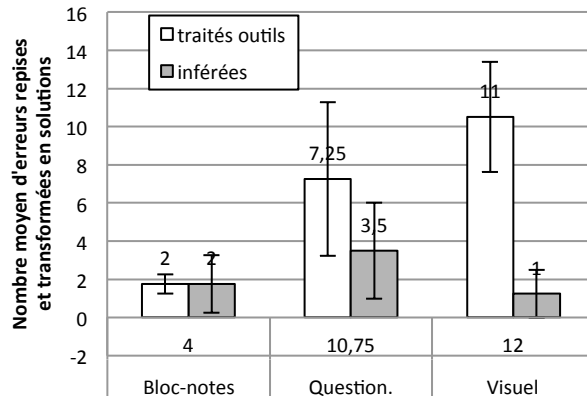


Figure 26a : Nombres moyens d'erreurs solutionnées, selon l'origine de la solution (traitées dans les outils ou inférées). Les barres verticales indiquent les écart-types.

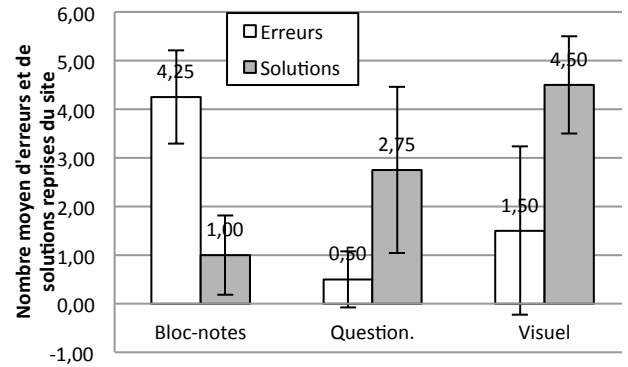


Figure 26b : Nombres moyens d'erreurs et de solutions reprises du site à évaluer. Les barres verticales indiquent les écart-types.

3.2.4.3. Qualité ergonomique des maquettes

La qualité ergonomique des maquettes créées par les concepteurs a été évaluée à l'aide de la même grille utilisée dans les études précédentes présentées dans ce travail. Nous avons dans cette grille identifié plusieurs sources d'erreurs ergonomiques : les erreurs reprises du site à évaluer, les erreurs traitées par les recommandations des outils, ainsi que les erreurs inférées par les concepteurs.

Les analyses statistiques indiquent un effet principal de la condition sur le nombre total d'erreurs ergonomiques présentes dans les maquettes ($F(2,27)=12,438$; $p<.002$; $\eta_p^2=.73$). Les tests post-hoc indiquent que les concepteurs dans la condition outil bloc-notes ont introduit significativement plus d'erreurs ergonomiques ($M=13,50$, $s=3,11$) que les concepteurs en condition outil visuel ($M=6,50$, $s=1,73$; $p=.003$) et que les concepteurs en condition outil questionnaire ($M=7,25$, $s=1,26$; $p=.007$). Ces deux derniers groupes ne se différencient pas significativement ($p>.1$), l'hypothèse H3a ne peut être validée totalement.

Lorsque l'on s'intéresse à la source des erreurs introduites dans les maquettes (reprises du site évalué, traitées dans les outils ou inférées), les erreurs ne se répartissent pas de la même manière en fonction des conditions ($F(2,9)=5,228$; $p<.05$; $\eta_p^2=.54$). Concernant les erreurs reprises du site à évaluer, qu'elles soient ou non

traitées par les outils, les tests post-hoc indiquent que les concepteurs en condition bloc-notes en ont introduit significativement plus dans leur maquettes ($M=9,75$; $s=1,50$) que les concepteurs des deux autres conditions (avec pour la condition outil questionnaire $M=5,75$, $s=0,96$ avec un contraste $p=.001$ et pour la condition outil visuel $M=4,75$, $s=1,50$ avec un contraste de $p<.001$). Ces deux dernières conditions (outil visuel et outil questionnaire) ne se distinguent pas significativement entre elles ($p>.1$). L'hypothèse H3b ne peut être validée totalement.

Si l'on s'intéresse aux erreurs traitées dans les outils (celles présentes et celles qui ne figure pas dans le site évalué), les tests post-hoc indiquent que les concepteurs en condition outil bloc-notes ont repris dans leur maquettes significativement plus d'erreurs ergonomiques traitées par les outils ($M=6,75$, $s=1,26$) que les concepteurs de la condition outil visuel ($M=2,75$, $s=1,71$; $p=.01$) et que les concepteurs de la condition outil questionnaire ($M=1,5$, $s=1$; $p=.001$). Ces deux derniers groupes ne se distinguent pas significativement ($p=.77$; cf. figure 27).

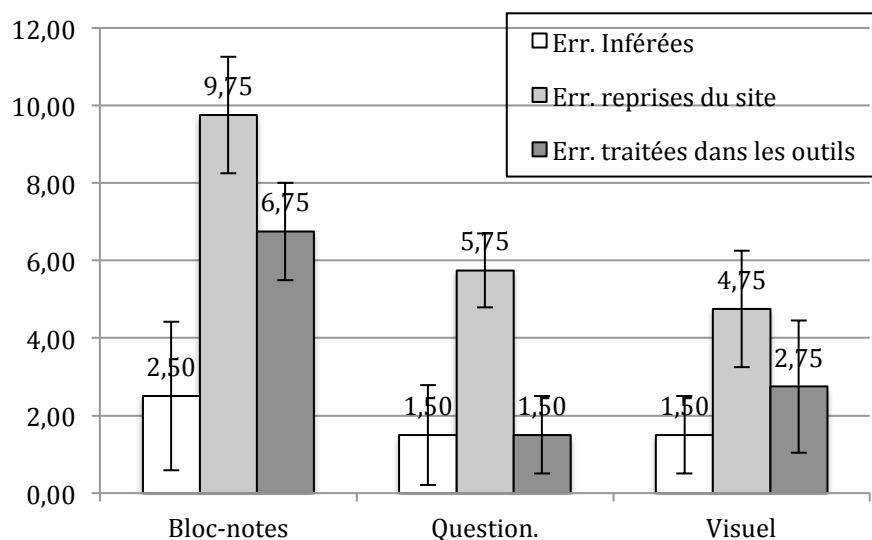


Figure 27 : Nombres moyens d'erreurs présentes dans les maquettes, selon la condition expérimentale et la source de l'erreur (présente dans l'outil, dans le site ainsi que celles inférées par les concepteurs). Les barres verticales représentent les écart-types.

3.2.5. Discussion de l'étude 3A

Dans cette étude, nous avons testé l'effet de deux modalités d'aide à l'évaluation, par comparaison à une condition contrôle avec l'utilisation d'un bloc-notes, sur l'activité de

conception qui suivait (outils visuel et questionnaire). Notre objectif était de déterminer leur impact sur l'activité de conception ainsi que sur l'effet de conformité qui s'exerçait sur cette activité. Tout d'abord, les résultats obtenus indiquent bien un effet du type d'outil sur la prise en compte globale des contraintes pendant la conception, les concepteurs ayant bénéficié de recommandations dans leur outil (outil visuel et outil questionnaire) ont verbalisé plus de contraintes ergonomiques que les concepteurs n'en recevant pas (outil bloc-notes). Toutefois, nous n'avons pas pu valider totalement l'hypothèse (H1a) selon laquelle l'outil visuel permettrait aux concepteurs de verbaliser plus de contraintes ergonomiques que les concepteurs de l'outil questionnaire. Les résultats, compatibles d'un point de vue descriptif avec nos hypothèses, ne sont pas assez contrastés entre ces deux conditions pour pouvoir être totalement validés. Cependant, la saillance des points de vue (proportions de contraintes prises en compte selon leur nature au sein de chaque groupe) fait ressortir une plus grande orientation de l'outil visuel vers la prise en compte des besoins de l'utilisateur, avec une orientation clairement marquée vers l'utilisateur, là où les concepteurs confrontés à l'outil questionnaire adoptent une orientation plus mitigée, et où les concepteurs confrontés à l'outil bloc-notes sont nettement orientés vers le commanditaire, tel que cela a été montré dans d'autres études (Hornbaek & Frokjaer, 2005). Il semble néanmoins que le bénéfice apporté par la présentation d'exemple d'erreur et de solution de conception présents dans l'outil visuel, qui devait permettre aux concepteurs d'optimiser la reprise des caractéristiques de l'exemple et libérer quelque peu leur ressources cognitive, n'ait pas été suffisamment fort dans nos conditions d'expérimentales marquer un contraste net de cette condition avec celle ne recevant que les recommandations ergonomiques.

L'objectif principal de cette étude était de déterminer si le fait d'ajouter des solutions de conception (sous forme verbale et/ou visuelle, selon l'outil) en plus du pointage d'erreurs ergonomiques aurait un impact sur l'effet de conformité à un exemple de site web. Les résultats obtenus sont encourageants et corroborent une partie importante de nos hypothèses.

Plus précisément, pour l'outil questionnaire, qui ne comportait pas de solutions de conception sous forme d'exemples concrets mais reprenait les recommandations traitées dans l'outil visuel, bien que descriptivement les résultats obtenus par l'outil

visuel aillent dans le sens de nos hypothèses, ils ne semblent pas là non plus assez contrastés avec l'outil questionnaire pour obtenir des différences toujours significatives.

Ainsi les transformations d'erreurs du site réalisées à l'aide des outils sont moins nombreuses en moyenne dans la condition outil questionnaire que dans la condition outil visuel, mais la variabilité des résultats pour la condition outil questionnaire est nettement plus importante ($M=7,25$, $s=4,03$), suggérant que certains concepteurs ont réussi à transformer de nombreuses erreurs sans l'apport de solution de conception, comme nous l'avons observé dans notre étude 2a. Cette variabilité, ajoutée au fait que nos deux conditions recevaient les mêmes recommandations ergonomiques, présentées de façon identique verbalement, pourrait expliquer l'absence de différence significative entre ces deux conditions. Ainsi, le fait de disposer d'explications verbales aiderait de façon non négligeable les concepteurs.

Toutefois, les résultats indiquent que la condition outil visuel se distingue significativement de la condition outil bloc-notes quant au nombre d'erreurs du site transformées en solutions, différence qui apparaît moins marquée avec la condition outil questionnaire (seule une tendance apparaît entre cette condition et la condition outil bloc-notes). Ce dernier résultat semble montrer que la présence d'une évaluation à base de recommandations ergonomiques effectuée avant de débiter l'activité de conception, peut diminuer la conformité aux caractéristiques négatives de l'exemple, en particulier lorsque cette évaluation est accompagnée de solutions concrètes de conception tel que le suggère le courant de l'utilité avale (Hartson *et al.*, 2004 ; Hornbaek & Frokjaer, 2005).

Le point surprenant de ce résultat concerne l'efficacité de l'outil questionnaire, qui a tout de même permis de diminuer l'effet de conformité à l'exemple, en limitant le nombre d'erreurs reprises du site et en permettant de transformer nombre d'erreurs en solution. Ce résultat ne corrobore pas les résultats de la littérature (Chrysikou & Weisberg, 2005 ; Jansson & Smith, 1991), montrant que pointer des caractéristiques négatives des exemples ne permet pas de diminuer l'effet de conformité. Nous pouvons nous demander quel facteur, présent dans la condition expérimentale présente, a permis de dépasser l'effet du simple pointage des erreurs qui était inefficace dans les études précédentes. Dans les consignes de Chrysikou et Weisberg (*op.cit.*), reprises et adaptées de celles de Jansson et Smith (*op.cit.*), les erreurs des exemples étaient seulement désignées par quelques mots décrivant des caractéristiques jugées problématiques.

Dans l'outil questionnaire, d'une part le concepteur devait décider si les caractéristiques du site correspondaient à l'énoncé ou pas, ce qui a pu avoir comme conséquence d'accroître le traitement de l'information. De plus, les erreurs n'étaient pas seulement pointées, mais commentées négativement de manière assez visible (la couleur rouge) et expliquées par une recommandation ergonomique, que nous avons formulée de manière à pousser le concepteur à envisager un point de vue d'utilisateur novice ou non « performant », point de vue très différent du sien (Chevalier, 2002 ; Chevalier & Villemain-Gioarà, 2006). Ces deux derniers éléments (la nature active de la tâche et l'explication avec changement de points de vue) pourraient expliquer l'efficacité inattendue de l'outil questionnaire.

De plus, les appréciations de l'outil visuel indiquées par les concepteurs dans le questionnaire prévu à cet effet et dans le *débriefing* de la passation expérimentale, ont fait ressortir certains défauts de l'outil (pour une liste exhaustive, cf. annexe 12). Parmi les visuels de l'outil, plusieurs ne semblaient pas assez explicites aux concepteurs, notamment trois d'entre eux sont revenus dans la quasi-totalité des appréciations comme étant problématiques pour le choix de la réponse :

- Un visuel traitant de la longueur des pages pouvait être identifié uniquement avec l'ascenseur de la page, ce qui n'était pas assez visible et obligeait l'expérimentateur à les guider de façon excessive.
- Un autre visuel leur demandait d'évaluer « la pertinence des informations sur les pages », ce terme n'était pas assez explicite pour désigner la problématique des publicités trop fournies.
- Enfin un dernier visuel leur demandait de juger de la hiérarchisation de l'information sur la page, le visuel problématique n'était pas assez évident pour être désigné sans difficulté.

Nous pouvons ajouter que le principe de l'outil visuel, qui est de comparer le site évalué aux visuels, oblige les concepteurs à sélectionner des visuels qu'ils savent être des erreurs ergonomiques. Il semble, au vu du comportement observé des concepteurs pendant l'utilisation de l'outil, que le fait de devoir choisir une réponse qu'ils savent être une erreur ergonomique est troublant pour eux. En particulier lorsque la recommandation ergonomique leur semble évidente, les concepteurs peuvent oublier le principe de l'outil et choisir la solution, même si celle-ci est moins ressemblante avec le

site que l'erreur. Dans le prolongement de cette observation, il nous semble que certains concepteurs se retrouvaient incidemment à considérer l'outil comme une évaluation de leurs propres connaissances, diminuant l'efficacité de son action. Bien que les concepteurs soient passés par une étape d'entraînement avant d'utiliser l'outil visuel, il semble que cette étape soit perfectible pour optimiser l'utilisabilité du principe de l'outil visuel. Le but de cette étape serait de pouvoir s'assurer de la bonne compréhension de l'outil, dont le fonctionnement est simple mais dont le principe semble prendre les concepteurs à contre-pied. Une étape supplémentaire à la fin de l'entraînement pourrait consister à demander aux concepteurs de reformuler le principe de l'outil, pour s'assurer de leur bonne compréhension.

Une autre limite de cette étude permettant sans doute d'éclaircir les résultats obtenus concerne le niveau d'expertise des concepteurs en ergonomie. Bien qu'aucun ne soit spécialiste de l'ergonomie des sites web et que leur formation soit basée sur une activité de veille personnelle, il est difficile de quantifier réellement le niveau des concepteurs en ergonomie. Les concepteurs devaient remplir un questionnaire leur demandant l'importance que prenait l'ergonomie dans leur activité ainsi que leur formation dans cette matière et le niveau d'expertise qu'ils estimaient avoir. Il apparaît des différences entre les groupes dans ces dernières évaluations. Bien que ces différences soient relativement minimales, elles sont globalement en faveur de la condition outil bloc-notes et de la condition outil questionnaire (pour un détail des résultats de ce questionnaire, cf. annexe 13). Bien que ce biais ne puisse expliquer à lui seul les différences observées, il peut être ajouté à la compréhension des résultats étonnamment proches observés entre l'outil questionnaire et l'outil visuel. Cet élément met également en lumière l'efficacité de l'outil visuel, qui a permis aux concepteurs possédant une connaissance moindre en ergonomie d'obtenir des résultats similaires voire meilleurs que les concepteurs de la condition outil questionnaire et que les concepteurs de la condition outil bloc-notes.

Les deux outils et en particulier l'outil visuel, semblent avoir permis aux concepteurs de diminuer la conformité aux erreurs de l'exemple et le plus souvent même de transformer ces erreurs en solutions de conception. De même que dans l'étude testant l'outil Metroweb (Chevalier *et al.*, 2009), l'utilisation des outils avant la conception a eu pour autre conséquence de diminuer l'orientation pro-commanditaire que l'on a pu

observer chez les concepteurs de la condition outil bloc-notes et que l'on observe dans des situations de conception naturelle (Chevalier 2003 ; Chevalier & Vuillemin-Gioarä, 2006). Cette différence d'orientation, bien que présente pour les deux outils, était plus nette pour l'outil visuel que pour l'outil questionnaire, bien que ces deux conditions ne se soient pas différenciées significativement entre elles. Le gain apporté par les visuels, dans un outil qui comportait exactement les mêmes recommandations que l'outil questionnaire, semble apparaître assez nettement dans les résultats, confirmant la thèse de l'utilité avale selon laquelle le pointage des erreurs ergonomiques n'est pas suffisant pour fournir une bonne évaluation permettant d'améliorer l'ergonomie d'un site web (Harton *et al.*, 2004 ; Hornbaek & Frokjaer, 2005). Le reproche habituellement fait aux méthodes d'évaluation de l'utilisabilité utilisant des heuristiques est qu'elles sont trop généralistes et trop abstraites (Hartson *et al.*, *op.cit.* ; Hornbaek & Frokjaer, *op.cit.* ; Tan *et al.*, 2009 ; Mariage *et al.*, 2005 ; Tezza *et al.*, 2011).

De plus, les concepteurs professionnels interrogés dans cette étude, ont mis en avant les qualités didactiques de ce principe de dispositif semi-automatique basé sur la comparaison d'exemples concrets. La plupart ont estimé que l'outil ne pourrait pas tellement les aider dans leur activité de conception (bien que les résultats semblent indiquer le contraire) mais ferait un très bon outil d'apprentissage pour des concepteurs novices souhaitant apprendre l'ergonomie des sites web. Ce dispositif pourrait ainsi être testé auprès de concepteurs novices, dans un but différent de celui visé par cette étude, qui permettrait peut-être de concrétiser les bénéfices didactiques que peut apporter le principe particulier de cet outil.

Utilisé dans de petites équipes ou par des concepteurs freelance, ce dispositif pourrait permettre à un plus large panel de concepteurs de prendre en compte les recommandations ergonomiques dans leur travail de conception, même s'ils possèdent peu de connaissances en ergonomie. L'outil demanderait à être amélioré pour être utilisable concrètement dans diverses situations, autres que celle - bien définie - de l'expérimentation. En plus des défauts et critiques formulés par les concepteurs de cette étude, un point important soulevé par la littérature (Tan *et al.*, 2009) semble être l'adaptation au contexte (type de site, taille, conception collaborative, etc.) des recommandations apportées par l'outil pour répondre à un besoin ciblé et être ainsi efficace. L'effet de conformité, souvent associé à un effet négatif dans le processus de

conception, pourrait être envisagé selon le principe de cet outil comme une modalité d'intervention peu intrusive et efficace dans l'activité des concepteurs, afin d'améliorer la prise en compte des besoins des utilisateurs.

3.3. Etude 3B : évaluation esthétique des pages web créées

3.3.1.Méthode

- *Participants*

Nous avons recruté pour cette étude 26 participants utilisateurs d'Internet (16 femmes pour 10 hommes), une majorité au sein des étudiants de l'Université de Paris Ouest Nanterre – La Défense (62%) ; environ 31% d'entre eux n'étaient plus étudiants mais avait un niveau d'étude moyen de Bac+2. Seul l'un d'entre eux avait un niveau d'étude inférieur au Bac (niveau BEP). Leur âge moyen était de 27,11 ans ($s=7,22$). Nous avons déterminé leur niveau d'expérience avec Internet à partir d'un questionnaire (cf. annexe 5c). 25 participants ont répondu utiliser Internet quotidiennement (plus d'une heure par jour), 1 participant a répondu l'utiliser souvent (plus de 4 heures par semaine). Tous utilisaient Internet pour rechercher des informations, une grande majorité (environ 85%) pour chatter et relever leurs courriels. 50% de l'effectif a répondu utiliser des sites d'achat de microinformatique et électroménager. Les participants estimaient avoir une bonne connaissance d'Internet, avec un score moyen de 5,46 ($s = 0,81$) sur une échelle de Likert en 7 points. Nous avons également contrôlé leur langue maternelle (tous étaient de langue maternelle française), pour écarter les participants qui auraient pu avoir des difficultés de compréhension de la langue française. Nous avons choisi de garder le participant ayant un niveau d'étude inférieur au bac, dans la mesure où celui-ci était un internaute expérimenté (6 sur 7 à l'échelle d'utilisation d'internet) et très concerné par le graphisme (7 sur 7 à l'échelle d'affinité avec le graphisme et l'esthétique).

3.3.1.1.Matériel

De même que pour les deux études précédentes, le questionnaire a été repris d'une étude de Chevalier *et al.* (2009), mais cette fois 4 items de mesure de l'utilisabilité perçue ont été rajoutés aux items de Lavie et Tractinsky (2004). Ce questionnaire était initialement composé de 9 items extraits de l'étude de Lavie et Tractinsky (*op.cit.*)

mesurant deux dimensions esthétiques des sites web, l'esthétique expressive et l'esthétique classique. L'esthétique expressive regroupe les items liés à l'originalité du site. L'esthétique classique, regroupe les items liés à des valeurs esthétiques plus traditionnelles, telle que l'harmonie. Nous avons ajouté 4 items d'utilisabilité perçue retenus et adaptés de l'échelle finale de Lavie et Tractinsky (2004). Ces items proposent à l'utilisateur d'estimer le degré de facilité d'utilisation du site qu'il évalue.

Items d'utilisabilité perçue adaptés de Lavie et Tractinsky (op.cit.)

- Ce site semble pratique
- Il semble facile de s'orienter dans ce site
- Ce site à l'air facile à utiliser
- La navigation paraît facile sur ce site

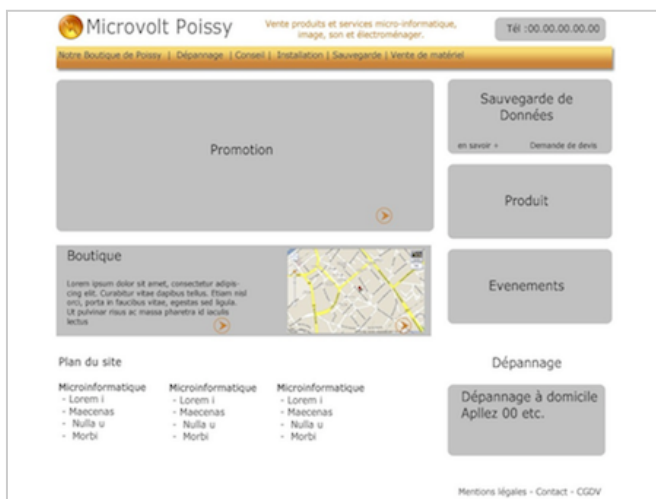
Le questionnaire était présenté sous la forme d'une échelle de Likert en 7 points pour chacun des items de l'échelle de Lavie et Tractinsky (*op.cit.*). Les items étaient présentés dans de courts énoncés tels que « Le graphisme de cette page est clair » (esthétique classique), « Le graphisme de cette page fait preuve de créativité » (esthétique expressive) ou encore « La navigation sur ce site devrait être facile » (utilisabilité perçue). L'ensemble des items est présenté dans l'annexe 5b.

Une fois l'évaluation des douze maquettes réalisée, les participants devaient les classer par ordre de préférence esthétique.

Les pages d'accueil leur étaient présentées de manière statique (format image, cf. figure 28a, 28b et 28c) sur un écran d'ordinateur. L'ordre de présentation des pages était aléatoire, et tous les participants visualisaient toutes les pages d'accueil dans les mêmes conditions.



(a) Capture d'écran de la maquette d'une page d'accueil réalisée en condition outil bloc-notes



(b) Capture d'écran de la maquette d'une page d'accueil réalisée en condition outil questionnaire



(c) Capture d'écran de la maquette d'une page d'accueil réalisée en condition outil visuel

Figure 28a, 28b et 28c : Capture d'écran de pages d'accueil réalisées dans chacune des trois conditions expérimentales de conception.

- *Procédure expérimentale*

Les passations se déroulaient dans une salle informatique de l'Université de Paris Ouest Nanterre la Défense. Cette salle était équipée de dix postes informatiques identiques, composés d'une unité centrale munie du système d'exploitation Windows XP et du logiciel Excel 2003, ainsi que d'un écran LCD 17 pouces au format 4/3 de modèle identique. Ce dispositif nous a permis de pouvoir accueillir plusieurs participants en même temps, lorsque l'occasion se présentait.

Les pages d'accueil des douze maquettes de sites web étaient présentées sous forme de diaporama plein écran. Une barre de commande située en bas de l'écran était présente pour leur permettre de noter le numéro de la page d'accueil évaluée sur le questionnaire, de connaître le nombre de pages qu'ils avaient à évaluer, et de passer à la page d'accueil suivante. Les participants n'avaient pas la possibilité de revenir en arrière avant d'avoir évalué les dix pages d'accueil. Une fois les douze pages évaluées, les participants pouvaient revoir toutes les pages, pour leur permettre de les classer.

Nous avons réalisé trente tirages au sort pour présenter les pages dans un ordre aléatoire connu au préalable, afin de pouvoir s'assurer que les participants avaient correctement noté le numéro de chaque page d'accueil sans erreur sur le questionnaire. Comme les passations pouvaient faire intervenir plusieurs participants en même temps, la procédure de présentation des pages d'accueil a été automatisée à l'aide d'une macro développée dans le langage Visual Basic Application, intégrée au logiciel Excel (présentation de l'interface en figure 12 de l'étude 1B). Ainsi l'expérimentateur n'avait qu'à renseigner le numéro de série de présentation sur le logiciel et sur le questionnaire, pour que la passation soit prête à être lancée.

Les participants lisaient une consigne écrite (cf. annexe 5a) sur la première page du questionnaire d'évaluation esthétique et commençaient leur évaluation. L'expérimentateur restait présent pour contrôler les conditions de passation et répondre aux questions le cas échéant.

Une fois l'évaluation terminée, les participants remplissaient un questionnaire les concernant, pour nous permettre de connaître principalement leur profil d'utilisateur d'internet (expertise estimée et services web usités), leur niveau d'étude ainsi que leur langue maternelle. Le détail de ce questionnaire est mentionné dans la partie « participants » de cette étude.

Pour finir, les participants étaient remerciés, et recevaient une feuille de débriefing explicative qu'ils avaient la possibilité d'emporter avec eux. Ce débriefing leur expliquait succinctement la problématique et les objectifs de l'étude. Il leur était également donné des références bibliographiques leur permettant d'approfondir le sujet s'ils étaient intéressés.

3.3.2. Hypothèses et variables dépendantes

- *Hypothèse H1 : Esthétique et utilisabilité*

L'étude de Chevalier *et al.* (2009) a montré que le nombre de problèmes ergonomiques présents dans les maquettes de sites web avait un impact sur les évaluations de l'esthétique de ces sites, faites par des utilisateurs du web. Ce résultat contredit les résultats de Tractinsky *et al.* (2000) mais est compatible avec le courant fonctionnaliste, qui postule qu'un produit doit être fonctionnel pour être esthétiquement appréciable.

H1a : Sur la base des résultats de Chevalier *et al.* (2009), nous devrions observer une différence significative entre la condition expérimentale outil bloc-notes et les conditions outil questionnaire et outil visuel, dont les productions étaient d'une meilleure qualité ergonomique. Ainsi la condition outil bloc-notes, dont les maquettes comportaient le plus d'erreurs ergonomiques, devrait obtenir des notes d'esthétique plus faibles que celles des deux autres conditions, dont les maquettes comportaient moins d'erreurs ergonomiques.

H1b : Lavie et Tractinsky (2004) ont montré que certains items liés à l'esthétique classique peuvent être rapprochés de certaines caractéristiques d'utilisabilité (ex. : « le graphisme est clair », « la page est soignée », « le graphisme est harmonieux »). Ainsi, nous pensons que les items correspondant à la dimension classique de l'esthétique devraient être évalués avec un score plus important pour les maquettes comportant moins d'erreurs ergonomiques (maquettes réalisées par les concepteurs des conditions outil questionnaire et outil visuel), que pour les maquettes contenant plus d'erreurs ergonomiques (maquettes réalisées par les concepteurs de la condition outil bloc-notes), ce qui ne devrait être moins marqué pour la dimension expressive.

- *Hypothèse H2 : Utilisabilité perçue*

Les travaux de Tractinsky et al. (op.cit.) mettent en avant l'influence de l'esthétique sur l'utilisabilité perçue par les utilisateurs. Selon ces auteurs, bien que le lien entre l'esthétique et l'utilisabilité réelle soit minime, la qualité hédonique véhiculée en grande partie par l'esthétique doit influencer le sentiment que les utilisateurs se font de l'utilisabilité de l'interface. Toutefois, nous défendons dans ce travail l'hypothèse inverse, selon laquelle l'utilisabilité réelle a également un poids à considérer dans l'expérience utilisateur. Ainsi nous nous attendons à obtenir des évaluations d'utilisabilité perçue plus favorables pour les pages web des conditions présentant le moins d'erreurs ergonomiques. La condition outil visuel devrait être la mieux notée, puis la condition questionnaire et enfin la condition outil bloc-notes.

- *Hypothèse H3 : Classement des pages d'accueil*

Le classement des pages d'accueil par ordre de préférence esthétique devrait refléter les résultats obtenus aux items d'évaluation esthétique. Une répartition significativement différente des rangs de classement en fonction des conditions confirmerait les résultats obtenus par Chevalier et al. (2009). Ainsi les maquettes réalisées dans les conditions outil visuel et outil questionnaire, qui comportent le moins d'erreurs ergonomiques, devraient être classées en moyenne avant les maquettes réalisées en condition outil bloc-notes dans l'ordre de préférence des participants.

Sur la base de ces hypothèses, quatre variables dépendantes ont été retenues :

VD₁ : score moyen relatif à la dimension classique de l'esthétique

VD₂ : score moyen relatif à la dimension expressive de l'esthétique

VD₃ : score global moyen donné aux deux dimensions d'esthétique confondues

VD₄ : classement esthétique des maquettes réalisé par les utilisateurs

VD₅ : score moyen relatif à la dimension d'utilisabilité perçue

3.3.3. Résultats

Les réponses aux échelles ont toutes été recueillies et traitées en quatre points : 1) les scores d'esthétique classique, 2) les scores d'esthétique expressive, 3) les scores d'utilisabilité perçue, et 4) les classements des sites par ordre d'appréciation esthétique.

Les résultats sont présentés en tenant compte de ces distinctions et de manière à pouvoir mettre à l'épreuve les deux hypothèses principales. Les données recueillies à partir de l'échelle de Likert pouvant être traitées comme des données ordinales ou quantitatives (les réponses sont alors considérées comme des notes ; Beaufils, 2009a, p.30), nous avons choisi les tests statistiques paramétriques basés sur les moyennes, tels que les analyses de variance.

3.3.3.1. Evaluation de l'esthétique des pages web en fonction de la condition expérimentale de conception

Les résultats de l'étude 3A ont fait apparaître des différences significatives entre les trois conditions expérimentales : les maquettes réalisées en conditions bloc-notes comportaient plus d'erreurs ergonomiques que les maquettes des deux autres conditions. Dans un premier temps, nous avons cherché à déterminer si nous pouvions observer des évaluations esthétiques différentes des pages d'accueil entre ces conditions. Les analyses statistiques font apparaître une différence significative entre les trois conditions ($F(2,309)=97.809$; $p < .01$; $\eta_p^2=.39$). Les tests post-hoc indiquent que les pages d'accueil de la condition outil visuel ($M=4,80$, $s=0,80$) ont été évaluées globalement avec un meilleur score esthétique que les pages d'accueil de la condition outil bloc-notes ($M=3,32$, $s=0,50$; $p<.001$) et celles de la condition outil questionnaire ($M=2,81$, $s=0,49$; $p<.001$). La condition outil bloc-notes reçoit également de meilleures évaluations esthétiques que la condition outil questionnaire ($p=.001$). L'hypothèse H1a ne peut être confirmée.

Nous avons ensuite recueilli les résultats en fonction des deux dimensions de l'esthétique relevées par Lavie et Tractinsky (2004). Concernant l'esthétique classique, les tests post-hoc indiquent que les pages d'accueil de la condition outil visuel ($M=4,85$, $s=0,64$) ont reçu de meilleures évaluations que les pages d'accueil de la condition outil bloc-notes ($M=3,43$, $s=0,43$; $p<.001$) et que les pages d'accueil de la condition outil questionnaire ($M=2,94$, $s=0,47$; $p<.001$). Ces deux dernières conditions tendent à se distinguer significativement en faveur de la condition outil bloc-notes ($p=.053$).

De même, les évaluations d'esthétique expressives se différencient également entre les conditions : les pages d'accueil réalisées en condition outil visuel ($M=4,74$, $s=1,13$) ont reçu de meilleures évaluations que les pages d'accueil de la condition outil bloc-notes ($M=3,19$, $s=0,69$; $p<.001$) et que celles de la condition outil questionnaire

($M=2,66$, $s=0,60$; $p<.001$). La différence entre ces deux dernières condition est également significative ($F(1,309)=8,44$; $p=.01$; cf. figure 29). L'hypothèse H2b ne peut être totalement confirmée.

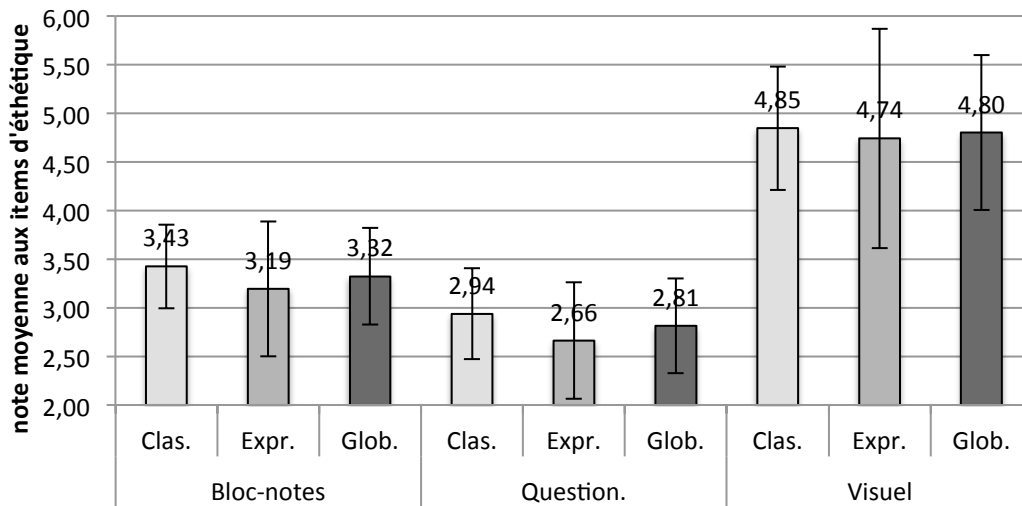


Figure 29 : Notes moyennes obtenues aux items d'esthétique (classique, expressive et globale), selon la dimension esthétique et la condition de conception. Les barres verticales indiquent les écart-types.

3.3.3.2. Evaluation de l'utilisabilité perçue des pages web en fonction de la condition expérimentale de conception

Nous nous sommes ensuite intéressés aux évaluations d'utilisabilité perçue, effectuées à l'aide des quatre items d'utilisabilité perçue de Lavie et Tractinsky (2004).

Les analyses statistiques indiquent des différences en termes d'utilisabilité perçue des pages d'accueil selon la condition expérimentale ($F(2,309)=40,09$; $p<.01$; $\eta_p^2=.20$). Les tests post-hoc indiquent des résultats similaires à ceux des évaluations esthétiques, les pages d'accueil produites dans la condition outil visuel ($M=5,30$, $s=0,45$) ont obtenu un score d'utilisabilité perçue plus élevé que les pages d'accueil de la condition outil questionnaire ($M=4,39$, $s=0,58$; $p<.001$) et que celles de la condition outil bloc-notes ($M=3,96$, $s=0,55$; $p<.001$). Cette fois les scores d'évaluation de la condition outil questionnaire sont plus élevés que ceux de la condition outil bloc-notes ($p=.01$; cf. figure 30). L'hypothèse H2 est infirmée.

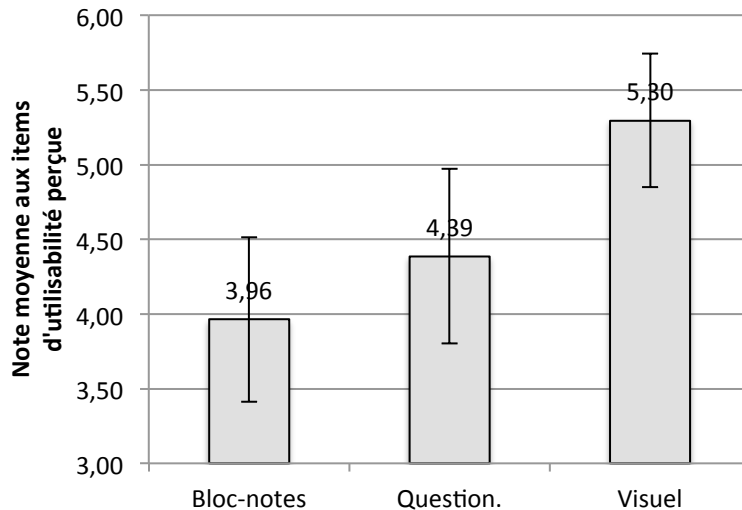


Figure 30 : Notes moyennes obtenues aux items d'utilisabilité perçue selon la dimension esthétique et la condition de conception. Les barres verticales indiquent les écart-types.

3.3.3.3. Classement des maquettes par ordre de préférence esthétique

Nous avons recueilli les classements des pages d'accueil par ordre de préférence esthétique réalisés par les utilisateurs. L'analyse statistique des rangs moyens des pages d'accueil indique un effet significatif de la condition expérimentale sur les classements effectués par les participants ($F(2,50)=50,733$; $p < .01$; $\eta_p^2=.69$). Les tests post-hoc indiquent que les pages d'accueil réalisées dans la condition outil visuel sont classées à un rang préférentiel (le rang le plus bas étant le site jugé le plus esthétique) ($M=3,42$ sur 12, $s=1,66$), comparativement aux pages d'accueil réalisées dans la condition outil bloc-notes ($M=7,85$ sur 12, $s=1,66$; $p<.001$) ainsi qu'aux pages d'accueil de la condition outil questionnaire ($M=8,23$, $s=0,96$ sur 12 ; $p<.001$). Les pages d'accueil de ces deux dernières conditions ne se distinguent pas significativement ($p>.1$; cf. figure 31). Ce dernier résultat va dans le sens de l'hypothèse H3, sans pouvoir totalement la confirmer.

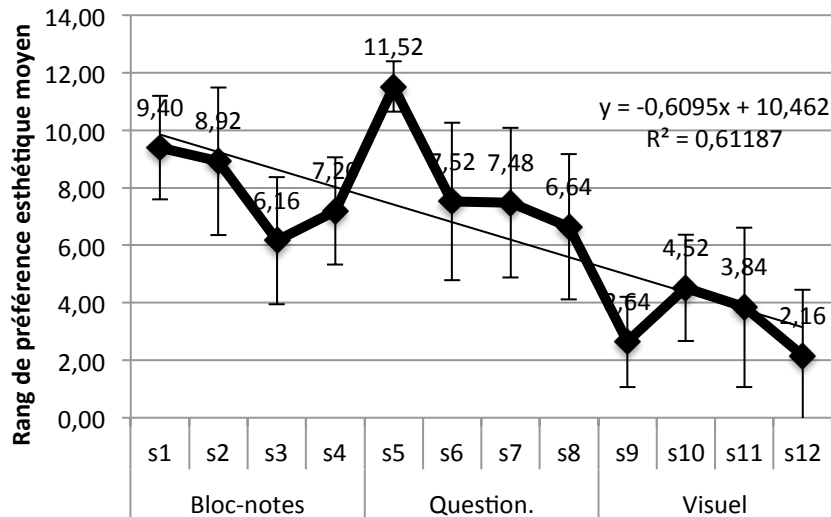


Figure 31 : Classement des pages d'accueil par rang moyen de préférence (1 étant la meilleure note et 12 étant la moins bonne).

3.3.3.4. Corrélations entre évaluations et utilisabilité réelle

Pour compléter ces résultats, nous avons calculé le coefficient de corrélation de Bravais Pearson entre l'ergonomie réelle des pages web (nombre d'erreurs ergonomiques identifiées), les évaluations d'utilisabilité perçue et les évaluations d'esthétique. Tout d'abord, l'utilisabilité perçue est apparue corrélée positivement à l'esthétique globale des maquettes ($r(312)=.56$; $p<.01$), mais également aux deux dimensions esthétiques détaillées, à savoir l'esthétique classique ($r(312)=.59$; $p<.01$) et l'esthétique expressive ($r(312)=.47$; $p<.01$). De plus, nous observons une corrélation entre les évaluations des utilisateurs et l'ergonomie réelle des pages web : les erreurs ergonomiques contenues dans les pages web sont corrélées négativement à l'esthétique globale ($r(312)=-.30$; $p<.01$), ainsi qu'aux deux dimensions de l'esthétique ($r(312)=-.32$; $p<.01$ pour l'esthétique classique et $r(312)=-.24$; $p<.01$ pour l'esthétique expressive). De même, nous observons une corrélation négative entre le nombre d'erreurs ergonomiques contenues dans les pages web et les évaluations d'ergonomie perçue ($r(312)=-.40$; $p<.01$; cf. tableau 8). Ces derniers résultats vont dans le sens de l'hypothèse H1B.

	1	2	3	4	5
1 Esth. Globale	—				
2 Esth. Class.	.94*	—			
3 Esth. Expr.	.94*	-.76*	—		
4 Utili. Perçue	.56*	.60*	.47*	—	
5 Erreurs Ergo.	-.30*	.32*	-.24*	-.40*	—

Note. Les items comportant * indiquent les corrélations significatives à $p < .01$.

Tableau 8 : Corrélations entre évaluations esthétiques, utilisabilité perçue et erreurs ergonomiques identifiées dans les pages d'accueil.

3.3.4. Discussion de l'étude 3B

L'objectif de cette troisième étude était d'éclaircir les résultats contradictoires obtenus lors des deux premières études menées auprès d'utilisateurs, tout en testant l'introduction de quatre items d'évaluation de l'utilisabilité perçue par les utilisateurs. Dans la deuxième étude, aucun effet significatif des conditions expérimentales sur les évaluations esthétiques n'a été observé, contrairement à notre première étude. Dans la littérature, le lien entre utilisabilité réelle et appréciation esthétique est controversé ; nos deux premières études ne permettent pas de pouvoir trancher vers l'une ou l'autre des hypothèses défendues par les auteurs. Dans cette troisième étude, nous avons obtenu des résultats contradictoires, mais qui vont plutôt dans le sens de la première étude ainsi que des résultats de Chevalier *et al.* (2009).

Tout d'abord, la répartition des évaluations entre les trois conditions expérimentales de conception laisse apparaître une différence significative entre la condition outil visuel et les deux autres. La condition outil visuel est également celle dont les maquettes contenaient le moins d'erreurs ergonomiques, bien que les analyses statistiques de la première partie de cette étude n'avaient pas permis de distinguer significativement cette condition de la condition outil questionnaire. Ce résultat est confirmé par les classements effectués par les utilisateurs, que les pages d'accueil de la condition outil visuel se situaient à des rangs moyens significativement inférieurs aux deux autres conditions, manifestant ainsi leur préférence esthétique pour les pages d'accueil conçues à l'aide de l'outil visuel. La condition outil visuel s'est bien distinguée des deux autres,

comme nous l'avions observé avec la condition Cahier des Charges Ergonomique de la première étude réalisée dans ce travail de thèse. Une première lecture de ces résultats peut nous amener à penser que l'ergonomie réelle des pages web pourrait avoir eu une influence sur les évaluations esthétique, bien que cette influence semble relativement faible et nécessite de ce fait des pages web dont la qualité ergonomique est plutôt contrastée. Cette hypothèse permettrait d'expliquer l'absence de résultats lors de la deuxième étude, dont les conditions étaient moins contrastées que celles des deux autres études. Toutefois, nous devons également considérer le plus faible score obtenu par la condition outil questionnaire, qui pourtant se plaçait dans une position intermédiaire quant au nombre moyen d'erreurs ergonomiques identifiés dans les pages web, entre la condition outil bloc-notes et la condition outil visuel (en étant tout de même proche de la condition outil visuel). Nous pouvons envisager une lecture alternative de ces résultats. Dans la mesure où les concepteurs confrontés à l'outil visuel recevaient quinze exemples et contre-exemples des recommandations apportées par l'outil, nous pouvons également penser que ces concepteurs ont eu à leur disposition plus de sources d'inspirations sur des aspects esthétiques que les concepteurs confrontés à l'outil bloc-notes et à l'outil questionnaire. Les exemples et contre-exemples sélectionnés pour concevoir l'outil étaient extraits de sites web réels, représentant de vraies boutiques en ligne voulant présenter leurs produits. Nous pouvons ainsi penser que les concepteurs de la condition outil visuel aient pu bénéficier d'un effet de conformité aux caractéristiques esthétiques des exemples présentées, qui étaient dans l'ensemble d'une assez bonne qualité étant donnée leur origine. Par ailleurs les concepteurs de la condition outil questionnaire avaient à évaluer les quinze recommandations ergonomiques sur un unique site (le site servant à l'évaluation) qui plus est était un site fictif, dont l'esthétique n'était pas aussi élaborée que celles des exemples de l'outil visuel. Ce dernier point pourrait expliquer leur plus faible score face aux concepteurs de la condition outil bloc-notes, qui, n'étant pas guidé par les recommandations, ont pu porter leur attention sur d'autres points que les caractéristiques ergonomiques du site à évaluer et sans doute s'en détacher plus facilement. Selon cette hypothèse, l'outil visuel aurait apporté un bénéfice supplémentaire non attendu, en permettant aux concepteurs de prendre en compte les

recommandations ergonomiques apportées par l'outil tout en rendant leur pages web plus esthétiques et créatives, par l'apport de sources d'inspirations supplémentaires.

Cette troisième étude permet également d'observer des coefficients de corrélation significatifs entre le nombre d'erreurs ergonomiques présentes dans les pages web et les évaluations esthétiques. Ces corrélations, bien que significatives, sont relativement faibles (.31 pour la plus forte) et sont inférieures au niveau des corrélations que l'on peut observer entre les évaluations esthétiques et l'évaluation de l'utilisabilité perçue (.56 pour la plus faible). Le lien qu'entretient l'utilisabilité perçue avec l'ergonomie réelle des pages web peut paraître intermédiaire (.40) et nous mettre sur la piste d'une influence moindre de l'ergonomie réelle sur l'Expérience Utilisateur, mais qui pourrait tout de même se manifester et influencer le ressenti de l'utilisateur et ses différentes composantes. Dans cette perspective, la qualité pragmatique perçue d'un produit pourrait influencer la qualité hédonique perçue par l'utilisateur, d'autant plus si le manque de qualité pragmatique limite les possibilités d'usage du système.

Ainsi, si l'ergonomie a un impact sur la valeur esthétique d'un produit, celui-ci doit certainement être facilement masqué par d'autres facteurs, ayant plus de poids. Nous pouvons ajouter que les mesures d'utilisabilité perçue semblent compatibles avec les résultats obtenus par Tractinsky *et al.* (2000) selon lesquels l'esthétique et l'utilisabilité perçues feraient partie d'une même expérience utilisateur. (Hassenzahl & Tractinsky, 2006 ; Hassenzahl *et al.*, 2010). Cette expérience du produit technologique serait composée de plusieurs facteurs tels que l'esthétique ou les valeurs culturelles transmises par le produit, facteurs de poids différents mais qui concourraient à une même impression globale de plus ou moins grande satisfaction. Cette satisfaction aurait à son tour une incidence sur l'appréciation des différents facteurs de l'expérience, pouvant expliquer ainsi comment l'utilisabilité peut passer, dans certaines conditions, au second plan. Les travaux d'Hassenzahl *et al.* (*op.cit.*), ceux de Tractinsky *et al.* (2000) ainsi que d'autres avant eux (Tractinsky, 1997 ; Kurosu & Kashimura, 1995) ont ainsi montré qu'une forte valeur esthétique attribuée à un produit était corrélée à l'appréciation de l'utilisabilité des utilisateurs (valeur d'utilisabilité perçue), que les dispositifs soient facilement utilisables ou non.

Pour compléter ces travaux, nous émettons l'hypothèse que l'utilisabilité réelle des maquettes entre bien en jeu dans l'expérience utilisateur, ce qui nous permet

d'expliquer à la fois les différences obtenues entre les conditions expérimentales les plus contrastées en termes d'ergonomie ainsi que la corrélation négative obtenue entre le nombre d'erreurs ergonomiques identifiées dans les maquettes et les évaluations d'utilisabilité perçue. Cette hypothèse est compatible avec les relativement faibles corrélations obtenues entre l'esthétique et l'utilisabilité réelle, dans le sens où ces deux facteurs entreraient en jeu dans une même expérience utilisateur, où l'esthétique aurait certainement un plus grand poids que l'utilisabilité. Tractinsky *et al.* (2000) précisent que l'Expérience Utilisateur parle d'une impression d'utilisabilité, puisque l'évaluation de l'utilisabilité perçue se forme avant même que le produit ne soit effectivement testé, mais reste stable après l'utilisation. Selon ce principe, le poids de l'utilisabilité réelle dans l'expérience utilisateur doit être relativement faible, bien que certaines erreurs ergonomiques puissent être plus influentes que d'autres. Pour qu'un utilisateur perçoive une erreur ergonomique en tant que telle, cette erreur doit limiter significativement son utilisation du dispositif. Les erreurs introduites par Tractinsky *et al.* (*op.cit.*) dans leur étude n'étaient pas réellement incapacitantes pour les utilisateurs puisqu'elles consistaient simplement à ralentir l'utilisation (par des temps de réponse plus longs ou des commandes qui ne répondaient pas à la première sollicitation). Cette hypothèse consiste à remettre en question l'importance des erreurs ergonomiques couramment identifiées dans les audits, pour entamer une réflexion visant à pondérer ces erreurs. Ce qui réintroduit la problématique de l'utilité avale et soulève l'écart que l'on peut identifier entre une évaluation ergonomique experte, faite bien souvent à partir d'un examen à base de recommandations ergonomiques, et les tests utilisateurs, plaçant le dispositif dans une situation réelle d'usage par des utilisateurs qui ne sont pas uniquement focalisés sur les caractéristiques ergonomiques du dispositif.

3.4. Conclusion, limites de la troisième étude (parties A et B) et perspectives

La première partie de cette étude visait à tester l'apport d'un outil d'aide à l'évaluation ergonomique basé sur la présentation d'exemples d'erreurs et de solutions de recommandations ergonomiques. Cet outil était comparé à deux autres outils, l'un utilisant les mêmes recommandations mais présentées sans exemple, sous forme de

questionnaire, et l'autre ne disposant d'aucune recommandation. Les concepteurs devaient réaliser deux pages web après avoir évalué un site existant à l'aide de l'un de ces outils. Les caractéristiques de l'outil utilisé pour l'évaluation devaient influencer l'activité de conception successive ainsi que l'effet de conformité à l'exemple en jeu dans cette activité.

Les résultats ont montré un large effet des deux outils contenant des recommandations ergonomiques sur l'activité des concepteurs ainsi que sur les maquettes qu'ils ont réalisées pendant leur activité. Ces outils, utilisés avant la conception, ont permis d'optimiser l'évaluation du site existant en augmentant le nombre de transformation d'erreurs ergonomiques reprises du site à évaluer. De plus les deux outils semblent avoir orienté l'activité des concepteurs vers une plus grande prise en compte des contraintes liées à l'utilisateur, ce qui s'est manifesté par une saillance de point de vue moins orientée vers le commanditaire ainsi que la prise en compte d'un plus grand nombre de contraintes ergonomiques, même lorsque ces contraintes n'étaient pas présentes dans le site à évaluer ni traitées par les recommandations des deux outils. Ainsi, ces deux conditions ont conduit les concepteurs à introduire moins d'erreurs ergonomiques que la condition outil bloc-notes, de par l'action des recommandations présentées. Nous observons des résultats plus mitigés entre les deux conditions utilisant des recommandations. Bien que l'outil visuel semble avoir eu une action plus importante que l'outil questionnaire au vu des résultats descriptifs notamment, le contraste entre ces deux conditions n'apparaissait pas clairement et de façon univoque dans notre étude. Tout d'abord, l'efficacité de l'outil questionnaire peut paraître *a priori* surprenante, le pointage d'erreurs ergonomiques sans consigne de défixation n'avait pas eu jusqu'à présent d'impact notable sur l'effet de conformité dans la littérature (Chrysikou & Weisberg, 2005 ; Jansson & Smith, 1991), il semble que cet outil apporte plus qu'un simple pointage des caractéristiques négatives de l'exemple : Placer le concepteur dans une démarche active de sélection ainsi que l'explication fournie avec chaque recommandation pourraient expliquer cette différence, dans la mesure où ces deux modalités étaient absentes des précédentes études. Il ressort néanmoins des résultats de la condition outil questionnaire une plus grande variabilité dans la capacité à transformer les erreurs pointées par l'outil en solution, plus importante que dans la condition outil visuel. Cette dernière observation semble aller

dans le sens du postulat défendu par l'utilité avale selon lequel les concepteurs n'arrivent pas toujours à concrétiser les solutions de conceptions correspondant aux erreurs pointées par une évaluation ergonomique.

Par ailleurs, le test de l'outil visuel a permis de révéler certains défauts de conception de cet outil, qui pourraient justifier en partie le manque de contraste plus marqué avec la condition outil questionnaire. L'utilisation de l'outil pendant les passations, ainsi que les réponses données par les concepteurs au questionnaire d'appréciation, nous ont permis d'identifier certains visuels problématiques, ne permettant pas à tous les concepteurs de pouvoir comparer correctement le site évalué. De même, la période d'entraînement impartie avant l'utilisation ne semble pas suffisante ou adaptée pour faire comprendre de façon définitive le principe de l'outil visuel à tous les concepteurs. Nous avons remarqué que certains concepteurs oubliaient le principe de fonctionnement de l'outil au cours de son usage, en sélectionnant systématiquement les visuels qu'ils pensaient être ergonomiquement corrects, sans les comparer au site à évaluer. Cette perte du principe d'utilisation de l'outil a certainement nui à son efficacité. Le principe de l'outil étant de permettre de résoudre les erreurs ergonomiques pointées et non de tester les connaissances des concepteurs. Une autre limite envisagée pour mieux comprendre les résultats concerne la difficulté d'application des recommandations ergonomiques présentées dans les outils. Nous avons sélectionné pour concevoir ces outils quinze erreurs ergonomiques parmi les plus fréquemment rencontrées dans maquettes réalisées par les concepteurs, toute condition confondue. Ce critère de choix est sans doute discutable, dans la mesure où les erreurs les plus fréquentes ne le sont pas forcément parce qu'elles sont les plus complexes à appliquer, mais peuvent être fréquentes pour d'autres raisons, par exemple parce que les concepteurs peuvent sous-estimer leur impact sur l'utilisation du site. Un choix différent des recommandations présentées dans les outils aurait sans doute été plus propice à mettre en avant les bénéfices apportés par la présentation d'exemples de solution de l'outil visuel (Tan *et al.*, 2009 ; Tezza *et al.*, 2011). Ce dernier point demanderait à être testé, en trouvant au préalable une méthode pour classer les recommandations ergonomiques par ordre de difficulté d'application, ce qui pourrait donner lieu à une prochaine étude.

De même, le niveau d'expertise des concepteurs, contrôlé dans cette étude par un questionnaire sondant également leurs connaissances en ergonomie, demanderait à être manipulé pour permettre d'étudier la dimension didactique de l'outil visuel, soulevée par les concepteurs de cette étude. Le caractère concret des recommandations de l'outil visuel devrait être particulièrement efficace auprès des concepteurs novices, qui disposent de moins de sources d'inspiration que les concepteurs confirmés, limitant ainsi les possibilités de concrétisation des recommandations que l'on pourrait leur apporter. L'outil pourrait apporter, en plus de l'aide à la conception identifiée dans cette étude, la possibilité de former des concepteurs novices en leur apportant une base de connaissances finalisées.

L'utilisation d'outil à base de recommandations ergonomiques, présentées de manière linéaire avant le début de la conception, semble, au vu des premiers résultats obtenus, une modalité intéressante permettant de réintroduire la prise en compte de l'utilisateur dans le processus de conception et d'optimiser l'effet de conformité issu de l'analyse de l'existant. Ce principe d'aide demanderait à être amélioré, notamment en tenant compte des observations faites par les concepteurs, ainsi qu'en menant d'autres études, nécessaires à l'optimisation du choix des recommandations présentées. Cette étude montre que l'effet de conformité, souvent associé à un effet négatif dans le processus de conception, pourrait être envisagé selon le principe de cet outil comme une modalité d'intervention peu intrusive et efficace dans l'activité des concepteurs, afin d'améliorer la prise en compte des aspects ergonomiques et de rendre leurs sites web plus faciles à utiliser.

La deuxième partie de cette étude mettait en œuvre les maquettes réalisées lors de la première partie, afin d'en faire évaluer l'esthétique par des utilisateurs du web. Dans cette étude, nous avons pu identifier un effet de la condition expérimentale sur l'évaluation de l'esthétique des maquettes. Les utilisateurs ont évalué plus positivement les maquettes issues de la condition outil visuel, qui étaient également celles contenant le moins d'erreurs ergonomiques. Ce résultat, également présent dans la première étude de ce travail, a pu être obtenu ici en écartant l'éventuelle influence des contraintes esthétiques, à la différence de notre première étude. Ainsi ce résultat peut être rapproché de celui obtenu précédemment dans l'étude de Chevalier *et al.* (2009),

suggérant un lien possible entre la qualité ergonomique des maquettes de sites web et la valeur esthétique que les utilisateurs leur attribuent.

A contrario, aucune corrélation significative n'a pu être mise en évidence entre le nombre d'erreurs ergonomiques présentes dans les maquettes et les évaluations d'esthétique faites par les utilisateurs. Ce résultat contradictoire, présents dans les trois études que nous avons menées auprès des utilisateurs, peut être rapproché des résultats obtenus précédemment par les auteurs défendant le concept d'expérience utilisateur (Tractinsky *et al.*, 2000 ; Tractinsky, 1997 ; Kurosu & Kashimura, 1995). Dans cette étude, nous avons ajouté une mesure de l'utilisabilité perçue, évaluée par les utilisateurs à l'aide de quatre items issus de l'échelle de Lavie et Tractinsky (2004). L'utilisabilité perçue est présentée par ces auteurs comme faisant partie de l'expérience utilisateur et dépendante de l'impression générale laissée par un site web, composée de multiples facteurs parmi lesquels l'esthétique tient une place importante. Dans cette étude, l'esthétique était également fortement corrélée avec l'utilisabilité perçue. Ces résultats semblent corroborer le modèle de l'expérience utilisateur d'Hassenzahl (Hassenzahl & Tractinsky, 2006 ; Hassenzahl *et al.*, 2010), dans lequel l'utilisabilité réelle n'a que peu de poids sur le ressenti de l'utilisateur et est largement recouverte dans cette appréciation par des facteurs plus dominants comme l'esthétique. Cette étude introduit malgré tout une nuance dans ce modèle. Bien que l'utilisabilité réelle n'était pas corrélée aux évaluations d'esthétique, elle l'était assez fortement aux évaluations d'utilisabilité perçue. Ce dernier point semble indiquer la possibilité d'une action indirecte de l'utilisabilité réelle sur l'expérience utilisateur. Ces résultats semblent pouvoir être compatibles avec l'idée selon laquelle toutes les erreurs ergonomiques n'ont pas le même poids dans l'expérience utilisateur. Dans cette étude, les erreurs ergonomiques étaient comptabilisées de manière quantitative et non qualitative (sans tenir compte de leur visibilité ou de la difficultés qu'elles pouvaient suggérer aux utilisateurs). Accorder un poids différent aux erreurs ergonomiques permettrait d'expliquer pourquoi, sans identifier de corrélation directe entre l'esthétique et l'utilisabilité réelle, nous avons pu identifier des différences entre conditions ainsi qu'une corrélation forte entre l'utilisabilité réelle et les évaluations d'utilisabilité perçue. Identifier les poids des erreurs ergonomiques permettrait sans doute de mieux définir le concept d'expérience utilisateur et les différentes interactions en jeu entre les facteurs qui le composent. Dans

les études précédentes, défendant l'importance de l'appréciation esthétique sur l'expérience utilisateur, les erreurs ergonomiques introduites dans les dispositifs ne tenaient pas non plus compte de la difficulté de ces erreurs pour l'utilisateur et ne représentaient pas de réel frein à l'utilisation (Tractinsky *et al.*, 2000 ; Tractinsky, 1997 ; Kurosu & Kashimura, 1995). Identifier le poids des erreurs ergonomiques dans le cadre de l'expérience utilisateur semble être un objectif intéressant bien que complexe, qui permettrait sans doute de clarifier la place de l'utilisabilité réelle dans l'expérience utilisateur. De plus, cet objet d'étude s'intégrerait parfaitement dans la problématique de l'utilité avale des méthodes d'inspection ergonomique, ce qui pourrait se traduire par un guidage plus adapté des concepteurs à travers une pondération des recommandations ergonomiques prescrites dans leur travail de conception.

Chapitre 3 Discussion Générale

Ce travail de thèse s'inscrit dans le champ de la Psychologie Cognitive Ergonomique, à ce titre, notre travail avait pour motivation de mieux comprendre les raisons pour lesquelles les concepteurs de sites web ont des difficultés à considérer l'utilisateur pendant le processus de conception tout en proposant des aides possibles. Nous avons également étudié les liens entre qualité ergonomiques des pages web créées par les concepteurs et la perception de l'esthétique que les utilisateurs peuvent en avoir. Ainsi, nous avons travaillé conjointement sur deux versants complémentaires : l'activité de conception de site web et la place de l'utilisabilité dans le concept d'expérience utilisateur.

Tout d'abord, notre attention s'est portée sur l'activité de conception de sites Web et plus particulièrement sur les modalités d'apparition de l'effet de conformité dans cette activité. Cet effet, inhérent à la composante créative de la conception et nécessaire à l'avancement de la représentation mentale du concepteur (Dorst & Cross, 2001 ; Cross, 2002), consiste en la reprise de caractéristiques de l'existant, utilisé comme source d'inspiration dans l'activité de conception (Bonnardel, 2006). La particularité de cet effet de conformité est qu'il peut s'exercer de manière involontaire (Smith *et al.* 1993) et pousser le concepteur à reprendre des caractéristiques potentiellement négatives (Jansson & Smith, 1991 ; Smith *et al.*, 1993 ; Purcell & Gero, 1996). Contrairement aux résultats obtenus par un certains nombre d'études (Jansson & Smith, op. cit. ; Le Fevre & Dixon, 1986 ; Smith *et al.*, op.cit.), nous sommes partis de l'hypothèse générale que l'effet de conformité pouvait être manipulé expérimentalement en modifiant certaines modalités de la situation initiale de conception, comme l'avait montré l'étude de Chrysikou et Weisberg (2005) avec l'utilisation d'une consigne de défixation. Cette hypothèse représente un enjeu important dans la perspective de (a) mieux comprendre la manière dont les sources d'inspiration influencent l'activité de conception de sites web et (b) de tenter d'optimiser l'effet de conformité vers la prise en compte de l'utilisabilité. En agissant sur l'effet de conformité, par la modification des conditions de consultation de ces sources d'inspiration, nous pensions pouvoir diminuer le nombre d'erreurs ergonomiques reprises et augmenter la reprise de solutions de conception

ergonomiques. Cette influence sur l'effet de conformité devait favoriser l'utilisabilité des sites web et améliorer globalement l'expérience utilisateur. En augmentant l'utilisabilité des pages web, nous nous attendions à améliorer la globalité de l'expérience utilisateur. Contrairement aux résultats mis en évidence par certains auteurs (Kurosu & Kashimura, 1995 ; Sonderegger & Sauer, 2010 ; Tractinsky *et al.*, 2000) mais conformément à l'étude de Chevalier *et al.* (2009), nous avons fait la deuxième hypothèse que l'utilisabilité pouvait avoir un effet sur l'un des facteurs les plus étudiés et sans doute parmi les plus importants de l'expérience utilisateur : l'esthétique. Ce travail s'attachait donc à étudier l'activité des concepteurs ainsi que dans une certaine mesure celle des utilisateurs, par la perception de l'esthétique et de l'utilisabilité des sites web, deux activités qui dans la littérature sont étudiées de façon distincte, alors qu'en réalité il s'agit de deux activités complémentaires à prendre en compte pour obtenir une approche plus globale de l'ergonomie des sites web.

Nous avons ainsi conçu une série de trois études expérimentales, déclinées pour chacune en deux parties, l'une menée auprès de concepteurs de sites web professionnels, pour tester différentes modalités pouvant influencer l'effet de conformité et la prise en compte de contraintes-commanditaire vs utilisateur. L'autre partie étant menée auprès d'utilisateurs d'internet afin de tester l'influence des variations en termes d'utilisabilité sur l'expérience utilisateur, à partir des pages web réalisées par les concepteurs.

Nous présenterons la discussion générale des résultats obtenus dans ce travail en suivant l'ordre des trois études que nous avons menées. Pour chaque étude, nous commencerons par rappeler les objectifs spécifiques puis nous soulignerons les résultats importants obtenus, ceci pour les parties A liées à la conception et les parties B, liées aux utilisateurs.

1. Principaux résultats obtenus

1.1. Etude 1 : Contraintes prescrites

Dans la première étude, nous nous sommes basés sur les travaux existants portant sur l'activité de conception de sites web (Chevalier, 2003 ; Chevalier & Vuillemin-Gioarà, 2006), en introduisant dans le cahier des charges de conception des contraintes

ergonomiques, dans le but d'orienter l'activité des concepteurs vers la prise en compte des besoins des utilisateurs. L'effet de cette prescription s'est exercé sur le début de la conception, conformément aux études précédentes, mais pas sur l'évaluation ni sur l'effet de conformité lors de la reprise de la conception. Toutefois, le fait d'avoir amené les concepteurs à évaluer deux sites web opposés quant à leur qualité ergonomique semble les avoir poussés à une plus grande prise en compte des contraintes utilisateur. Cette étude, bien qu'elle ne nous ait pas permis d'observer d'effet significatif du cahier des charges sur l'effet de conformité proprement dit, a fait ressortir l'importance de l'évaluation dans le processus de conception. L'évaluation réalisée par les concepteurs dans cette étude a permis de relâcher leur attention, forte dans l'activité de conception, et de dépasser certaines fixités liées aux contraintes prescrites dans leur cahier des charges, même si celles-ci avaient un statut de validité (Chevalier & Cegarra, 2008 ; Janssen *et al.* ; 1989). Ce phénomène, que l'on peut rapprocher d'un effet d'incubation (Dodds *et al.*, 2002 ; Smith *et al.*, 1998), doit visiblement pouvoir être exploité pour dépasser les fixités à l'origine de ce qui peut s'apparenter à un effet de conformité conceptuel tel que l'ont observé March *et al.* (1999) et limiter ainsi son impact sur la conception. De plus, le fait d'avoir évalué des erreurs ergonomiques (dans le site web non-ergonomique) et leur solution de conception (dans le site web ergonomique) consécutivement, semble avoir permis aux concepteurs d'optimiser leur prise en compte de l'utilisateur en déduisant les contraintes ergonomiques à partir de l'observation des de leurs assignations de valeurs opposés entre les deux sites (Chevalier & Cegarra, op.cit. ; Stefik, 1981, 2001). Ce dernier résultat suggère d'une part que les concepteurs confrontés à plusieurs sources d'inspiration, variant principalement par les valeurs attribuées aux mêmes contraintes (ici entre les deux exemples, les contraintes ergonomiques) pourraient encourager les concepteurs à tenir compte plus efficacement de ce facteur dans leur conception, tel que l'ont montré les travaux réalisés sur l'émergence et l'emploi des caractéristiques structurales des sources d'inspiration dans le raisonnement analogique (Bonnardel, 2006, 2009). D'autre part, nous pouvons également rapprocher ce résultat de celui obtenu par Hornbaek et Frokjaer (2005), qui suggérait le bénéfice offert par les propositions de conception apporté en plus du pointage des erreurs ergonomiques, jugé insuffisant dans la perspective Downstream Utility (Hartson *et al.*, 2004). Ce qui suggère, dans ce principe, non seulement de vouloir

limiter les reprises négatives liées à l'effet de conformité, mais également de chercher à optimiser les reprises positives (les reprises de solutions de conception ergonomiques) afin d'améliorer doublement la prise en compte de l'utilisabilité.

A la suite de cette étude, nous avons confronté les pages web réalisées à l'évaluation d'utilisateurs d'internet. Cette deuxième partie a permis d'identifier que nos deux conditions de conception, qui avaient donné des productions électroniques contrastées quant à leur qualité ergonomique, recevaient des évaluations esthétiques différentes, allant dans le sens de l'hypothèse que nous défendions à partir de l'étude de Chevalier *et al.* (2009). Les utilisateurs ont en effet porté de meilleures évaluations et un meilleur rang de classement esthétiques aux pages web se trouvant dans la condition CCE, condition ayant également produit les pages web comportant le moins d'erreurs ergonomiques. Bien que les deux conditions expérimentales de conception aient bénéficié de l'étape d'évaluation des deux sites web pour optimiser l'utilisabilité de leurs pages web, il semble que la prescription de contraintes ergonomiques dans le cahier des charges de conception de la condition CCE ait permis à ces concepteurs de produire des pages web plus utilisables et de ce fait améliorant significativement l'expérience utilisateur. Cela s'est traduit ici concrètement par des notes et classements esthétiques supérieurs de la part des utilisateurs pour les pages web de cette condition. Toutefois, aucun lien linéaire significatif n'a pu être relevé de l'analyse de corrélations réalisée entre le nombre d'erreurs ergonomiques contenues dans les maquettes et les notes d'esthétique. Ce dernier résultat suggère deux interprétations possibles :

1) un autre facteur dépendant des conditions expérimentales aurait pu influencer les évaluations esthétiques des utilisateurs. Nous avons émis l'hypothèse que les contraintes liées à l'esthétique auraient pu jouer un rôle sur le ressenti esthétique des utilisateurs, et ainsi rendre difficile une entière compréhension des résultats obtenus dans la deuxième partie de cette étude.

2) Les participants, recrutés parmi les étudiants de l'Université, pouvaient pour certains avoir été initiés, bien que sommairement, à l'utilisabilité. Ainsi, bien que cette hypothèse soit peu probable, ils auraient pu avoir un jugement de l'esthétique des pages web influencé par leurs (faibles) connaissances en utilisabilité.

A la suite de cette étude, nous avons voulu résoudre les limites identifiées dans cette première étude, d'une part en reproduisant le principe de l'étude de Chrysikou et

Weisberg (2005), en proposant à un groupe de concepteurs web une consigne de défixation plutôt que des contraintes orientant leur activité. D'autre part ils commençaient leur activité de conception uniquement après l'évaluation, pour avoir un effet des modalités de consultation de l'exemple sans diminution lié à un relâchement de l'activité. D'autre part nous avons conduit une deuxième partie d'étude auprès d'un échantillon d'utilisateurs du web qui n'avait jamais approché l'utilisabilité et plus généralement la prise en compte du facteur humain, pour évaluer l'esthétique des pages web créées par les concepteurs en première partie.

1.2. Etude 2 : Consigne de défixation

Dans la deuxième étude, nous avons voulu reproduire les résultats obtenus par Chrysikou et Weisberg (2005) dans le domaine de la conception industrielle. Ces auteurs ont obtenu la limitation des effets négatifs de l'effet de conformité par l'ajout d'une consigne de défixation. Cette consigne demandait de ne pas reprendre certaines caractéristiques problématiques en les désignant explicitement, à la différence des études précédentes menées sur l'effet de conformité (Jansson & Smith, op.cit. ; Smith et al., 1993 ; Purcell & Gero, 1996). Nous avons pour cela conçu une expérimentation comportant uniquement une étape d'évaluation suivie d'une étape de conception afin d'éviter la réduction de l'effet de conformité liée au relâchement de l'activité observée dans notre première étude. La consigne de défixation, adaptée à l'activité de conception de sites web, a permis dans cette étude de limiter l'effet de conformité au site évalué. Les concepteurs, qui étaient tous confrontés à la même vidéo d'évaluation d'un site web comportant de nombreuses erreurs ergonomiques, n'ont pourtant pas orienté leur activité significativement différemment entre nos deux conditions (avec et sans consigne de défixation). Confrontés les concepteurs au même matériel, décrivant les mêmes erreurs ergonomiques, semble avoir provoqué une forte conformité des deux groupes de conception, les engageant dans une activité de planification de contraintes d'orientation relativement proche.

Toutefois, l'effet de la consigne s'est tout de même ressenti sur la reprise des caractéristiques du site évalué ainsi que sur la qualité ergonomique des pages web créées. Ce résultat nous semble important dans la mesure où il indique un fort impact d'une telle consigne sur l'activité, les concepteurs étant déjà tous orienté vers une

activité centrée utilisateur. De plus notre effectif, nettement plus réduit que celui de Chrysikou et Weisberg (2005), nous laisse supposer que l'effet obtenu dans nos résultats était suffisamment marqué et récurrent pour obtenir un contraste significatif. Cette deuxième étude réalisée auprès des concepteurs semble indiquer qu'il est possible de réduire l'effet de conformité négatif dans l'activité de planification des contraintes par une simple prescription explicite dans le cahier des charges.

À la suite de cette première partie, nous avons à nouveau confronté les pages web créées à l'évaluation esthétique d'utilisateur d'internet. Cette fois les utilisateurs ne pouvaient pas avoir de familiarité avec l'utilisabilité et plus généralement le facteur humain. Bien que les pages web réalisées dans la condition recevant une consigne de défixation étaient d'une meilleure qualité ergonomique, les résultats de cette deuxième partie n'ont pas permis de relever de lien significatif entre l'utilisabilité et l'évaluation esthétique des pages web. Ce résultat, contradictoire avec celui obtenu lors de la première étude de ce travail ainsi que par l'étude de Chevalier *et al.* (2009), semble indiquer que le contraste d'utilisabilité entre les deux conditions de conception n'a pas eu d'impact important sur l'expérience utilisateur que nous avons pu observer auparavant. Pour tenter d'expliquer ce résultat, nous pouvons évoquer le fait que tous les concepteurs avaient été confrontés à la même vidéo d'évaluation, les orientant vers une bonne prise en compte de l'utilisabilité. Ceci nous amène à considérer que les pages web créées, bien que suffisamment distinctes quant à leur qualité ergonomique, pouvaient toutefois être d'une qualité suffisante pour limiter la portée de ce facteur sur l'expérience utilisateur. Ce faisant, il paraît intéressant de considérer qu'il puisse exister un seuil d'utilisabilité en dessous duquel l'expérience utilisateur et ses différents facteurs (comme l'esthétique) seraient influencés. Nous avons également émis l'hypothèse que la population dans laquelle nous avons prélevé l'échantillon de participants pouvait, a contrario de la première étude de cette thèse, n'être pas assez familière de ce type d'évaluation et ainsi limiter la valeur que l'on peut accorder à ces résultats. Ceci étant dit, cette deuxième étude ne permet pas de valider notre hypothèse générale et remet en avant l'hypothèse alternative défendue par le courant de l'UX (Kurosu & Kashimura, 1995 ; Sonderegger & Sauer, 2010 ; Tractinsky *et al.*, 2000). Les conclusions de cette deuxième étude sont ainsi mitigées quant au versant utilisation ; nous avons cependant pu mettre en évidence que l'effet de conformité pouvait être

influencé par les conditions de consultation de la source d'inspiration (ici par la consigne de défixation) et par là même optimiser l'utilisabilité des pages web produites. Par contre, cette différence d'utilisabilité ne semble pas avoir été suffisante pour influencer significativement l'expérience utilisateur et sa composante esthétique. Afin d'étendre la portée des premiers résultats intéressants obtenus sur l'effet de conformité, nous avons conduit une troisième étude auprès de concepteurs professionnels de sites web, cette fois en nous focalisant sur les conditions du développement d'un effet de conformité positif, sous la forme d'un outil d'aide à l'évaluation dont le but premier n'est pas, contrairement aux apparences, l'évaluation, mais de générer de la conformité positive. A la suite de cette troisième étude, nous avons confronté à nouveau les pages web des concepteurs à l'évaluation d'utilisateurs du web, mais cette fois-ci en ajoutant une mesure de l'utilisabilité perçue, telle qu'elle est réalisée dans de nombreuses études du courant UX (par exemple, Kurosu & Kashimura, 1995 ; Tractinsky *et al.*, 2000 ; Van Schaik & Ling ; 2011). Cette mesure complémentaire devait permettre de positionner plus précisément l'ergonomie réelle dans l'expérience utilisateur et si, comme nous le pensions, celle-ci agissait à la fois sur l'esthétique mais également sur l'impression d'utilisabilité ressentie par les utilisateurs.

1.3. Etude 3 : Modalités d'aide à l'évaluation

Dans la troisième étude, nous nous sommes basés sur une étude antérieure de Chevalier *et al.* (2009) ainsi que sur l'étude de Hornbeak et Frokjaer (2005) pour concevoir trois modalités de présentation d'un outil d'aide à l'évaluation ergonomique de sites web. L'objectif de cette dernière étude était à la fois de tester l'influence d'un outil d'aide à l'évaluation sur l'effet de conformité mais également de tester l'apport de solution de conception, en plus des erreurs ergonomiques pointées, la reprise de caractéristiques de l'exemple évalué ainsi que sur l'ensemble de l'activité. Nous avons voulu utiliser cet outil non pas dans le but d'évaluer un site web pour le rendre plus utilisable (comme le font la plupart des méthodes d'évaluation ergonomique ; cf. Gray & Salzman, 1998 ; Tezza *et al.*, 2011), mais dans le but d'influencer la conception qui suivait cette évaluation en utilisant l'effet de conformité. Les résultats obtenus ont permis d'observer un effet des modalités d'aide contenant des recommandations

ergonomiques sur l'effet de conformité et plus généralement sur l'activité des concepteurs, globalement dans le sens de nos attentes. Les exemples visuels ont cependant apporté un bénéfice mitigé, ne permettant pas de distinguer systématiquement les conditions outil visuel et outil questionnaire. L'apport des visuels s'est plus ressenti dans la concrétisation des verbalisations, c'est-à-dire à l'application effective des contraintes verbalisées dans leurs pages web. Les concepteurs des deux outils comportant des contraintes ne se différenciaient pas significativement dans les verbalisations de contraintes et d'erreurs identifiées dans le site à évaluer. Bien que les concepteurs en condition outil visuel semblent avoir identifié et compris plus de solutions de conception apportées aux erreurs contenues dans l'exemple, et ce grâce aux visuels.

Ces résultats font sens dans la mesure où les recommandations proposées étaient les mêmes dans les deux outils (questionnaire et visuel) et permettaient aux concepteurs d'avoir une orientation utilisateur relativement proche. Ainsi le contraste le plus attendu entre ces deux conditions était bien dans l'assignation de nouvelles valeurs aux contraintes identifiées à partir des caractéristiques négatives de l'exemple (Stefik, 1981 ; Chevalier & Cegarra, 2008), nécessaire pour passer d'une erreur à une solution ergonomique. Les visuels permettaient de confronter les concepteurs à deux exemples de valeurs opposés pour ces contraintes, comme l'avait fait l'étape d'évaluation de notre première étude. De plus le fait d'être confronté aux solutions de conception correspondant aux erreurs identifiées permet de pouvoir concrétiser ces solutions dans les pages web, telle que l'étude de Hornbaek et Frojaer (2005) le mentionnait. Cette étude nous a par ailleurs permis de tester une configuration d'outil d'aide innovante proposant une évaluation à base de recommandations ergonomiques moins abstraite et plus contextualisée que les outils classiques (Mariage *et al.*, 2005 ; Vanderdonckt & Beirekdar, 2005). Cependant cet outil demande à être perfectionné, les concepteurs l'ayant testé ont soulevé certaines améliorations à apporter. De plus la conception de cet outil le limite, en l'état actuel de son développement, à évaluer des aspects statiques des sites web et demanderait à pouvoir traiter les erreurs ergonomiques dynamiques que l'on trouve maintenant dans les sites web (avec notamment la technologie Flash). De même, nous avons relevé une difficulté assez nette des concepteurs à garder en

mémoire le principe de l'outil et de limiter l'impression d'évaluation de leurs propres connaissances en ergonomie, que certains concepteurs ont ressentie.

2. Retour sur la thèse défendue

2.1. Influence de l'effet de conformité et qualité ergonomique des sites web

Le travail réalisé auprès des concepteurs de sites web a permis, à notre sens, de valider en grande partie l'hypothèse défendue dans ce travail de thèse. Nous avons pu montré que l'effet de conformité pouvait être contraint par les modalités de consultation des sources d'inspiration. Tout d'abord comme l'avait montré Chrysikou et Weisberg (2005), c'est-à-dire par une consigne de défixation demandant explicitement de ne pas reprendre certaines caractéristiques de l'exemple. La consigne, conçue pour limiter la reprise de caractéristiques négatives pour l'utilisabilité des pages web conçues, a permis à travers l'effet de conformité d'améliorer leur utilisabilité en limitant l'impact négatif de la source d'inspiration sur l'activité de planification de contraintes des concepteurs. Pointer explicitement les propriétés problématiques de l'exemple semble pouvoir amener les concepteurs à modifier ces propriétés en attribuant d'autres valeurs aux contraintes concernées. Nous pouvons également inférer que l'attention portée sur ces contraintes influence le processus de propagation des contraintes (Stefik, 1981 ; Chevalier & Cegarra ; 2008) et ainsi oriente l'activité du concepteur vers une meilleure prise en compte de ce type de contraintes (bien qu'il était difficile de le démontrer dans notre étude, puisque les concepteurs étaient déjà fortement orientés vers la prise en compte de l'utilisabilité).

Enfin, l'utilisation d'un outil d'aide à l'évaluation ergonomique, conçu pour pointer les caractéristiques de l'exemple liées à l'ergonomie, a permis non seulement de réduire l'effet de conformité aux caractéristiques négatives de l'exemple comme l'avait fait la consigne de défixation, mais a également permis aux concepteurs d'identifier des solutions de conception pour parer aux erreurs contenues dans l'exemple, ce qui est totalement nouveau. L'outil réalisé à base de visuel d'exemples d'erreurs et de solutions ergonomiques s'est particulièrement illustré pour aider les concepteurs à assigner des

valeurs adaptées aux contraintes identifiées dans l'exemple, ainsi que dans la concrétisation de ces contraintes aux pages web. La condition outil questionnaire a également montré, de même que la condition outil visuel, qu'il était possible de modifier l'effet de conformité pour augmenter l'efficacité de la reprise de caractéristiques propices à améliorer la prise en compte de l'utilisabilité dans le travail de conception. Ainsi, par l'étude de l'effet de conformité, nous pouvons mettre en avant l'intérêt de considérer la consultation des sources d'inspiration non pas comme une source d'erreurs irrépressibles, telles que l'avait laissé entendre les études précédentes (Jansson & Smith, 1991 ; Le Fevre & Dixon, 1986 ; Smith *et al.*, 1993) mais comme un vecteur potentiel permettant d'introduire une plus grande prise en compte de facteurs spécifiques tels que l'utilisabilité, dans l'activité de planification des concepteurs, propice à rendre les sites web plus utilisables, sans être pour autant trop intrusif ou trop fastidieux pour les concepteurs (Harston *et al.*, 2004 ; Hornbeak & Frokjaer, 2005).

2.2. Utilisabilité dans l'expérience utilisateur, hypothèse de la granularité d'analyse.

Les résultats obtenus dans ce travail nous permettent de défendre l'idée que l'utilisabilité est un facteur important de l'expérience utilisateur. Contrairement à certains résultats de la littérature (Kurosu & Kashimura, 1995 ; Sonderegger & Sauer, 2010 ; Tractinsky *et al.*, 2000), nous avons obtenu des résultats compatibles avec l'idée défendue dans l'étude de Chevalier *et al.* (2009) selon laquelle l'utilisabilité réelle peut contraindre suffisamment l'expérience utilisateur pour influencer les facteurs qui la compose, comme l'esthétique. Les résultats obtenus à travers ces trois études peuvent paraître à juste titre mitigés, en particulier ceux présentés dans la deuxième étude. Toutefois la direction pointée par ces résultats nous suggère la nécessité de tenir compte de l'utilisabilité dans l'expérience utilisateur, en soulignant toutefois la nature complexe de cette influence qui ne semble pas agir de façon simplement linéaire. Ce travail nous amène à formuler l'hypothèse explicative suivante, apportant une nouvelle voie à explorer pour poursuivre l'apport initié par ce travail à l'approche UX :

Les analyses des évaluations esthétiques réalisées (soit par contraste de condition de conception soit par corrélations entre erreurs ergonomiques et notes d'esthétique) semblent relever de deux niveaux différents de granularité : d'une part les contrastes

entre conditions nous semblent être les témoins d'un niveau global d'analyse, moyennant l'impact des erreurs ergonomiques sur l'esthétique et de ce fait, faisant ressortir un effet global ou « macro » de l'utilisabilité sur l'expérience utilisateur et ses composantes (dont l'esthétique). Le deuxième niveau d'analyse, consisterait à identifier quelle liaison chacune des erreurs ergonomiques aurait avec l'esthétique et indiquerait, à un niveau local ou « micro », l'impact de chacune sur l'esthétique et/ou l'expérience utilisateur. Selon ce principe, nous avons pu majoritairement valider le niveau macro d'analyse et dans une moindre mesure le niveau micro. Ceci nous amène à penser que si l'utilisabilité joue un rôle sur l'esthétique, contrairement aux travaux réalisés dans le domaine de l'expérience utilisateur (Kurosu & Kashimura, 1995 ; Sonderegger & Sauer, 2010 ; Tractinsky *et al.*, 2000 ; Van Schaik & Ling, 2011), ce rôle puisse être plus ou moins fort selon les erreurs ergonomiques. Le fait de considérer les erreurs ergonomiques comme ayant le même poids sur l'expérience utilisateur, comme nous l'avons fait et comme cela est fait dans la littérature, semble insatisfaisant et nécessiterait un travail de recherche complet dans le but de pouvoir trouver une pondération à appliquer aux erreurs pour qualifier leur implication dans l'interaction avec l'utilisateur.

3. Limites et perspectives de recherche de ces trois études

3.1. Effectifs des concepteurs

La première limite que nous pouvons évoquer sur ces trois études concerne les effectifs de nos échantillons. Ces effectifs sont faibles et limitent la généralisation des résultats que nous avons obtenus. Nous pouvons tenter de justifier cette limite. D'une part, les participants ont été recrutés dans une population d'individus professionnels n'ayant aucune affinité particulière avec la recherche et encore moins avec la Psychologie Cognitive. Cette population est de plus concernée par des contraintes d'emploi du temps très exigeantes, limitant d'autant plus leur possibilité d'implication dans un travail de recherche. D'autre part, la nécessité d'adopter une démarche expérimentale détériorant le moins possible notre objet d'étude nous a imposé de faire travailler les concepteurs dans un contexte le plus proche possible de leurs conditions

habituelles de travail. Cette exigence nous a conduit à réaliser des passations longues, nécessitant de 1h30 à 2h, auxquelles il faut ajouter le temps nécessaire pour familiariser le concepteur avec l'expérimentateur (qui était une condition nécessaire pour obtenir des verbalisations concomitantes riches) et le temps pris après la passation pour le débriefing. Il fallait ainsi compter entre trois et quatre heures de rendez-vous pour chaque passation. Cette énorme contrainte de temps était bien évidemment peu compatible avec la population que nous avons choisie et a compliqué nettement le recrutement des participants. A ces deux points (une population peu disponible et un investissement en temps conséquent) nous pouvons ajouter le traitement des protocoles verbaux, qui nécessitait environ cinq fois le temps de passation pour être retranscrits et codés (soit de huit à dix heures par passation). Ces difficultés importantes nous ont amenés à accepter de limiter les effectifs de nos échantillons, en gardant à l'esprit la limite que cela représentait en termes de généralisation et de portée de nos résultats. Cette limite d'effectif concerne particulièrement la généralisation des résultats non-significatifs, qui auraient peut-être été validés avec un effectif plus important. Toutefois les effets identifiés statistiquement dans ce travail n'en restent pas moins valides.

3.2. Expertise et intérêt pour la recherche des concepteurs

Nous pouvons ajouter à cette première limite l'intérêt que les concepteurs pouvaient accorder à la recherche en psychologie. Comme nous l'avons mentionné lors de la première limite que nous avons évoquée, les concepteurs de sites web représentent une population disposant de peu de disponibilité et relativement étrangère à la recherche en psychologie. Nous pouvons ainsi supposer que les concepteurs qui ont accepté de participer à cette étude avaient un intérêt particulier pour la recherche. Nous pouvons ainsi nous demander dans quelle mesure ces concepteurs étaient représentatifs de leur population. Nous avons cependant veillé à contrôler leur niveau d'expertise en ergonomie, mais une limite peut être posée quant à la sensibilité du questionnaire utilisé pour qualifier un goût ou un intérêt pour une discipline. L'évaluation subjective d'une autoformation diffuse n'est sans doute pas optimale pour obtenir une mesure précise d'une expertise. Cette limite, inhérente à toute activité de recherche, et plus saillante encore lorsque la recherche porte sur une population difficile d'accès, pourrait expliquer

une certaine variabilité obtenu dans nos résultats et remettre en question la possibilité de généralisation de nos résultats à la population des concepteurs de sites web.

3.3. Codage des contraintes de conception

Nous avons choisi dans ce travail d'utiliser le paradigme de la gestion de contraintes pour rendre signifiant les protocoles verbaux recueillis à partir de l'activité des concepteur. Nous avons également choisi d'utiliser le formalisme développé par Chevalier (2003) et repris ensuite dans plusieurs études sur la conception de sites web (notamment Chevalier & Vuillemin-Gioarà, 2006 ; Chevalier *et al.*, 2009) classant les propositions des concepteurs en trois catégories, représentant les besoins des deux acteurs de l'activité (commanditaire et utilisateur). Bien qu'un travail important de standardisation et d'homogénéisation du codage ait été effectué (utilisation de grilles de codage, méthode de validation inter-juges), il nous est apparu au cours de ces trois études que ce choix pouvait représenter également une limite dans la mesure où, malgré toutes nos précautions, le codage des protocoles pouvait être perfectible. Toutefois l'accord inter-juges obtenu était très important, levant ainsi une grande majorité des ambiguïtés liées à la catégorisation des contraintes. La richesse des données recueillies nous amène à penser qu'une lecture différente, mettant l'accent sur d'autres types de matériels, comme les analogies (intra ou inter domaines) ou encore les aspects normatifs – innovants (conformité à des normes et des usages), par exemple, pourrait apporter de précieuses informations pour comprendre cette activité complexe.

3.4. Pondération des erreurs ergonomiques

Nous l'avons déjà abordé dans la discussion de nos trois études, la pondération des erreurs ergonomiques nous semble une piste de recherche importante et par la même occasion une limite à apporter à ce travail. La pondération des erreurs ergonomiques identifiées lors des évaluations par heuristiques nécessiteraient un travail de recherche afin de déterminer quelles sont les erreurs les plus pénalisantes pour l'utilisateur. Il est recommandé, lors de la préparation d'une évaluation par heuristique de prévoir une pondération de la gravité des erreurs (du type « mineur », « important » et « bloquant ») ainsi qu'une évaluation de la fréquence d'application de chaque heuristique (« jamais appliquée », « parfois appliquée », etc.), évaluations servant de pondérations aux erreurs

relevées (Baccino *et al.*, 2005). Bien que ces pondérations précisent l'évaluation, elles restent à l'appréciation des experts évaluateurs et n'émanent pas d'un réel questionnement empirique sur les difficultés rencontrées par les utilisateurs. En l'état, ces pondérations sont déterminées principalement par l'objectif du site (établis par les acteurs présents lors de la conception, c'est-à-dire bien souvent sans les utilisateurs). L'ergonome utilisant ces heuristiques doit, comme le concepteur le fait, se mettre à la place de l'utilisateur pour inférer les difficultés rencontrées par celui-ci. Bien que l'ergonome soit formé pour pouvoir identifier les problèmes d'utilisabilité, il ne peut prendre la place de l'utilisateur. Une pondération générique fiable, établie sur la base d'études empiriques menées avec des utilisateurs du web, pourrait apporter une plus-value appréciable tant d'un point de vue applicatif, par l'apport d'une méthodologie plus sensible pour l'évaluation des interfaces, que d'un point de vue heuristique, notamment dans le type de recherche que nous avons mené dans ce travail, de positionnement de l'utilisabilité dans l'expérience utilisateur.

3.5. Travail de conception individuel et collectif

Enfin, les aspects collectifs de l'activité de conception de site web n'étaient pas l'objet de ce travail. Nous avons choisi de traiter uniquement les aspects individuels de cette activité de conception. Ce choix se justifie par l'objet d'étude de ce travail, l'effet de conformité, qui s'exerce à un niveau intra-individuel. Ce choix peut paraître une limite, dans la mesure où les recherches menées en Psychologie Cognitive et Ergonomie sur la conception tendent à s'intéresser de plus en plus aux activités collectives de conception (Visser, Darses, & Detienne, 2004). Cette évolution suit les nouvelles organisations des métiers de la conception, qui sous-tendent pour une partie de la population des concepteurs, le caractère collectif et l'insertion de problématique de référentiel commun entre plusieurs individus pour une même conception partagée (Dares, 2004 ; Giboin, 2004). La conception de sites web est également concernée par cette évolution vers une dimension collective. Les sites web complexes comportant des exigences fortes en termes de tailles, de fonctions et d'esthétiques, amènent la nécessité pour une partie des concepteurs web à se spécialiser dans un domaine particulier (graphisme, développement, marketing, animation, etc.) et à travailler en équipe ou en sous-traitant les parties des sites hors de leur spécialité. La dimension collective de la conception de

sites web serait donc intéressante à investiguer dans la mesure où elle correspond à une réalité de terrain de plus en plus répandue. Le caractère collective et organisationnel de cette activité demanderait ainsi à être étudié expérimentalement. Cet objet d'étude ne serait pas sans poser certaines difficultés liées à la disponibilité de cette population. Cependant un travail sur les différentes spécialités ou expertises des concepteurs ainsi que leurs interactions dans un travail de conception collectif soulèverait très probablement de riches problématiques pouvant se traduire à terme par de tout aussi riches possibilités d'aide à l'organisation et au travail de conception, pouvant avoir un impact sur les conditions de travail des concepteurs ainsi que sur la qualité du produit de cette conception, les sites web.

Conclusion

Ce travail de recherche en Psychologie Cognitive Ergonomique portait à la fois sur la conception et l'utilisation des sites web, nous avons étudié différentes modalités d'intervention sur l'un des effets majeur du processus de conception : l'effet de conformité. Les trois études menées auprès des concepteurs professionnels de sites web nous ont permis d'observer que cet effet, nécessaire au développement de cette activité mais responsable de fixités négatives peut être manipulé par des conditions expérimentales particulières. Nous avons ainsi constaté que cet effet pouvait être diminué par une consigne de défixation ou même être employé positivement, par l'intermédiaire d'un outil d'aide à l'évaluation. Sa manipulation dans le processus de conception pourrait donner lieu à des prescriptions aptes à améliorer la prise en compte de l'utilisateur et ainsi conduire à une amélioration de l'utilisabilité des sites web. Dans ce travail, nous avons étudié la conformité aux caractéristiques ergonomiques, ayant un impact sur l'utilisabilité des sites web, mais l'effet de conformité peut concerner d'autres aspects de la conception, comme l'esthétique ou les contenus proposés, en somme, toute caractéristique pouvant être reprise d'un exemple. Nous pouvons imaginer qu'une instrumentalisation de l'effet de conformité pourrait sans doute pouvoir améliorer la qualité générale d'un site web et ainsi pouvoir proposer une meilleure expérience d'interaction aux utilisateurs.

Comme nous l'avons vu dans les parties de ce travail liées à l'utilisation, l'expérience utilisateur dépend de multiples facteurs, dont l'utilisabilité du site web, mais également et dans une grande proportion à l'esthétique du site. Bien que la place de l'utilisabilité dans ce ressenti ne soit pas encore totalement déterminée et demanderait à être précisée par d'autres études empiriques, l'utilisation effective d'un dispositif passe nécessairement par une adaptation de son interface aux caractéristiques cognitives des opérateurs qui vont l'utiliser. Devant l'évolution des usages des technologies de l'information et de la communication actuelle et le rythme soutenu du progrès technologique, les travaux menés en Psychologie Cognitive Ergonomique, comme ceux

présentés dans ce document, représentent une immense potentialité d'amélioration des conditions de travail et de vie des usagers de ces technologies, c'est-à-dire la grande majorité de la population des pays industrialisés.

Références bibliographiques

A -

- Adelson, B., & Soloway, E. (1984). *A cognitive model of software design* (Cognition and Programming Project No. Yale University.
- Ahuja, J.S., & Webster, J. (2001). Perceived disorientation: an examination of a new measure to assess web design effectiveness. *Interacting with Computers* 14(1), 15-29.
- Akin, Ö. (2001). Variants in design cognition. Design knowing and learning: Cognition in design education, 105–124.
- Anderson, J.R. (1993). *The Architecture of Cognition*. Cambridge (M.A.) : Harvard University.
- Anderson, J. R., Bothell, D., Byrne, M., Douglass, D., Lebiere, C., & Qin, Y. (2004). An integrated theory of mind. *Psychological Review*, 111, 1036–1060.
- Arbuthnott, K., & Frank, J. (2000). Trail Making Test, Part B as a Measure of Executive Control: Validation Using a Set-Switching Paradigm, *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 22(4), 518-528.

B -

- Baccino, T., Salmeron, L., & Canas, J. (2007). La lecture des hypertextes. In A. Chevalier & A. Tricot (Eds.), *Ergonomie des documents électroniques* (pp.9-34). Paris : PUF (collection Le Travail Humain).
- Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Ball, L. J., Lambell, N. J., Reed, S. E., & Reid, F. J. M. (2001). The exploration of solution options in design : A « naturalistic decision making » perspective. In P. Lloyd & H. Christiaans (Eds.), *Designing in context : Proceedings of the fifth design thinking research symposium*. Delft, The Netherlands: Delft University Press.
- Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2008). An Empirical Evaluation of the System Usability Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24, 574–594.

- Barlowe, W.D. & Summers, I. (1979). Barlowe's guide to extraterrestrials, New York : Workman Publishing. In Ward, T. B. (1994). Structured imagination: The role of category structure in exemplar generation. *Cognitive Psychology*, 27(1), 1-40.
- Bastien, C. (1997) Les connaissances de l'enfant à l'adulte, Paris, Armand Colin. In Chevalier, A., & Bonnardel, N. (2003). Prise en compte et gestion des contraintes : Une étude dans la résolution d'un problème créatif de conception. *Bulletin de psychologie*, 56, 33-48.
- Bastien, J.M.C. & Scapin, D.L. (1993). *Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer interfaces*. Rapport technique INRIA, 156.
- Bastien, J.M.C., & Scapin, D.L. (2001). Évaluation des systèmes d'information et Critères Ergonomiques. In C. Kolski (Ed.), *Systèmes d'information et interaction homme-machine. Environnements évolués et évaluation d'IHM. Interaction homme-machine pour les SI*, vol.2, chapitre 2, pp. 53-79, Paris : Hermes.
- Bastien, J. M. C., Scapin, D. L., & Leulier, C. (1999). The ergonomic criteria and the ISO/DIS 9241-10 dialogue principles: a pilot comparison in an evaluation task. *Interacting with Computers*, 11(3), 299-322.
- Beaufils, B. (2009a). *Statistiques descriptives appliquées à la psychologie*. Rosny-sous-Bois: Bréal.
- Beaufils, B. (2009b). *Statistiques inférentielles appliquées à la psychologie*. Rosny-sous-Bois: Bréal.
- Bédard, J. & Chi., M.T.H (1993). *Current Directions in Psychological Science*. Expertise, Août, 135-139.
- Ben-Bassat, T., Meyer, J., Tractinsky, N. (2006). Economic and subjective measures of the perceived value of aesthetics and usability. *ACM Trans. Comput. Human Interact.* 13, 210-234.
- Beirekdar, A., Keita, M., Noirhomme, M., Randolet, F., Vanderdonckt, J., & Mariage, C. (2005). Flexible reporting for automated usability and accessibility evaluation of web sites. *Human-Computer Interaction-INTERACT 2005*, 281-294.
- Bhatt, G. (2004). Bringing virtual reality for commercial Web sites. *International Journal of Human Computer Studies*, 60(1), 1-15.
- Bilda Z., Gero J.S., Purcell T. (2006) To sketch or not to sketch? That is the question. *Design Studies* 27(5): 587 - 613.

- Bink, M.L., & Marsh, R.L. (2000). Cognitive regularities in creative activity, *Review of General Psychology*, 4(1), 59-78.
- Blackmon, M.H., Kitajima, M., & Polson, P.G. (2005). Tool for accurately predicting Website navigation problems, non-problems, problem severity, and effectiveness of repairs. *Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'2005)*, ACM Press, 31-40.
- Bloomfield, H. (1994). Links in hypertext : an investigation into how they can provide information on inter-node relationships. PhD. Thesis, Queen Mary and Westfield Colledge, University of London, UK.
- Bisseret, A., Sebillotte, S., & Falzon, P. (1999). *Techniques pratiques pour l'étude des activités expertes*. Toulouse, France: Octarès.
- Bobillier-Chaumon, M.-E., Dubois, M., Retour, D., 2006. L'acceptation du changement technique : le cas des nouvelles technologies dans le milieu bancaire. *Psychologie du Travail et des Organisations* 12, 247–262. In Brangier, E., Hammes-Adelé, S., & Bastien, J.-M. C. (2010). Analyse critique des approches de l'acceptation des technologies : de l'utilité à la symbiose humain-technologie-organisation. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée/European Review of Applied Psychology*, 60, 129-146.
- Boden, M. A. (1992). *The creative mind : myths and mechanisms*. London: Sphere Books.
- Bonnardel, N. (1989). L'évaluation de solution dans la résolution de problème de conception. Rapport de recherche n°1072. Rocquencourt : INRIA.
- Bonnardel, N. (1991). L'évaluation de solutions dans la résolution de problèmes de conception et dans les systèmes experts critiques. In D. Hérin-Aime, R. Dieng, J.-P. Regouard & J. P. Angoujiard (Eds.), *Knowledge modeling & expertise transfer* (pp. 371-381). Amsterdam : IOS Press. In Visser, W. (2009). La conception : de la résolution de problèmes à la construction de représentations. *Le travail humain*, 72(1), 61.
- Bonnardel, N. (1992). *Le rôle de l'évaluation dans les activités de conception*. Thèse de doctorat, Université de Provence, Aix en Provence, France.
- Bonnardel, N. (2000). Towards understanding and supporting creativity in design : Analogies in a constrained cognitive environment. *International Journal of Knowledge-Based Systems*, 13, 505-513.

- Bonnardel, N. (2006). *Créativité et conception. Approches cognitives et ergonomiques*. Marseille : Solal Editions.
- Bonnardel, N. (2009). Activités de conception et créativité : De l'analyse des facteurs cognitifs à l'assistance aux activités de conception créatives. *Le Travail Humain*, 72, 5-22.
- Bonnardel, N., Chevalier, A., & Toussaint, O. (2003). *Conception et évaluation de sites web*. Communication orale présentée au *Workshop Conception et utilisation de sites web*, Réseau Cognisud, Aix-en-Provence, France.
- Bonnardel, N., Didierjean, A., & Marmèche, E. (2003). Analogie et résolution de problèmes. In C. Tijus (Ed.), *Métaphores et Analogies* (pp. 115-149). Paris : Hermès.
- Bonnardel, N., & Marmèche, E. (2004). Evocation processes by novice and expert designers: Towards stimulating analogical thinking. *Creativity and Innovation Management*, 13(3), 176-186
- Borillo, M., & Goulette, J.-P. (2002). Cognition et création : explorations cognitives des processus de conception. Sprimont, Belgique: Mardaga.
- Brangier, E., Hammes-Adelé, S., & Bastien, J.-M. C. (2010). Analyse critique des approches de l'acceptation des technologies : de l'utilité à la symbiose humain-technologie-organisation. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée/European Review of Applied Psychology*, 60, 129-146.
- Burmester, M., Beu, A., Hackl, H., & Niedereeder, F. (2002). User centered design for a digital welding machine. *Behaviour & Information Technology*, 21 (5), 321-326.
- C -**
- Calvary, G., & Coutaz, J. (n.d.). Outils de construction: espace de classification ESPRIT, revue critique et enseignements. *IHM99, Montpellierr*, 22-26.
- Caro-Dambreville, S. (2008). Définir la structure de navigation : quelques outils méthodologiques In A. Chevalier, & A. Tricot (Eds.) (2008). *Ergonomie des documents électroniques*. Paris : PUF (collection Le Travail Humain)
- Catrambone, R., 1996. Generalizing solution procedures learned from examples. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 22, 1020-1031.
- Caverni, J.-P. (1988). La verbalisation comme source d'observables pour l'étude du fonctionnement cognitif. In J.-P., Caverni, C., Bastien, P., Mendelsohn, & G., Tiberghien (Eds.), *Modèles et méthodes* (pp. 253-273), Paris : P.U.F.

- Chase, W.G., & Simon, H.A. (1973). Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4, 55-81.
- Chevalier, A. (2002). Le rôle du contexte et du niveau d'expertise des concepteurs de sites web sur la prise en compte de contraintes. Thèse de doctorat. Université de Provence, Aix-en-Provence, France.
- Chevalier, A. (2003). Effet du niveau d'expertise des concepteurs sur la prise en compte de contraintes et sur la qualité ergonomique de maquettes de sites web. *Le Travail Humain*, 66, 129-162.
- Chevalier, A. (2004). L'orientation du cahier des charges constitue-t-elle une aide à la conception de sites web ergonomiques ? *Revue d'Intelligence Artificielle*, 3, 337-366.
- Chevalier, A. (2005). Évaluer un site Web : les concepteurs et les utilisateurs parviennent-ils à identifier les problèmes d'utilisabilité ? *Revue d'Intelligence Artificielle*, 19, 319-338.
- Chevalier, A., & Bonnardel, N. (2003). Prise en compte et gestion des contraintes : Une étude dans la résolution d'un problème créatif de conception. *Bulletin de psychologie*, 56, 33-48.
- Chevalier, A., & Bonnardel, N. (2007). Articulation of Web Site Design Constraints : Effects of the Task and Designers' Expertise. *Computers in Human Behavior*, 23(5), 2455-2472.
- Chevalier, A., & Cegarra, J. (2008). Une approche psychologique de la notion de contrainte en résolution de problèmes. *Le Travail Humain*, 72(2), 173-198.
- Chevalier, A., & Chevalier, N. (2009). Influence of proficiency level and constraints on viewpoint switching: A study in web design. *Applied Cognitive Psychology*, 23(1), 126-137.
- Chevalier, A., Fouquereau, N., & Vanderdonckt, J. (2009). Entre contraintes ergonomiques, créativité et esthétique : rôle d'un système à base de connaissances sur l'activité des concepteurs web. *Le Travail humain*, 72, 23.
- Chevalier, A., & Kicka, M. (2006). Web designers and web users: influence of the ergonomic quality of the web site on the information search. *International journal of human-computer studies*, 64(10), 1031-1048.
- Chevalier, A., & Ivory, M.Y. (2003). Web Site Designs: Influence of Designer's Experience and Design Constraints. *International Journal of Human-Computer Studies*, 58, 57-87.

- Chevalier, A., & Vuillemin-Gioarà, L. (2006). Aide à la prise en compte de contraintes liées aux utilisateurs lors de la conception d'un hypermédia : une étude auprès de concepteurs de sites Web. *Psychologie Française*, 51, 55-72.
- Chin, J., & Fu, W. T. (2010). Interactive effects of age and interface differences on search strategies and performance. *Proceedings of the 28th international conference on Human factors in computing systems* (pp. 403–412).
- Chrysikou, E. G., & Weisberg, R. W. (2005). Following the wrong footsteps : Fixation effects of pictorial examples in a design problem-solving task. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory & Cognition*, 31(5), 1134-1148.
- Cross, N. (2002). Comprendre la pensée du concepteur. In M. Borrillo & J.-P. Goulette (Eds.), *Création et cognition* (pp. 35-47). Liège : Mardaga.
- Cummins, D., 1992. Role of analogical reasoning in the induction of problem categories. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 5, 1103–1124.
- Cyr, D., Head, M., & Larios, H. (2010). Colour appeal in website design within and across cultures: A multi-method evaluation. *International journal of human-computer studies*, 68(1-2), 1–21.

D -

- Darke, J. (1984). The primary generator and the design process. In N. Cross (Ed.), *Developments in Design Methodology*. New-York: Wiley & Sons. In Chevalier, A., & Cegarra, J. (2008). Une approche psychologique de la notion de contrainte en résolution de problèmes. *Le Travail Humain*, 72(2), 173-198.
- Darses, F. (1994). *Gestion de contraintes dans la résolution de problèmes de conception*. Thèse de doctorat, Université de Paris 8-Vincennes Saint-Denis, Paris, France.
- Darses, F. (1997). Contraintes et gestion de contraintes. In M. de Montmollin (Ed.), *Vocabulaire de l'ergonomie* (pp. 99-106). Toulouse : Octarès. In Chevalier, A., & Cegarra, J. (2008). Une approche psychologique de la notion de contrainte en résolution de problèmes. *Le Travail Humain*, 72(2), 173-198.
- Darses, F. (2004) « La conception participative : vers une théorie de la conception centrée sur l'établissement d'une intelligibilité mutuelle », In J. Caelen et P. Mallein (Eds.) *Le consommateur au coeur de l'innovation : la conception participative*, Editions du CNRS, pp.25-41.

- Davies, S. P., & Castell, A. M. (1994) From individual to groups through artifacts: the changing semantics of design in software development. In D. Gilmore, R. Winder et F. Détienne (Eds): *User Centred Requirements for Software Engineering Environments*. Springer Verlag, NATO ASI Series. p 11-23.
- De Groot, A.D. (1978). *Thought and choice in chess* (2nd ed.). The Hague: Mouton Publishers. (Revised translation of De Groot, 1946).
- Détienne, F. (1998). *Génie logiciel et psychologie de la programmation*. Paris: Hermès.
- Didierjean, A. (2004). *Quelques facettes de l'expertise cognitive*. Habilitation à Diriger des Recherches de l'Université de Provence. Aix-en-Provence, France.
- Didierjean, A., & Cauzinille-Marmèche, E. (1998). Reasoning by analogy: Is it schema mediated or case based? *European Journal of Educational Psychology*, 13, 385-398.
- Dinet, J., & Tricot, A. (2008). Recherche d'information dans les documents électroniques. In A. Chevalier & A. Tricot (Eds.), *L'ergonomie des documents électroniques*. Paris : PUF (collection Le Travail Humain).
- Dion, K. K., Berscheid, E., & Walster, E. (1972). What is beautiful is good. *Journal of Personality and Social Psychology*, 24, 285-290.
- Dodds, R.A., Smith, S.M., & Ward, T.B. (2002). The use of environmental clues during incubation. *Creativity Research Journal*, 14 (3-4), 287-304.
- Dorst, K., & Cross, N. (2001). Creativity in the design process : co-evolution of problem-solution. *Design Studies*, 22, 425-437.

E -

- Eastman, C. M. (1969). Cognitive processes and ill-defined problems: a case study from design. Paper presented at the First Joint International Conference on I.A. Washington (D.C.), USA.
- Edmonds, E.A., Candy, L, (2005). Macaroni Synthesis: A Creative Multimedia Collaboration, YLEM Journal: Artists using Science and Technology, September.
- Ericsson, K.A., & Charness, N. (1994). Expert performance : Its structure and acquisition. *American Psychologist*, 49, 725-747.
- Ericsson, K.A., & Lehmann, A.C. (1996). Expert and exceptional performance : Evidence of maximal adaptation to task. *Annual Review of Psychology*, 47, 273-305.
- Ericsson K. A., & Simon H. (1993). *Protocol analysis : Verbal reports as data* (Revised edition). Cambridge, M.A. : MIT Press.

- Ericsson, K.A., & Staszewski, J. (1989). Skilled memory and expertise: Mechanisms of exceptional performance. In Wiley, J. (1998). Expertise as mental set : The effects of domain knowledge in creative problem solving. *Memory and Cognition*, 26, 716-730.
- Eslinger P.J., & Grattan L.M. (1993). Frontal lobe and frontal-striatal substrates for different forms of human cognitive flexibility, *Neuropsychologia*, 31, p.17-28.

F -

- Forlizzi, J., & Battarbee, K., (2004). Understanding experience in interactive systems. In Proceedings of the 2004 conference on Designing Interactive Systems (DIS 04): processes, practices, methods, and techniques (New York: ACM), p. 261.
- In Hassenzahl, M., & Tractinsky, N. (2006). User experience - a research agenda. *Behaviour & Information Technology*, 25(2), 91-97.
- Foss, C. (1988). Effective browsing in hypertext systems. *Proceedings RIAO'88 Conference, User oriented context-based text and image handling*, Cambridge, MA, 82-98.
- In Tricot, A. (2006). Recherche d'information et apprentissage avec documents électroniques. In A. Pilolat. (Ed.), *Lire, écrire, communiquer, apprendre avec Internet* (pp. 441-462). Marseille: Solal.
- Fu, W.-T. & Pirolli, P. (2007). The nature of belief inhibition in thinking: How reasoning impairs memory. In *The 29th Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Nashville, Tennessee, USA.
- Fustier, M. (1989). *La résolution de problèmes : méthodologie de l'action*. Paris : Editions ESF & Librairies Techniques.

G -

- Gagne, C. L. & Shoben, E. J. (1997). The influence of thematic relations on the comprehension of non-predicating conceptual combinations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 23, 71-87.
- Gardner, H. (1993). *Creating minds. An anatomy of creativity*. New York: Basic Books.
- In Bonnardel, N. (2006). Créativité et conception. Approches cognitives et ergonomiques. Marseille : Solal Editions.
- Gero, J.S. (1990). Design prototypes : A knowledge representation schema for design. *AI Magazine*, 11, 26- 36.
- Gero, J.S., & Maher, M.-L. (1993). Introduction. In J.S. Gero & M.-L. Maher (Eds.), *Modeling creativity and knowledge-based design* (pp.16). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.

- Bonnardel, N. (2006). Créativité et conception. Approches cognitives et ergonomiques. Marseille : Solal Editions.
- Giboin, A. (2004). La construction de référentiels communs dans le travail coopératif. In J.-M. Hoc & F. Darses (Eds.), *Psychologie ergonomique : tendances actuelles* (pp. 119-139). Paris : PUF.
- Gick, M., Holyoak, K.J., 1980. Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, 12, 306–355.
- Gick, M., Holyoak, K.J., 1983. Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15, 1–38.
- Gobet, F. (1998). Expert memory: A comparison of four theories. *Cognition*, 66, 115-152
- Goel, V. (1995). *Sketches of thought*. Cambridge, Mass. : The MIT Press. In Visser, W. (2009). La conception : de la résolution de problèmes à la construction de représentations. *Le travail humain*, 72(1), 61.
- Goel, V., & Pirolli, P. (1989). Motivating the notion of generic design within information-processing theory: The design problem space. *AI Magazine*, 10(1), 18-36.
- Gray, W. D., & Salzman, M. C. (1998). Damaged merchandise? A review of experiments that compare usability evaluation methods. *Human-Computer Interaction*, 13(3), 203–261.
- Greenbaum, J., & Kyng, M. (1991). *Design at work: Cooperative design of computer systems*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Greeno, J.G. (1978). *Associative learning : A cognitive analysis*. Englewood Cliffs, N.J. :Prentice-Hall.
- Gulliksen, J., & Lantz, A. (2003). Design versus design – from the shaping of products to the creation of user experiences. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 15(1), 5-20.
- Guthrie, J.T. (1988). Locating information in documents : examination of a cognitive model. *Reading Research Quarterly*, 23, 178-199.
- Gwizdka, J., & Spence, I. (2007). Implicit Measures of Lostness and Success in Web Navigation. *Interacting with Computers*, 19(3), 357-369.
- H -**
- Hamel, R., & Elshout, J.J. (2000). On the development of knowledge during problem solving. *European Journal of Cognitive Psychology*, 12(3), 289-322.

- Hartmann, J., Sutcliffe, A., Angeli, A.D. (2007). Investigating attractiveness in web user interfaces. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, San Jose, 387–396.
- Hartson, H. R., Andre, T. S., & Williges, R. C. (2001). Criteria for evaluating usability evaluation methods. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 15(1), 145–181.
- Hartson, H. R., Shivakumar, P., & Pérez-Quinones, M. A. (2004). Usability inspection of digital libraries: a case study. *International Journal on Digital Libraries*, 4(2), 108–123. doi:10.1007/s00799-003-0074-4
- Hassenzahl, M. (2001). The effect of perceived hedonic quality on product appealingness. *International Journal of Human-Computer Interaction* 13, 479–497.
- Hassenzahl, M. (2004). The interplay of beauty, goodness, and usability in interactive products. *Human-Computer Interaction*, 19(4), 319–349.
- Hassenzahl, M. (2002). The effect of perceived hedonic quality on product appealingness. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 13, 479-49.
- Hassenzahl, M., Burmester, M. & Koller, F. (2001). Usability Engineering: quality doesn't happen by accident. *Proceedings of the International Status Conference of the Lead Projects Human-Computer Interaction*, Saarbrücken, Germany (pp. 99-103).
- Hassenzahl, M., Diefenbach, S., & Göritz, A. (2010). Needs, affect, and interactive products-Facets of user experience. *Interacting with Computers*, 22(5), 353–362.
- Hassenzahl, M., & Tractinsky, N. (2006). User experience - a research agenda. *Behaviour & Information Technology*, 25(2), 91-97.
- Hayes-Roth, B., & Hayes-Roth, F. (1979). A cognitive model if planning. *Cognitive Science*, 3, 275-310.
- Hoc, J-M. (1987). *Psychologie cognitive de la planification*. Grenoble : P.U.G.
- Hoc, J-M. (1993). Conditions méthodologiques d'une recherche fondamentale en psychologie ergonomique et validité des résultats. *Le Travail Humain*, 56, 171-184.
- Hoc, J.-M. (2001). Toward ecological validity of research in cognitive ergonomics. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 2, 278-288.
- Holyoak K. & Koh K. (1987). Surface and Structural Similarity in Analogical Transfer. *Memory and Cognition*, vol. 15(4), pp. 332-340.

Hornbaek, K. (2006). Current practice in measuring usability: Challenges to usability studies and research. *International journal of human-computer studies*, 64(2), 79–102.

Hornbæk, K. (2010). Dogmas in the assessment of usability evaluation methods. *Behaviour & Information Technology*, 29(1), 97–111.

Hornbeaek, K., & Frokjaer, E. (2005). Comparing usability problems and redesign proposals as input to practical systems development. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 391–400).

I -

Ivory M.Y., & Hearst M.A. (2001). State of the art in automating usability evaluation of user interfaces. *ACM Computing Surveys*, 33(4):470–516.

J -

Janssen, P., Jégou, P., Nougier, B., & Vilarem, M. C. (1989). Problèmes de conception : une approche basée sur la satisfaction de contraintes. Communication présentée aux 9èmes Journées Internationales : les systèmes experts et leurs applications. Avignon, France, Mai-juin.

Jansson, D. G., & Smith, S. M. (1991). Design fixation. *Design Studies*, 12(1), 3–11

Jersild, A. T. (1927). Mental set and shift. *Archives of Psychology*, Whole No.89.

Johnson-Laird, P.N., (1983). *Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference and Consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.

Johnson-Laird, P. N. (1989). Analogy and the exercise of creativity. In S. Vosnia- dou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning*. Cambridge, England : Cambridge University Press.

K -

Karvonen, K., 2000. The beauty of simplicity. In: ACM Proceedings on the Conference on Universal Usability, pp. 85–90.

Klein, G. (1998). *Sources of power: How people make decisions*. Cam- bridge, MA: MIT Press.

Kolodner J.L., & Leake D.B. (1996). A Tutorial Introduction to Case-Based Reasoning.: Experiences, Lessons & Future Directions, AAAI press, MIT press, pages 31–65.

Kurosu, M., Kashimura, K., 1995. Apparent usability vs. inherent usability, CHI. '95, pp. 292-293. In Tractinsky, N., Katz, A. S., & Ikar, D. (2000). What is beautiful is usable. *Interacting with computers*, 13(2), 127–145.

L -

- Lavie, T., & Tractinsky, N. (2004). Assessing dimensions of perceived visual aesthetics of web sites* 1. *International Journal of Human-Computer Studies*, 60(3), 269-298.
- Lubart, T. (2003). *Psychologie de la créativité*. Paris : Armand-Colin.
- Luchins, A.S., & Luchins, E.H. (1959). *Rigidity of behavior: A Variational Approach to the Effect of Einstellung*, Oregon, Univeristy of Oregon Books.
- Lee, A. (1999). Web usability. A review of the research. *SIGCHI Bulletin*, 31, 38-40.
- Le Fevre, J., & Dixon, P. (1986). Do written instructions need examples? *Cognition and Instruction*, 3, 1-30.
- Lemercier, C., Quaireau, C., & Terrier, P. (2003). Effet de la couleur sur la récupération d'informations dans un menu hiérarchique complexe. *Psychologie Française*, 48, 43-56.
- Ling, J., & van Schaik, P. (2006). The influence of font type and line length on visual search and information retrieval in web pages. *International Journal of Human-Computer Studies*, 64(5), 395-404.

M -

- Malhotra, A., Thomas, J., Carroll, J., & Miller, L. (1980). Cognitive processes in design. *International Journal of Man-machine Studies*, 12, 119-140.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzky, A. H., & Howerther, A. (2000). The unity and diversity of executive function and their contribution to complex frontal lobe tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- Mariage, C. (2002). Espace de classification des méthodes et outils d'évaluation de l'ergonomie des systèmes à technologie Web. *Recuperado em março de*.
- Mariage, C., Vanderdonckt, J., & Chevalier, A. (2005). Using the MetroWeb Tool to improve Usability Quality of Web Sites. *Proc. of 3rd Latin American Web Congress LA-Web' 2005 (Buenos Aires, October 31 - November 2, 2005)* (pp. 213-222). Los Alamitos, CA : IEEE Computer Society Press.
- Marsh, R.L., Bink, M.L., & Hicks, J.L. (1999). Conceptual priming in a generative problem-solving task. *Memory & Cognition*, 27(2), 355-363.
- Marsh, R. L., Ward, T. B., & Landau, J. L. (1999). The inadvertent use of prior knowledge in a generative cognitive task. *Memory & Cognition*, 27, 94-105.

- Mayer R. E. (1993). « Comprehension of graphics in texts: an overview », *Learning and Instruction*, vol. 3, p. 239-245.
- Mayer R. E. (1997). « Multimedia learning: are we asking the right questions? », *Educational Psychologist*, vol. 32, n° 1, p. 1-19.
- Mayr, U., & Keele, S. W. (2000). Changing internal constraints on action: the role of backward inhibition. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129(1), 4.
- Meneely, J., & Portillo, M. (2005). The adaptable mind in design: Relating personality, cognitive style, and creative performance. *Creativity Research Journal*, 17(2), 155-166.
- Miller, D. P. (1981). The depth/breadth tradeoff in hierarchical computer menus. In *Proceedings of the Human Factors Society* (pp. 296-300). Santa Monica : Human factors society.
- Muller, M.J., Haslwanter, J.H., & Dayton, T. (1997). Participatory practices in the software lifecycle. In Gulliksen, J., & Lantz, A. (2003). Design versus design – from the shaping of products to the creation of user experiences. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 15(1), 5-20.
- N –**
- Navarro-Prieto, R., Scaife, M., & Rogers, Y. (1999). Cognitive strategies in web searching. *Proceedings of the 5th Conference on Human Factors & the Web* (pp. 43–56).
- Neale, W., McCombe, C., 1997. Designing usable and visually appealing web sites. CHI 97 Electronic Publications: Tutorials.
- Newman, M.W. & Landay, J.A. (2001). Sitemaps, storyboards, and specifications: A sketch of web site design practice. *Proceedings of Designing Interactive Systems: DIS 2000*. New York (NY), 263-274.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliff. New Jersey : Prentice Hall.
- Nickerson, R. S. (1984). Retrieval inhibition from part-set cuing: A persisting enigma in memory research. *Memory & Cognition*, 12, 531-552.
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Los Angeles: Morgan Kaufmann.
- Nielsen, J. (2000). *Designing Web Usability*. Indianapolis : New Riders Publishing.
- Nogier, J.F. (2005). *Ergonomie du logiciel et design web*. Paris : Dunod

Norman, D. A. (2004). *Emotional design: Why we love (or hate) everyday things*. New York: Basic Books. In Hassenzahl, M., Schobel, M., & Trautmann, T. (2008). How motivational orientation influences the evaluation and choice of hedonic and pragmatic interactive products: The role of regulatory focus. *Interacting with Computers*, 20(4-5), 473-479.

Norman D.A. & Draper S.W. (1986). *User centered system design* (Erlbaum: London).

Novick, L. R. & Holyoak, K. J. (1991). Mathematical problem solving by analogy. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 17(3). 398-415.

O -

Otter, M., & Johnson, H. (2000). Lost in hyperspace: metrics and mental models. *Interacting with Computers*, 13(1), 1-40.

P -

Pirolli, P., & Card, S. K. (1999). Information foraging. *Psychological Review*, 106, 643-675.

Purcell, A.T., & Gero, J.S. (1996). Design and other types of fixation. *Design Studies*, 17, 363-383.

R -

Raaijmakers, J. G. W., & Shiffrin, R.M. (1981). Search of associative memory. *Psychological Review*, 88, 93-134.

Reed, S. K. (1996). *Cognition: Theory and applications* (4th ed). Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.

Reed, S. K., & Bolstad, C. (1991). Use of examples and procedures in problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 17, 753-766.

Reynolds, R.I. (1992) Recognition of expertise in chess players. *American Journal of Psychology*, 105, 409-415.

Reitan, L.B. (1958). "Validity of the trail making test as an indication of organic brain damage", *Perceptual and motor skills*, 8, 271-276.

Reitman, W.R. (1965). *Cognition and Thought : An information processing approach*. New-York : Wiley.

Ress, D.A., & Young, R.E. (1998). A distributed fuzzy constraint satisfaction system with context-based reasoning. *International Journal of Human-Computer Studies*, 48, 393-407.

- Richard, J.-F. (1995). *Les activités mentales : comprendre, raisonner, trouver des solutions*. Paris : Armand Colin.
- Richard, J.-F. (1999). Comportements, buts et représentations. *Psychologie Française*, 44, 75-90.
- Richard, J.-F., Poitrenaud, S., & Tijus, C. (1993). Problem-solving restructuration : elimination of implicit constraints. *Cognitive Science*, 17, 497-529.
- Richard, J.-F., & Tijus, C. (1998). Modelling the affordances of objects in problem solving. In A.C. Quelhas and F. Pereira (Eds.), *Cognition and Context* (pp. 293-316). ISPA : Lisboa.
- Roberts, L., Rankin, L., Moore, D., Plunkett, S., Washburn, D., & Wilch-Ringen, B. (2003). Looks good to me. *Proceedings of the CHI 2002 Conference on Human Factors in Computing*. New York: ACM.
- Ross, B. H., & Kennedy, P. T. (1990). Generalizing from the use of earlier examples in problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 16, 42-55.
- Rouet, J.-F., & Tricot, A. (1998). Chercher de l'information dans un hypertexte : vers un modèle des processus cognitifs. *Hypertextes et Hypermédias*, n° hors série, 57-74.
- Ryan, R. S., & Schooler, J. W. (1998). Whom do words hurt? Individual differences in susceptibility to verbal overshadowing. *Applied Cognitive Psychology*, 12, 105-125.
- S -**
- Sauer, J., Sonderegger, A. (2009). The influence of prototype fidelity and aesthetics of design in usability tests: effects on user behaviour, subjective evaluation and emotion. *Appl. Ergon.* 40, 670-677. In Sonderegger, A., & Sauer, J. (2010). The influence of design aesthetics in usability testing: Effects on user performance and perceived usability. *Applied Ergonomics*, 41(3), 403-410.
- Savage, J.C.D., Miles, C., Moore, C.J., Miles, J.C. (1998). The interaction of time and cost constraints on the design process. *Design Studies*, 19, 217-233.
- Seifert, C., M., Meyer, D.E., Davidson, N., Patalano, A.L., & Yanniv, I. (1995). Demystification of cognitive insight : Opportunistic assimilation and the prepared-mid perspective. In Dodds, R.A., Smith, S.M., & Ward, T.B. (2002). The use of environmental clues during incubation. *Creativity Research Journal*, 14 (3-4), 287-304.

- Senach, B. (1993). L'évaluation ergonomique des interfaces homme-machine (Ergonomic evaluation of man-machine interfaces), in: J.-C. Sperandio (Ed.), *L'Ergonomie dans la Conception des Projets Informatiques*, Octares, Toulouse, France, 69-122.
- Shackel, B. (1991). Usability - context, framework, design and evaluation. In B. Shackel & S. Richardson (Eds.), *Human factors for informatics usability* (pp. 21-38). Cambridge: Cambridge University Press.
- Sharit, J., Hernández, M. A., Czaja, S. J., & Pirolli, P. (2008). Investigating the roles of knowledge and cognitive abilities in older adult information seeking on the web. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 15(1), 3.
- Sonnentag, S. (1995). Excellent software professionals: experience, work activities, and perception by peers. *Behaviour and Information Technology*, 14(5), 289-299.
- Sonnentag, S. (1998). Expertise in professional software design: A process study. *Journal of Applied Psychology*, 83(5), 703-715.
- Spool, J.M., Scanlon, T., Schroeder, W., Snyder, C., DeAngelo, T., 1999. *Web Site Usability: A Designer's Guide*. Morgan Kaufman, Los Altos, CA.
- Spreen, O., & Strauss, E. (1991). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary*. New York: Oxford University Press.
- Simon, H.A. (1973). The structure of ill structure of ill structured problems. *Artificial Intelligence*, 4, 181-201.
- Simon, H. A. (1995). *The Sciences of the Artificial*. Cambridge: MIT Press.
- Smith, S.M. (1995). Creative cognition: Demystifying creativity. In Dodds, R.A., Smith, S.M., & Ward, T.B. (2002). The use of environmental clues during incubation. *Creativity Research Journal*, 14 (3-4), 287-304.
- Smith, S.M., & Blankenship, S.E. (1991). Incubation and the persistence of fixation in problem solving. *American Journal of Psychology*, 104, 61-87.
- Smith, S.M., Sifonis, C.M., & Tindell, D.R. (1998). Hints do not evoke solutions via passive spreading activation. *Proceedings of the Twentieth Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, Madison, WI.
- Smith, S.M., Ward, T.B., & Schumacher, J. S. (1993). Constraining effects of examples in a creative generation task. *Memory & Cognition*, 21(6), 837-845.

- Sonderegger, A., & Sauer, J. (2010). The influence of design aesthetics in usability testing: Effects on user performance and perceived usability. *Applied Ergonomics*, 41(3), 403–410.
- Sonnentag, S. (1995). Excellent software professionals: Experience, work activities, and perceptions by peers. *Behaviour & Information Technology*, 14, 289-299.
- Sonnentag, S. (1998). Expertise in professional software design: A process study. *Journal of Applied Psychology*, 83, 703-715.
- Stefik, M. (1981). Planning with constraints (MOLGEN: Part 1). *Artificial Intelligence*, 16(2), 111–139.
- Sternberg, R. J., & Ben-Zeev, T. (2001). *Complex cognition: The psychology of human thought*. New York: Oxford University Press.
- Sternberg, R.J., & Lubart, T.I. (1999). The concepts of creativity: prospects and paradigms. In R.J. Sternberg (Ed.), *Handbook of Creativity* (pp.3-15. New York: Cambridge University Press.
- Stronge, A.J., Rogers, W.A., and Fisk, A.D. (2006). Web-based information search and retrieval: Effects of strategy use and age on search success. *Human Factors*, 48, 443-446.
- T -**
- Tan, W., Liu, D., & Bishu, R. (2009). Web evaluation: Heuristic evaluation vs. user testing. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39(4), 621–627.
- Tezza, R., Bornia, A. C., & De Andrade, D. F. (2011). Measuring web usability using item response theory: Principles, features and opportunities. *Interacting with Computers*.
- Tractinsky, N., (1997). Aesthetics and apparent usability: empirically assessing cultural and methodological issues. CHI 97 Conference Proceedings, Atlanta, 22-27. March, ACM, New York, pp. 115-122. In Tractinsky, N., Katz, A. S., & Ikar, D. (2000). What is beautiful is usable. *Interacting with computers*, 13(2), 127–145.
- Tractinsky, N., Katz, A. S., & Ikar, D. (2000). What is beautiful is usable. *Interacting with computers*, 13(2), 127–145.
- Tricot, A. (1995). Modélisation des processus cognitifs impliqués par la navigation dans les hypermédias. Thèse de l'Université de Provence, spécialité Psychologie Cognitive,

- Aix en Provence. In Tricot, A., & Rouet, J. F. (2004). Activités de navigation dans les systèmes d'information. *Psychologie ergonomique: tendances actuelles*. PUF, Paris, 71–95.
- Tricot, A. (2006). Recherche d'information et apprentissage avec documents électroniques. In A. Pilolat. (Ed.), *Lire, écrire, communiquer, apprendre avec Internet* (pp. 441-462). Marseille: Solal.
- Tricot, A., & Amadiou, F. (2011). Navigation dans les hypertextes. In J. Dinet, & J.M.C. Bastien (Eds.), *L'ergonomie au service de la vie quotidienne* (pp. 167-192). Paris: Hermès.
- Tricot, A., & Rouet, J. F. (2004). Activités de navigation dans les systèmes d'information. *Psychologie ergonomique: tendances actuelles*. PUF, Paris, 71–95.
- Trousse, B., Jaczynski, M., & Kanawati, R. (1999). Une approche fondée sur le raisonnement à partir de cas pour l'aide à la navigation sur le Web. *Proceedings of Hypertexte & Hypermedia : Products, Tools and Methods (H2PTM'99)*, Paris.
- Tulving E. (1984). Precis of elements of episodic memory. *Behavioral and Brain Sciences*, 7 (2), 223-238.
- U -**
- Ullman, D., Dietterich, T., & Stauffer, L. (1988). A model of the mechanical design process based on empirical data. *Artificial Intelligence in Engineering Design and Manufacturing*, 2 (1), 33-52.
- V -**
- Vanderdonckt, J., & Beirekdar, A. (2005). Automated Web Evaluation by Guideline Review. *Journal of Web Engineering*, 4(2), 102-117.
- van Schaik, P., & Ling, J. (2008). Modelling user experience with web sites: Usability, hedonic value, beauty and goodness. *Interacting with Computers*, 20(3), 419–432.
- van Schaik, P., & Ling, J. (2011). An integrated model of interaction experience for information retrieval in a web-based encyclopaedia. *Interacting with computers*, 23, 18-32.
- van Deursen, A., J.A.M., & van Dijk, J., A.G.M. (2009). Using the Internet: Skill related problems in users' online behavior. *Interacting with Computers*, 21, 393-402.
- van Dijk, J., 2005. The Deepening Divide Inequality in the Information Society. Thousand Oaks: Sage Publications, London. In van Deursen, A., J.A.M., & van Dijk, J., A.G.M.

- (2009). Using the Internet: Skill related problems in users' online behavior. *Interacting with Computers*, 21, 393-402.
- Vass, M., Carroll, J.M. and Shaffer, C.A. (2004). *Supporting Creativity in Problem Solving Environments*. Department of Computer Science Virginia Tech.
- Visser, W. (1994). Organisation of design activities : Opportunistic, with hierarchical episodes. *Interacting with Computers*, 6 (3), 239-274.
- Visser, W. (1996). Two functions of analogical reasoning in design : A cognitive-psychology approach. *Design Studies*, 17, 417-434.
- Visser, W. (2009). La conception : de la résolution de problèmes à la construction de représentations. *Le travail humain*, 72(1), 61.
- Visser, W., Darses, F. & Détienne, F. (2004) Approches théoriques pour une ergonomie cognitive de la conception. In J-M Hoc & F. Darses (Eds) : *Psychologie ergonomique, tendances actuelles*. PUF.
- W -**
- Ward, T. B. (1994). Structured imagination: The role of category structure in exemplar generation. *Cognitive Psychology*, 27(1), 1-40.
- Weisberg, R. W. (1993). *Creativity : Beyond the myth of genius*, New York, Freeman.
- Whiteside, J. and Wixon, D. (1987). The dialectic of usability engineering. In INTERACT 87-2nd IFIP International Conference on Human- Computer Interaction. September 1 - 4, 1987, Stuttgart, Germany, pp. 17 - 20. In Hassenzahl, M., & Tractinsky, N. (2006). User experience - a research agenda. *Behaviour & Information Technology*, 25(2), 91-97.
- Wiley, J. (1998). Expertise as mental set : The effects of domain knowledge in creative problem solving. *Memory and Cognition*, 26, 716-730.
- Wilson, K. (2002). Evaluating images of virtual agents. *Proceedings of the CHI 2002 Conference on Human Factors in Computing*. New York: ACM. In Hassenzahl, M. (2004). The interplay of beauty, goodness, and usability in interactive products. *Human-Computer Interaction*, 19(4), 319-349.

Annexes

Annexe 1 : Consigne de conception (Etude 1A)

M. Bendall, directeur d'un magasin de vente de disques, dvd et billets de spectacles en tous genres, désire présenter sa boutique sur le web. Sa boutique se situe à Paris proche de la Place de la Bastille. Il souhaite que son site présente les produits qu'il commercialise tout en se démarquant des autres sites du même type.

Pour répondre à cet appel d'offre vous devez réaliser une maquette de la page d'accueil du futur site de M. Bendall.

Des documents numériques et papiers (identiques) sont mis à votre disposition pour vous aider dans votre tâche, néanmoins une certaine liberté vous est laissée par le client.

Pendant que vous effectuerez votre activité de conception, vous devrez dire à haute voix tout ce qui vous passe par la tête, même si cela ne vous paraît pas très pertinent. Si vous vous arrêtez de parler, je devrais vous relancer !]

{Pour la condition CCE, suivait cette prescription de contraintes :

M. Bendall souhaite que le concepteur réalise un site qui soit ergonomique, pour être adapté aux futurs utilisateurs. Pour cela, il fournit quelques exigences :

- Certaines informations doivent apparaître sur chaque page : email du webmestre, date de dernière mise à jour, adresse de la page.
- Il faut minimiser le nombre d'images à télécharger et limiter leur densité (taille et résolution).
- L'utilisateur doit toujours savoir où il se situe dans le site.
- Des liens textuels alternatifs aux images doivent être prévus de manière à permettre aux utilisateurs non-voyants d'accéder à ces informations.
- La page doit être conçue pour tous les navigateurs.
- Un titre doit être donné à chaque page.

Ai-je été suffisamment clair ou avez-vous besoin d'autres informations ?}

{Pour la condition CCC, suivait cette prescription de contraintes :

M. Bendall souhaite que le concepteur fasse preuve de créativité. Pour cela, il fournit quelques exigences :

- La page d'accueil doit être innovante par rapport à ce qui existe déjà sur le web.
- La page d'accueil doit apparaître agréable.
- La page d'accueil doit être sophistiquée
- La page d'accueil doit utiliser au maximum les différents médias spécifiques au web (images animées, vidéo, textes, etc.)
- La page d'accueil doit être moderne afin de refléter une nouvelle génération de sites web.
- Elle doit refléter le dynamisme de la société.

Ai-je été suffisamment clair ou avez-vous besoin d'autres informations ?}

J'interromps momentanément votre travail pour vous demander de bien vouloir évaluer deux maquettes de sites web. L'objectif de cette évaluation est de dire à haute voix tout élément qu'il vous semble intéressant de relever pour évaluer la qualité des maquettes en terme d'utilisation, de graphisme, de vente, ou de tout autre point qui vous semble notable.

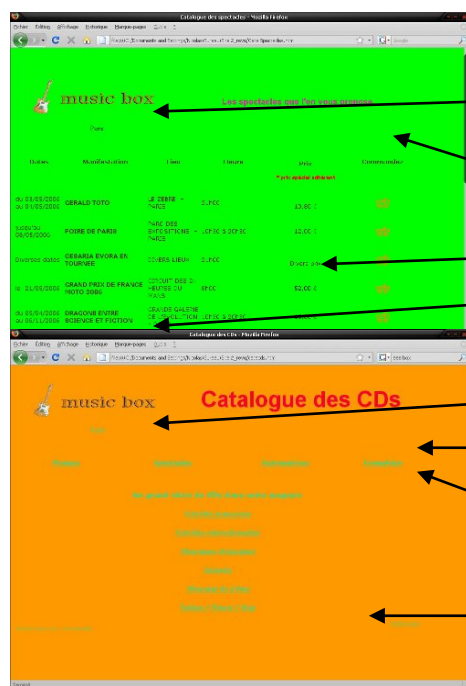
Ces deux maquettes se trouvent sur la clef usb que je vous ai fournie. Vous pourrez explorer ces deux maquettes l'une après l'autre, en commençant par la maquette nommée «site 1 ». Lorsque vous estimerez avoir terminé la première évaluation, vous pourrez ouvrir la deuxième maquette nommée « site 2 ». Lorsque vous estimerez avoir terminé la deuxième évaluation, vous pourrez retourner à votre travail de conception et terminer votre maquette.}

Votre tâche consiste à reprendre et poursuivre la conception de votre page d'accueil, pour y apporter les modifications ou améliorations qui vous semblent nécessaires afin que cette page soit le plus finalisée possible.

Annexe 2 : Captures d'écran du site web comportant des problèmes ergonomiques à évaluer, accompagnées d'exemples de ces problèmes ergonomiques.



- Titre de la page non-pertinent (seulement « Music Box » qui est le nom du site est indiqué)
- Informations inutiles pouvant attirer l'attention (et distraire l'utilisateur)
- Contraste texte/fond trop faible pour une bonne lisibilité
- Libellé du lien non signifiant (pouvant entraîner des erreurs dans les choix des liens)
- Lien et texte soulignés sans permettre de les distinguer
- Page d'accueil trop longue (l'ascenseur est présent à droite de l'écran)



- Police de caractères non-standard (pouvant ne pas être affichée par certains navigateurs)
- Pas de marqueur pour situer les pages où l'utilisateur se trouve dans l'arborescence du site (comme un fil d'Ariane par ex.)
- Pas de délimitation des différentes zones de la page
- Pas de distinction entre les items (pas de regroupement)
- Pas de lien de retour vers la page d'accueil
- Association des couleurs du texte et de fond fatigante pour la lecture
- Pas de cohérence dans la navigation (il y a un menu différent selon les pages)
- Pas d'homogénéité entre les pages (ici fond orange alors que dans la page ci-dessus fond vert, par ex.)

Annexe 3a : Grille de codage des contraintes ergonomique

1 : Guidage
Regrouper les liens principaux dans un menu Respecter les usages des internautes (habitudes, normes implicites, transferts pragmatiques) Doubler les images cliquables d'un lien textuel (également cat.7) Les liens doivent être les plus explicites et les plus simples possibles (également cat.7) La navigation doit rester sur toutes les pages Faire ressortir clairement les liens du reste du contenu Différencier les liens déjà cliqués des autres liens Offrir à l'internaute des outils pour se repérer à tout moment dans le site (fil d'Ariane) (également cat.5)
2 : Charge de travail
Réduire la densité des pages (information, graphisme), en particulier sur l'accueil Les animations doivent être contrôlées (lancement, arrêt) (également cat.3) Limiter la profondeur du site (règle des trois clics) Les pages ne doivent pas être trop longues ou proposer des retours en haut de page L'accueil doit tenir sur un petit écran (1024x768px voir 800x600px) Proscrire les informations superflues (publicités) Faciliter l'accès à l'information (moteur de recherche, filtres, etc.) Eviter le scroll horizontal
3 : Contrôle explicite
Les animations doivent être contrôlées (lancement, arrêt) (également cat.2)
4 : Adaptabilité
Des alternatives de navigation doivent être proposées Optimiser les paramètres des textes pour accroître la lisibilité (taille, empâtement, couleur, etc.) Utiliser un contraste texte/ fond confortable Choisir des couleurs qui ne fatiguent pas les yeux Ne pas faire de superposition avec les textes (en mettant du contenu en fond, "sous" le texte)

5 : Gestion des erreurs
Offrir à l'internaute des outils pour se repérer à tout moment dans le site (fil d'Ariane) (également cat.1)
6 : Homogénéité/Cohérence
Ne pas disperser les informations Respecter une convention pour l'apparence des liens (ex.: liens bleus soulignés) Regrouper les éléments de même catégorie Distinguer clairement les éléments dont l'association pourrait être problématique Structurer le site clairement (par des rubriques distinctes, des pages identifiées facilement, etc.)
7 : Signifiante des codes
Doubler les images cliquables d'un lien textuel (également cat.1) Les liens doivent être le plus explicites et le plus simples possible (également cat. 1)
8 : Compatibilité
Limiter le poids des illustrations pour augmenter la vitesse de chargement de la page Prévoir le plus d'alternatives de condition d'utilisation possible (système, logiciel, écrans, etc.) Employer des polices compatibles au standard du web Préférer le texte aux images (pour limiter le nombre d'images à charger) Doubler les illustrations avec des textes/titre les décrivant (pour les non-voyants) Eviter les technologies qui nécessitent des plugin supplémentaire (Flash)

Annexe 3b : Grille de codage des contraintes liées à l'intérêt du site

1 : Aspects attractifs et esthétiques du site
Faire une interface dynamique (animations, interactivité) Utiliser des graphismes actuels Travailler l'harmonie de la disposition des éléments (interface, produits, etc.) Eviter les éléments qui sortent de la tendance choisie pour le site Mettre des illustrations (images, photos, etc.) Choisir des couleurs attrayantes et agréables Préférer les illustrations au texte Eviter les graphismes trop chargés, lourds
2 : Aspects attractifs et intéressants sur le plan du contenu
Indiquer la teneur de chaque page du site Trouver les informations qui peuvent inspirer confiance aux internautes Trouver les bonnes formulations pour les titres, et des texte accrocheurs Les textes doivent être concis pour intéresser les internautes Donner des informations supplémentaires, comme des astuces Appuyer la situation physique avec un plan et des photos du quartier Mettre les avantages de façon visible
3 : Aspects techniques pour faciliter l'utilisation du site
Faire en sorte que les internautes aillent rapidement vers les produits Mettre des noms d'image évocateurs pour le téléchargement Faire deux types de menu, un en image, l'autre en texte Permettre aux internaute un suivi personnalisé (fonction "mon compte")

Annexe 3c : Grille de codage des contraintes commanditaire.

1 : Originalité du site web
Le site doit paraître actif (Mettre des news) Trouver une identité visuelle originale (pas la charte de nespresso) Le site doit être innovant (proposer des "plus") Trouver les points forts du commanditaire
2 : Respect des particularités du commanditaire
Afficher le logo du commanditaire Taille compatible avec le commanditaire (pas de site Fnac pour une petite boutique de quartier) Respecter une charte graphique, compatible avec le commanditaire (ex. : couleurs, images, thème)
3 : Augmentation des ventes
Une partie panier pour déposer les articles Faire de la publicité Faire des liens avec des partenaires (sites amis) Un bandeau avec le slogan d'accroche du site Ciblage des acheteurs (public plutôt jeune, etc.) Garder l'objectif de vendre (ex. : mise en avant produit, prix) Offrir des previews des produits (player, extrait de spectacle) Un lien contact donne les coordonnées du commanditaire Fidéliser les clients (ex. : "mon compte", "news letter", "espace adhérent") Inciter à acheter (liens connexes au panier, promotions, dernière places dispo, les plus commander) Le site doit donner l'impression de répondre aux attentes des clients (pas de résultat de recherche vide...).
4 : Structure et contenu du site
Structurer le site selon l'offre du commanditaire (Cd et Spectacle, catégories de musiques) faire un effort sur les labels Reprendre certains standards des sites du même genre (ex. : faire du benchmark, présentation carrousel) Le site devra comporter les informations légales d'un site de vente (ex. : mentions légales, crédits)
5 : Autre
Proposer des offres supplémentaires au commanditaire (ex. : logo en vectoriel, gestion de contenu)

Annexe 4 : Grille d'évaluation ergonomique complétée pour chaque pages web réalisé par les participants

Information de positionnement dans l'arborescence	
Menu pas assez visible	
Menu pas constant sur l'interface	
Mauvais groupement des items	
Mauvaise identification des catégories	
Titre de page absent ou mal renseigné	
Titre de catégorie absent ou mal renseigné	
Polices pas au standard	
Polices pas assez grosses pour être lisibles	
Liens ne respectant pas une convention	
Liens n'étant pas sémantiquement pertinents	
Taille de site dépassant 960px en largeur	
Page d'accueil dépassant un 580px en hauteur	
Textes trop longs ou mal aérés	
Trop d'étapes pour atteindre un produit (plus de 3)	
Informations superflues (pub)	
Mauvaise cohérence de l'interface (invariants)	
Symboles / images non doublés de textes sur page	
Images trop lourdes (pas au format web)	
Le contraste texte / fond pas assez marqué	
Les couleurs sont gênantes	
Texte souligné sans être lien	
Pas de lien vers l'accueil textuel présent sur toute page	
Mauvaise aération des rubriques /de la page (lourdeur)	
Hierarchisation de l'information, importante : plus visible	

Hiérarchisation de l'information, importante : haut gauche	
Balises alt non renseignées	
Pas d'information de mise à jour	
Pas le mail de contact (webmestre)	
...	
Total	

Annexe 5a : Consigne donnée aux utilisateurs pour réaliser l'évaluation esthétique

Bonjour,

Vous allez voir une série de {x} pages d'accueil en construction.

Pour avancer d'une page, il vous suffit d'appuyer sur le bouton suivant, pour revenir sur la page précédente, vous pouvez appuyer sur le bouton précédent.

Pour chaque page, vous allez devoir remplir une feuille du questionnaire.

Une fois la 1^{ère} page web vue et la 1^{ère} feuille du questionnaire remplie, vous irez à la 2^{ème} page web pour remplir la 2^{ème} page du questionnaire.

Vous devrez faire la même chose avec les {x} pages.

Merci d'indiquer sur chaque page du questionnaire le numéro du site (ce numéro se situe en bas, à gauche de chaque page écran).

Annexe 5b : Questionnaire d'esthétique complété pour chaque page d'accueil

Ce site est beau.	1234567 Tout à fait en désaccord Tout à fait d'accord
Le graphisme de cette page est plaisant.	1234567 Tout à fait en désaccord Tout à fait d'accord
Le graphisme de cette page est clair.	1234567 Tout à fait en désaccord Tout à fait d'accord
Le graphisme de cette page est soigné.	1234567 Tout à fait en désaccord Tout à fait d'accord
Le graphisme de cette page est harmonieux.	1234567 Tout à fait en désaccord Tout à fait d'accord
Le graphisme de cette page fait preuve de créativité.	1234567 Tout à fait en désaccord Tout à fait d'accord
Le graphisme de cette page attire le regard / est attractif.	1234567 Tout à fait en désaccord Tout à fait d'accord
Le graphisme de cette page est original.	1234567 Tout à fait en désaccord Tout à fait d'accord
Le graphisme de cette page est sophistiqué.	1234567 Tout à fait en désaccord Tout à fait d'accord

Annexe 5c : Questionnaire destiné à établir le profil d'utilisateur du web des participants utilisateurs

Quel est votre âge ? :

Quel est votre sexe :

Depuis combien d'années (approximatif) utilisez-vous Internet ? :

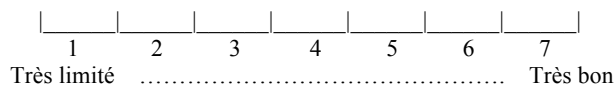
A quelle fréquence l'utilisez-vous (cochez la ou les case(s) correspondante(s)) ? :

- ☐ Rarement : une fois par mois moins d'une fois par mois
- ☐ Souvent : plusieurs fois par semaine (indiquez le nombre moyen d'heures / semaine :))
- ☐ Quotidiennement : plusieurs fois par jour (indiquez le nombre moyen d'heures / jour :))

Quelles activités réalisez-vous sur Internet (cochez la ou les case(s) correspondante(s)) ? :

- ☐ Recherche d'information (études, actualités, etc.)
- ☐ Consultation de sites dédiés à la musique et/ou aux spectacles (concerts, etc.)
- ☐ Achat en ligne (fnac, amazone, etc.)
- ☐ Messagerie instantanée (msn, skype, etc.)
- ☐ Webmail (yahoo-mail, gmail, etc.)
- ☐ Autres :

Estimez votre niveau de connaissances avec Internet (sur une échelle allant de très limité à très bon) :



En quelle année d'étude êtes-vous actuellement (avec la discipline) ?

Quel est le dernier diplôme que vous avez obtenu (avec la discipline) ?

Annexe 5

Quelle est votre langue maternelle ?

Comment qualifiez-vous votre affinité avec le graphisme et/ou l'esthétique (sur une échelle allant de très limitée à très importante) ?

1	2	3	4	5	6	7
Très limitée						Très importante

Annexe 6 : Consigne de conception (étude 2A)

Entrainement

Je vais vous demander tout d'abord de réaliser le dessin d'une maison comportant un étage avec un balcon. Pendant la réalisation de ce dessin, vous devrez me dire toutes les idées qu'il vous passe par la tête pour réaliser le dessin. En somme vous devez m'expliquer tout le cheminement de votre pensée pour réaliser la tâche, au fur et à mesure. Je vous relancerais si je m'aperçois que vous avez oublié cette consigne.

Vous pouvez commencer le dessin.

Exercice

Mise en situation :

Un client propriétaire d'un magasin de vente de CDs de musique et vente de billets de spectacles vous demande de concevoir une première maquette de son futur site web. Il vous laisse carte blanche pour imaginer le design et la navigation au sein de son site. Il souhaite simplement que la maquette de son site :

- Soit constituée de la page d'accueil et d'une autre page de votre choix
- Propose un échantillon des produits qu'il vend dans son magasin
- Corresponde aux attentes des clients d'un magasin de musique
- Soit innovant vis-à-vis des autres sites existants

Une première maquette a été proposée au gérant du magasin, la vidéo suivante vous présente les problèmes de navigation qu'elle comporte : [évaluation musicbox](#)
Vous pourrez consulter à nouveau si nécessaire cette vidéo lorsque vous concevrez les deux pages web demandées par le client.

{partie réservée à la condition défixation :

Dans votre maquette composée de deux pages (page d'accueil et une autre page), **vous devez absolument éviter :**

1. La dispersion des informations de même nature
2. Les pages trop longues qui ne tiennent pas dans un écran de 17 pouces
3. Les polices de caractères qui ne sont pas standards (Bradeley Hand, etc.)
4. Les informations superflues qui risquent de distraire l'internaute
5. Les pages dont le titre n'est pas pertinent avec le contenu de la page

}

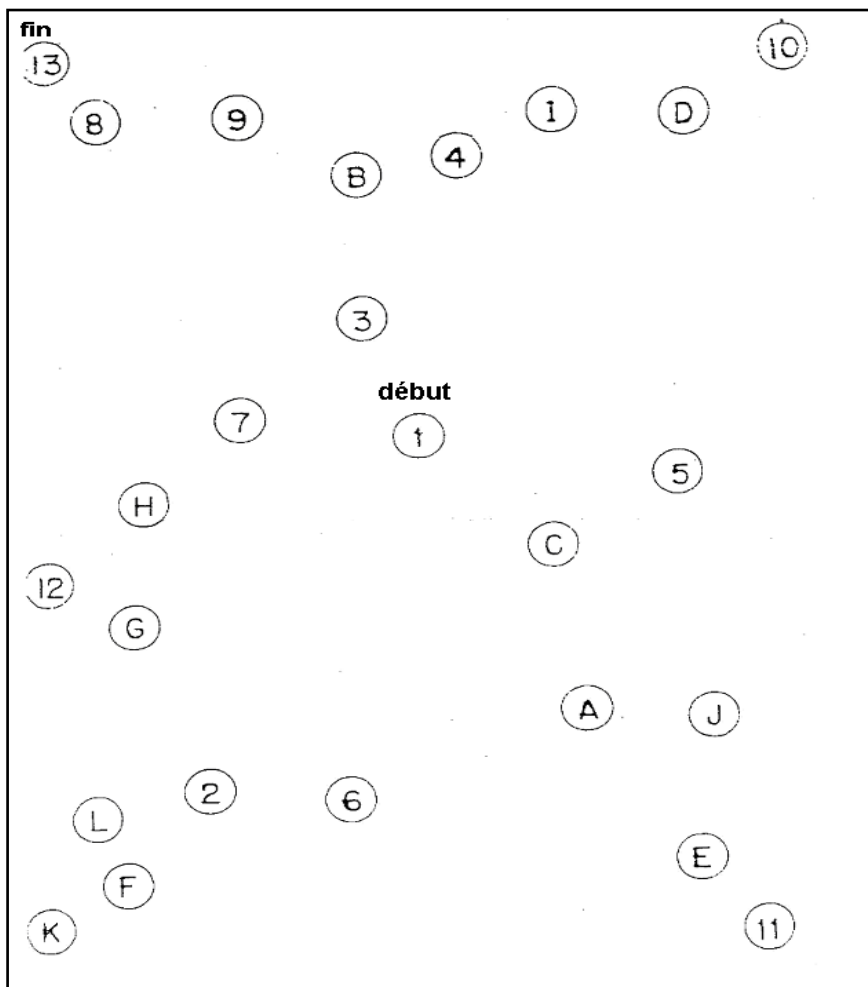
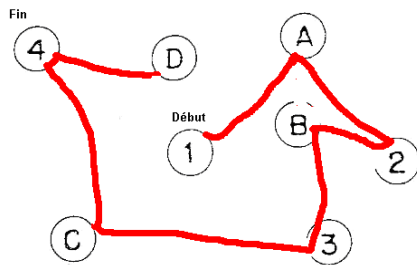
Vous devez expliciter au fur et à mesure ce que vous faites à haute voix (comme précédemment avec le dessin de la maison). L'enregistrement est anonyme et nous sert simplement à éviter de prendre des notes.

Vous pouvez commencer la maquette.

Annexe 7a : Partie B du test de flexibilité Trail Making Test

Sans lever le crayon, reliez en alternance les cercles de 1 à 13 et de A à L en suivant le cheminement suivant : 1→A→2→B→3→C→ ... →13. Le plus rapidement et le plus efficacement possible.

Exemple :



Annexe 7b : Consigne et utilisation du test de flexibilité Plus-Minus

Plus-Minus

Le test du Plus-Minus se déroulait en trois temps et permettait d'évaluer la flexibilité de traitement des participants, leur capacité à passer d'une tâche à une autre ou d'une stratégie à une autre (ici d'un traitement numérique à un autre). Tout d'abord le participant effectuait la première planche de calcul, il avait pour consigne d'ajouter 3 à tous les nombres de la planche, le plus rapidement possible. Ensuite l'expérimentateur présentait la deuxième planche et demandait au participant d'ôter 3 à tous les nombres. Enfin pour la dernière planche la consigne était : « alternez l'addition et la soustraction du chiffre 3 pour les nombres de cette planche, vous commencerez par ajouter 3 au premier nombre, puis vous ôterez 3 au deuxième et ainsi de suite ».

Le temps mis par le participant pour effectuer chacune des planches était chronométré. Nous avons ensuite calculé la moyenne des temps mis par le participant pour effectuer les deux premières planches, c'est-à-dire le temps moyen mis par le participant à effectuer une opération simple de type addition ou soustraction. Nous pouvions alors calculer le score de flexibilité : SF du participant en effectuant la soustraction de cette moyenne au temps mis pour effectuer la troisième planche.

$$SF = T3 - [(T1+T2) / 2]$$

Avec : T1 : temps mis pour effectuer la planche 1 (+3)

T2 : temps mis pour effectuer la planche 2 (-3)

T3 : temps mis pour effectuer la planche 3 (+3/-3)

Annexe 8a : Décomposition des étapes d'évaluation de l'outil visuel

Etape 1 : choix du visuel

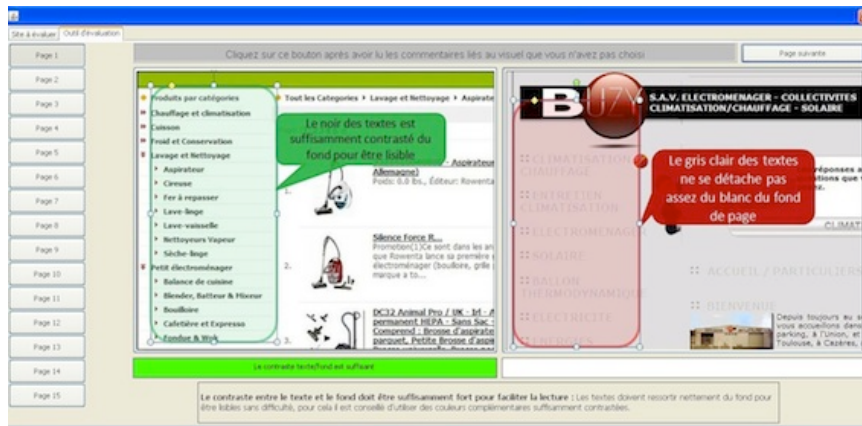


Etape 2 : affichage de la recommandation ergonomique correspondant au visuel choisi



Annexe 7

Etape 3 : Affichage des commentaires de l'autre visuel (solution de conception)



Annexe 8b : Décomposition des étapes d'évaluation de l'outil questionnaire

Etape 1 : choix de la réponse par oui ou non

The screenshot shows a questionnaire interface. On the left, there is a vertical list of 15 pages, labeled 'Page 1' through 'Page 15'. 'Page 1' is highlighted. The main content area displays the text 'Le titre de page est absent ou mal renseigné' followed by two hyperlinks: 'Oui' and 'Non'. In the top right corner, there is a small, empty rectangular box.

Etape 2 : énonciation de la recommandation

The screenshot shows the same questionnaire interface as in Step 1, but with additional content. The text 'Le titre de page est absent ou mal renseigné' and the 'Oui - Non' links are still present. Below the links, there is a section titled 'Mauvais titre de page :' followed by a paragraph: 'Les internautes novices sont vite perdus lorsque plusieurs pages web se suivent sur leur écran, avoir un titre de page visible et explicite peut les aider.' In the top right corner, there is a button labeled 'Suivant'.

Etape 3 : consultation

Page 1

Page 2

Page 3

Page 4

Page 5

Page 6

Page 7

Page 8

Page 9

Page 10

Page 11

Page 12

Page 13

Page 14

Page 15

Suivant

Le titre de page est absent ou mal renseigné

Oui - Non

Bon titre de page :

Les internautes novices sont vite perdus lorsque plusieurs pages web se suivent sur leur écran, avoir un titre de page visible et explicite peut les aider.

Annexe 9a : Consignes d'évaluation avec outil visuel

Première étape :

La première étape de notre rendez-vous est d'évaluer une partie d'un site web existant à l'aide d'un outil que nous mettons à votre disposition. Je précise que l'objectif n'est en rien d'évaluer vos connaissances mais de tester l'apport de l'outil dans l'évaluation.

Fonctionnement de l'outil : Dans une première phrase, nous vous demandons de comparer certains aspects du site évalué avec deux visuels. Vous devez cliquer sur le visuel le plus ressemblant. Une fois que vous aurez choisi l'un des deux visuels, un petit texte explicatif apparaîtra sous ce visuel ; l'outil est en rapport avec l'ergonomie.

Suite :

En plus de cette évaluation effectuée à l'aide de l'outil, j'aimerais que vous me donniez une évaluation manuscrite des problèmes ergonomiques que vous estimez présents dans le site.

A la suite de cette évaluation manuscrite, vous pourrez entamer la conception de votre maquette à partir du matériel que je vous donnerai.

Annexe 9b : Consigne d'évaluation avec l'outil questionnaire

Première étape :

La première étape de notre rendez-vous est d'évaluer une partie d'un site web existant à l'aide d'un questionnaire que nous mettons à votre disposition. Je précise que l'objectif n'est en rien d'évaluer vos connaissances mais de tester l'apport du questionnaire dans l'évaluation.

Fonctionnement de ce questionnaire : Dans une première phrase, nous vous donnons une évaluation de certains aspects du site évalué. Vous devez choisir si vous êtes d'accord (oui) ou pas d'accord (non) avec cette évaluation. Une fois votre choix fait, un petit texte explicatif apparaîtra ; le questionnaire est en rapport avec l'ergonomie.

Suite :

En plus de cette évaluation effectuée à l'aide du questionnaire, j'aimerais que vous me donniez une évaluation manuscrite des problèmes ergonomiques que vous estimez présents dans le site.

A la suite de cette évaluation manuscrite, vous pourrez entamer la conception de votre maquette à partir du matériel que je vous donnerai.

Suite :

En plus de cette évaluation effectuée à l'aide du questionnaire, j'aimerais que vous me donniez une évaluation manuscrite des problèmes ergonomiques que vous estimez présents dans votre maquette.

A la suite de cette évaluation manuscrite, vous pourrez poursuivre l'avancement de votre maquette.

Annexe 9c : Consigne d'évaluation avec l'outil bloc-notes

Première étape :

La première étape de notre rendez-vous est d'évaluer une partie d'un site web existant à l'aide d'un outil que nous mettons à votre disposition. Je précise que l'objectif n'est en rien d'évaluer vos connaissances mais d'étudier le processus d'évaluation.

Ce site web porte sur le même thème que la maquette de pages web que vous aurez à réaliser, il s'agit d'un site de vente de matériels électroniques et électroménager. Votre évaluation devra porter sur l'ergonomie du site.

Suite :

En plus de cette évaluation manuscrite, j'aimerais que vous me décriviez quels sont les problèmes ergonomiques les plus fréquents dans les sites web selon vous.

A la suite de cette évaluation manuscrite, vous pourrez entamer la conception de votre maquette à partir du matériel que je vous donnerai.

Annexe 10 : Consigne de conception (Etude 3A)

Deuxième étape : conception d'une maquette de pages web

Dans la deuxième étape de notre entretien, j'aimerais que vous conceviez une maquette de site web composée d'une page d'accueil et d'une page associée.

La contrainte de temps peut paraître forte, mais je m'intéresse principalement aux spécifications que vous allez trouver pour ces pages web. Les finitions sont de moindre importance.

Attachez-vous principalement à dresser les spécifications et à les articuler sur un support permettant à un novice d'avoir un bon aperçu de l'apparence du futur site.

Situation :

Les pages web que je vous demande de réaliser visent à mettre en ligne les produits vendus par une boutique de matériel électronique et électroménager. Cette boutique doit ouvrir dans la ville de Poissy (dans les Yvelines) très bientôt, elle sera d'assez petite taille (deux employés en plus de son propriétaire).

Le propriétaire de cette boutique (client) veut proposer une gamme de produits assez peu étendue mais répondant à la plupart des besoins d'une clientèle de proximité qui souhaite miser sur le service (conseils, mise en route, dépannage) qu'une petite boutique peut apporter.

L'objectif principal du site serait de faire connaître la boutique physique et d'afficher la gamme de produits et de services qu'elle propose. Mais le client ne serait pas contre la possibilité de vendre en ligne sa gamme de produits. La surface de la boutique physique ne permettant pas de disposer d'un showroom suffisant, le client aimerait que le site puisse combler (même partiellement) cette lacune.

Le budget qu'il envisage pour le site n'est pas encore bien défini, tout en restant proportionnel à la taille de la boutique, le client est prêt à faire un effort substantiel pour obtenir un site apte à lancer son activité.

Un ensemble de documents est mis à votre disposition comme matériel de base pour la conception de la maquette, libre à vous de prendre ce qu'il vous semble intéressant.

- | | |
|--|--|
| - Images | - Documents |
| ○ Boutique (diverses images) | ○ Boutique (diverses présentations) |
| ○ Produits (visuels des produits et de regroupements de produits classiques) | ○ Produits (catalogue et fiches produits détaillées) |
| | ○ Services (descriptifs de services informatiques) |

Pour recueillir le matériel dont j'ai besoin, vous devrez dire à haute voix tout ce qui vous passe par la tête pendant que vous réalisez votre maquette. J'enregistre ce que vous dites pour pouvoir étudier à posteriori certains éléments du processus de conception, mais cet enregistrement ne sortira pas du cadre de ce travail et ne sera en aucune manière une évaluation de votre performance.

Annexe 11 : Exemple de protocole verbal retranscrit et codé

Code couleur :

o Contr. Ergonomiques

o Contr. Intérêt

o Contr. Commanditaire

« (...) l'ai vraiment en tête, ça c'est un truc à vérifier, les taille des trucs classiques (18 :23). Je vais partir à peu près sur du 460... bon si jamais il faut qu'il y ait **une pub** ici, il faut qu'elle soit avec une structure de site ... **pub, pub, pub**, et **logo ici**, **menu horizontal**, si il doit y avoir une **bannière ici**, il faut que ce soit une bannière de type 460x60 et pas une mégaban, **ce qui est très possible et très gérable** et ça laissera d'autant plus de place pour tout ce qui est **ambiance graphique qui annonce la thématique du site**. Parce qu'une mégaban à tendance à cacher le design. Et donc ici il y aurait **plein de pubs**, alors si je pars là-dessus ça veut dire que quand même ce site va consacrer une grande part à ses partenaires, alors est-ce que c'est vraiment le cas, pour cela il faudra que je regarde à nouveau la vidéo **mais je crois avoir vu beaucoup de publicité quand même**. On peut avancer et reculer sur le... (lecteur vidéo) ?

Oui

Pour être sur ... dans les autres pages ... oui là déjà il y en a moins...

La vidéo est simplement un exemple.

D'accord, c'est-à-dire que la **publicité** ça peut aller très vite sur le web, les partenariats et tout ça ça peut aller vraiment très vite, du coup je suis en train de réfléchir, parce que si je reste sur cette position avec le menu horizontal, déjà **il faudrait que j'aille voir ce qui se fait sur internet**, je n'ai pas fait ma petite recherche, me documenter sur le thème, mais bon j'ai vaguement le site fnac en tête qui propose **un peu les mêmes services**, même multipliés puisqu'il y a **d'autres options à la fnac que celui d'acheter des cd** ou des places de spectacles et je sais que déjà ils sont partis sur des menu horizontaux, et leurs partenaires... Alors ça je ne sais pas, donc je vais aller faire un petit tour sur internet, juste d'habitude... en fait ils fonctionnent effectivement par **un système d'onglet**, donc ici on a les items de niveau un, les items de niveau deux, et il y a un roll over... à là il n'y a pas, mais sur les produits oui parce qu'il y en a beaucoup, on a même un niveau trois, ok. Donc en fait là c'est quand même pas mal pensé et ça

permet effectivement d'avoir disons des systèmes de pubs intégrés au cœur de page, ça je n'y avais pas pensé plutôt que dans le header... pas con ça, parce que ça permet d'avoir une harmonie tout en haut et de solidifier l'intégralité de la page, et les pubs se positionnent par blocks, sous forme d'encarts. Il y a aussi du flash. Donc oui avec... donc là en fait la page d'accueil de la fnac ils sont loin de garder les 600 pixels de haut, ils s'en foutent un peu, c'est peut être la nouvelle tendance aussi. Ça peut être une solution aussi, donc l'heure est à l'hésitation, il va peut être falloir savoir prendre une décision. Donc moi en fait je suis assez partante pour faire ce qu'il se fait aujourd'hui avec le système de menu horizontal, ne rien mettre dans le header, comme publicité, pour le laissé évoluer dans l'ambiance graphique du site, et c'est surtout qu'il ne faut pas oublier que le site que l'on doit réaliser, même s'il n'est pas aussi chargé que celui de la fnac, il sera quand même assez chargé, d'un tas de produits et tout, donc il faut alléger au maximum le graphisme. Du coup je vais partir là-dessus avec un système de deux colonnes, je vais juste vérifier si en plus de la hauteur ils se sont amusé à changer les règles de la largeur, il semblerait que oui, ah on est sur du 980, ça ça va. Parce qu'autant ce n'est pas très gênant d'avoir un scroll vertical sur le web, qu'un scroll horizontal c'est carrément insupportable, donc là quand même ils ne se sont pas amusés à tout chambouler. Donc passer sur 980 comme eux ça me permettrait d'aérer un peu plus tous les éléments de page. Bon là il faudrait que j'aie vu un peu plus d'autres sites, mais vu le temps imparti on va rester là-dessus. Donc je vais abandonner l'idée du menu à gauche, pour plusieurs raisons, mais l'essentielle c'est que il faut souvent présenter à (...) ».

Annexe 12 : Qualités et défauts des outils

Défauts de l'outil Visuel	Qualités de l'outil Visuel
- Questions pas toujours claires - Choix du site de référence (trop rudimentaire) - Bouton « poursuivre » qui change de label - Captures pas toujours adaptées	- Ludique - Check liste intelligente - Rappel des bases de la conception - Simplicité - Pragmatique - Fluide et stimulant - Facile d'accès
Défaut de l'outil Questionnaire	Qualités de l'outil Questionnaire
- Manque de synthèse - Questions trop génériques (certaines) - Interface perfectible - Pas glamour	- Présentation claire et lisible - Check liste - Questionnaire plein écran - Rapide - Revoir les bases - Les commentaires (recommandations)

Annexe 13 : Résultats aux questions d'expertise en ergonomies (Etude 3A)

	Quelle importance prennent ces matières dans votre activité ? [L'ergonomie]		Quelle a été votre formation sur ces matières ? [L'ergonomie]		Quel niveau d'expertise pensez-vous avoir dans ces matières ? [L'ergonomie]	
	M.	s.	M.	s.	M.	s.
Outil Bloc-notes	4,50	0,58	3,50	0,58	3,50	0,58
Outil Quest.	4,00	0,82	2,75	0,96	4,00	0,82
Outil Visuel	4,00	0,82	2,75	0,96	4,00	0,82