essai

LA CONCEPTION DES DOCUMENTS POUR LE WEB

Aline Chevalier

PRESSES DE L'enssib
PAPIERS

essai

LA CONCEPTION DES DOCUMENTS POUR LE WEB

PAPIERS SOUS LA DIRECTION DE THIERRY ERMAKOFF

++++++++++++++++++++++++++++++

La collection Papiers a pour ambition d'explorer de nouveaux champs de recherche autour des sciences de l'information et des bibliothèques. Elle donne aux auteurs l'occasion de produire une réflexion nouvelle, originale, et propose de nouvelles lectures des domaines d'expertise de l'enssib.

++++++++++++++++++++++++++++++

PRESSES DE L'ENSSIB
École nationale supérieure des sciences de l'information et des bibliothèques
17-21 boulevard du 11 novembre 1918
69623 Villeurbanne Cedex
Tél. 04 72 44 43 43 – Fax 04 72 44 43 44

Pour suivre l'actualité de nos publications :
< **http://www.enssib.fr/presses** >.

Pour obtenir la version imprimée (34 €) : commande auprès des libraires ou sur la librairie en ligne *Le comptoir des presses d'universités (LCDPU)* < **http://www.lcdpu.fr/** >.

Supports : broché et PDF
ISBN imprimée : 979-10-910281-03-4
ISBN PDF : 979-10-91281-08-9
Nombre de pages : 224
Format : 15 x 23 cm
Année de parution : 2013
Prix de la version imprimée : 34 €
Prix de la version numérique : 20,04 €

PRESSES DE L'ENSSIB
PAPIERS

essai

LA CONCEPTION DES DOCUMENTS POUR LE WEB

Aline Chevalier

Aline Chevalier est professeur de psychologie cognitive ergonomique. Elle enseigne au sein du département de psychologie de l'université Paris Ouest Nanterre dont elle assure la coresponsabilité d'un master professionnel de psychologie lié aux technologies de l'information et de la communication. Elle conduit ses recherches au sein du laboratoire *Cognition, Langues, Langage, Ergonomie* (CNRS et université de Toulouse) sur la conception et la compréhension de documents pour le Web.

Remerciements

Je tiens à remercier les collègues avec lesquels j'ai collaboré au cours de ces dernières années, ainsi que les étudiants et doctorants dont j'ai eu l'opportunité d'encadrer les travaux de recherche.
J'exprime également ma gratitude à André Tricot pour m'avoir offert l'opportunité d'écrire cet ouvrage qu'il a dirigé aux Presses de l'enssib.
Enfin, merci à ma famille et à mes proches, en particulier Julien, Nicolas, Émilie & Julien, pour leur soutien permanent, pour leur présence et pour leurs encouragements sans faille.

La conception des documents pour le Web [Ressource électronique] / Aline Chevalier. - Villeurbanne : Presses de l'enssib, cop. 2013. - Données textuelles (1 fichier PDF). - L'impression du document génère 224 pages. - (Collection Papiers).
ISBN 979-10-91281-08-9 (édition électronique)

Rameau :
Édition électronique
Sites Web - - Conception
Ergonomie cognitive

Dewey : 070.579 73

Notice rédigée par la bibliothèque de l'enssib.

© enssib, 2013.

SOMMAIRE

Introduction 7

Chapitre I. L'activité de conception 15

Chapitre II. Expertise, stratégies et gestion de contraintes 39

Chapitre III. Adoption et changement de points de vue : fixation ou flexibilité cognitive en conception Web ? 83

Chapitre IV. Rechercher des informations et naviguer sur le Web : quelles différences entre concepteurs et utilisateurs ? 101

Chapitre V. L'ergonomie des interfaces et les aides à apporter aux concepteurs 121

Chapitre VI. Ergonomie et esthétique, quels liens ? 163

Conclusion 179

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Bibliographie 185

Table des matières 217

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Depuis une vingtaine d'années, les technologies de l'information et de la communication ou TIC (exemples : téléphone mobile, Internet) envahissent notre quotidien pour désormais en faire totalement, ou presque, partie. Parmi ces technologies, on observe un essor fulgurant des documents électroniques, et, plus précisément sur Internet, de sites Web, une forme de documents électroniques constitués d'hypertextes.

On attribue à Bush la première description de l'hypertexte en 1945, dans un article où il décrit un bureau électronique imaginaire et futuriste (le système Memex) [Bush, 1945]. Toutefois, l'hypertexte n'a pas pu se concrétiser à cette période pour des raisons techniques. Le terme hypertexte a été proposé une quinzaine d'années plus tard par Ted Nelson. Nelson [1965] définit un hypertexte comme un réseau constitué par un ensemble de documents informatiques liés entre eux. La principale propriété de l'hypertexte consiste à fournir une approche non-linéaire du document, par opposition au livre sur support papier (ou plus largement aux documents papiers) : l'utilisateur d'un système hypertexte peut accéder de différentes façons et par différents chemins à un même contenu.

Ces documents sont aujourd'hui très répandus dans le monde du travail, des services, de la culture, des loisirs ou de l'éducation. On les trouve sous forme de cédéroms, de DVD (encyclopédies électroniques, cédéroms culturels ou ludiques) ou de sites Web (institutionnels, commerciaux, personnels, etc.).

L'Internet constitue un outil de travail dans différentes situations professionnelles. Par exemple, la plupart des banques disposent de systèmes permettant le partage d'informations entre plusieurs établissements situés dans des zones géographiques différentes, mais aussi avec leurs clients. En tant que chercheurs, nous utilisons les bases de données électroniques pour réaliser des recherches bibliographiques. L'Internet sert également dans des situations personnelles, telles que réserver un voyage ou payer ses impôts en ligne. Cela confère aux sites Web un statut particulier et privilégié : nous sommes amenés à interagir avec ces documents pour différentes raisons, dans différents contextes.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Par ailleurs, la facilité, notamment technique, pour accéder à Internet (par la démocratisation de l'informatique et le développement des connexions haut débit) a contribué à l'augmentation du nombre d'utilisateurs, peu formés, ayant des profils et des besoins d'informations très différents.

Depuis une quinzaine d'années, on peut noter que des travaux de plus en plus nombreux portent sur l'étude de l'activité cognitive des utilisateurs de ces documents[1]. Ces travaux permettent de :

- mieux comprendre certains facteurs cognitifs (tels que l'expertise ou le vieillissement) et/ou certaines caractéristiques liées à la tâche (telles que la structure du système, la complexité des tâches à réaliser) pour expliquer les difficultés auxquelles les utilisateurs sont confrontés ;
- développer des aides à l'utilisation de ces systèmes ;
- formuler des guides et recommandations ergonomiques destinés aux concepteurs de ces documents. Ces guides et recommandations visent à aider les concepteurs à développer une activité centrée utilisateurs et ainsi à créer des documents plus simples à utiliser.

Ces travaux sont extrêmement pertinents tant sur le plan de la recherche fondamentale que des retombées pratiques, mais doivent être complétés par des études visant à mieux comprendre l'activité cognitive des concepteurs et la façon dont ils prennent (ou ne prennent pas) en compte les besoins des futurs utilisateurs des systèmes qu'ils conçoivent. C'est en identifiant leur manque de connaissances des besoins des futurs utilisateurs et des difficultés que les concepteurs rencontrent, que des aides efficaces et adaptées à leur activité pourront être développées et utilisées par ces derniers.

Dans le cadre de cet ouvrage, nous aborderons les points (ou questions) suivants :

- quelle activité cognitive développent les concepteurs ? Quelles difficultés rencontrent-ils ? Comment les expliquer ?
- comment les aider à considérer les besoins des futurs utilisateurs sans pour autant perturber ou alourdir leur activité ?

1. Pour une synthèse sur ce point, cf. l'ouvrage de Nicole Boubée et André Tricot, *Qu'est-ce que rechercher de l'information ?* Villeurbanne, Presses de l'enssib, 2010 (collection Papiers).

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

- quelle est la place de l'esthétique, notamment par rapport à l'ergonomie, dans l'utilisation du Web et dans l'activité des concepteurs ?

Nous aborderons ces trois points en inscrivant notre cadre théorique dans les modèles et le champ de la psychologie cognitive, en particulier de la résolution de problèmes complexes. Les contributions empiriques, qui alimentent une partie de cet ouvrage, sont principalement de nature expérimentale – méthode « classique » de la psychologie cognitive. Concernant plus précisément les études que nous avons conduites et que nous présentons dans cet ouvrage, elles ont été mises en place avec un souci de validité écologique, en s'assurant que la méthode adoptée ne détruise pas l'objet étudié. Cela constitue l'une des préoccupations majeures de l'approche ergonomique [Hoc, 2001].

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il est nécessaire de revenir sur quelques considérations relatives aux documents électroniques en psychologie cognitive ergonomique.

HYPERMÉDIAS : LES CENTRES D'INTÉRÊTS DE LA PSYCHOLOGIE COGNITIVE

Les documents électroniques connaissent un succès fulgurant : si la quantité de documents produits au cours de l'Histoire de l'humanité doublait déjà tous les vingt mois selon le *Journal of the American Society for Information Science* en 1998, Pirolli et Card [1999] notaient que la quantité de pages Web doublait chaque année [Tricot, 2007]. En 1995 alors qu'on ne comptait que 19 000 sites, en octobre 2010 on en recense plus de 232 millions[2].

À la création de l'hypertexte, les chercheurs ont été très enthousiastes quant à son utilisation pour rendre la lecture interactive en avançant l'idée selon laquelle les systèmes hypertextes permettraient aux lecteurs d'acquérir des structures de connaissances avancées (cf., par exemple, [Conklin, 1987 ; Fredin, 1997 ; Spiro, 1990]). Cependant, il semblerait, dans certains cas au moins, que les hypertextes augmentent la charge cognitive de ses utilisateurs pouvant aller jusqu'à perturber l'apprentissage et leur utilisation (pour une synthèse, cf. [Amadieu, 2006 ; DeStefano, 2007 ; Ganier, 2008]). En effet, les documents hypertextes permettent de multiplier les

2. Source : < http://news.netcraft.com/archives/category/web-server-survey/ >.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

formats et les modes de présentation des informations (ils permettent l'ajout d'animations, de bandes sonores ou encore de vidéos), ainsi qu'une lecture non-linéaire et personnalisée de l'information [Conklin, 1987]. Ce faisant, lorsque les apprenants ne disposent pas des connaissances requises à l'utilisation de ces outils et/ou lorsque les systèmes hypertextes ne sont pas adaptés aux capacités cognitives de leurs utilisateurs, ces systèmes peuvent desservir leur fonction première, qui est de faciliter les situations d'apprentissage et, plus largement, les situations d'utilisation.

Par ailleurs, le nombre de nœuds[3] dans les hypertextes contribue à la difficulté en termes de prises de décision : plus le nombre de nœuds augmente, plus le lecteur (ou l'utilisateur) se trouve confronté à un choix important. Cela peut générer des difficultés de compréhension et, ce faisant, de prises de décision quant aux choix des informations pertinentes pour satisfaire la tâche à réaliser. Le manque de connaissances des individus sur la façon d'accéder aux hypertextes peut accentuer les difficultés rencontrées. Malgré ces difficultés d'utilisation, les hypertextes et, plus particulièrement, les hypermédias sont devenus des outils très répandus, ce qui a conduit de nombreuses disciplines aussi variées que l'informatique, différents champs de la psychologie, les sciences de l'éducation ou encore la sociologie des usages à s'y intéresser.

Dans le champ de la psychologie cognitive ergonomique, différents axes de recherches visent à mieux comprendre les processus cognitifs sous-jacents à l'utilisation de ces documents hypermédias (pour une vue d'ensemble des recherches actuelles, cf. [Chevalier, 2008c]). Ils ont pour objectif de mieux comprendre en quoi et pour quelles raisons ces documents sont complexes à traiter par les individus. De façon synthétique, les recherches s'articulent autour de l'étude de trois activités cognitives principales :

- apprendre avec des hypermédias ;
- lire et comprendre des hypermédias ;
- et enfin rechercher des informations dans ces documents.

Bien que ces activités cognitives conduisent à des champs d'investigation relativement indépendants, en réalité, ces trois activités sont étroitement imbriquées. Pour apprendre un concept donné, l'individu peut être amené

3. Selon Conklin [1987], la notion de nœud dans les hypertextes se rapproche de celle de paragraphe dans les textes avec le même flou sur les règles définissant son extension possible. Selon Tricot [2007], dans un hypermédia, un nœud correspond à un texte, à une image, un son, etc.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

à rechercher des informations relatives à ce concept. Rechercher des informations implique de sélectionner les informations pertinentes parmi tout un ensemble d'informations où les activités de lecture et de compréhension jouent un rôle central.

Les principaux résultats de ces travaux montrent que dans certains cas l'intégration de plusieurs médias favorise la compréhension et la mémorisation. D'autres, au contraire, mettent en évidence que l'intégration de plusieurs médias et modalités peut impliquer une charge cognitive importante, une détérioration de l'apprentissage et de façon générale, une perte ou désorientation dans le système, un sentiment d'insatisfaction et de frustration pour les utilisateurs (pour des revues et synthèses sur ces points, cf. [Gwizdka, 2007 ; Jamet, 2008 ; Le Bohec, 2005]). Ainsi, à force de multiplier les moyens de présentation, l'utilisateur se perd devant la somme d'informations, ce qui détourne ces médias de leur fonction première qui est de faciliter l'apprentissage et la compréhension.

Les difficultés d'utilisation se compliquent encore davantage dès lors que ces documents sont ouverts, comme c'est le cas des sites Web : il est très facile et rapide lorsque l'on recherche des informations sur le Web, par un simple clic, de sortir d'un site sans s'en rendre compte.

En outre, il n'existe pas d'utilisateurs standards, au contraire une variété d'utilisateurs se distinguant en fonction de leur âge (des enfants aux adultes âgés), de leur fréquence d'utilisation, de leurs objectifs d'utilisation (uniquement ou principalement pour communiquer – e-mails, forums de discussion –, pour rechercher des informations). Parmi les individus qui utilisent Internet pour rechercher des informations, des profils différents se dégagent : certains consultent toujours les mêmes sites (comme on irait dans un même magasin physique), d'autres essaient au contraire de trouver de nouvelles informations à travers de nouveaux sites, etc. Certains utilisateurs disposent de solides connaissances des outils informatiques, d'autres ont découvert l'informatique avec Internet, etc.

Aussi, est-il crucial de considérer ces différences interindividuelles dans la conception de sites Web. Les aides à apporter aux concepteurs devraient prendre en compte cette variabilité si l'on souhaite que les sites diffusés répondent aux besoins d'utilisateurs pouvant avoir des profils très différents.

Si le nombre d'études portant sur l'utilisation des systèmes hypertextes est relativement important et en expansion, peu de recherches en psychologie cognitive ergonomique s'intéressent à l'activité cognitive des concepteurs de ces systèmes. En revanche, ce domaine de conception est

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

abordé du point de vue de l'informatique et du marketing. Aussi, au travers de cet ouvrage, nous allons essayer de contribuer à cette thématique en l'abordant du point de vue de la psychologie cognitive ergonomique.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

CHAPITRE I
L'ACTIVITÉ DE CONCEPTION

CHAPITRE I
L'ACTIVITÉ DE CONCEPTION

QUELQUES REPÈRES HISTORIQUES EN CONCEPTION

L'intérêt pour les situations de conception est très ancien : des publications rédigées par des concepteurs eux-mêmes, sur la manière de concevoir, se trouvent dès la période romaine (premier siècle avant J.-C., selon Gero [1990]). L'une de ces plus célèbres publications est le traité d'architecture rédigé par l'architecte, ingénieur et écrivain romain Vitruve (titre original : *De Architectura*). C'est le seul traité d'architecture de cette période ; il a été traduit en plusieurs langues et a inspiré de nombreux architectes depuis plus de 1500 ans [Heath, 1989].

À partir du XIXe siècle, les penseurs de la conception commencent à considérer la conception comme un processus ([Durand, 1802] cité par Gero [1990]). Cependant, ce n'est qu'à partir des années 1960 que des travaux de recherche ont été réellement initiés. Les travaux en architecture d'Alexander [1964] et d'Eastman [1970] sont souvent aussi considérés comme pionniers des travaux permettant une meilleure compréhension des processus de conception. De nombreuses études ont également visé à développer des modèles prescriptifs (tel que le modèle de Pahl [2007] datant des années 1970 réédité plusieurs fois, dont en 2007, dans le domaine de l'ingénierie mécanique) afin de normaliser le processus de conception. Progressivement, les chercheurs se sont aperçus que les problèmes de conception se prêtaient difficilement à la systématisation. Cela a donné naissance à l'étude empirique de la conception dans les années 1970. Simon [1969/1996, 1973] a fortement contribué à cette approche. Dans son ouvrage *The sciences of the artificial*, Simon soulignait l'intérêt de développer une science de la conception qui consisterait à obtenir un corps de connaissances et d'analyses du processus de conception ; l'objectif étant de développer des approches théoriques indépendantes des domaines d'application.

Toutefois, encore bon nombre de concepteurs clament bien souvent que la conception constitue une activité mystérieuse ne pouvant pas faire l'objet d'investigations scientifiques. Borillo et Goulette [2002] indiquent

Presses de l'ensib, 2013. < http://www.ensib.fr/presses/ >

également que la conception d'un produit requiert évidemment les connaissances techniques de l'ingénieur, mais également quelque chose de « plus énigmatique » (pour reprendre les termes exacts des auteurs), le talent de l'architecte, du designer, etc., qu'ils considèrent quelque part comme des artistes.

Cependant, nous pouvons noter que depuis les années 1960, les activités de conception ont fait l'objet et font toujours l'objet de nombreuses études scientifiques. Ainsi, dans les années 1980/1990 des revues scientifiques entièrement consacrées à la conception ont été créées, dont la plus célèbre et ancienne *Design Studies* (1979 – dont Nigel Cross est l'éditeur) ; on en trouve d'autres telles que *Design Issues* (1984) ou encore *Design Journal* (1997).

Différents courants et approches théoriques de la conception se retrouvent dans la littérature. Cross [2001], sur la base d'une revue de la littérature, distingue :

- *Design Science* (expression empruntée à Gregory [1966] adaptée par Fuller [1999]) : selon Cross, cette expression fait référence à une approche systématique, organisée et rationnelle de la conception, et pas seulement à l'utilisation des connaissances scientifiques sur les artefacts. Au contraire, concevoir, dans son sens courant, est une activité scientifique par elle-même. Cette idée de la conception est très controversée par bon nombre de concepteurs et de théoriciens de la conception, qui avancent l'idée selon laquelle la conception est une activité non scientifique.
- *Science of Design* : Grant [1979] (cité par [Cross, 2001]) avance l'idée selon laquelle l'étude de la conception peut faire l'objet d'investigations scientifiques, mais n'est pas une activité scientifique. Selon Gasparski et Strzalecki [1990], l'expression *Science of Design* doit être comprise comme la fédération de sous-disciplines ayant comme centre d'intérêt commun la conception. Pour Cross [2001], cela peut être rapproché de ce qu'il définit par *design methodology*, c'est-à-dire l'étude des principes, des pratiques et des procédures de conception. Plus précisément, cela requiert d'étudier la façon dont les concepteurs pensent et travaillent en vue de l'établissement de structures appropriées aux processus de conception, de techniques et procédures, etc. En d'autres termes, cela revient à tenter d'améliorer les connaissances des processus de conception

Presses de l'ensib, 2013. < http://www.ensib.fr/presses/ >

et à l'élaboration de méthodes d'investigation, ce qui se distingue de *Design Science*.

- La *conception comme une discipline* : l'idée sous-jacente est que la conception doit être étudiée dans ses propres termes et à l'intérieur de sa propre culture. Cela signifie une science de la conception basée sur la pratique réflexive de la conception (dans la terminologie de Schön [1983]) : la conception comme une discipline, et non la conception comme une science. Cette discipline cherche à développer des approches théoriques indépendantes des domaines, car les connaissances des concepteurs seraient indépendantes des domaines de conception. Ce qui rejoint la conception de Simon [1973] que nous venons juste de présenter.

Cela a abouti, en particulier dans certains pays anglo-saxons, à la création de départements et/ou de laboratoires de recherche spécialisés dans les sciences de la conception. Par exemple, à l'Université de Sydney, John Gero[1] a été professeur en sciences de la conception et co-directeur du *Key Centre of Design Computing and Cognition*. Nigel Cross est professeur (émérite) à l'Open University de Milton Keynes (Grande-Bretagne) au sein du département de conception et innovation ; pour ne citer que ces deux chercheurs imminents dans le domaine de la conception. En France, on ne trouve pas l'équivalent en termes de structure. Les chercheurs qui s'intéressent à la conception sont principalement issus de la psychologie, des sciences de l'éducation, de sociologie, d'école d'architecture ou de design, ou encore de l'ingénierie.

Du point de vue de la psychologie, ce n'est que depuis les années 1980 que des chercheurs s'intéressent aux processus de conception. Au départ, les études psychologiques portant sur l'activité de conception s'intéressaient à la conception individuelle, puis au début et milieu des années 1990, on a vu également apparaître un intérêt pour les activités collectives de conception. À présent, les deux champs coexistent car certains domaines de compétences requièrent l'étude des processus cognitifs individuels et dans d'autres des aspects plus collaboratifs.

Depuis une quarantaine d'années, notre compréhension des processus de conception a progressé. L'intérêt de la psychologie pour la conception trouve son origine dans l'approche développée par Herbert Simon. Bien que Simon n'ait pas eu une grande contribution empirique (à l'exception

1. J. Gero est actuellement Professeur à l'Université George Mason aux États-Unis.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

d'une publication en conception informatique, [Kim, 1995]), sa contribution théorique dans le domaine de la conception est essentielle.

Simon [1969/1996, 1973] a proposé d'aborder la conception non plus comme un statut professionnel, mais comme un type particulier d'activité cognitive. À partir de là, n'étaient plus uniquement considérés comme concepteurs les ingénieurs, mais l'ensemble des individus qui mettaient en œuvre des actions visant à modifier une situation existante en une autre meilleure, plus adaptée.

Dans les parties qui suivent, nous présenterons les caractéristiques des problèmes de conception, pour parvenir au domaine d'étude qui est l'objet de cet ouvrage : la conception de documents électroniques et plus précisément de sites Web.

DES CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA RÉSOLUTION DE PROBLÈMES AUX CARACTÉRISTIQUES SPÉCIFIQUES DES PROBLÈMES DE CONCEPTION

Dans la littérature en psychologie cognitive portant sur la résolution de problèmes, différentes typologies de problèmes ont été proposées.

Typologies des problèmes

Les travaux de Greeno [1978 ; 1988] conduisent à effectuer une distinction entre trois types de problèmes :

- les problèmes d'induction de structure pour lesquels il est nécessaire d'identifier les relations qui caractérisent un ensemble d'éléments donnés. À partir de là, il faut identifier une règle qui soit compatible avec l'ensemble de ces informations ;
- les problèmes de diagnostics (médicaux, mécaniques...) en sont un exemple. Il est nécessaire de trouver la pathologie à laquelle différents symptômes correspondent ;
- les problèmes de transformation : on a une situation initiale et une situation but ou finale, il faut passer de la première à la seconde en utilisant des opérateurs qui permettent de transformer la situation. Le problème de la Tour de Hanoï[2] en est un exemple. On a une situation initiale (3 disques posés sur une tige), une situation finale (3 mêmes disques posés sur une autre tige) et un ensemble de règle

2. Voir figure 1, p. 22.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

à respecter pour passer de la situation initiale à la situation finale (exemple de règle : on ne peut déplacer qu'un seul disque à la fois) ;
- les problèmes d'arrangement : on dispose d'un ensemble d'éléments arrangés d'une certaine façon au départ et il faut trouver plusieurs autres arrangements qui satisfassent un critère donné. Les problèmes d'anagramme ou de cryptarithmétique (casse-têtes numériques) en sont des exemples.

Mais en réalité, bon nombre de problèmes sont mixtes.

Minsky [1961] distingue deux grands types de problèmes d'après la nature d'acceptabilité des solutions : les problèmes bien définis et les problèmes définis. Selon cet auteur, un problème est bien défini lorsqu'il s'accompagne de la donnée d'une procédure systématique permettant de décider qu'une proposition de solution est correcte ou non. En d'autres termes, il est totalement décidable : toute solution avancée à son propos peut être strictement évaluée selon une variable binaire vrai/faux. La résolution est décrite comme un phénomène du tout ou rien. Au contraire, selon ce même auteur, les problèmes mal définis admettent une multiplicité de solutions qui peuvent être repérées non pas selon une valeur de vérité binaire, mais sur une échelle relative d'acceptabilité des solutions.

La plupart des problèmes pratiques de la vie quotidienne sont des problèmes mal définis pour lesquels il y a amélioration d'un objet ou d'un dispositif, utilisation nouvelle du déjà connu, recherche d'une idée de vente ou de promotion, composition d'un texte, etc.

À peu près à la même période, une autre taxonomie a été proposée par Reitman [1964]. Elle vise à distinguer six classes de problèmes impliquant la transformation ou la création d'états, d'objets ou de collections d'objets, c'est-à-dire pour la plupart des problèmes mal définis. Cette taxonomie n'est pas présentée comme un cadre universel susceptible de couvrir le champ entier des situations créatives, mais simplement comme une structure générale qui permet d'accueillir le plus grand nombre possible de ces dernières avec une forte valeur descriptive [Rouquette, 1997]. Le travail de Reitman est fondé sur l'introduction de trois concepts suivants :

- État A : l'état ou l'objet initial (celui qui est proposé à la transformation, complétion, amélioration...) ;
- État B : l'objet ou l'état terminal (solution à atteindre, suppression du problème) ;
- Symbole '=>' : pour noter un processus, programme ou séquence d'opérations [Rouquette, 1997].

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Il est alors possible de représenter un grand nombre de situations problématiques à partir de ces trois symboles en les figurant par un vecteur général à trois composantes de la forme [A, B, =>]. Sur la base de ces trois concepts, on peut distinguer six types de problèmes :

Les problèmes de type I : les états A et B sont tous deux bien spécifiés, les données sont connues et les exigences à satisfaire se trouvent précisément explicitées. Le problème consiste alors à découvrir le processus '=>' permettant de passer de l'état bien spécifié A à l'état bien spécifié B. (ex. : Comment pourrait-on doter tel site Web de telle fonction ?).

Les problèmes de type II : l'état B est nettement moins spécifié que dans le type I, alors que A est entièrement laissé à la discrétion du résolveur : rien n'est dit au niveau de l'énoncé concernant l'état, l'objet ou l'ensemble d'objets dont on doit partir. Le matériel initial est largement indéterminé et admet pour seule contrainte d'aider à constituer une solution possible.

Les problèmes de type III : l'état A est constitué d'un ensemble de composantes dont chacune représente une entité concrète. B correspond à un état ou un objet à atteindre vaguement défini et tel qu'une ou plusieurs composantes de A y ont perdu leurs identités séparées (ex. : concevoir un site Web (B) à partir des indications et documents disponibles (A)).

Les problèmes de types IV : A et B sont présentés tous deux comme divisés en sous-composantes et restent assez mal définis. À la différence du type II, il n'y a pratiquement pas de contraintes imposées à la recherche, les différentes voies analogiques, les différents chemins associatifs pouvant être explorés d'une manière relativement fructueuse. La distinction de sous-composantes fournit des contraintes à l'intérieur desquelles la résolution du problème doit prendre place. La recherche s'en trouve donc plus étroitement endiguée que dans les problèmes de type II.

Les problèmes de types V : l'état A est donné par référence à un objet bien spécifié, l'état B par ensemble de ressemblances et de différences relativement à A.

Les problèmes de type VI : l'état B se trouve bien spécifié alors que l'état A reste essentiellement vide, informel et largement indéterminé.

… et les problèmes de conception ?

++

Simon [1973] a proposé, dans le cadre de la théorie du traitement de l'information symbolique [Newell, 1972], d'aborder les activités de conception comme des activités de résolution de problèmes complexes. Selon cette approche, un individu se trouve confronté à une situation de résolution de

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

problèmes dès lors qu'il souhaite atteindre un but mais qu'il ne dispose pas de procédure immédiate lui permettant de l'atteindre, ce qui l'oppose aux situations d'exécution [Richard, 1995 ; 2005 ; Squire, 1992]. Ainsi, résoudre un problème nécessite de passer de l'état initial de ce problème à son état final. L'activité du résolveur consiste à trouver comment passer de cet état initial à cet état but [Newell, 1972]. Pour cela, il est nécessaire d'appliquer des opérateurs servant de médiateurs entre ces deux étapes. Ces opérateurs peuvent être par exemple des contraintes à respecter (la notion de contrainte sera développée au chapitre III).

Du point de vue de la psychologie cognitive, les activités de conception sont considérées comme des activités de résolution de problèmes complexes (cf., par exemple, [Eastman, 1969 ; Reitman, 1964 ; Simon, 1973]), car ils sont mal définis (ou mal structurés), en ce sens que toutes les informations nécessaires à leur résolution ne sont pas attribuées dans l'énoncé du problème (qui, en conception correspond au cahier des charges). Contrairement à certains problèmes « de laboratoire », tel que le problème de la Tour de Hanoï (cf. figure 1), qui constituent des problèmes qui n'admettent qu'une solution optimale (ce sont des problèmes fermés), les problèmes de conception doivent être considérés comme des problèmes ouverts, c'est-à-dire des problèmes où plusieurs solutions sont acceptables [Fustier, 1989].

Figure 1. Exemple d'un problème de la Tour de Hanoï
et les règles à respecter.

3 disques (en noir) sont disposés sur la tige de gauche. Le but est de déplacer ces 3 disques pour parvenir à la même configuration sur la tige de droite, en respectant les règles suivants :
1) On ne peut déplacer qu'un disque à la fois.
2) On ne peut déplacer que le disque du dessus.
3) On ne peut pas mettre un disque sur un plus petit.

Presses de l'ensib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Par exemple, si deux architectes doivent réaliser un plan à partir d'un même cahier des charges, les plans proposés par ces architectes seront différents (tout en intégrant aussi des similarités – en partie dues aux contraintes prescrites dans le cahier des charges). En outre, le concepteur ne dispose pas d'une procédure prédéfinie à appliquer pour parvenir à une solution [Malhotra, 1980]. Le problème ne préexiste pas à la solution, l'un et l'autre sont construits simultanément et différents chemins permettent de parvenir à une solution possible et acceptable [Falzon, 1990]. Par conséquent, il est impossible de distinguer deux étapes successives d'analyse de problème puis de résolution, puisque définir le problème, c'est parvenir à une solution. Aussi, la conception est-elle émergente : les activités de conception sont décrites comme une dialectique entre la construction du problème et sa résolution [Cross, 2002 ; Schön, 1983]. Dans sa recherche de solutions, le concepteur découvre les moyens d'harmoniser la solution naissante avec sa compréhension croissante du problème. Pour résoudre un problème donné, le concepteur doit alors préciser sa représentation mentale et par-là même compléter le cahier des charges attribué pour transformer le problème mal défini en un problème mieux défini, en déterminant les buts et les spécifications de la conception [Simon, 1973]. Ainsi, la conception constitue une activité orientée par un (des) but(s) [Gero, 1990 ; Simon, 1973]). Le méta-but de la conception étant de transformer les besoins, plus généralement appelés fonctions, lesquelles combinent les attentes des buts de l'artefact à concevoir en des descriptions de celui-ci [Gero, 1990].

Compte tenu que la solution ne préexiste pas à la résolution du problème de conception, le concepteur doit, pour chaque nouveau problème, générer de nouveaux éléments de solution. Ce faisant, la conception est souvent considérée comme une activité cognitive créative [Bonnardel, 2006 ; Borillo, 2002 ; Chevalier, 2003a ; Lubart, 2003 ; Meneely, 2005].

La conception : une activité créative et contrainte

Selon Rouquette [1997], inventer ou plus largement créer consiste à trouver le bon endroit ou le bon chemin vers cet endroit. *Invenire* par exemple signifie en latin *venir-dans*, *marcher-sur*. La notion découvrir implique la même idée d'une existence antérieure et indépendante de la découverte.

Les activités de conception sont considérées comme des tâches cognitives génératives, c'est-à-dire des tâches qui requièrent de la part du concepteur la création ou la conception de nouveaux produits [Chrysikou,

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

2005 ; Marsh, 1999 ; Smith, 1995]. Les tâches cognitives génératives sont étudiées dans le cadre de situations expérimentales, allant de situations imaginaires – généralement conduites en laboratoire – où les participants ne sont pas des concepteurs professionnels, mais des individus auxquels il est demandé, par exemple, de dessiner des personnages extra-terrestres [Marsh, 1999 ; Smith, 1993] ou de réaliser des croquis relevant du design comme dessiner des tasses à café [Chrysikou, 2005]. D'autres situations expérimentales s'intéressent aux situations de conception d'objets ou artefacts réels requérant des connaissances relevant d'un domaine de compétence, comme l'architecture, le design ou la conception de sites Web.

Le concepteur, pour résoudre un problème donné, ne dispose d'aucune procédure prédéfinie directement applicable qui lui permettrait de parvenir à une solution, ce qui lui confère un certain degré de liberté quant aux choix de solutions de conception à opérer. Une part plus ou moins importante de son activité est consacrée à l'innovation, à la nouveauté ou à la créativité [Bonnardel, 2006 ; Chevalier, 2003a ; Gero, 1990 ; Meneely, 2005].

Dans le champ de la résolution de problèmes, Mayer [1989] distingue les problèmes routiniers des problèmes non routiniers. Les problèmes routiniers sont des problèmes pour lesquels l'individu dispose d'une procédure toute prête à appliquer. Dans un problème non routinier, l'individu ne dispose d'aucune procédure à appliquer, il doit en élaborer une nouvelle. Sur cette base, ainsi qu'à partir des travaux de Gero [1990, 2000], trois formes d'activités de conception peuvent être distinguées. Cette distinction s'appuie sur les connaissances mobilisées par les concepteurs :

- les activités de conception routinières (ou familières). Ces activités sont définies comme des situations de conception qui se déroulent à l'intérieur d'un espace de recherche de solution(s) basé sur des cas traités et développés antérieurement. Dans ce cas précis, les connaissances antérieures du concepteur sont directement instanciées à partir de solutions existantes (ou prototypes dans la terminologie de Gero [1990]) ; ce qui peut être rapproché du raisonnement à base de cas [Kolodner, 1997]. Ainsi, en situation de conception routinière, l'espace de recherche de solutions est bien plus restreint que l'espace des solutions possibles à cause des contraintes qui émanent de ces prototypes de conception ;
- les activités de conception innovantes. Ces activités sont définies comme des situations de conception qui se déroulent dans un espace de recherche de solutions sur la base également de solutions

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

antérieures. À la différence des activités de conception routinières, les artefacts réalisés disposent d'une structure familière mais avec une apparence nouvelle car les valeurs des variables définies sont non-familières ;

- les activités de conception créatives. Ces activités sont définies comme des situations qui utilisent de nouvelles variables conduisant à la génération de solutions nouvelles et consistant à étendre l'espace de recherche des solutions possibles.

Concevoir un site Web peut se trouver dans chacune des trois formes de résolution de problèmes de conception. En effet, un concepteur peut être amené à réutiliser une solution développée antérieurement pour une nouvelle situation. La solution découlera du cas traité antérieurement (activité de conception routinière). Un concepteur peut être confronté à une activité de conception créative dans le cas où il doit élaborer un site totalement novateur pour lequel il doit introduire de nouvelles variables. Enfin, et cela semble être le cas le plus courant, un concepteur est confronté à une situation de conception innovante en ce sens où les concepteurs réutilisent et adaptent des parties de solutions développées antérieurement.

Dans le cadre de cet ouvrage, nous nous intéressons plus particulièrement aux problèmes de conception non routiniers, englobant les deux derniers types d'activités de conception décrits ci-dessus. Les problèmes de conception routiniers sont relativement rares : la conception étant un processus dirigé vers un résultat qui n'existe pas encore et avec aucune procédure prédéfinie, les activités de conception sont rarement routinières [Gero, 1990].

De nombreuses études qui ont porté sur la créativité ont fait émerger l'idée selon laquelle une production créative doit principalement être innovante et adaptée (cf. par exemple, [Amabile, 1982 ; Lautrey, 1998]), c'est-à-dire qu'elle doit tenir compte des attentes des experts qui peuvent l'apprécier, ainsi que de l'état de l'art du domaine concerné, en ajoutant les caractéristiques propres au concepteur (cf. l'approche multivariée de la créativité de Lubart [2003]. Borillo et Goulette [2002] indiquent[3], que ce soit une maison, une automobile, un ordinateur, un logiciel informatique, etc., ces objets doivent concilier un certain nombre de propriétés fonctionnelles qui les rendront aptes à l'usage auquel ils sont destinés. Meneely et Portillo [2005] soulignent, dans le domaine de la conception,

3. Introduction de l'ouvrage *Création et Cognition* qu'ils coordonnent.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

que la nouveauté et l'adaptabilité sont liées aux critères de « forme » et de « fonction ». Ici, la forme signifie que les concepteurs doivent créer des produits nouveaux et différents de ce qui a été fait jusqu'alors, notamment au niveau des aspects esthétiques (point qui fera l'objet du dernier chapitre de cet ouvrage). En outre, les concepteurs ont à développer des produits qui doivent satisfaire les besoins des clients et des futurs utilisateurs, pouvant avoir des besoins et attentes distincts (critères de fonction).

Bonnardel [2006] met en exergue que la conception créative ou non routinière nécessite la construction d'un environnement cognitif contraint par le concepteur. La construction de cet environnement cognitif contraint repose sur la mise en œuvre de trois processus cognitifs :

1) la mobilisation et la gestion de contraintes ;

2) la prise en compte de différents points de vue ;

3) le raisonnement par analogie.

Après avoir abordé les différentes caractéristiques des problèmes de conception, il est nécessaire de se pencher de façon plus précise sur les modèles de cette activité.

Quels modèles de la conception ?

++

Plusieurs tentatives de modélisation du processus de conception ont été proposées, en particulier en ingénierie. Ces modèles sont principalement de type prescriptif ; ils visent à normaliser le processus de conception. On peut citer le modèle en spirale, le modèle en cascade ou encore en V (pour plus de détails sur ces modèles, cf. [Kolski, 2001]). Ces modèles décrivent le processus de conception (industrielle, dans la majeure partie des cas) en plusieurs phases. Les aspects humains sont peu pris en compte.

Sur la base d'études empiriques conduites auprès de concepteurs-ingénieurs, Akin et Lin [1995] ont proposé de diviser l'activité d'ingénieurs expérimentés en trois sous-processus (que nous appellerions plutôt étapes ou phases en psychologie) : dessiner, examiner et penser. À la même période, Roozenburg et Eekels [1995] ont décrit le processus de conception de façon plus précise en établissement un cycle de base du processus de conception composé des activités suivantes : l'analyse, la synthèse, la simulation, l'évaluation et la prise de décision.

D'autres auteurs [Pahl, 2007] ont proposé un modèle général qui prend en compte quatre phases allant du plus abstrait au plus concret :

- la *clarification de l'énoncé du problème* est une phase durant laquelle le problème et les spécifications générales du produit à

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

concevoir sont formulés. Les buts principaux à atteindre sont également définis ;

- la *conception conceptuelle* : on recherche des solutions de principes et où on structure le système à partir de la décomposition des fonctions ;
- la *conception préliminaire* : les choix conceptuels sont concrétisés par leur expression technique et aboutissent, selon les domaines, à la spécification technique des besoins ou à une représentation graphique plus ou moins détaillée du système à élaborer ;
- la *conception détaillée* : toutes les parties du système sont définies dans le détail et leurs relations spécifiées jusqu'à obtenir un produit commercialisable.

À chacune de ces phases, des activités de conception de base (définies plus haut) sont impliquées de sorte que la conception devienne de plus en plus définie et précise.

Selon Roozenburg [1995] ainsi que Pahl [2007], le processus d'évaluation est central dans l'évolution de l'activité de conception : chaque action d'évaluation guide l'évolution de la conception et, par là même, l'espace de recherche des solutions possibles.

Les activités de conception ont ainsi été décrites comme étant basées sur une dialectique itérative entre la construction du problème et sa résolution [Schön, 1983 ; Simon, 1995 ; Cross, 2002 ; Kruger, 2006]. Par exemple, Dorst et Cross [2001] ont rapporté des exemples de co-évolution dans lesquels des concepteurs industriels expérimentés formulaient un espace de recherche partiel qu'ils transféraient ensuite dans l'espace de solutions. Les concepteurs développaient en parallèle le problème et sa solution dans lesquels le processus d'évaluation joue un rôle central.

Dans la même direction, dans le domaine Interaction / Interface Homme-Machine (IHM), plusieurs modèles ont été développés. Dans ces modèles, les différentes phases sont itératives. Parmi eux, on note le modèle en étoile (ou *Star Model* proposé par Hix [1993, 1995]).

Ce modèle est très intéressant pour décrire l'activité de conception de sites Web (cf. figure 2). Il situe l'évaluation au centre du développement de la solution, en montrant des itérations possibles entre chaque phase. Ce modèle n'impose pas d'ordre au cours des différentes étapes du processus. Toutefois, dans la pratique, la phase de développement (ou implémentation) arrive à la fin du cycle. Bien que cette flexibilité peut donner aux concepteurs une certain liberté, aucun guide sur comment procéder entre les phases ne leur est fourni.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Figure 2. Modèle en étoile.
Source : extrait et traduit de Deborah Hix, Usability evaluation: how does it relate to software engineering?, *Symbiosis of human and artifact: human and social aspects of human-computer interaction*, Amsterdam, Elsevier Science, 1995, p. 355-360.

Nous reviendrons sur ce modèle plus en avant dans cet ouvrage, car il nous sert de base pour la conception Web.

Après avoir présenté quelques point théoriques essentiels à la compréhension de la suite de l'ouvrage, nous allons maintenant entrer dans le vif du sujet, la conception de sites Web.

LES SPÉCIFICITÉS DE LA CONCEPTION DE SITES WEB

À ses débuts, la conception de sites Web pouvait, d'une certaine façon, être rapprochée de la conception de programmes informatiques, car créer un site Web nécessitait des connaissances avancées en informatique, en particulier en programmation, ce qui n'est plus uniquement le cas actuellement. Certes, pour concevoir des sites Web « avancés » au niveau des fonctionnalités, il est nécessaire de savoir programmer, mais depuis l'apparition d'éditeurs de pages HTML (Hyper Text Mark-up Langage) vers le milieu des années 1990, tels que Macromedia Dreamweaver ou Netscape Composer, concevoir un site Web n'est plus une activité réservée aux ingénieurs informaticiens. Au contraire, des personnes disposant de quelques notions de bases en informatique peuvent concevoir des sites Web, puisque ces éditeurs génèrent automatiquement les pages en HTML. La plupart des ces éditeurs sont WYSIWYG pour *What You See Is What*

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

You Get, ce qui facilite encore leur utilisation. Toutefois, les sites réalisés à partir de ces éditeurs (sans programmation) correspondent souvent à des sites statiques : ils ne disposent pas de base de données permettant, par exemple, à l'internaute d'effectuer des recherches *via* un moteur de recherche interne au site. Malgré cette limite, ces éditeurs présentent des avantages incontestables en offrant à un grand nombre de personnes la possibilité de créer des pages Web, que cela soit à visée personnelle (page personnelle, *blog*, etc.) ou à visée professionnelle (sites vitrines, sites commerciaux, etc.). Cela expliquerait en partie pourquoi nous assistons, depuis ces dix dernières années, à une envolée du nombre de pages et de sites Web. De façon plus précise, le WYSIWYG désigne en informatique les interfaces permettant de concevoir visuellement le résultat escompté, comme c'est le cas avec des logiciels de traitement de texte par exemple. Ce qui est fait à l'écran et ce que l'on voit ressemblera beaucoup au résultat final (dans le cas du Web à une page HTML, par exemple). Prenons l'exemple du logiciel libre NVU (de type WYSIWYG). Dans la figure 3, le concepteur peut apporter des modifications sur la page qu'il est en train de créer. Certaines fonctionnalités proposées par le logiciel sont assez proches de celles présentées par un logiciel de traitement de texte. Le concepteur peut sélectionner du texte pour le souligner, le mettre en gras, etc.

Figure 3. Exemple de page Web que l'on peut voir directement quand on conçoit avec NVU.

Dans l'encart en pointillé, les principales fonctions pour la mise en forme de la page sont présentes (elles sont très proches des fonctions que l'on trouve sur un logiciel de traitement de texte).

Presses de l'ensib, 2013. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Cette page que l'on voit sous NVU (figure 3) et que l'on est en train de concevoir avec NVU ressemble de très près à celle qui sera affichée avec un navigateur Web (tels que Internet Explorer, Mozilla Firefox, etc. ; cf. figure 4).

Figure 4. Page Web telle qu'elle s'affiche sur un navigateur Web.

D'autres outils pour mettre du contenu sur des pages pré-formatées existent. C'est le cas notamment des blogs que l'on peut trouver sur le Web.

Par ailleurs, l'une des spécificités de la conception Web par comparaison à d'autres domaines de conception repose sur le fait que les concepteurs ont un double statut. Ils sont à la fois concepteurs, donc créateurs de sites Web, mais également utilisateurs du Web. Ce double statut leur confère une relation particulière avec Internet et ses outils. Intuitivement, on pourrait penser que le fait d'être aussi amenés à utiliser et à naviguer sur des sites Web les aiderait à prendre conscience de certaines erreurs ergonomiques pouvant entraver leur activité d'utilisateurs. Or, comme on le verra au cours de ce chapitre, leur statut d'utilisateurs leur permet de se mettre à la place de futurs utilisateurs. Toutefois, les concepteurs ne sont plus des utilisateurs novices, ce qui peut les empêcher de voir certaines erreurs ergonomiques... Ce point sera développé plus loin.

Malgré cette apparente simplicité technique pour créer et mettre en ligne des pages Web, il semblerait que les concepteurs (pris ici au sens large, c'est-à-dire toute personne créant et mettant en ligne des pages Web) soient confrontés à d'autres sources de difficultés. En effet, un nombre important de recherches montre que les sites Web sont difficiles d'accès et d'utilisation par les internautes, du fait qu'ils ne répondent pas

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

entièrement à leurs besoins et ne sont pas adaptés à leurs capacités cognitives.

Si concevoir un site Web n'est plus sur le plan technique une activité aussi complexe qu'à ses débuts, on peut s'interroger sur les difficultés rencontrées par les concepteurs : de quelle(s) nature(s) sont ces difficultés ? À quoi les attribuer ? Comment essayer d'y remédier ? C'est dans l'objectif d'apporter quelques premiers éléments de réponse à ces questions que cette partie s'inscrit. Nous insistons sur « premiers éléments », car peu de travaux issus de la psychologie cognitive ergonomique s'intéressent à l'activité cognitive des concepteurs de sites Web, alors que paradoxalement un nombre relativement élevé d'études a trait au fonctionnement cognitif des utilisateurs de ces systèmes (cf. par exemple l'ouvrage de Boubée et Tricot [2010]). Or, ces deux types d'étude doivent être conduits conjointement car c'est également en identifiant les difficultés que rencontrent les concepteurs que nous pourrons leur apporter une aide efficace à la prise en compte des besoins des utilisateurs.

QUI PEUT CONCEVOIR UN SITE WEB ?

Jusqu'à la fin des années 1990, très peu de formations à la conception de sites Web étaient proposées (que ce soit à l'université ou dans d'autres lieux comme des associations). Ce faisant, la plupart des concepteurs se sont auto-formés. Au départ, il s'agissait principalement d'ingénieurs informaticiens ou de personnes possédant un niveau de connaissances en programmation (relativement) élevé. Puis, avec le développement d'éditeurs de pages HTML, concevoir un site Web n'a plus été réservé à cette population de spécialistes. Au contraire, de plus en plus de personnes se sont formées (et bien souvent auto-formées) à l'utilisation de ces éditeurs. Pour répondre à la demande, des formations ont vu le jour : certaines correspondaient à des enseignements intégrés directement dans les cursus universitaires alors que d'autres consistaient en des formations de courtes durées (sur quelques jours, par exemple) ouvertes à tous. À présent, des formations à la conception de sites Web sont toujours dispensées par des sociétés ou associations spécialisées dans ce domaine. On en trouve également dans bon nombre de cursus universitaires touchant aux TIC.

Par conséquent, au moins trois profils de concepteurs peuvent être distingués :

- des « concepteurs-développeurs ». Leur tâche consiste à générer des pages Web d'un point de vue technique (c'est-à-dire à

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

programmer). Ils ne touchent pas à l'architecture ni au graphisme. Ces professionnels disposent d'une formation d'ingénieurs informaticiens ou tout au moins de solides connaissances en programmation informatique. Ils travaillent généralement au sein de sociétés de taille importante et collaborent avec d'autres spécialistes impliqués dans le processus de conception, tels que les infographistes et/ou les ingénieurs marketing ;

- des « concepteurs-éditeurs », qui utilisent des éditeurs WYSIWYG de pages Web. Ces concepteurs se sont auto-formés ou ont bénéficié d'une formation de courte durée (que cela soit à l'université, dans le secteur privé ou associatif). Ils travaillent pour la plupart dans de petites sociétés. Contrairement aux concepteurs-développeurs, ils créent presque entièrement seuls les sites Web et doivent donc faire preuve de compétences très diverses (infographie, marketing, etc.) ;
- des individus débutants (sans formation) qui créent leurs pages personnelles, comme les blogs qui constituent en quelque sorte des journaux intimes automatiquement publiés en ligne.

Quel que soit leur profil, très peu de concepteurs disposent de connaissances en ergonomie des interfaces Web, car peu de formations en informatique intègrent ce domaine de connaissances dans leurs cursus.

Dans le cadre de cet ouvrage, nous présenterons principalement des résultats de recherches conduites auprès de concepteurs-éditeurs de pages Web, car ces derniers développent une activité cognitive particulièrement complexe. En effet, ils sont généralement seuls à prendre en charge l'intégralité du projet Web et doivent donc faire preuve de compétences très différentes allant de la conception de sites Web au design, en passant par les aspects commerciaux. Ils peuvent alors rencontrer diverses difficultés pour considérer ces différentes facettes de la conception Web.

QUELLES DIFFICULTÉS POUR LES CONCEPTEURS-ÉDITEURS ?

Comme pour tout nouveau domaine de recherche non encore balisé par des travaux antérieurs, il a été nécessaire de conduire une étude de terrain visant à faire émerger certaines sources de difficultés que rencontrent les concepteurs pour pouvoir ensuite les étudier de façon systématique.

Afin de déterminer de façon plus précise certaines de ces difficultés, nous avons conduit une étude qui a duré plusieurs mois auprès de

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

concepteurs travaillant au sein de deux sociétés (pour plus de détails, cf. [Chevalier, 2002]). Cette étude a consisté à analyser la tâche et l'activité de concepteurs travaillant dans de petites sociétés spécialisées en conception de sites Web situées à Marseille.

Pour cela, nous avons :

- enregistré et étudié des interactions entre des commanditaires réels et des concepteurs ;
- analysé différents cahiers des charges attribués par les commanditaires aux concepteurs dans le but de déterminer le nombre et la nature des contraintes le plus souvent prescrites aux concepteurs par les commanditaires qui souhaitent un site Web ;
- enregistré des situations individuelles de conception dans l'objectif d'identifier la nature des contraintes que les concepteurs considèrent pour effectuer leur activité de conception ;
- conduit des entretiens avec les concepteurs.

Cette étude a visé, plus particulièrement, à déterminer comment les concepteurs tenaient compte (ou ne parvenaient pas à tenir compte) des besoins des futurs utilisateurs des sites créés ainsi que les difficultés auxquelles ils étaient confrontées.

Cette étude exploratoire a tout d'abord montré que bien que l'activité des concepteurs travaillant dans de petites sociétés puisse paraître *a priori* comme une activité individuelle pour le concepteur, elle requiert en réalité l'intervention plus ou moins directe d'autres acteurs, qui peuvent être considérés comme des partenaires du processus de conception – comme pour la plupart des relations de services. Ce constat rejoint une étude de Ledoux [1995], en conception architecturale, dans laquelle l'auteur a mis en évidence qu'un projet architectural n'était pas totalement élaboré par les architectes responsables de la résolution du problème de conception. Selon elle, la personne à l'initiative du projet participe de cette façon à la définition et à la résolution du problème de conception. Plus précisément, dans le cas de la conception de site Web, sont distingués :

- le commanditaire du site Web, c'est-à-dire la personne qui s'adresse au concepteur pour la réalisation de son futur site. Même si le commanditaire ne participe pas directement au travail de conception, il entame le projet, ne serait-ce que par les exigences initiales qu'il formule dans le cahier des charges. La participation du commanditaire ne se restreint pas aux seules exigences ou contraintes prescrites dans le cahier des charges, elle se manifeste également par

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

de nombreuses interventions tout au long du processus de conception, en donnant, par exemple, son avis sur certains aspects liés au produit à concevoir ; ce qui influe directement sur les orientations (ou réorientations) et choix conceptuels du concepteur ;

- les futurs utilisateurs du site, c'est-à-dire les futurs visiteurs du site qui peuvent dans certains cas (notamment pour les sites commerciaux) être des clients potentiels du commanditaire. Les utilisateurs sont, à l'inverse du commanditaire, très peu présents (voire absents) dans le processus de conception, à l'exception faite du cas où un ergonome intervient dans le projet Web et élabore des tests utilisateurs. Dans les petites sociétés spécialisées en conception de sites Web, l'intervention d'un ergonome est très rare. Ce sont généralement les concepteurs qui essaient de prendre en compte les futurs utilisateurs en essayant de se mettre à leur place.

Ces différents acteurs ne peuvent pas être présents tout au long du processus de conception, c'est alors au concepteur d'essayer de considérer leurs points de vue respectifs (reflétant les attentes), une fois en situation de conception individuelle de sites Web. Par conséquent, ces deux acteurs tiennent un rôle essentiel dans le processus de conception, même s'ils interviennent peu de façon directe durant le processus. Ainsi, on peut reprendre le cadre de Bonnardel [2006] qui consiste à aborder la conception comme une activité qui se déroule au sein d'un environnement cognitif contraint impliquant la prise en compte de points de vue différents. Dans notre cas, ces points de vue font référence au commanditaire et aux futurs utilisateurs, en plus de leur propre point de vue pendant les phases de conception individuelle. Pour prendre en compte le point de vue de ces autres acteurs du processus de conception, le concepteur devra considérer des contraintes reflétant ces différents points de vue.

Dans le cadre des études présentées dans cet ouvrage, nous nous intéressons plus particulièrement aux premières phases de conception car celles-ci tiennent un rôle prépondérant dans le processus de conception. En effet, des choix conceptuels doivent être opérés dès le début du processus de conception ; ces choix déterminent en grande partie les orientations de solutions du concepteur. Au cours de ces premières étapes du processus de conception, la clarification des objectifs et des étapes de conception conceptuelles sont importantes, ces dernières jouant un rôle majeur dans les orientations du produit à concevoir [French, 1985 ; Pahl, 2007], en particulier sur sa qualité [Andersson, 1994]. Pour cela, le

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

concepteur doit anticiper, en plus des attentes et des besoins des futurs utilisateurs (ceux-ci n'étant pas ou rarement représentés pendant le processus de conception), certaines attentes étant liées au commanditaire afin de compléter le cahier des charges et de lui proposer une solution à l'occasion de leur prochaine rencontre. Les premières étapes du processus de conception sont concrétisées par l'élaboration d'une première ébauche (ou maquette), soit sous format papier soit électronique.

Par ailleurs, cette étude de terrain ainsi que les modèles de conception présentés au cours du chapitre I, nous ont permis de proposer un modèle descriptif général de l'activité de conception Web où l'évaluation joue un rôle central. Plus précisément, nous avons divisé le processus de conception entre trois phases (cf. figure 5) :

- analyse de l'existant et des besoins : le concepteur analyse le cahier des charges ainsi que les documents fournis par le commanditaire. Si besoin et si cela s'avère possible, il contacte et interagit avec le client pour préciser ses besoins. Le concepteur procède également à une étude (ou analyse) des sites Web existants dans le même domaine afin de déterminer les points communs entre les sites et les tendances actuelles. L'analyse de l'existant et des besoins est le premier pas vers la structuration/définition du problème à résoudre [Goel, 1992] et se traduit bien souvent par une planification de son activité ;
- le prototypage papier ou électronique : le concepteur définit la structure et le contenu principal des pages Web à élaborer. Cela peut se concrétiser sur papier ou directement sur support informatique. Cette activité repose à la fois sur la structuration du problème et sa résolution (dans la lignée de Goel [1992]) ;
- l'implémentation : le concepteur développe le site en HTML (ou tout autre langage adapté au Web). Cette phase consiste à traduire sous forme d'hypermédias le prototypage papier (ou électronique). Au cours de cette phase, le concepteur peut s'apercevoir d'erreurs ou d'améliorations à apporter qu'il pourra considérer à ce niveau. Ainsi, des activités de résolution et de structuration du problème peuvent apparaître.

Ces trois phases ne sont pas séquentielles, mais itératives, en ce sens qu'elles apparaissent tout au long du processus de conception. L'évaluation est au centre du processus de conception puisqu'il apparaît au cours des différentes phases. L'évaluation repose souvent sur des contraintes à considérer.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Figure 5. Les trois principales activités impliquées dans le processus de conception Web.

L'évaluation apparaît au centre du processus.

Source : Aline Chevalier, Nicolas Fouquereau & Jean Vanderdonckt, 2009 (notre traduction).

En outre, des travaux antérieurs ont mis en évidence des différences entre experts et novices concernant les niveaux d'abstraction des solutions développées lors de ces premières étapes [Kao, 1997 ; Qian, 1992].

Nous essayerons d'apporter, au cours des prochains chapitres, des éléments de réponses aux questions suivantes :

- de quelle façon les concepteurs de sites Web parviennent-ils, ou tout au moins, essaient-ils de tenir compte des attentes du commanditaire et de l'utilisateur, une fois en situation de conception individuelle ?
- quels sont les facteurs qui interviennent dans la prise en compte, et l'anticipation, des besoins de ces partenaires du processus de conception ?
- observe-t-on des différences en fonction de l'expertise des concepteurs ? Intuitivement, on pourrait penser que les concepteurs débutants (ou novices) pourraient plus aisément prendre en compte les besoins des utilisateurs que ceux des clients et inversement. Mais qu'en est-il réellement ?

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Afin d'apporter des éléments de réponse, nous allons aborder le rôle de l'expertise en résolution de problèmes, et plus précisément en conception. L'expertise est une notion centrale en psychologie cognitive ergonomique et cela pour différentes raisons. Notamment, étudier l'expertise permet de déterminer comment des connaissances « académiques » sont mises en pratique puis transformées pour devenir des savoir-faire et concourent aux développements de certaines stratégies. Cela permet également de contribuer à la formation des novices et de développer des aides aux novices et aux experts. La notion de contraintes et de gestion de contraintes seront également abordées au cours du chapitre suivant et mises en lien avec l'expertise.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

CHAPITRE II
EXPERTISE, STRATÉGIES ET GESTION DE CONTRAINTES

CHAPITRE II
EXPERTISE, STRATÉGIES ET GESTION DE CONTRAINTES

LES CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE L'EXPERTISE

L'objectif ici n'est pas de faire un état de l'art des études sur l'expertise, car un chapitre ne pourrait suffire compte tenu du nombre de travaux sur ce thème. Il s'agit seulement de présenter quelques points importants pour la compréhension des études empiriques que nous avons conduites.

Bien que de nombreuses études sur l'expertise en psychologie cognitive et en intelligence artificielle aient été publiées, Cellier, Eyrolle et Mariné [1997] soulignent qu'il n'est pas toujours facile de proposer une définition consensuelle et opérationnelle de l'expertise. La plupart des auteurs sont toutefois d'accord pour reconnaître que l'expertise est spécifique à un domaine donné.

Une définition assez générale concernant l'expertise concourt à avancer que l'expertise caractérise l'état des connaissances d'un individu dans un domaine qui lui est familier. Un individu est dit expert – par opposition à non expert, à novice ou encore naïf dans la terminologie de Fisher [1991] –, lorsqu'il réalise des performances d'un niveau très élevé dans certaines tâches, grâce à des connaissances spécifiques acquises dans un domaine particulier [Ericsson, 1994], et doit être reconnu comme tel par ses pairs [Ericsson, 1993b ; Klemp, 1986 ; Sonnentag, 1995, 1998]. Ces connaissances permettent à l'expert de repérer très rapidement les points-clés et/ou les informations pertinentes des situations et de restreindre considérablement l'espace-problème, ce qui peut notamment se traduire par une réduction de l'ensemble des solutions possibles [Novick, 1992 ; Shanteau, 1992]. Les experts ont également des capacités d'anticipation plus élevées que les novices, comme cela a été démontré par Mariné [1988] dans une tâche de régulation de trafic.

L'expertise est liée au domaine (pour une synthèse, cf. [Ericsson, 2005]) : un expert dans un domaine ne sera pas, dans la grande majorité des cas, en mesure de transférer son expertise à d'autres domaines. Il

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

existe cependant des exceptions à cette règle, c'est-à-dire des expertises plus larges ou transversales qui peuvent être mises en œuvre dans différents domaines (par exemple, les capacités de raisonnement abstrait transférables des mathématiques aux sciences physiques).

En outre, la plupart des chercheurs en psychologie s'accordent pour dire qu'il faut au moins dix ans de pratique pour qu'on puisse qualifier un individu d'expert [Anderson, 1992 ; Ericsson, 1994 ; Reynolds, 1992]. Une étude conduite par Charness [2005] montre que les grands maîtres au jeu d'échecs se sont entraînés seuls plus de cinq mille heures durant les dix premières années de leur pratique, ce qui correspond à près de cinq fois plus que les joueurs de niveau intermédiaire. Ericsson [2005] a également montré dans un groupe de violonistes-experts âgés de vingt ans que chacun avait pratiqué de façon délibérée plus de dix mille heures le violon.

Bien que la pratique délibérée soit importante dans l'acquisition d'expertise [Ericsson, 2008], elle ne suffit pas. Il est nécessaire d'avoir une pratique efficace. Cette dernière demande l'intervention de tâches de difficulté appropriée au niveau de connaissances de l'individu, des *feedbacks* significatifs (c'est-à-dire des explications sur les erreurs commises) et la possibilité de corriger ses erreurs [Ericsson, 1994, 2008]. D'autres travaux montrent que le nombre de cas différents traités [Sheppard, 1979 ; Sonnentag, 1996], notamment nouveaux et problématiques [Raufaste, 2001], d'importantes connaissances techniques, et parfois des qualités relationnelles et communicationnelles [Sonnentag, 1995] sont également des composantes de l'expertise.

L'acquisition d'expertise se traduit par une réorganisation des connaissances spécifiques au domaine pour traiter les problèmes avec un coût cognitif moindre [Bastien, 1997 ; Rasmussen, 1986]. Ce qui différencie les novices des experts, ce sont les schémas [Bartlett, 1932 ; Gobet, 2000 ; Sweller, 1988]. Lorsque des experts sont confrontés à une situation de résolution de problèmes connue, ils instancieraient et particulariseraient un schéma connu proche de la situation problème, ce qui leur permettraient d'obtenir de meilleures performances que les novices (cf., par exemple, [Ball, 2004 ; Hunt, 1989 ; Richard, 1995 ; Sweller, 1988]). Ces effets bénéfiques des schémas peuvent, selon certains auteurs, être modulés par des effets négatifs. En effet, certains travaux ont mis en évidence un manque de flexibilité dû aux schémas et aux automatismes (cf., par exemple, les travaux de Besnard [1999] dans le domaine du diagnostic mécanique). Dans la même direction, Bilalić, McLeod et Gobet [2008] dans le domaine du jeu d'échecs mettent en évidence, à travers une série

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

d'études expérimentales, que les joueurs d'échecs experts se montrent moins flexibles que des joueurs novices. La flexibilité est mesurée ici par la capacité à trouver des solutions optimales qui sont rares alors que des solutions plus connues mais non optimales sont possibles. En revanche, les supers experts s'avèrent être plus flexibles que les deux autres niveaux.

L'ACQUISITION D'EXPERTISE

La formation des automatismes est l'une des composantes de l'acquisition d'expertise. Cette formation peut être expliquée à l'aide du modèle de Rasmussen [1979]. Ce modèle distingue trois niveaux de régulation de l'activité :

- Niveau 1, appelé *knowledge-based behavior* : ce premier niveau est souvent caractéristique du fonctionnement des novices. Les novices régulent leur comportement par leurs connaissances rationnelles [Bastien, 1997] ou conceptuelles [Hoc, 1987] spécifiques au domaine considéré). Elles permettent de comprendre les informations présentées dans l'énoncé du problème à résoudre (exemple : le cahier des charges en conception) et de décider des actions à entreprendre pour résoudre le problème. Il s'agit du comportement le plus coûteux d'un point de vue cognitif.
- Niveau 2, appelé *rule-based behavior* : avec l'acquisition d'expertise, certaines procédures, moins coûteuses vont se développer sous forme de règles à appliquer. Rasmussen [1979] distingue alors un deuxième niveau de régulation du comportement des opérateurs humains, la régulation par règle.
- Niveau 3, appelé *skill-based behavior* : les experts, ayant acquis un nombre important d'automatismes par leur expérience professionnelle, régulent leur comportement par l'application de ces automatismes.

Cependant, il faut souligner que si la situation rencontrée est inhabituelle, un sujet, même possédant une grande expertise dans un domaine donné, revient à la régulation la plus coûteuse (celle caractéristique des novices).

Dans le domaine de la programmation informatique, Davies [1994] et Rist [1991] s'accordent pour distinguer plusieurs étapes dans l'acquisition de schémas de connaissances et, de ce fait, dans l'acquisition d'expertise : (1) la construction de schémas élémentaires, (2) la construction de schémas complexes (de programmation), et (3) la hiérarchisation de

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

la structure des schémas par l'abstraction de la partie focale (partie du schéma qui réalise principalement le but, selon Détienne [1998]). Les programmeurs expérimentés ont plus de facilité à récupérer des schémas complexes confrontés à des problèmes relativement simples alors que les novices sont encore en train de construire ces schémas. Lorsqu'un concepteur possède un schéma général de solution, la récupération de ce schéma va se traduire par une construction du programme de façon prospective et descendante, c'est-à-dire des données vers le but. Des processus de restructuration interne de schémas se produisent au cours de l'acquisition d'expertise [Davies, 1994].

Une limite de ce type d'étude selon [Détienne, 1998], dans le domaine de la programmation informatique, est de ne pas rendre compte des processus d'acquisition qui conduisent à des changements d'organisation des connaissances au cours de l'expertise, comme par exemple les processus de généralisation, de spécialisation et de procéduralisation [Rumelhart, 1978b]. En outre, elles ne rendent pas compte de l'acquisition des connaissances sur les conditions d'application d'un schéma. En effet, face à un problème donné, ces connaissances permettent, par exemple, de sélectionner des schémas de solutions alternatifs, d'effectuer un choix parmi plusieurs et ainsi d'élargir l'espace de recherche de solution(s).

Une catégorisation plus fine des connaissances et stratégies en résolution de problèmes a été opérée par Schraagen [1993] sur la base d'une revue de la littérature :

- les connaissances du domaine incluent les connaissances conceptuelles, factuelles et procédurales associées à un domaine de connaissances donné. L'expertise se traduit par une organisation des connaissances (par, entre autres, l'élaboration de schémas[1]) ;
- les stratégies heuristiques sont acquises par les experts grâce à la pratique. Elles permettent de déterminer comment résoudre un

1. La notion de schéma a été introduite par Barlett [1932]. Cette notion a surtout été utilisée dans le cadre de la compréhension de texte [Rumelhart, 1978a ; Schank, 1977]. La théorie des schémas concerne essentiellement la connaissance, c'est-à-dire comment elle est représentée et comment cette représentation facilite son usage dans des cas particuliers. Toute connaissance est organisée en unités ou en blocs. Plusieurs auteurs en ont élaboré une définition. Selon Reason [1993], trois aspects sont fondamentaux dans la notion de schéma : (1) il s'agit d'une structure mentale inconsciente, (2) il est constitué d'expériences passées et (3) il constitue en mémoire à long terme un ensemble de structures de connaissances actives plutôt que d'images passives. Les schémas permettent de rendre compte du rôle joué par les connaissances dans la compréhension, la mémorisation et la production d'inférences. Les schémas représentent à la fois l'organisation des connaissances en mémoire et expriment la façon dont ces connaissances sont utilisées pour comprendre, mémoriser et faire des inférences [Richard, 1995].

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

problème en sélectionnant les connaissances appropriées ou en définissant un ensemble de sous-tâches ;

- les stratégies de contrôle correspondent aux connaissances que les experts ont sur la façon de gérer la résolution de problème, sur la régulation de processus cognitifs... Ces stratégies déterminent quelle tâche et sous-tâche devraient être accomplies, alors que les stratégies heuristiques déterminent comment une tâche et sous-tâche devraient être accomplies.

Ces deux stratégies s'observent dès lors que les individus sont confrontés à des problèmes non-routiniers. [Schraagen, 1993] a mis en évidence que face à un problème nouveau pour lequel les experts ne disposent pas des connaissances requises, ces derniers sont en mesure d'appliquer des stratégies générales qui leur permettent de résoudre le problème de façon structurée. Cela implique que l'expertise ne peut pas se réduire seulement à une augmentation des connaissances spécialisées du domaine, mais également au développement de stratégies générales [Simon, 1973].

La comparaison entre experts du domaine et experts d'un autre domaine a mis en évidence que les squelettes des stratégies sont très proches, c'est le contenu conceptuel qui diffère et qui explique les différences de performances entre les deux groupes d'experts [Schraagen, 1993].

Les travaux de Patel [1991], portant sur le diagnostic médical, conduisent ces auteurs à proposer une distinction basée sur l'existence de connaissances académiques génériques et spécialisées dans le domaine considéré. Ils proposent alors deux catégories de sujets novices :

- les novices n'ayant que des connaissances de sens commun ;
- les novices, considérés comme des débutants, ayant des connaissances pré-requises dans le domaine considéré.

Parallèlement, ils envisagent deux catégories d'experts :

- les sub-experts qui n'ont que des connaissances génériques du domaine considéré ;
- les experts qui disposent de connaissances spécialisées.

Cette conception rejoint en partie celle proposée par Fisher [1991], où il propose une représentation linéaire de l'expertise en distinguant quatre niveaux :

- le sujet naïf ne possède aucune connaissance dans un domaine spécifique donné et, de ce fait, n'aurait pas un grand pouvoir d'analyse dans une situation particulière. Il correspond au sujet novice n'ayant que des connaissances de sens commun ;

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

- le sujet novice dispose de quelques connaissances rationnelles (dans la terminologie de Bastien [1997] ou de connaissances déclaratives [Anderson, 1983] dans ce même domaine spécifique mais il n'a aucune expérience pratique ;
- le sujet expérimenté dispose quant à lui de connaissances fonctionnelles (dans la terminologie de Bastien [1997] qui sont devenues utilisables grâce à la répétition des situations familières (proche des connaissances procédurales [Anderson, 1983]) ;
- le sujet expert dispose de tous les types de connaissances, grâce au nombre important de situations familières rencontrées au cours de son activité professionnelle. Il peut utiliser des solutions déjà employées antérieurement lorsqu'il est face à une situation connue, et en élaborer de nouvelles face à des situations inconnues.

Il s'agit donc d'une conception linéaire de l'expertise : les différents niveaux s'enchaînent du naïf à l'expert.

Dans le cadre des études auxquelles nous avons choisi de faire référence, nous avons distingué les concepteurs en fonction de la distinction opérée par Fisher [1991] et plus précisément :

- les concepteurs débutants (ou novices, venant juste de bénéficier d'une formation à la conception de sites Web avec des éditeurs de pages Web. Ils n'avaient encore jamais été confrontés à de réels commanditaires et n'avaient développé qu'un ou deux sites durant leur formation ;
- les concepteurs professionnels (ou expérimentés), travaillant depuis au moins 4 ans (et moins de 10 ans) dans de petites sociétés spécialisées en conception de sites Web. Il était, et est encore, difficile de trouver des concepteurs experts de sites Web compte tenu de la nouveauté de ce domaine. Cela devrait évoluer rapidement dans les prochaines années.

LES STRATÉGIES IMPLIQUÉES DANS LA RÉSOLUTION DE PROBLÈMES DE CONCEPTION

++

Plusieurs types de stratégies ont été identifiés en résolution de problèmes. Par exemple, les auteurs distinguent les stratégies ascendante *versus* descendante, ou encore prospective *versus* rétrospective (pour plus détails, [Brooks, 1977 ; Cross, 2004 ; Détienne, 1998 ; Hoc, 1987 ; Visser, 1990b, 2006]).

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

On distingue également la démarche hiérarchique de la démarche opportuniste. L'activité de planification a souvent été présentée comme une démarche descendante (émanant des connaissances de l'individu), se traduisant par une planification de type hiérarchique. Cette démarche hiérarchique peut être résumée ainsi : une fois que le concepteur a pris connaissance du problème à résoudre (par le cahier des charges notamment), il effectue une décomposition du problème qu'il doit traiter en sous-problèmes. Il peut alors suivre cette décomposition pour aboutir à la solution finale. Ainsi, les solutions relatives à chaque sous-problème conduiraient à la solution générale du problème (cf. [Simon, 1973]. Hoc [1987, 1993] propose en plus de cette planification de type descendante, une planification ascendante. Cette démarche ascendante conduit des détails de la situation à résoudre aux plans.

D'autres études montrent que l'activité des individus nécessite la combinaison de ces deux types de planification. Hayes-Roth [1979] ainsi que Guindon [1990] ont mis en évidence que les individus adoptent une démarche qualifiée d'opportuniste pour résoudre le problème auquel ils sont confrontés. Il s'agit d'une démarche dans laquelle les étapes de raisonnements sont déterminés en fonction de l'état courant de la résolution [Bisseret, 1988 ; Visser, 1990a]. Cette planification de type opportuniste est définie comme un passage continu entre une démarche de type ascendante et une démarche de type descendante. Ainsi, planifier ne consiste pas seulement à élaborer des plans mais également à les utiliser [Hoc, 1993 ; Lebahar, 1992]. Plus précisément, le comportement opportuniste que mettent en œuvre les individus, confrontés à une tâche donnée, se caractérise notamment par :

- des retours en arrière pour apporter des modifications ;
- des anticipations sur l'état de solution [Falzon, 1990], en fonction de l'état courant de l'activité ;
- l'abandon, ou tout au moins des déviations, d'un plan défini initialement pour prendre en compte des informations nouvelles qui peuvent être notamment des contraintes à satisfaire.

La démarche opportuniste traduit une compétence particulière de par son pouvoir d'anticipation en générant des plans dont l'exécution *a posteriori* s'avère ou non justifiée, du simple fait que les plans guident l'activité de l'individu en maintenant ses objectifs, tout en lui permettant d'intégrer des solutions nouvelles et de résoudre des imprévus. Visser [1990a] souligne que la démarche opportuniste est régie par le principe d'économie cognitive et par l'importance accordée aux actions à effectuer.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Les actions sous-jacentes à la démarche opportuniste peuvent porter sur les contraintes que le concepteur doit gérer [Bonnardel, 2006 ; Chevalier, 2002], car différentes contraintes vont intervenir et doivent, de ce fait, être coordonnées tout au long du processus de conception. C'est ce que nous abordons dans la partie suivante.

LE RÔLE DES CONTRAINTES DANS LES ACTIVITÉS DE RÉSOLUTION DE PROBLÈMES DE CONCEPTION

Définition

La notion de contrainte est abondamment utilisée dans la littérature sans pour autant faire l'objet d'une définition consensuelle [Bonnardel, 1992 ; Darses, 1994 ; Eastman, 1970 ; Lebahar, 1983]. Cette notion, datant de plus de quarante ans, a été initialement proposée en Intelligence artificielle (IA), par Sutherland [1963]. Cet auteur définissait une contrainte comme « *une représentation spécifique d'une relation entre variables, stockée en mémoire, qui limite la liberté des variables, c'est-à-dire qui réduit le nombre de degrés de liberté du système* » (p. 70, traduit par Chevalier [2008a]. Cette définition sera conservée au fil des différents travaux en IA, mais également en psychologie. Ainsi, trente ans plus tard, en psychologie cognitive, Richard [1994, 1995] définissait une contrainte comme une restriction sur l'ensemble des actions possibles dans chaque état de la situation lorsque l'individu est confronté à un problème bien défini et fermé – tous les éléments nécessaires à sa résolution sont donnés dans l'énoncé et il n'admet qu'une solution optimale (tel que le problème de la Tour de Hanoï). Sur cette base, la notion de contrainte véhicule l'idée selon laquelle une contrainte permet de réduire l'ensemble des actions possibles, ainsi que les solutions envisagées.

Par ailleurs, les contraintes constituent une description partielle des traits structurels ou conceptuels de la solution [Stefik, 1981a]. Les contraintes conditionnent alors la représentation du problème que le concepteur se construit et permettent le raffinement d'un plan abstrait en séquences spécifiques. Cela rejoint la conception de Simon [1973], selon laquelle les contraintes jouent un rôle prépondérant dans la réalisation des buts que le concepteur définit au cours même de son activité. Les travaux, en IA, de Stefik [1981a, 1981b] se rapprochent de la conception de [Simon, 1969/1996] : selon Stefik [1981a, 1981b] les contraintes spécifient

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

des interactions entre sous-problèmes. Outre la mise en relation qui peut être faite entre la conception de Simon [1969/1996] et celle de Stefik [1981a, 1981b], cette idée trouve des équivalents dès les années 1960 en architecture avec Alexander [1964]. Ce dernier proposait d'analyser les problèmes de conception architecturale en termes d'exigences et de besoins élémentaires, définis au cours de l'analyse du problème et qui doivent être structurés par la compréhension des relations qu'ils entretiennent entre eux. Lee, Eastman et Zimring [2003] soulignent, toujours dans le domaine architectural, que résoudre un problème revient à considérer les relations entre différentes contraintes.

En résumé, selon les auteurs, l'accent peut plutôt être posé sur l'une des trois caractéristiques des contraintes présentées précédemment (car ces caractéristiques ne sont pas incompatibles entre elles) : (1) réduction des actions possibles, (2) description partielle de la solution ou (3) spécification d'interactions entre sous-problèmes.

Par ailleurs, toutes les contraintes ne sont pas directement accessibles à l'individu, et peuvent provenir de différentes sources.

Les sources des contraintes

++

Dans le champ de la psychologie cognitive, Richard [1995] avance l'idée selon laquelle l'individu en situation de résolution de problèmes considérerait deux types de contraintes :

- les contraintes réelles imposées par la situation dans laquelle se trouve le sujet et auxquelles il doit s'adapter. Il s'agit par exemple des règles attribuées dans l'énoncé du problème ;
- les contraintes supplémentaires que le sujet se fixe (par exemple, sous la forme d'inférences) pour résoudre un problème donné et qui peuvent être d'origines diverses (procédures inappropriées que le sujet applique à la situation, buts construits par le sujet, etc.).

Par la suite, Richard [1998, 1999] privilégiera les expressions de contraintes explicites et de contraintes implicites. Les contraintes explicites proviennent directement de l'énoncé du problème à résoudre. Il s'agit des règles attribuées auxquelles le sujet doit se conformer, qui lui indiquent ce qu'il doit faire ou ne pas faire. La notion de contrainte implicite met l'accent sur les inférences du sujet à partir d'une activité de compréhension des contraintes explicites. Une contrainte implicite peut résulter d'une mauvaise interprétation de la consigne et n'est donc pas forcément correcte.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Afin de bien distinguer la provenance des contraintes, sans se restreindre aux contraintes contenues dans la tâche prescrite, on peut alors se référer et élargir les travaux de Bonnardel [1992], portant sur la résolution de problèmes de conception dans le domaine aérospatial. On peut ainsi distinguer trois types de contraintes :

- les contraintes prescrites. Elles sont définies par le commanditaire et/ou peuvent résulter d'une analyse du cahier des charges par le concepteur. Ces contraintes concernent des aspects techniques et/ou fonctionnels spécifiques au problème à résoudre, comme la composition d'un produit donné par différents matériaux. Elles sont identifiées avant le début du processus de conception [Eastman, 1970] et déterminent la représentation de l'état initial du problème en formulant également des spécifications fonctionnelles ou physiques [Ullman, 1988]. Ces contraintes sont en quelque sorte incontournables pour le concepteur et indépendantes de ses préférences ;
- les contraintes construites sont élaborées par le concepteur et sont généralement liées à l'expertise. Elles sont évoquées par le concepteur, sous la forme d'inférences, grâce à l'activation de connaissances acquises avec l'expérience. Elles ne concernent pas seulement le domaine technique en question et peuvent être de différentes natures (par exemple, une contrainte construite à partir de connaissances issues d'un domaine différent) ;
- les contraintes déduites découlent de l'analyse des contraintes déjà définies et/ou de l'état courant de la solution du problème. Elles surviennent au cours de la conception comme une conséquence inévitable de décision de la conception et peuvent résulter aussi bien de contraintes construites que de contraintes prescrites. Dans tous les cas, ces contraintes, de la même façon que les contraintes construites, sont inférées par les concepteurs.

La pondération et la gestion de contraintes

Du fait que les problèmes de conception n'admettent pas une solution optimale, différentes solutions peuvent être proposées selon le concepteur, à partir des mêmes contraintes prescrites. Ces solutions pourront être jugées acceptables, mais non optimales, aux yeux d'un autre concepteur qui pourrait établir un ordre différent sur les contraintes et, ainsi, parvenir à une solution différente pour un même problème. Janssen,

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Jégou, Nouguier et Vilarem [1989] soulignent que la prise en compte des contraintes dans l'activité des concepteurs peut être différente selon le statut qui leur est attribué – statut qui dépend en partie de la source de la contrainte. Janssen, Jégou, Nouguier et Vilarem [1989] distinguent deux statuts (ou pondération) attribués aux contraintes :

- les contraintes de validité : elles doivent impérativement être vérifiées dans les solutions développées. Ces contraintes peuvent être constituées par les données initiales du problème (par exemple, les spécifications attribuées dans le cahier des charges), ainsi que par les conditions de validité technique de l'objet à concevoir [Anderson, 1996] ;
- les contraintes de préférence : ce sont des contraintes qui rendent compte du fait que les objets admissibles ne sont pas équivalents au vu de critères d'évaluation de sources très diverses (par exemple, le coût ou la robustesse). Ces contraintes de préférence peuvent être satisfaites de plusieurs façons et à des degrés variables, et peuvent supporter diverses conditions d'application ; elles sont donc intégrées au processus avec une plus grande souplesse que les contraintes de validité. Par exemple, Janssen, Jégou, Nouguier et Vilarem [1989] ont conçu un système qui a la possibilité de retirer ou d'ajouter des contraintes de préférence et le principe, sous-jacent à ce système, consiste à vérifier que l'ensemble courant de contraintes peut être satisfait afin d'aider l'utilisateur (du système) dans ses choix de conception.

Par conséquent, on parle d'une contrainte de préférence lorsqu'on peut la contourner, c'est-à-dire lorsque sa pondération est modifiable. Une contrainte a le caractère de préférence parce qu'elle autorise une plus grande liberté quant au choix de ses valeurs. On met l'accent sur son caractère flexible et négociable puisque jusqu'au dernier moment, on peut modifier l'importance qu'on lui attribuera dans le processus de conception. Quand on parle de contraintes de validité, on insiste sur le fait que la pondération est très élevée et que ces contraintes sont difficilement contournables et contournées. En d'autres termes, la distinction validité *versus* préférence reflète en réalité la manière dont les individus sont encouragés à satisfaire la contrainte concernée. Pour les contraintes de validité, les choix sont fermement maintenus, tandis que l'application des contraintes de préférence autorise une attitude plus flexible pour le concepteur. Les pondérations des contraintes sont attribuées, en grande partie, par le prescripteur. Ainsi, Scott *et al.* [2000] ont montré que la

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

source d'autorité, c'est-à-dire le statut, la position et/ou l'expertise reconnue au prescripteur de la contrainte, joue un rôle majeur sur l'importance accordée aux contraintes prescrites.

D'après les travaux que nous venons de citer dans les parties précédentes, les contraintes prises en compte par le participant pour résoudre un problème donné peuvent varier selon leur nature, leur importance et leur niveau d'abstraction. Aussi, la résolution d'un problème va-t-elle se caractériser par la gestion de contraintes sur lesquelles le participant devra effectuer différentes opérations pour parvenir à la proposition d'une solution. En effet, des travaux conduits en psychologie montrent que d'autres opérations doivent aussi être considérées pour décrire plus finement les modes opératoires humains (par exemple, les mécanismes d'élimination de contraintes – cf. [Richard, 1993].

Quand on s'intéresse aux activités de conception, on considère que traiter une contrainte, c'est lui appliquer, en général successivement, trois opérations : la formuler, la satisfaire et la propager. Ces opérations sont considérées comme une suite de traitements élémentaires qui portent sur les contraintes. Plus précisément, selon Stefik [1981a, 1981b] :

- la formulation d'une contrainte est définie comme l'expression d'une contrainte non encore particularisée. En conception, cela revient à ajouter de nouvelles contraintes. Une contrainte est formulée lorsque deux variables sont mises en relation. D'un point de vue cognitif, la formulation d'une contrainte correspond à une représentation mentale d'une contrainte sans qu'une valeur ne soit arrêtée ;
- la satisfaction d'une contrainte est définie comme l'expression d'une contrainte particularisée. Une contrainte satisfaite correspond à toute relation entre des variables auxquelles des valeurs sont explicitement associées et qui forment une combinaison valide. On peut alors parler d'erreur, si l'ensemble des contraintes à considérer n'est pas satisfait [Lee, 2003]. D'un point de vue cognitif, une contrainte est satisfaite dès lors qu'elle a fait l'objet d'un traitement pour parvenir à une solution concrète ;
- la propagation d'une contrainte rend compte de la création et/ou de l'introduction d'une nouvelle contrainte dans le processus de conception, suite à l'expression d'une contrainte antérieure. Par exemple, la contrainte prescrite « *le client demande d'indiquer les avantages pour les adhérents* » peut conduire à l'inférence de la contrainte suivante : « *pour cela, on aurait peut-être pu indiquer*

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

les avantages pour les adhérents sur toutes les pages du site Web en les mettant en caractères gras et en plus gros ». D'un point de vue cognitif, propager une contrainte revient à partir d'une contrainte donnée à inférer une nouvelle contrainte. De nombreux travaux en conception ont d'ailleurs mis en évidence l'introduction systématique, par le concepteur, de contraintes supplémentaires pour faire face à une tâche donnée (cf. [Bonnardel, 1992 ; Chevalier, 2002 ; Gero, 1990 ; Visser, 2006]).

Par ailleurs, l'individu peut être confronté à une impasse lorsque plusieurs contraintes entrent en conflit les unes par rapport aux autres. Dans ce cas, le processus de relâchement peut être mis en œuvre. Le relâchement d'une ou plusieurs contraintes peut être temporaire, pour permettre d'effectuer d'autres actions. Ce report intervient principalement parce qu'il permet d'obtenir des marges de manœuvres supplémentaires. C'est pour cette raison que certains concepteurs préfèrent mettre de côté les contraintes jugées « gênantes » pour revenir à un état de résolution plus avancé, quand cela est possible. Le relâchement peut être anticipatif, dans le cas où des contraintes peuvent être satisfaites par d'autres opérateurs dans le cadre de situations coopératives ou par l'évolution de la situation dans les situations dynamiques. Le relâchement peut également être imposé lorsque le nombre de contraintes ne permet pas de trouver une solution satisfaisante.

Le processus de relâchement peut également conduire à une élimination de contraintes, comme le montrent des travaux sur la résolution de problèmes de laboratoire [Richard, 1993]. Dans ce cas, l'individu se dresse un ensemble de contraintes en fonction d'un problème donné où certaines d'entre elles pourront se révéler contradictoires et empêcher l'atteinte directe de la solution ; l'individu est alors confronté à une impasse. À ce moment-là, peut intervenir le processus d'élimination de contraintes. Il est nécessaire de souligner que ce processus peut se révéler gênant selon le domaine considéré. Par exemple, dans le domaine de la conception aérospatiale, certaines contraintes relatives à la sécurité du produit à concevoir ne peuvent pas être éliminées sans engendrer des conséquences néfastes sur le produit une fois conçu – il s'agit par exemple de contraintes concernant l'utilisation d'un matériau plutôt que d'un autre [Bonnardel, 1992]. L'élimination doit donc être associée au poids accordé aux différentes contraintes (validité *versus* préférence).

Presses de l'ensib, 2013. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Les contraintes comme reflet de la prise en compte de points de vue

La notion de point de vue se retrouve dans de nombreux travaux, tant en psychologie cognitive (cf. [Bastien, 1997 ; Lebahar, 1996a, 1996b ; Richard, 1993, 1995 ; Darses, 1994 ; Visser, 2006]) qu'en IA (cf. [Trousse, 1996, 1998 ; Fischer, 2000a, 2000b]). Néanmoins, aucune définition consensuelle n'a été proposée. L'objectif de cette partie n'est pas d'essayer de proposer une définition de la notion de point de vue mais de montrer en quoi elle peut être intéressante pour la prise en compte de contraintes. Pour cela, nous avons choisi d'aborder la notion de point de vue dans le cadre de résolution de problèmes classiques, pour ensuite étudier comment elle est abordée dans les situations de conception. Nous verrons que cette notion de point de vue peut être rapprochée, notamment sous certains aspects, à celle de contexte ou de représentation mentale.

La notion de point de vue en résolution de problèmes dits classiques

Dans le cadre de situations de résolution de problèmes classiques, Richard [1995] décrit le concept de point de vue en se référant à la résolution d'un problème d'échiquier ([Wickelgren, 1972] cité par Richard [1995]). Dans ce problème, l'expérimentateur présente aux sujets le problème suivant :

« On découpe deux cases blanches sur un échiquier (la première, en haut à gauche, et la seconde, en bas à droite), il reste alors 62 cases. Le sujet, disposant de 31 dominos, doit répondre à la question suivante : peut-on recouvrir les 62 cases restantes avec les 31 dominos ? »

De façon majoritaire, les sujets commencent par explorer toutes les solutions possibles. Cette procédure se révèle très longue car elle requiert une exploration exhaustive des différentes stratégies possibles. Par contre, lorsque le sujet s'aperçoit que les deux cases manquantes sont blanches, il peut alors donner rapidement la réponse correcte : il restera deux cases noires non recouvertes. D'après Richard [1995], la prise en considération des couleurs des cases, et non plus des aspects topologiques de leur disposition sur l'échiquier, constitue un changement de point de vue (passage du point de vue « disposition » au point de vue « couleurs »). Changer de point de vue sur une situation donnée entraîne la construction d'un nouvel espace de recherche et la reconstruction de la représentation mentale du sujet pour parvenir à résoudre le problème donné. Les travaux de Clément [1996, 2009], de Clément [1997] ainsi que ceux de De Viviès [1999]

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

corroborent les résultats obtenus par Richard [2005] avec le problème d'échiquier. Ces auteurs constatent que le point de vue adopté par le sujet sur la situation à résoudre joue un rôle prépondérant sur ses performances. D'après ces résultats, le point de vue agit comme un contexte définissant un ensemble de connaissances activées [Chevalier, 2001]. Dans ce cas, changer de point de vue revient à se placer dans un contexte différent du contexte initial (souvent induit par l'énoncé du problème à résoudre). Si l'énoncé du problème conduit le sujet à se construire une représentation mentale non compatible avec l'interprétation en termes d'action et de processus, le sujet doit alors changer de point de vue sur l'action (ou de contexte), ce qui engendre la construction d'une nouvelle représentation mentale et d'un nouvel espace de recherche. Ainsi, le changement de représentation peut être à la base de la découverte de la solution. Dans ce cas, les points de vue sont induits par le contexte sémantique dans lequel est présenté le problème, c'est-à-dire par l'habillage verbal du problème à résoudre [Richard, 1998 ; De Viviès, 1999] et jouent un rôle déterminant sur les performances du sujet ainsi que sur les procédures de résolution de problème qu'il adopte [De Viviès, 1999].

Ces travaux conduits auprès de situations de résolution de problèmes classiques [Richard, 1995 ; Clément, 1996, 2009 ; Bastien, 1997] nous fournissent une première approche du concept de point de vue et proposent de l'étudier en termes de changement/évolution de l'espace de recherche et de reconstruction de la représentation mentale. Qu'en est-il dans les situations de résolution de problèmes de conception ?

La notion de point de vue en résolution de problèmes de conception

++

Les situations de résolution de problèmes de conception sont souvent définies comme des situations de coopération entre plusieurs opérateurs [Ledoux, 1995 ; Darses, 1996 ; Trousse, 1996, 1998 ; Leplat, 1997, 1999]. La coopération est finalisée par l'atteinte d'un but commun imposé par la tâche à résoudre. Même si le but général de chaque sujet qui coopère est le même, les interprétations et les représentations mentales initiales de chacun peuvent différer. Par conséquent, plusieurs points de vue devront être confrontés afin de parvenir à un consensus, ou tout au moins à un compromis, entre les différents sujets qui doivent coopérer. Ainsi, l'aspect coopératif se retrouve dans de nombreuses activités de conception, même si la coopération entre les acteurs n'est pas continue tout au long

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

du processus de conception. En effet, certaines activités de conception et plus particulièrement les relations de services, telles que la conception de sites Web ou la conception architecturale qui peuvent apparaître *a priori* comme des activités individuelles pour le concepteur requièrent en réalité l'intervention plus ou moins directe d'autres acteurs du processus de conception. Dans le cadre de la conception de sites Web, il s'agit du concepteur, du commanditaire et des futurs utilisateurs (nous reviendrons plus précisément sur ce point dans le chapitre suivant). Néanmoins, les partenaires de la conception ne pouvant pas être présents tout au long de la réalisation du produit, c'est au concepteur « d'essayer de se mettre à la place » des autres acteurs impliqués dans le processus de conception, en adoptant pour cela leurs points de vue en plus du sien. Pour parvenir à adopter les points de vue des autres acteurs du processus de conception, des interactions ponctuelles devront avoir lieu entre les partenaires. Lors des interactions, les partenaires confrontent leurs connaissances et leurs points de vue sur le produit à concevoir dans l'objectif de construire, par des mécanismes d'ajustements de représentations, un contexte de connaissances partagées [Sperber, 1989 ; Cahour, 1996] ou un référentiel opératif commun [De Terssac, 1996].

D'après ce qui vient d'être dit, la notion de point de vue peut être assimilée ici aux connaissances des différents acteurs intervenant dans le processus de conception, apportant chacun des précisions sur le produit à concevoir. Ainsi, la prise en considération d'un point de vue, à un moment donné, au cours de l'activité du concepteur, aurait un effet positif sur la précision de la représentation mentale du concepteur de la tâche à résoudre. La prise en compte d'un nouveau point de vue permettrait de compléter l'état d'avancement de la solution élaborée en fonction du point de vue précédent. Le choix d'un point de vue serait alors engendré par la prise en compte de certains paramètres (critères et/ou contraintes), et *vice versa*. Par exemple, dans le domaine architectural, la prise en considération du point de vue « fonctionnel » peut conduire le concepteur à prendre en considération le critère[2] « orientation » et par conséquent la contrainte suivante : *« le salon doit être à côté de la cuisine si l'on veut qu'il soit au sud »*. Cela peut alors engendrer la prise en compte d'un autre critère, d'un autre point de vue, etc.

2. Les critères sont conceptuels, c'est-à-dire qu'ils indiquent les orientations souhaitables ou impératives pour les solutions à développer. Ils sont souvent opérationnalisés sous forme de contraintes. Les contraintes, quant à elles (comme nous l'avons vu plus haut), sont opérationnelles. Elles renvoient à des caractéristiques techniques, précises et concrètes.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Dans le cadre des activités de conception, les points de vue peuvent être définis comme des représentations construites par les différents partenaires, grâce aux exigences de la situation et aux connaissances propres à chaque sujet. Ici, la confrontation de différents points de vue, et ce faisant de différentes contraintes, contribue à la construction d'un contexte de connaissances partagées entre les différents partenaires du processus de conception.

Si l'on s'intéresse à une forme plus particulière d'activités de conception coopératives que constituent les relations de service, une fois les interactions entre les différents acteurs du processus de conception terminées, c'est au concepteur de parvenir à adopter, ou tout au moins à prendre en considération, les points de vue des autres acteurs, en plus du sien. Comment le concepteur parvient-il à adopter d'autres points de vue que le sien ? Comment cela se manifeste-t-il au sein de son activité ?

Dans la perspective de « se mettre à la place » des autres acteurs du processus de conception et d'adopter, ou tout au moins de prendre en considération, leurs points de vue respectifs, il sera nécessaire que le concepteur « se décentre » de son propre point de vue. Pour cela, des connaissances seront activées, en partie au moins, sous la forme de contraintes et permettront d'essayer de prendre en compte les points de vue des acteurs impliqués dans le processus de conception pourtant absents (cf. figure 6). Dans ce cas, changer de point de vue, c'est-à-dire essayer de passer de son propre point de vue à celui d'une autre personne, revient à essayer de changer de contexte.

Figure 6. Rôle des contraintes sur l'adoption de points de vue et la construction de la représentation mentale du concepteur.

Source : Aline Chevalier et Nathalie Bonnardel, « Prise en compte et gestion de contraintes : une étude dans la résolution d'un problème créatif de conception », *Bulletin de psychologie*, 2003a, p. 33-48.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

La prise en considération d'un point de vue conduirait à l'instanciation de critères et de contraintes lui étant spécifiques, provenant à la fois des connaissances du concepteur et des informations issues de la situation courante, principalement liées aux autres acteurs impliqués plus ou moins directement dans le processus de conception.

Selon Schön [1983], la reformulation (réactivation et adaptation) des anciennes connaissances pour créer de nouveaux points de vue constitue une part de la créativité dans la résolution de problèmes.

QUELLES CONTRAINTES POUR LES CONCEPTEURS DE SITES WEB ?

Les typologies présentées précédemment[3] ont l'avantage de pouvoir être identifiées dans la plupart des activités de résolution de problèmes, que ce soit en contexte de laboratoire ou en contexte professionnel. Cela permet de comparer certains résultats et, ainsi, d'être en mesure de dégager certaines connaissances généralisables d'un domaine à l'autre. Cependant, les résultats qu'on obtient grâce à ce type d'analyse ne permettent pas de caractériser assez finement l'activité cognitive du concepteur, ou plus généralement du résolveur. En effet, chaque domaine de connaissances dispose de ses propres contraintes, aussi a-t-il été nécessaire de parvenir à une typologie des contraintes spécifiques à notre domaine d'étude, l'activité de conception de sites Web.

Cette typologie concerne plus particulièrement la conception de sites Web à visée commerciale compte tenu que nos études ont porté auprès de concepteurs émanant de sociétés spécialisées dans ce domaine.

Les concepteurs sont la plupart du temps chargés seuls (ou presque) du projet de site Web. Ils doivent donc gérer la conception du site dans son intégralité. Bien que l'activité puisse apparaître *a priori* comme une activité individuelle, elle requiert en réalité l'intervention plus ou moins directe d'au moins deux autres acteurs : le commanditaire du site (qui est le client du concepteur) et les futurs utilisateurs. Toutefois, ces différents acteurs ne peuvent pas être présents tout au long du processus de conception. C'est alors au concepteur d'essayer de tenir compte de leurs attentes lorsqu'il se retrouve en situation individuelle de conception. Cela se traduit notamment par la gestion de différentes contraintes :

3. Voir la partie Les sources des contraintes p. 48.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

– les contraintes liées au commanditaire du site (contraintes-commanditaire). Certaines de ces contraintes sont directement prescrites par le commanditaire dans le cahier des charges alors que d'autres sont inférées par les concepteurs grâce, notamment, à leurs interactions antérieures avec différents commanditaires. Ces contraintes se répartissent selon quatre catégories :

- originalité du site Web : le site réalisé doit se démarquer, de par son originalité, des autres sites du même type. Elles font référence à une part de créativité ;
- respect des particularités de la marque : le site doit respecter certaines caractéristiques de la marque du commanditaire (par exemple, la charte graphique) ;
- augmentation des ventes : le site doit présenter des informations visant à faire augmenter l'achat des produits commercialisés (par exemple, présenter les promotions en cours) ;
- structure et contenu du site : ces contraintes font référence à la structure du site (comme le nombre de pages ou la façon d'agencer les informations sur l'interface) et à son contenu (le type d'informations présentées).

– les contraintes liées à l'utilisateur (contraintes-utilisateurs). La plupart de ces contraintes ont été élaborées mentalement par les concepteurs au cours de leur propre activité d'utilisateurs du Web. Elles sont très rarement attribuées par les commanditaires, car ceux-ci manquent de connaissances sur ce dont les utilisateurs du Web ont besoin comme informations et sur la façon dont ils peuvent y accéder.

– les contraintes liées à l'intérêt général sont de deux types :

- aspects esthétiques du site : elles concernent l'aspect visuel du site Web, comme par exemple, les photographies à faire figurer et/ou les couleurs de l'interface. Il s'agit de contraintes relativement subjectives qui dépendent, en partie, des préférences personnelles de chaque concepteur ;
- attractivité du contenu informationnel : elles concernent le type d'informations à faire figurer sur les pages du site pour intéresser et attirer les utilisateurs (par exemple, des avantages pour les adhérents).

En ce qui concerne les contraintes relatives à la façon dont les utilisateurs accèdent au site, elles constituent en quelque sorte des « idées intuitives » pour les concepteurs afin d'essayer de réaliser un site facile

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

d'utilisation. Malgré ce caractère intuitif, ces contraintes peuvent être, de par leur nature, rapprochées de certaines recommandations ergonomiques. Aussi, avons-nous choisi de les appeler « contraintes ergonomiques », sans pour autant prétendre qu'il s'agisse de contraintes résultant d'une analyse réalisée par des spécialistes en ergonomie.

Les concepteurs de sites Web doivent donc tenir compte des contraintes liées à ces deux acteurs du processus de conception s'ils souhaitent parvenir à un site Web satisfaisant à la fois pour son futur propriétaire et pour ses futurs utilisateurs (qui sont également de potentiels clients du propriétaire du site). En effet, dans le domaine de la conception d'interfaces informatiques utilisateurs [Dix, 1993 ; Norman, 1986a], et plus précisément en conception de sites Web, les concepteurs doivent considérer les points de vue des autres acteurs impliqués dans le processus de conception, que ces derniers soient physiquement impliqués ou non dans le processus de conception. Se focaliser seulement sur l'un des deux points de vue conduirait à la conception d'un site Web insatisfaisant, peu attractif, peu informatif et difficile à utiliser. Par exemple, considérer seulement les attentes du commanditaire peut conduire à la conception d'un site Web très difficile à utiliser, puisque le commanditaire n'a pas ou très rarement de connaissances en ergonomie des interfaces Web. À l'inverse, se focaliser sur les besoins des futurs utilisateurs, au détriment du commanditaire, conduirait à la conception d'un site Web certes adapté en termes d'utilisabilité, mais vraisemblablement pauvre au niveau du contenu informationnel (puisque c'est le commanditaire qui dispose de ces informations).

Par conséquent, la combinaison de ces deux points de vue est essentielle pour parvenir à un site Web à la fois utilisable, informatif et attractif.

C'est au cours des phases conceptuelles de conception (premières phases) que les concepteurs devront considérer ces points de vue pour orienter *a posteriori* les choix de conception. L'implication du commanditaire dès le début du processus de conception devrait donc avoir un rôle important sur les orientations des choix de conception.

Le rôle de la prescription de contraintes liées au commanditaire

++

Outre les types de contraintes impliquées dans le processus de conception de sites Web, nous avons également identifié, à travers une pré-étude, deux profils de commanditaires qui s'adressent aux concepteurs [Chevalier, 2002]. Ces profils se situent sur deux extrémités d'un continuum :

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

- certains commanditaires ont une idée précise du site qu'ils souhaitent. Ils fournissent pour cela un nombre considérable de documents à y faire figurer, ainsi qu'un nombre important de contraintes prescrites. Pour la plupart des commanditaires, le site correspond à la traduction électronique de leur enseigne, voire de leurs supports papiers. Il s'agit de commanditaires qui bien souvent ne sont pas conscients des différences en termes de communication entre le support papier et le support électronique ;
- certains, à l'opposé, n'ont qu'une vague idée de ce qu'ils aimeraient voir apparaître sur leur site Web. Ils ne connaissent pas très bien les possibilités qu'offre Internet et, de ce fait, laissent les concepteurs assez libres dans leurs choix de conception.

Que les commanditaires aient une idée précise ou non de ce qu'ils souhaitent, aucun (ou très rarement) ne connaît ce dont un utilisateur aura besoin ni ce qu'il sera capable de réaliser (ce qui semble évident compte tenu qu'ils ne sont pas spécialistes en ergonomie). Il arrive parfois que les contraintes prescrites par le commanditaire entrent en conflit avec les intérêts de l'internaute. Par exemple, parmi les cahiers des charges analysés lors de cette pré-étude, une contrainte souvent récurrente est que les commanditaires souhaitent mettre en avant des informations relatives à leur société qui n'ont pourtant qu'un intérêt minime pour l'internaute (par exemple, faire figurer de façon très visible l'historique de la société).

Afin de mieux cerner l'influence des contraintes prescrites par le commanditaire dans le cahier des charges attribué au concepteur, une première étude expérimentale a été conduite [Chevalier, 2003a]. Cette étude s'intéressait aux premières étapes du processus de conception et visait à déterminer la façon dont les concepteurs débutants et professionnels géraient les contraintes liées aux commanditaires. Cette première analyse est nécessaire avant d'aller plus en avant dans la gestion des deux types de contraintes (commanditaire *versus* utilisateur), car le commanditaire est un acteur central du processus de conception : il est l'initiateur du projet Web, il évalue l'état d'avancement du projet, il fournit les exigences (sous la forme de contraintes) auxquelles le site doit répondre. Il participe donc au processus de conception (ce qu'a montré aussi [Ledoux, 1995], en conception architecturale). En outre c'est lui qui paie, ce qui peut avoir des conséquences importantes sur l'activité des concepteurs.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Une activité de conception hiérarchique ou opportuniste ?

Comme nous l'avons abordé lors des parties précédentes, les concepteurs, en particulier les plus expérimentés, adoptent une démarche de type opportuniste, ce qui a des répercussions au niveau de la gestion des contraintes qui s'imposent aux concepteurs. Dans le domaine de la conception de sites Web, la façon de gérer les contraintes liées au commanditaire, lors des premières étapes de conception, devrait avoir des conséquences sur les choix et orientations de solution du site à concevoir. Plus précisément, si les concepteurs allouent une pondération élevée aux contraintes-commanditaire, par exemple en les satisfaisant immédiatement dans leurs productions, cela devrait alors se répercuter sur la prise en compte des besoins des futurs utilisateurs et, de fait, sur la qualité ergonomique des maquettes produites.

Dans cette perspective, une première étude a eu pour objectif de déterminer l'importance allouée par des concepteurs débutants et professionnels aux contraintes-commanditaire lors des premières phases de conception [Chevalier, 2003a]. Pour cela, nous avons demandé à des concepteurs débutants et des concepteurs professionnels (travaillant depuis plusieurs années dans des sociétés de conception Web) de réaliser une première maquette de site Web en fonction de deux cahiers des charges distincts. Les concepteurs étaient soit confrontés à un cahier des charges composé de contraintes prescrites (CCP) par le commanditaire soit à un cahier des charges « Flou » (CCF – c'est-à-dire sans contrainte prescrite) où seul l'objectif général du site était indiqué.

Les concepteurs disposaient d'une heure et demie environ pour réaliser une première maquette électronique tout en faisant part à voix haute de ce qui leur traversait l'esprit (verbalisations concomitantes à l'activité). Cette méthode est couramment utilisée pour étudier les processus cognitifs en jeu dans la résolution de problèmes de conception (cf. [Dorst, 2001 ; Gero, 1998 ; Jansson, 1991]) : les verbalisations reflétant la pensée du concepteur ne semblent pas interférer avec les processus de résolution des individus, ni influencer négativement leurs performances [Bloom, 2001 ; Chrysikou, 2005 ; Ericsson, 1993].

Les analyses effectuées sur les verbalisations ont visé à identifier les contraintes énoncées par les concepteurs (les verbalisations ont été codées par deux personnes – technique inspirée de la méthode des juges, cf. [Caverni, 1988]). Nous avons, à partir des verbalisations et des productions électroniques, déterminé de façon précise si les contraintes

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

énoncées étaient effectivement satisfaites (si elles se retrouvaient dans les maquettes électroniques), reportées ou finalement éliminées.

Les concepteurs ont énoncé un nombre important de contraintes-commanditaire, que celles-ci aient été prescrites dans le cahier des charges ou inférées. Les contraintes inférées étaient soit des contraintes déduites des contraintes prescrites, soit des contraintes construites (en référence à la typologie de contraintes présentée un peu plus haut dans ce chapitre). Cela a mis en évidence le rôle prépondérant du commanditaire dans l'activité cognitive des concepteurs, indépendamment de leur niveau d'expertise.

Par ailleurs, les concepteurs n'ont pas tous adopté une démarche hiérarchique. Plus précisément, concernant la gestion des contraintes énoncées, deux stratégies ont été identifiées :

- la *stratégie de satisfaction immédiate* au cours de laquelle les concepteurs ont inféré des contraintes susceptibles de refléter les attentes potentielles du commanditaire quant au contenu de son futur site, et les ont satisfaites effectivement (quasiment immédiatement) dans leurs maquettes. Cette démarche a particulièrement été mise en œuvre par les concepteurs débutants (figure 7). Cela rejoint les travaux de Guidon [1990] et de Thimbleby [1988] qui ont montré que les concepteurs débutants adoptaient de façon prématurée des solutions qui pouvaient s'avérer ensuite inappropriées – souvent à l'origine de nombreuses erreurs de conception. N'ayant encore jamais été confrontés à de réels commanditaires, les débutants ont pris plus d'aisance pour appliquer les contraintes qu'ils ont inférées que les concepteurs professionnels, car ils n'ont pas encore dû se trouver dans une situation nécessitant d'apporter des modifications au travail réalisé suite aux observations des commanditaires. Cette stratégie a également été mise en œuvre par les concepteurs professionnels, mais de façon moins importante (figure 7) ;
- la *stratégie de report* au cours de laquelle les concepteurs ont proposé certaines possibilités quant au contenu du site, mais ils ont préféré en mettre certaines de côté pour y revenir ultérieurement, par exemple, après s'être entretenus avec le commanditaire. Cette stratégie a été rapprochée de la stratégie du *least commitment* (ou la stratégie de moindre compromission) proposée par Sacerdoti [1977] puis reprise par Stefik [1981a]. Cette stratégie consiste à reporter des décisions et à déterminer tardivement des options de

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

conception. Celle-ci a été plus fréquemment mise en œuvre par les concepteurs professionnels que par les concepteurs débutants (cf. figure 7). Cette stratégie a permis de différer à plus tard des décisions qui risqueraient d'être coûteuses et ainsi, de ne pas réduire trop rapidement l'espace de recherche et d'éviter des conflits entre contraintes. Les concepteurs professionnels, ayant probablement été confrontés à des commanditaires n'ayant pas été entièrement satisfaits de leurs premières productions, ont dû, au cours de leur activité, être amenés à revenir sur certains aspects des maquettes proposées. Cette activité de correction aurait pu être en partie évitée, ou tout au moins réduite, si ces contraintes avaient été reportées pour ensuite être rediscutées avec les commanditaires en question. En outre, une grande partie des contraintes qu'ils ont inférées étaient d'un niveau d'abstraction trop élevé pour être directement appliquées dans leurs maquettes (comme, par exemple, la contrainte « le site doit "doper" les ventes de ce concessionnaire »).

Figure 7. Proportions (exprimées en %) de reports et d'applications immédiates des contraintes inférées liées au commanditaire par les concepteurs débutants et professionnels selon le cahier des charges à satisfaire.

Source : Aline Chevalier & Nathalie Bonnardel, 2003a.

Bien que les concepteurs professionnels aient mis en œuvre de façon importante la stratégie de report, ils ont également utilisé la stratégie de satisfaction, quel que soit le cahier des charges à satisfaire. En effet, sur la base des schémas acquis grâce à leur expertise et à partir des contraintes prescrites, les analyses ont montré que les concepteurs professionnels ont

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

propagé de nombreuses contraintes prescrites en inférant de nouvelles contraintes. De cette façon, ils se sont permis de les appliquer directement dans leurs maquettes sans en discuter avec le commanditaire. Bien que certaines des contraintes aient pu être inférées à partir de celles prescrites, les concepteurs professionnels ont pu se rendre compte que cela ne garantissait pas pour autant la satisfaction du commanditaire. C'est notamment pour cette raison que ces concepteurs professionnels ont adopté la démarche de report plus souvent que les concepteurs débutants. Par exemple, dans le CCP, l'une des contraintes prescrites par le commanditaire était : « *les couleurs du site doivent être en harmonie avec les couleurs du logo* ». Certains concepteurs confrontés au CCP ont inféré, à partir de cette contrainte prescrite, une nouvelle contrainte « *les couleurs doivent être dans les tons de bleu et de jaune* » (comme le logo). Cette dernière contrainte pourrait ne pas entièrement satisfaire le commanditaire qui pourrait préférer d'autres nuances de couleurs s'accordant avec le logo (par exemple, des nuances de gris).

Dans le domaine de la programmation informatique, Visser et Hoc [1990] soulignent que considérer un problème sous sa forme la plus courante, en le modifiant seulement de façon tardive pour prendre en compte ses spécificités, constitue une stratégie relativement économique du point de vue cognitif, qui requiert de posséder des connaissances liées à l'acquisition d'expertise (notamment des schémas). C'est ce qu'ont pu faire les concepteurs professionnels.

Dans cette étude, nous nous sommes focalisées uniquement sur la gestion de contraintes liées au commanditaire, or un site Web doit répondre aux besoins du commanditaire, mais également à ceux des futurs utilisateurs.

Aussi :

1. comment les concepteurs parviennent-ils à gérer des contraintes liées au commanditaire et à l'utilisateur lors des phases conceptuelles de conception ? Certaines sont-elles privilégiées par rapport à d'autres ?
2. quels sont les critères de choix qui leur permettent de pondérer les contraintes lorsque cela s'avère nécessaire ?
3. quelles sont les conséquences sur la qualité des maquettes réalisées ? Observe-t-on un effet de l'expertise ?

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

La gestion et la pondération de contraintes-commanditaire et de contraintes-utilisateurs

++

Dans l'objectif de déterminer quel poids les concepteurs de sites Web accordent aux contraintes-commanditaire et aux contraintes-utilisateurs, nous avons demandé à des concepteurs débutants et à des concepteurs professionnels de créer une première maquette électronique d'un site Web présentant un concessionnaire automobile pour répondre à un appel d'offre lancé par ce concessionnaire [Chevalier, 2003b].

La moitié des concepteurs devait réaliser cette maquette en étant confrontés à des contraintes prescrites émanant d'un commanditaire (condition cahier des charges orienté commanditaire – CCC ; cf. tableau 1 pour ce cahier des charges), et l'autre moitié des concepteurs était confrontée à un cahier des charges restreint (CCR), dans lequel aucune contrainte n'était prescrite, seule les orientations générales du site étaient fournies. Les contraintes prescrites dans le cahier des charges orienté commanditaire étaient issues de l'analyse de plusieurs cahiers des charges réels : les contraintes les plus récurrentes ont été prescrites dans le cahier des charges de sorte d'essayer de créer une situation expérimentale proche d'une réelle situation de conception.

Tableau 1. Présentation des 11 contraintes prescrites par le commanditaire attribuées aux concepteurs confrontés au cahier des charges orienté commanditaire (CCC)

Contraintes prescrites dans le CCP	Type de contraintes-commanditaire
Intégrer la présentation de la marque X.	contenu
Indiquer l'adresse et le plan d'accès.	contenu
Présenter les 3 nouvelles générations de voitures : 106, 206 et 306 (ainsi que les séries spéciales).	contenu
Le logo de la marque doit apparaître sur toutes les pages.	structure et contenu
Le temps de réalisation doit être rapide car le concessionnaire souhaite être dans deux mois (au plus tard) sur le Web.	coût temporel
Le site doit être court : 10-15 pages maximum.	structure
Les couleurs du site doivent être en harmonie avec les couleurs du logo de la marque X.	esthétique
Le site doit être évolutif, c'est-à-dire que le concessionnaire pourra restructurer partiellement son site en fonction des nouvelles informations qu'il souhaitera communiquer ultérieurement (nouvelles voitures, offres spéciales, etc.).	structure

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Présenter les services en ligne : prise de RDV, questions à poser.	contenu
Présenter les services offerts par X pour l'achat d'un véhicule neuf.	contenu
Le budget accordé est de 23 000 francs TTC, soit environ 3 500 euros, (hébergement, nom de domaine, mise à jour pendant 1 an).	coût financier

Les analyses effectuées sur les verbalisations des concepteurs ont porté sur : (1) les contraintes énoncées oralement par les concepteurs, en distinguant les contraintes-commanditaire (prescrites et inférées) des contraintes-utilisateurs (inférées), (2) les contraintes effectivement respectées dans les maquettes électroniques et enfin (3) le nombre d'erreurs ergonomiques identifiées dans les maquettes réalisées. L'analyse des erreurs ergonomiques présentes dans les maquettes constituait un moyen permettant de déterminer si ces maquettes répondaient, en partie au moins, aux besoins des utilisateurs. Bien que des études aient mis en évidence l'importance de faire analyser les systèmes réalisés à leurs futurs utilisateurs (cf. [Ganier, 2008]), des tests utilisateurs sur les maquettes n'ont pas pu être conduits, car la majorité d'entre elles n'étaient pas assez finalisées pour pouvoir être utilisées par des internautes.

L'analyse des protocoles verbaux a mis en évidence que les concepteurs professionnels ont pris en compte plus de contraintes-commanditaire que les concepteurs débutants, quel que soit le cahier des charges (pour lesquels aucune différence significative n'est apparue). Par ailleurs, les concepteurs débutants confrontés au CCC ont rencontré des difficultés à propager les contraintes prescrites que les professionnels confrontés à ce même cahier des charges. Les débutants ont, de ce fait, considéré peu de contraintes-commanditaire.

En ce qui concerne les contraintes-utilisateurs, les concepteurs professionnels ont inféré plus de contraintes-utilisateurs que les concepteurs débutants, quel que soit le cahier des charges. En outre, les concepteurs débutants et professionnels, confrontés au CCR, ont inféré plus de contraintes-utilisateurs que ceux confrontés au CCC. Une proportion importante de ces contraintes constituait des contraintes ergonomiques. Ainsi, bien que les concepteurs n'aient pas reçu de formation en ergonomie des interfaces Web, ils ont été en mesure – grâce à leur expérience d'utilisateurs – d'inférer des contraintes liées à l'ergonomie comme l'indique l'extrait du protocole suivant :

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

> Extrait du protocole verbal (concepteur débutant-CCC) - Contrainte ergonomique inférée (en caractères gras) :
>
> « *L'article sur la baisse de la consommation des voitures neuves, à mon avis ça n'intéresse pas l'internaute, c'est inutile, tout ce qu'il veut, c'est voir les voitures, donc* ***on ne mettra pas l'article****. Personnellement, quand je vais sur le Web pour acheter quelque chose, je ne supporte pas de voir des tas de choses qui m'intéressent pas* ».

Pour résumer, en termes de proportion de contraintes-commanditaire et de contraintes-utilisateurs énoncées oralement par les concepteurs, on n'a pas noté d'effet significatif du cahier des charges ni du niveau d'expertise des concepteurs en termes de proportion. En revanche, les concepteurs professionnels ont respecté significativement plus de contraintes énoncées que les débutants dans les maquettes électroniques réalisées, quel que soit le cahier des charges. C'était lorsqu'ils étaient confrontés au CCC que les concepteurs ont respecté le plus de contraintes (ils ont respecté déjà toutes celles prescrites dans le cahier des charges). À l'oral, les résultats n'ont pas mis en évidence de différence significative entre la proportion de contraintes-commanditaire et de contraintes-utilisateurs. Toutefois, au niveau du respect des contraintes dans les maquettes électroniques, les résultats ont montré que tous les concepteurs se sont focalisés sur le respect de contraintes-commanditaire au détriment des contraintes-utilisateurs, pourtant énoncées oralement : plus de 90 % des contraintes-commanditaire (prescrites ou inférées) ont été respectées contre seulement environ 25 % des contraintes-utilisateurs. Plus précisément, concernant le respect des contraintes-utilisateurs, les résultats ne sont pas allés dans le même sens : les concepteurs ont moins respecté de contraintes-utilisateurs que de contraintes-commanditaire. En effet, seulement 0 % à 40 % de contraintes liées à l'ergonomie ont été respectées.

Cette focalisation sur la satisfaction des contraintes-commanditaire au détriment des contraintes-utilisateurs a eu des répercussions négatives sur la qualité ergonomique des maquettes électroniques réalisées, en ce sens qu'elles présentaient toutes un nombre élevé d'erreurs ergonomiques (en référence aux critères et recommandations de Bastien [1999]). Par exemple, la page d'accueil, réalisée par un concepteur débutant confronté au CCC, ne s'affiche pas intégralement sur un écran de 15 pouces en 800 par 600 pixels de résolution (alors que concevoir des pages pour des écrans en 800 par 600 pixels de résolution, sans utiliser les ascenseurs, constituait une recommandation ergonomique). En outre, les images en fond d'écran entravaient la lisibilité du texte (figure 8a). Un autre exemple

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

de page Web non satisfaisante d'un point de vue ergonomique était la page donnée dans la figure 8b : en plus de ne pas avoir été conçue pour des écrans 15 pouces en 800 par 600 pixels de résolution, il n'y avait pas de titre et il est possible que l'utilisateur rencontre des difficultés pour lire le texte vertical sur la gauche.

Figure 8a. Page d'accueil d'un concepteur débutant confronté au cahier des charges orienté commanditaire (CCC).

Figure 8b. Page d'accueil d'un concepteur professionnel confronté au cahier des charges orienté commanditaire (CCC).

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Sur la base des résultats obtenus dans cette étude, il semblerait que, quels que soient l'expertise et le type de cahier des charges à satisfaire, les concepteurs aient considéré les contraintes-commanditaire comme des contraintes de validité, même dans le cas où celles-ci ont été inférées, et les contraintes-utilisateurs comme des contraintes de préférence. Conformément à des travaux antérieurs [Darses, 1994], les concepteurs s'attacheraient à satisfaire en priorité les contraintes de validité et reporteraient à plus tard les contraintes de préférence (ici, les contraintes-utilisateurs).

D'autres hypothèses plus particulièrement liées au peu de contraintes-utilisateurs respectées par les concepteurs ont également été avancées :

- étant focalisés sur les contraintes-commanditaire (prescrites et/ou inférées), les concepteurs peuvent omettre certaines contraintes ergonomiques qu'ils souhaitaient pourtant satisfaire dans leurs maquettes ;
- bien qu'ayant prévu de prendre en compte certaines contraintes ergonomiques, les concepteurs se sont trouvés confrontés à des difficultés de mise en application concrète de ces contraintes (les aspects liés aux utilisateurs étaient d'autant plus difficiles à apprécier que l'activité des futurs utilisateurs du site devait être anticipée), puisqu'ils n'avaient pas de formation en ergonomie des interfaces Web ;
- les concepteurs étaient également des utilisateurs du Web, mais ils n'étaient plus des utilisateurs débutants ou novices. Au contraire, ils pouvaient être considérés comme des utilisateurs experts. L'acquisition d'expertise se traduit notamment par le développement de schémas (de connaissances et d'actions) et l'intégration de connaissances spécifiques liées au domaine d'expertise, qui rendraient particulièrement difficile l'anticipation de points de vue différents du sien, en particulier du point de vue d'individus novices dans le domaine concerné, ce que Hinds [1999] a appelé « la malédiction des connaissances » (*the curse of knowledge*). Dans ce cas, les experts adopteraient leur propre point de vue, ce que Van Duyne *et al.* [2003] ont nommé *ego bias* en ce sens que les concepteurs feraient référence à leur propre façon de procéder pour se mettre à la place et considérer le point de vue des futurs utilisateurs. Cette hypothèse a rejoint également Scapin [1993] qui a souligné que le fonctionnement cognitif des concepteurs dépendait de leurs connaissances d'utilisateurs experts sur les besoins des utilisateurs. Cela a pu conduire les concepteurs à ne pas considérer

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

certains aspects liés à l'utilisation. En outre, l'introspection dans la conception d'interfaces hypermédia ne donne pas de bons résultats et conduit à la conception d'interfaces non adaptées aux besoins des futurs utilisateurs [Bastien, 1991] ;

- bien qu'ayant prévu de prendre en compte certaines contraintes ergonomiques, la durée qui leur était accordée (une heure et demie environ) n'était pas suffisante pour qu'ils aient pu en tenir compte effectivement dans leurs maquettes. Cette hypothèse a été écartée grâce à une étude dans laquelle les concepteurs n'ont identifié que très peu d'erreurs ergonomiques qu'ils avaient introduites dans leurs maquettes (de l'ordre de 5-7% ; [Chevalier, 2007]).

La formulation de ces différentes hypothèses explicatives a conduit à la mise en œuvre de différentes voies de recherche et, ce faisant, de différentes études.

Nous avons choisi de nous focaliser sur certaines hypothèses visant à déterminer :

- à qui ou à quoi pouvait être attribué le statut de validité des contraintes-commanditaire ;
- les raisons pour lesquelles il semble difficile pour les concepteurs de considérer de façon efficace le point de vue des utilisateurs et, ce faisant, de développer une activité centrée utilisateur [Norman, 1986a].

À QUOI OU À QUI ATTRIBUER LE STATUT DE VALIDITÉ DES CONTRAINTES LIÉES AU COMMANDITAIRE ?

L'orientation du cahier des charges influe-t-elle sur le statut attribué aux contraintes ?

Les résultats de l'étude précédente suggèrent que les contraintes prescrites (par le commanditaire) sont considérées par les concepteurs comme incontournables par les concepteurs et sont, de ce fait, respectées dans les maquettes, que ces contraintes soient prescrites ou inférées. Par contre, peu de contraintes-utilisateurs (toutes inférées par les concepteurs) ont été respectées dans leurs maquettes. Ainsi, même si les contraintes-commanditaire ne sont pas prescrites par le commanditaire, les concepteurs

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

professionnels et débutants leur attribuent une pondération très élevée au détriment des contraintes-utilisateurs.

Sur la base de ces résultats, plusieurs questions se sont posées :

- les concepteurs attribuent-ils une pondération élevée aux contraintes-commanditaire parce qu'elles sont prescrites dans le cahier des charges – et ce faisant, les contraintes inférées résultent-elles largement de la propagation des contraintes prescrite ? Si c'est le cas, comment expliquer que confrontés au cahier des charges restreint les concepteurs se sont également focalisés sur le respect des contraintes-commanditaire et ce, au détriment des contraintes-utilisateurs ?
- ces résultats sont-ils attribuables au fait que, quel que soit le cahier des charges à satisfaire, les concepteurs tiendraient compte prioritairement du commanditaire (représentant la source d'autorité, en référence aux travaux de Scott *et al.* [2000]) ?

Dans l'objectif de déterminer dans quelle mesure la nature des contraintes prescrites dans le cahier des charges peut influer sur leur pondération, une autre étude expérimentale a été conduite [Chevalier, 2004].

Dans cette étude, les concepteurs étaient confrontés soit à un cahier des charges orienté utilisateur (CCU), avec uniquement des contraintes ergonomiques, soit à un cahier des charges mixte (CCM), avec autant de contraintes-commanditaire que de contraintes-utilisateurs (des contraintes ergonomiques). Le CCM visait à déterminer si prescrire le même nombre de contraintes liées aux deux acteurs du processus de conception influerait sur la pondération des contraintes et dans ce cas, si les concepteurs parviendraient à mieux gérer et à mieux pondérer les contraintes reflétant la prise en compte de ces deux acteurs.

Des concepteurs professionnels et débutants disposaient d'une heure et demie environ pour concevoir une première maquette électronique de sites Web. La moitié des concepteurs était confrontée au CCM et l'autre moitié au CCU. Pendant qu'ils réalisaient la maquette, ils étaient invités à penser à voix haute.

De façon similaire à la précédente étude, les concepteurs professionnels ont énoncé significativement plus de contraintes-commanditaire que les débutants (cf. tableau 2 pour la synthèse des résultats).

Les contraintes-utilisateurs ont été majoritairement prises en compte par les débutants (contrairement à la précédente étude). Les concepteurs confrontés au CCU en ont également pris en compte plus que ceux

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

confrontés au CCM. On a observé un effet d'interaction significatif : les professionnels confrontés au CCU ont inféré plus de contraintes-utilisateurs que ceux confrontés au CCM, alors qu'il n'y a pas eu de différence significative entre les deux groupes de concepteurs débutants (tableau 2).

Tableau 2. Pourcentages moyens de contraintes liées au commanditaire et à l'utilisateur prises en compte par les concepteurs selon leur niveau d'expertise et le cahier des charges à satisfaire

	Cahier des charges utilisateur (CCU)		Cahier des charges mixte (CCM)	
	Contraintes-commanditaire	Contraintes-utilisateurs	Contraintes-commanditaire	Contraintes-utilisateurs
Débutants	27 %	73 %	44.7 %	55.3 %
Professionnels	45.7 %	54.3 %	56.2 %	43.8 %

Plus particulièrement, le cahier des charges utilisateur a favorisé la prise en compte des contraintes ergonomiques par comparaison au cahier des charges mixte. Toutefois, la majorité des contraintes ergonomiques prises en compte oralement par les concepteurs confrontés au cahier des charges utilisateur résultaient de celles prescrites dans le cahier des charges à satisfaire. Une nouvelle fois, les concepteurs se sont focalisés sur les contraintes émanant du cahier des charges (contraintes prescrites).

Seuls les concepteurs débutants confrontés au cahier des charges utilisateur ont pris en compte oralement plus de contraintes-utilisateurs que de contraintes-commanditaire.

Sur la base de ces premiers résultats, il semblerait que seuls les concepteurs débutants face au cahier des charges utilisateur se soient laissé guider par l'orientation du cahier des charges. Cela les aurait incités à considérer davantage de contraintes-utilisateurs, au moins au niveau de l'énonciation orale. Nous nous sommes toutefois demandé si ces contraintes étaient effectivement respectées dans les maquettes réalisées par les concepteurs.

Étonnamment, lorsque les concepteurs professionnels et débutants étaient confrontés au cahier des charges utilisateur, ils respectaient plus de contraintes-commanditaire que de contraintes-utilisateurs. En effet, les concepteurs débutants et professionnels confrontés au cahier des charges utilisateur ont respecté une proportion significativement plus importante de contraintes-commanditaire (respectivement, 93.5 % et 75.5 %), prises

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

en compte oralement, que ceux confrontés au cahier des charges mixte (respectivement, 59.6 % et 48.8 %). Plus précisément, dans les maquettes réalisées, les concepteurs débutants confrontés au cahier des charges mixte ont respecté presque la totalité des contraintes prescrites par le commanditaire (75 %), alors que les concepteurs professionnels en ont respecté seulement 40 %. Les concepteurs professionnels et débutants confrontés au cahier des charges utilisateur ont respecté presque la totalité des contraintes-commanditaire inférées, ce qui n'a pas été le cas des concepteurs confrontés au cahier des charges mixte (de 36 % à 44 % de contraintes respectées).

Concernant le respect des contraintes-utilisateurs, quelle que soit l'orientation du cahier des charges à satisfaire, les concepteurs professionnels et débutants ont respecté de 60 % à 70 % de ces contraintes. Parmi celles-ci, il n'y a pas eu de différence significative quant à la proportion de contraintes ergonomiques prescrites (dans les cahiers des charges) respectées dans les maquettes selon le niveau d'expertise des concepteurs. En revanche, les concepteurs professionnels confrontés au cahier des charges mixte ont respecté significativement plus de contraintes ergonomiques inférées que ceux confrontés au cahier des charges utilisateur. Pour le cahier des charges utilisateur, on a observé l'inverse : les concepteurs débutants ont respecté plus de contraintes ergonomiques que les concepteurs professionnels.

Par conséquent et de façon générale, l'orientation du cahier des charges a eu une influence sur l'activité des débutants confrontés au cahier des charges mixte, et dans une moindre mesure pour les professionnels : ces derniers ont partagé leur attention entre les contraintes-commanditaire et utilisateur.

Par ailleurs, quels que soient leur niveau d'expertise et l'orientation du cahier des charges à satisfaire, tous les concepteurs ont introduit un nombre relativement important d'erreurs ergonomiques. En comparant le nombre moyen d'erreurs ergonomiques présentes dans les maquettes réalisées lors de l'étude conduite par Chevalier [2003b] à ceux présents dans cette étude : les concepteurs professionnels ont introduit moins d'erreurs ergonomiques face au cahier des charges restreint (n'étant composé d'aucune contrainte), au cahier des charges orienté utilisateur ou encore au cahier des charges mixte que lorsqu'ils étaient confrontés au cahier des charges ne comportant que des contraintes prescrites par le commanditaire. En revanche, le cahier des charges à satisfaire n'a pas eu d'effet significatif pour les concepteurs débutants.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Figure 9a. Page extraite d'une maquette élaborée par concepteur professionnel-CCU.

Figure 9b. Page extraite d'une maquette élaborée par concepteur débutant-CCM.

Les modèles 9a et 9b ne pouvaient pas être visualisés dans un écran en 800 par 600 pixels de résolution sans utiliser les ascenseurs (concepteur professionnel-CCU). C'était la même chose pour (b) (concepteur débutant-CCM).

Presses de l'ensib, 2013. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Les erreurs ergonomiques introduites dans les maquettes réalisées étaient souvent récurrentes. On les a retrouvées à la fois dans l'étude conduite par Chevalier [2003b] et dans l'étude présentée ici (figures 9a et 9b).

En conclusion, les concepteurs professionnels attribuent une pondération élevée aux contraintes liées aux deux acteurs du processus de conception, quel que soit le cahier des charges à satisfaire. En revanche, les concepteurs débutants sont davantage dépendants de l'orientation du cahier des charges quant à la prise en compte orale de contraintes-commanditaire et utilisateurs. L'orientation du cahier des charges a servi de guide aux concepteurs débutants pour anticiper et, ce faisant, activer des connaissances qui leur ont permis de prendre en compte des contraintes liées à ces deux acteurs du processus de conception. Cela a été moins le cas pour les concepteurs professionnels qui, même s'ils ont respecté les contraintes ergonomiques prescrites dans le CCU, sont parvenus à inférer un nombre important de contraintes-commanditaire (sans pour autant toutes les respecter).

Les résultats, relatifs aux concepteurs débutants, ont pu être rapprochés de ceux obtenus par Smith [1993], en ce sens que les concepteurs ont focalisé leur attention sur les contraintes attribuées dans le cahier des charges à satisfaire et ont rencontré des difficultés à inférer d'autres contraintes. Dans son étude [1993], les participants qui disposaient d'exemples ont eu tendance à réaliser des productions proches des exemples fournis ; dans notre étude, attribuer un support aux concepteurs au début de leur activité a eu pour conséquence de limiter leur activité d'inférence, et de limiter l'espace de recherche, ou tout au moins l'orienter (toujours, pour les concepteurs débutants).

En ce qui concerne le respect dans les maquettes électroniques des contraintes prises en compte oralement, les résultats obtenus sont intéressants, dans la mesure où les concepteurs professionnels et débutants confrontés au CCM n'ont respecté environ que la moitié des contraintes prises en compte oralement dans les maquettes réalisées. Au contraire, les concepteurs professionnels et débutants confrontés au CCU ont respecté davantage de contraintes. Il est intéressant de noter que les concepteurs professionnels et débutants face au CCU sont parvenus à la fois à inférer des contraintes-commanditaire et à les respecter dans leurs maquettes (dans une moindre mesure pour les débutants concernant les contraintes-commanditaire). Ils sont aussi parvenus à respecter un nombre important de contraintes-utilisateurs, bien que des différences significatives n'aient

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

pas été mises en évidence selon le niveau d'expertise des concepteurs, ni selon l'orientation du cahier des charges à satisfaire.

Comment expliquer ces résultats ?

Lors des premières phases de conception, les concepteurs confrontés au CCM ont pu rencontrer des difficultés pour prendre en compte efficacement le commanditaire et l'utilisateur, puisque des contraintes liées à ces deux acteurs étaient fournies dans le cahier des charges à satisfaire. Cela a pu les déstabiliser dans les orientations à choisir et se traduire à la fois au niveau du respect de ces contraintes et sur le nombre de contraintes énoncées. Quant aux concepteurs confrontés au CCU, tous ont respecté une proportion importante de contraintes-utilisateurs, et de façon surprenante, de contraintes-commanditaire. Plus précisément, parmi les contraintes-utilisateurs qui n'ont pas été respectées dans les maquettes, on a noté, de façon similaire à l'étude conduite par [Chevalier, 2003b], que les contraintes ergonomiques inférées par les concepteurs ont été peu respectées. Ainsi, le fait que ces contraintes aient été inférées par les concepteurs, et non prescrites dans le cahier des charges, leur aurait conféré le statut de contraintes de préférence (en référence aux travaux de Janssen [1989]). Il semblerait donc que le statut de validité attribué aux contraintes serait en partie dû au caractère prescrit des contraintes.

Du point de vue de la prise en compte des besoins liés aux futurs utilisateurs (via les contraintes-utilisateurs), les résultats des concepteurs confrontés au CCU ont été encourageants. En effet, tous sont parvenus à respecter un nombre important de contraintes ergonomiques prescrites dans le cahier des charges à satisfaire, sans pour autant que cela ait nui au respect des contraintes-commanditaire (une forte proportion de ces contraintes ayant été respectée).

Toutefois, attribuer un CCU ou un CCM n'a pas eu d'effet significatif sur le nombre moyen d'erreurs ergonomiques présentes dans les maquettes réalisées par les concepteurs. Par contre, en comparant le nombre moyen d'erreurs ergonomiques introduites par les concepteurs lors de l'étude conduite par Chevalier [2003b] aux résultats obtenus dans cette étude, on a noté un effet significatif pour les concepteurs professionnels dû au cahier des charges à satisfaire. Être confrontés à un cahier des charges comportant de nombreuses contraintes prescrites par le commanditaire les a conduits à introduire significativement plus d'erreurs ergonomiques dans les maquettes réalisées qu'être confrontés aux autres types de cahiers des charges.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Les résultats obtenus dans cette étude suggèrent que le caractère prescrit a joué un rôle important sur le statut attribué aux contraintes. Afin de déterminer si le statut attribué aux contraintes était dû au caractère prescrit de celles-ci ou à un autre facteur, comme par exemple la source d'autorité [Scott, 2000], une autre étude expérimentale a été conduite. Dans cette étude, aucune contrainte n'était prescrite dans le cahier des charges. Le concepteur, pour compléter sa représentation mentale et par-là même le cahier des charges attribué, avait la possibilité d'interagir avec un interlocuteur ; il s'agissait soit du « porte-parole » du commanditaire, soit de l'ergonome de la société du commanditaire en question.

Influence du statut de l'interlocuteur sur le statut attribué aux contraintes

++

Lors des études précédentes, il est apparu que les concepteurs, débutants et professionnels, ont eu tendance à se focaliser sur le point de vue du commanditaire et ainsi à satisfaire de façon prioritaire les contraintes liées à cet acteur, même lorsque le commanditaire fournissait peu de précisions quant à ses attentes. Par contre, lorsqu'ils étaient face à un cahier des charges prescrivant des contraintes-utilisateurs (induction du point de vue de cet acteur), ils ont tenu compte non seulement de l'utilisateur mais également du commanditaire, lors des premières phases de conception. Les maquettes électroniques réalisées n'ont pas été pour autant de meilleure qualité ergonomique. En effet, les concepteurs se sont conformés aux contraintes ergonomiques prescrites dans le cahier des charges, et ont peu ou pas respecté les contraintes-utilisateurs inférées. Sur la base de ces résultats, il semblerait que les contraintes prescrites dans le cahier des charges aient été considérées comme des contraintes de validité, c'est-à-dire incontournables. En revanche, les contraintes inférées liées à l'utilisateur ont pu être considérées comme des contraintes de préférence, et être de ce fait contournées, si cela s'avérait nécessaire. Ainsi, le statut de contraintes de validité a été attribué de façon privilégiée aux contraintes prescrites. Cependant, le fait que les concepteurs, en particulier les professionnels, aient tenu compte d'un nombre important de contraintes-commanditaire a soulevé une nouvelle interrogation : le statut de validité a-t-il été attribué seulement au caractère prescrit des contraintes ou au fait que les contraintes provenaient du commanditaire (et ce faisant étaient le reflet de ses exigences et attentes) ?

Presses de l'ensib, 2013. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Dans ce dernier cas, le caractère prescrit ne serait pas l'unique raison de cette focalisation.

Afin d'apporter des éléments de réponse à cette question, une autre étude a été conduite. Dans cette étude, les concepteurs étaient confrontés soit à un interlocuteur ergonome soit à un interlocuteur représentant le commanditaire, ce qui lui conférait une autorité propice à l'attribution du statut de validité aux contraintes liées au point de vue représenté par celui-ci. Afin de stimuler le recours à l'interlocuteur, nous avons opté pour un cahier restreint, c'est-à-dire un cahier des charges ne comportant aucune contrainte (seul l'objectif général du site était indiqué), c'était alors aux concepteurs de le compléter en posant des questions à leur interlocuteur (technique de la distribution de l'information à la demande [Rimoldi, 1963/2004]).

De même que dans les autres études, les concepteurs professionnels et débutants disposaient d'une heure et demie environ pour réaliser une première maquette électronique de sites Web.

Les principaux résultats ont mis en évidence que tous les concepteurs ont demandé significativement plus d'informations relatives au commanditaire que d'informations liées à l'utilisateur. Cela a été d'autant plus important pour les concepteurs professionnels : en moyenne 80 % des demandes d'informations de ces derniers concernaient le commanditaire. Même face à un ergonome, tous les concepteurs (aussi bien professionnels que débutants) se sont focalisés sur les besoins potentiels du commanditaire au détriment de ceux liés à l'utilisateur, au moins concernant les informations dont ils avaient besoin pour préciser leur représentation mentale et compléter leur cahier des charges. Seules quelques demandes relatives à l'ergonomie ont été faites :

Tableau 3. Répartition des demandes d'informations liées aux aspects ergonomiques

Question 1 :	**Le nom du concessionnaire doit-il être sur toutes les pages ?**		
Recommandation ergonomique correspondante :	Certaines informations doivent apparaître sur chaque page, comme l'e-mail de l'auteur ou webmestre ou la date de la dernière mise à jour		
Classification d'après Bastien *et al.* [1999] :	Guidage - Incitation	Concepteurs l'ayant posée :	2 débutants 2 professionnels
Question 2 :	**Les internautes vont-ils comprendre à quoi correspondent ces liens ?**		

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Recommandation ergonomique :	Les liens ne doivent pas utiliser de termes difficiles		
Classification :	Guidage - incitation	Concepteurs l'ayant posée :	2 professionnels
Question 3 :	**Normalement les liens sont-ils soulignés ?**		
Recommandation ergonomique :	Les liens doivent être soulignés		
Classification :	Guidage - groupement distinction par le format	Concepteur l'ayant posée :	1 professionnel
Question 4 :	**Pensez-vous que le texte ressorte assez sur ce fond ?**		
Recommandation ergonomique :	Le contraste texte/arrière-plan doit être soutenu (noir sur fond blanc) ; éviter les couleurs complémentaires (vert sur fond rouge)		
Classification :	Guidage - lisibilité	Concepteur l'ayant posée :	1 professionnel
Question 5 :	**Est-ce que ces images ne vont pas être trop lourdes à télécharger ?**		
Recommandation ergonomique :	Limiter le poids/taille des images pour le téléchargement		
Classification :	Compatibilité	Concepteur l'ayant posée :	1 débutant

Comme on peut le noter, ces questions relèvent majoritairement du critère *Guidage* et font référence directement à la navigation sur l'interface Web. Il semblerait que les quelques interrogations ergonomiques des concepteurs soient liées à des problèmes qui se posent au moment même de la conception. Il n'y aurait pas une réelle activité d'anticipation des besoins des utilisateurs : les concepteurs essaieraient de satisfaire immédiatement ces aspects ergonomiques sans les anticiper ni les reporter à plus tard.

Les concepteurs professionnels ont énoncé plus de contraintes-commanditaire que les concepteurs débutants, sans qu'il y ait eu de différence significative due au statut de l'interlocuteur. Pour les contraintes-utilisateurs, il n'y a pas eu d'effet du niveau d'expertise ni du statut de l'interlocuteur. Plus précisément, concernant les contraintes ergonomiques : de 4 à 7 contraintes seulement ont été inférées par les concepteurs ; il n'y a pas eu d'effet significatif de l'expertise ni du statut de l'interlocuteur.

Pour résumer, on n'a pas noté de différence significative quant à la proportion de contraintes-commanditaire et contraintes-utilisateurs énoncées par les concepteurs à l'intérieur de chaque groupe.

En ce qui concerne les contraintes-commanditaire effectivement respectées dans les maquettes électroniques, les analyses ont montré

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

qu'une proportion importante de ces contraintes a effectivement été respectée (de 71 % à 95 %). De façon surprenante, les concepteurs débutants confrontés à l'ergonome en ont respecté plus que les débutants confrontés au commanditaire, alors que les deux groupes de concepteurs professionnels ne se sont pas distingués de façon significative. En ce qui concerne les contraintes-utilisateurs respectées, il n'y a pas eu d'effet significatif du niveau d'expertise, ni du statut de l'interlocuteur : tous les concepteurs ont respecté de 51 % à 70 % des contraintes-utilisateurs. Aucun effet significatif du niveau d'expertise, ni du statut de l'interlocuteur sur le respect de contraintes ergonomiques n'a été observé : de 59 % à 66 % de ces contraintes ont été respectées.

En résumé, les concepteurs, quels que soient leur niveau d'expertise et l'interlocuteur auquel ils étaient confrontés, ont respecté davantage de contraintes-commanditaire que de contraintes-utilisateurs.

Malgré ces résultats encourageants et intéressants quant à l'augmentation de la proportion de contraintes-utilisateurs respectées par les concepteurs, leurs maquettes électroniques ne se sont pas améliorées par rapport à celles réalisées lors des deux études antérieures [Chevalier, 2006b].

CONCLUSION

++

Les concepteurs, débutants et surtout professionnels, tendent à privilégier et à se focaliser sur les contraintes liées au commanditaire du site au détriment de celles liées à l'utilisateur. Pour que les contraintes-utilisateurs soient davantage respectées dans les maquettes électroniques, il est nécessaire qu'elles soient prescrites dans le cahier des charges à satisfaire.

Ces résultats sont intéressants dans la mesure où ils apportent une nouveauté par rapport à des travaux antérieurs montrant que le statut de validité était dû au caractère prescrit de la contrainte [Darke, 1984 ; Darses, 1994], particulièrement pour les contraintes liées au commanditaire. En effet, le commanditaire représentant l'autorité et étant le premier à évaluer le travail réalisé exercerait une forte influence sur l'activité cognitive des concepteurs. En revanche, il semblerait que le caractère prescrit des contraintes ait influé de façon importante sur la pondération des contraintes-utilisateur. Il est possible qu'étant prescrites dans le cahier des charges, les contraintes-utilisateur aient été perçues par les concepteurs comme des attentes du commanditaire (traditionnellement le cahier des charges provient du commanditaire). Toutefois, à ce stade

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

on n'a pas pu attribuer au caractère prescrit ou au contraire inférentiel l'entière responsabilité de leur respect/satisfaction dans les maquettes électroniques. En effet, comme nous l'avons souligné précédemment, les schémas liés à l'acquisition d'expertise rendraient particulièrement difficile l'anticipation de points de vue différents du sien, en particulier du point de vue d'individus moins professionnels ou débutants (voire naïfs) dans le domaine de connaissances concerné. Cela conduirait les experts à adopter leur propre point de vue. Dans une étude expérimentale, Hinds [1999] a montré que les experts sous-estimaient les difficultés des débutants face à une tâche complexe (cf. [Hinds, 2001]). Dans la même direction, des études ont mis en évidence que les experts rencontraient des difficultés pour estimer et s'adapter au niveau de connaissances des débutants à propos de concepts informatiques et d'Internet [Bromme, 2001 ; Nückles, 2002]. La figure 10 résume ces points.

Figure 10. Résumé des relations entre contraintes-commanditaire et contraintes-utilisateurs et niveau d'expertise des concepteurs Web.

Les flèches indiquent l'implication directe (flèches continues) ou indirecte (flèches en pointillés).

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Bien que les concepteurs aient essayé de tenir compte des besoins des futurs utilisateurs, ils n'y sont pas parvenus de façon efficace. En effet, même si les concepteurs ont essayé de comprendre les besoins des futurs utilisateurs et de les prendre en compte au cours du processus de conception, ils ont rencontré d'importantes difficultés pour le faire.

Afin de déterminer les raisons pour lesquelles les concepteurs ont éprouvé d'importantes difficultés à tenir compte des utilisateurs, deux nouvelles voies d'investigations sont explorées :

- étudier le rôle de la flexibilité cognitive à travers le changement de points de vue comme facteur explicatif des difficultés à considérer de façon efficace les besoins des utilisateurs. Ce point fait l'objet du chapitre III ;
- déterminer les différences entre les concepteurs et les utilisateurs lorsqu'ils sont confrontés à des situations d'utilisation du même système. Ce qui sera développé au cours du chapitre IV.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

CHAPITRE III
ADOPTION ET CHANGEMENT DE POINTS DE VUE : FIXATION OU FLEXIBILITÉ COGNITIVE EN CONCEPTION WEB ?

CHAPITRE III ADOPTION ET CHANGEMENT DE POINTS DE VUE : FIXATION OU FLEXIBILITÉ COGNITIVE EN CONCEPTION WEB ?

La focalisation sur la satisfaction du commanditaire au détriment des futurs utilisateurs pourrait être due à une certaine fixité cognitive au lieu d'être plus flexible et de basculer entre les deux points de vue. C'est ce que nous allons étudier dans cette partie.

LE CONCEPT DE FIXATION EN RÉSOLUTION DE PROBLÈMES

Le concept de fixation est une notion qui a été introduite par les psychologues gestaltistes [Duncker, 1935/1945 ; Scheerer, 1963] pour illustrer le transfert négatif dans le raisonnement par analogie[1]. Ce transfert négatif consiste à utiliser des exemples d'éléments ou des (parties de) solutions, développées antérieurement, de manière inappropriée pour résoudre un problème donné.

Le phénomène de fixation peut donc être envisagé comme une certaine rigidité de l'esprit. Les individus éprouveraient des difficultés à se détacher des informations, de leurs connaissances antérieures, de cas divers déjà rencontrés. On peut alors se demander si la flexibilité cognitive ne serait pas une capacité nécessaire pour lutter contre les problèmes de fixation.

Cet effet de fixation, que l'on retrouve plus récemment dans la littérature sous l'expression d'effet de conformité, a été observé dans des

1. L'analogie peut être définie comme un mode de raisonnement induisant l'identification et le transfert d'informations issues d'une situation ancienne à une nouvelle – ces deux situations étant relativement proches [Gentner, 1983]. Ce raisonnement permet de comprendre et d'interpréter de nouvelles situations à partir de situations voisines. Il y a quatre phases dans le raisonnement par analogie : le processus d'évocation ; la phase d'appariement ; la détermination des éléments pertinents des situations sources ; le transfert d'informations à partir de la source considérée.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

contextes d'apprentissage à partir d'exemples imagés. En effet, dans une série d'études, Ward [1994] a montré que lorsque les individus doivent dessiner de nouvelles créatures de l'Espace, ces derniers donnent à leurs créatures des attributs d'animaux terrestres (tels que les organes sensoriels). Cet effet a également été mis en évidence dans une tâche similaire (dessiner des créatures extraterrestres) par Smith [1993]. Cette tendance à la conformité se retrouve même lorsque l'expérimentateur demande explicitement aux participants de réaliser des créatures différentes des animaux terrestres qu'ils connaissent, c'est-à-dire n'ayant pas les mêmes caractéristiques [Ward, 1997].

Cet effet de fixation a aussi été observé dans des domaines professionnels [Jansson, 1991 ; Purcell, 1993, 1996]. Jansson et Smith [1991] ont conduit quatre études expérimentales auprès d'étudiants ingénieurs. Ces auteurs émettaient l'hypothèse que l'effet de conformité dans les dessins serait causé par les exemples accompagnant parfois les problèmes donnés aux concepteurs. Ces exemples, ayant pour but de suggérer d'autres solutions possibles et donc d'apporter un appui à la création, pourraient également avoir un effet inhibiteur limitant le concepteur à l'utilisation de leurs caractéristiques saillantes. Pour cela, ils ont proposé un problème de conception à des étudiants en ingénierie. La tâche proposée consistait à générer le plus possible de solutions pour résoudre le problème de conception. Le groupe de concepteurs en condition « fixation » recevait le problème accompagné d'un exemple illustré et le groupe contrôle était confronté au problème sans l'exemple. Les productions des participants étaient évaluées par rapport au nombre total de solutions proposées ainsi qu'au nombre de similarités entre les exemples fournis et les solutions proposées par les concepteurs.

Les principaux résultats ont mis en évidence un nombre très proche de productions pour les deux groupes de concepteurs. Toutefois, les étudiants du groupe expérimental (avec exemple) ont introduit significativement plus d'éléments de l'exemple vu que ceux du groupe contrôle (sans exemple). Les mêmes résultats ont été obtenus lorsque l'expérimentateur pointait les éléments négatifs de l'exemple ou lorsqu'il demandait explicitement aux étudiants de ne pas les reproduire dans leurs solutions. Ces résultats ont été, par la suite, reproduits auprès d'ingénieurs professionnels, ce qui tend à montrer que malgré l'acquisition d'expertise cet effet de fixation est toujours présent bien que les travaux de Bilalić [2008] ont montré que les supers experts s'avèrent beaucoup plus flexibles que les experts et novices.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Purcell *et al.* [1993] ont conduit des recherches auprès de concepteurs issus de différentes spécialités et de différents niveaux universitaires : auprès d'étudiants en troisième et quatrième années d'ingénierie mécanique, auprès d'étudiants en quatrième année de conception industrielle et auprès d'étudiants en quatrième année en architecture d'intérieur. Leurs résultats ont mis en évidence un effet très clair en termes de fixation en ingénierie mécanique, et cela pour les deux niveaux d'étude. En revanche, l'effet de conformité pour les deux autres groupes ne fut que marginal. Selon les auteurs, la complexité de l'exemple donné demanderait des ressources attentionnelles pour le traiter, ce qui pourrait jouer un rôle sur l'occurrence des fixations. Les concepteurs auraient alors tendance à se focaliser sur certains éléments et à les reproduire ensuite dans leurs propres productions.

Par conséquent, face à un nouveau problème à résoudre, les concepteurs ont tendance à reproduire des solutions qu'ils ont développées antérieurement et ne considéreraient pas (ou très rarement) des solutions alternatives, qui pourtant pourraient se révéler plus appropriées pour le problème courant [Lawson, 1997, 2004]. Cette tendance suggère que la présence d'exemples sous forme d'images perturberait la recherche de meilleures solutions.

Il est important de souligner un aspect méthodologique qui a pu avoir des conséquences sur les résultats obtenus par Jansson [1991] et par Purcell [1993] : dans leurs études, les passations expérimentales se déroulaient en groupes, ce qui a pu avoir une influence sur la compréhension de la consigne et, ce faisant, sur cet effet de conformité.

Afin de déterminer si cet effet de conformité se retrouve auprès de sujets lambda (ou individus naïfs dans la terminologie de Fisher [1991]) et en passation individuelle, Chrysikou et Weisberg [2005] ont repris le matériel expérimental de Jansson [1991] qui consiste à demander aux étudiants de dessiner une tasse à café et un porte-vélo pour automobile. Les auteurs ont sollicité des étudiants (hors cursus en *design*) qu'ils ont répartis en trois groupes :

- un groupe « contrôle » pour lequel aucun dessin n'était fourni aux participants ;
- un groupe « fixation » pour lequel un dessin problématique était présenté aux participants. Ce dessin était accompagné d'une description de ses éléments, incluant les éléments problématiques ;

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

- un groupe « défixation » pour lequel un dessin problématique était présenté aux participants. La consigne indiquait d'éviter les éléments problématiques.

Les auteurs s'attendaient à ce que les éléments des exemples soient reproduits majoritairement dans le groupe fixation et que cet effet diminue dans le groupe défixation.

Les résultats ont montré que les participants du groupe défixation introduisaient significativement moins d'éléments de l'image présentée que ceux du groupe fixation et il n'y avait pas de différence significative entre le groupe défixation et le groupe contrôle.

D'autres travaux montrent que les concepteurs confrontés à un nouveau problème de conception tendraient aussi à se conformer à des solutions développées antérieurement et ne considéreraient pas (ou très peu) d'alternatives plus efficaces pour résoudre le problème courant [Ball, 1994 ; Ullman, 1988].

Les résultats obtenus par Chrysikou [2005] sont intéressants dans la mesure où ils mettent en évidence que les fixations générées suite à l'analyse de productions proches de celles que doivent réaliser les participants peuvent être en partie au moins évitées par les sujets. Dans le cadre de cette étude, les participants étaient confrontés à des exemples choisis à l'avance par les expérimentateurs, ce qui n'a pas été le cas dans les études conduites par Ball [1994] et Ullman [1988].

En conception Web, avant de débuter leur activité de conception, les concepteurs réalisent une analyse de l'existant. Cette analyse consiste notamment à visiter et évaluer des sites Web proches de celui à concevoir. Les concepteurs peuvent alors être amenés à reproduire certaines propriétés des sites visités dans leurs propres productions. Compte tenu du nombre d'erreurs ergonomiques présentes dans les sites Web (cf. [Nielsen, 2006]), ces fixités pourraient, en partie au moins, être à l'origine d'erreurs ergonomiques introduites par les concepteurs. En outre, des travaux dans le domaine de la programmation informatique ou en ingénierie mécanique, pour ne citer que ces deux domaines, montrent que les concepteurs tendent à réutiliser des solutions développées antérieurement.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

LA FLEXIBILITÉ COGNITIVE

++

Définition

++

Malgré l'importance accordée à la flexibilité dans la manifestation d'un comportement adapté aux contraintes d'une situation, la littérature ne présente pas actuellement de définition consensuelle de cette notion. Ainsi, en fonction des différentes approches théoriques, la flexibilité cognitive peut être considérée comme :

- un des processus exécutifs [Friedman, 2006 ; Miyake, 2000 ; Rabbit, 1997] facilitant l'adaptation du sujet à des situations nouvelles et ce notamment lorsque les routines d'actions ne peuvent suffire [Seron, 1999] ;
- un comportement sous la dépendance de processus attentionnels [Camus, 1997] ;
- une composante de la pensée créative [Carlier, 1973 ; Guilford, 1950 ; Lubart, 2003 ; Sternberg, 1995].

La notion de flexibilité cognitive a beaucoup été étudiée en psychologie différentielle comme un processus sous-jacent à la créativité [Rouquette, 1997]. La flexibilité est impliquée dans la créativité car elle reflète la mobilité et la souplesse de la pensée, ainsi que la capacité et la volonté à changer de registre. Carlier [1973], dans des études relatives aux relations entre différentes épreuves de flexibilité, a trouvé l'implication d'un facteur général et certains facteurs plus spécifiques, tels que la flexibilité verbale et la flexibilité graphique. Elle a également mis en évidence, chez des sujets masculins de 18 ans, un facteur de flexibilité idéationnelle (grâce à des tâches telle que celle où le sujet doit proposer le plus grand nombre possible d'utilisation d'un objet connu). La flexibilité serait une forme de variabilité cognitive intra-individuelle qui favoriserait la créativité.

Guilford [1950] a proposé une distinction entre deux formes de flexibilité qui facilitent la créativité de manière différente :

- la flexibilité spontanée qui constitue un aspect de la pensée divergente et qui permet de produire des idées variées ;
- la flexibilité adaptative qui appelle la capacité de transformation, c'est-à-dire la capacité à changer d'approche ou de point de vue sur un problème.

Plus récemment, une distinction relativement proche de celle-ci a été proposée. Une étude réalisée par Eslinger [1993] a mis en évidence que

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

la flexibilité cognitive ne serait pas un processus simple mais composé de deux types de flexibilité :

- la flexibilité réactive s'exprime lorsque l'environnement change et que les contraintes de la tâche exigent un changement de réponse pour une conduite adaptée. Ce premier niveau de flexibilité cognitive est provoqué par un signal venant de la situation. Ce signal se traduit par une impasse rencontrée dans la situation ;
- la flexibilité spontanée se manifeste quand l'individu présente des réponses variées dans un environnement stable qui ne contraint pas nécessairement au changement. Ce niveau de flexibilité cognitive ne dépend d'aucun signal émis par la situation.

Ainsi, la flexibilité cognitive est généralement reconnue comme permettant l'adaptation de l'individu aux changements relatifs aux événements de l'environnement. Plus précisément, elle est considérée comme la caractéristique adaptative du changement dans des situations nouvelles où les stratégies et procédures disponibles ne sont pas suffisantes pour une réponse adaptée [Chevalier, 2006c]. Ainsi, la flexibilité cognitive renvoie à la capacité cognitive d'envisager différentes stratégies innovantes afin de faire face aux conditions nouvelles et/ou inattendues de certaines situations.

Différentes épreuves psychométriques sont utilisées pour mesurer les capacités générales de flexibilité cognitive (par exemple, le Trail Making Test, les fluences verbales, le Plus Minus, le test du Wisconsin). Des auteurs proposent aussi de mesurer la flexibilité dans des domaines précis (cf., par exemple, [Clément, 2009] en résolution de problèmes ou [Dommes, 2011], en recherche d'informations).

Lorsqu'on aborde le concept de flexibilité cognitive, il faut également parler du phénomène de rigidité qui est généralement rappelé pour situer celui de flexibilité.

On peut citer comme exemple mettant en évidence la rigidité cognitive, celui des problèmes de jarres de Luchins [1959]. Ce problème propose aux participants de manier, de façon hypothétique, des jarres dont le contenu diffère, afin d'obtenir une quantité de liquide définie. Les auteurs présentaient aux participants une série de problèmes semblables. Pour les premiers problèmes, une stratégie de résolution est efficace mais cesse de l'être pour les suivants. L'objectif était d'observer les comportements liés

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

au défaut de flexibilité cognitive grâce à l'utilisation de ces problèmes en tant que test de la rigidité des comportements. Selon Luchins [1959], le phénomène de rigidité observé dans la résolution des problèmes, consistant à répéter une même méthode alors qu'elle se révèle inefficace, proviendrait des effets négatifs de l'apprentissage durant la résolution des premiers problèmes, c'est-à-dire d'un transfert négatif. La rigidité doit être distinguée de l'effet de conformité dans la mesure où ce dernier est certes un transfert négatif, mais pas de méthode. L'effet de conformité est un transfert négatif de propriétés.

La rigidité s'oppose à la flexibilité cognitive dans le sens où la première consiste en une répétition de conduites inadaptées dans des situations nécessitant un changement alors que la seconde évoque la capacité à s'adapter aux changements de l'environnement.

Flexibilité cognitive en résolution de problèmes

++

Comme nous venons de le voir, la flexibilité cognitive, étant un indicateur de la capacité d'adaptation à l'environnement, permet d'envisager de façon simultanée plusieurs représentations mentales d'un même objet, d'une situation ou d'une tâche. Ces représentations sont ensuite « examinées » les unes par rapport aux autres et la plus adaptée au changement d'environnement est retenue.

Les situations de résolutions de problèmes permettent particulièrement, de par leur caractéristique principale qu'est le changement, de mettre en évidence ce phénomène. En effet, lors d'une situation de résolution de problèmes (comme pour le problème des jarres de Luchins [1959]), l'individu doit réorganiser l'information afin d'atteindre le but puisque dans ces situations, les routines (habitudes de résolution) ne permettent pas généralement de parvenir à une solution acceptable. L'individu doit donc prendre en considération des stratégies diverses de résolution du problème.

Dans ces situations, Clément [2009] souligne que la flexibilité cognitive peut alors se manifester de différentes manières. L'individu engagé dans une action peut alors s'en détourner pour en entamer une nouvelle (correspondant davantage au but à atteindre). Mais la flexibilité cognitive peut également être la capacité à considérer différents points de vue sur un même objet, une même situation ou une même tâche et plus précisément, la capacité de considérer plusieurs stratégies permettant de trouver la solution au problème. Ce sont là deux aspects différents de la flexibilité

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

cognitive, en situation de résolution de problème, qui correspondent à la distinction entre flexibilité cognitive réactive *versus* spontanée.

En situation de résolution de problème, l'individu procède souvent par analogie. Il recherche en mémoire, par un des processus plus ou moins automatisés, des exemples de cas similaires. Il repère donc les similitudes entre les instructions d'un problème résolu antérieurement et le problème courant pour ensuite s'inspirer de la procédure de résolution à adopter. Cependant, dans certains cas, cette méthode n'aboutit pas. C'est alors qu'intervient éventuellement la flexibilité cognitive et plus particulièrement la flexibilité réactive. Lorsque le sujet se retrouve dans une situation d'impasse cette dernière peut se traduire par un changement de procédure de résolution ou bien par l'élaboration d'une nouvelle représentation mentale de la situation.

Dans le cas de la flexibilité cognitive spontanée, grâce à des processus contrôlés, le sujet prend en compte les caractéristiques pertinentes du problème afin de considérer les différents points de vue d'une même situation. Il examine alors les stratégies envisageables pour retenir la plus appropriée à la réalisation du but. Ici, ce n'est donc pas un obstacle rencontré durant le processus de résolution de problème qui pousse l'individu à changer de stratégie mais un choix du sujet consistant à opter dès le départ pour la recherche d'une meilleure stratégie. Ce recul par rapport à la situation et ce choix sont alors possibles parce que l'individu s'est désengagé momentanément du processus de résolution.

Afin d'expliquer une partie des résultats obtenus dans des études que nous avons présentées dans le chapitre précédent, de nouvelles études ainsi que des analyses complémentaires ont été réalisées pour déterminer :

- si le changement de points de vue (commanditaire *versus* utilisateurs), appréhendé comme une composante de la flexibilité à travers la gestion de contraintes (contraintes-commanditaire *versus* contraintes-utilisateurs), aurait un impact sur la qualité ergonomique des pages Web créées par les concepteurs ;
- si l'effet de conformité, via l'analyse de l'existant et un transfert négatif des propriétés de l'existant, pourrait expliquer en partie au moins le nombre d'erreurs ergonomiques que les concepteurs introduisent dans leurs pages Web.

Presses de l'ensib, 2013, < http://www.ensib.fr/presses/ >

Changement de points de vue et qualité ergonomique des pages Web créées

++

La flexibilité cognitive, bien qu'elle soit sous contrôle interne, est influencée par des facteurs environnementaux. Plus précisément, la saillance de points de vue peut avoir une influence sur la capacité à changer de points de vue : rendre un point de vue saillant pourrait conduire facilement l'individu à prendre en compte des contraintes liées à ce point de vue. De fait, cela rendrait plus difficile le changement de point de vue, c'est-à-dire l'action de se désengager d'un point de vue saillant. À l'inverse, changer et basculer entre différents points de vue seraient facilités quand les points de vue ont une saillance équivalente (cf. [Altmann, 2004 ; Chevalier, 2006c ; Munakata, 2001]).

En conception Web, la tendance des concepteurs professionnels à privilégier le point de vue du commanditaire (*via* les contraintes-commanditaire) suggère que le point de vue du commanditaire est plus saillant/important que celui des futurs utilisateurs dans les phases amont du processus de conception. Cela pourrait résulter du fait que les concepteurs changent peu fréquemment de points de vue durant les premières étapes du processus de conception, ce qui conduirait à une qualité ergonomique médiocre – *a minima* moins bonne que ceux changeant plus fréquemment de points de vue – des pages Web créées. Aussi, manipuler la saillance des points de vue du commanditaire et des utilisateurs devrait-il modifier la saillance de ces points de vue pour les concepteurs, encourager le changement de points de vue et ainsi avoir des répercussions sur la qualité ergonomique des pages Web. Cela devrait être particulièrement le cas pour les concepteurs professionnels qui ont l'habitude d'interagir avec les commanditaires (et donc acquis des stratégies visant à prendre en compte de façon prépondérante cet acteur du processus de conception), ce qui n'est pas encore (ou moins) le cas pour les concepteurs débutants.

Pour cela, nous avons demandé à des concepteurs professionnels et débutants de réaliser une première maquette électronique de site Web. Les concepteurs étaient confrontés soit à :

- une condition « saillance du point de vue commanditaire » : le cahier des charges ne comportait que des contraintes-commanditaire ;
- une condition « saillance du point de vue utilisateurs » : le cahier des charges ne comportait que des contraintes-utilisateurs, en particulier ergonomiques ;

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

- une condition contrôle : le cahier des charges ne comportait aucune contrainte.

Les principaux résultats montrent que les concepteurs confrontés à la condition contrôle changent plus fréquemment de points de vue que ceux confrontés aux deux autres conditions qui tendent à privilégier le point de vue rendu saillant dans le cahier des charges. Le résultat le plus intéressant réside dans le fait que pour les concepteurs professionnels, être confrontés à la condition « saillance du point de vue commanditaire » a fortement réduit le changement de point de vue par comparaison aux conditions « saillance du point de vue utilisateurs » et contrôle. Une forte corrélation entre changements de points de vue et nombre d'erreurs ergonomiques introduites dans les pages Web a été observée : plus les concepteurs changent de points de vue fréquemment moins leurs pages Web comportent d'erreurs ergonomiques. Ces résultats traduisent le fait que les concepteurs, en particulier professionnels, se focaliseraient sur le point de vue du commanditaire. Pour les aider à s'en détacher, et pour que cela ait des répercussions positives sur la qualité ergonomique des pages Web créées, il est nécessaire soit de rendre saillant le point de vue de l'utilisateur soit de ne mettre en saillance aucun de ces deux points de vue ; le point de vue du commanditaire étant de toute façon considérer par les concepteurs professionnels.

Cette focalisation sur le point de vue du commanditaire avec peu de changements de points de vue au cours des phases amont du processus de conception explique une partie des erreurs ergonomiques introduites dans les pages Web par les concepteurs. Les analyses des protocoles verbaux montrent également que les concepteurs procèdent de façon systématique à une analyse de l'existant – analyse plus ou moins détaillée selon les concepteurs. Certains des sites Web « analysés » par les concepteurs comportent des erreurs ergonomiques, ce qui pourrait avoir des répercussions au niveau des pages Web qu'ils créent [Chevalier, 2009a].

Effet de conformité et qualité ergonomique

En référence aux travaux sur l'effet de conformité[2], le fait d'être confrontés à des erreurs ergonomiques avant de débuter une activité de conception pourrait avoir des répercussions négatives sur les éléments de solution développés par les concepteurs. Plus précisément, une partie des

2. Voir la partie Flexibilité cognitive en résolution de problèmes p. 90.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

erreurs ergonomiques résulterait de cet effet de conformité relatif à des propriétés des sites Web visités au cours de l'analyse de l'existant.

Afin de déterminer de façon plus précise le rôle de cette analyse de l'existant nous avons conduit une étude. Compte tenu de la difficulté pour contrôler les sites Web que les concepteurs visitent au cours d'une réelle analyse de l'existant, un site Web comportant des erreurs ergonomiques[3] a été créé. La moitié des concepteurs professionnels devait, avant de débuter leur activité de conception, visiter et évaluer ce site Web dont le thème était similaire à la maquette électronique qu'ils devaient ensuite créer. L'autre moitié des concepteurs commençait leur activité de conception sans avoir été confrontée au site Web. Une fois la visite et l'évaluation terminées, les concepteurs devaient élaborer une première maquette électronique [Bonnardel, 2003].

Deux hypothèses sous-tendaient cette étude :

- visiter et évaluer un site Web placeraient les concepteurs en position d'utilisateurs et non plus uniquement de concepteurs. Cela devrait alors les aider à davantage considérer le point de vue de l'utilisateur que les autres concepteurs une fois en situation de conception ;
- le fait d'avoir été confrontés à des erreurs ergonomiques devrait produire un effet de conformité au moment du processus de conception. Ainsi, les concepteurs confrontés au site devraient introduire plus d'erreurs ergonomiques que les autres concepteurs.

Les principaux résultats ont été conformes à ces deux hypothèses. Nous avons bien obtenu un effet de conformité. Cet effet a eu une double conséquence : la favorisation de la prise en compte du point de vue des futurs utilisateurs et, en même temps, la reprise de certaines propriétés du site Web (qui, dans ce cas, correspondaient à des erreurs ergonomiques).

Les concepteurs ayant dû visiter et évaluer le site avant de concevoir ont rencontré des difficultés à se détacher des erreurs ergonomiques présentes dans le site. Le fait de devoir évaluer (c'est-à-dire faire part des points forts et faibles du site) a demandé l'implication de ressources cognitives[4]. Ce qui a conduit les concepteurs a ensuite les réutiliser dans leurs productions.

3. Ces erreurs reflètent des erreurs ergonomiques identifiées dans les sites Web créés par les concepteurs lors de précédentes études.
4. Les ressources cognitives correspondent à la quantité d'« énergie mentale » disponible en mémoire de travail [Barrouillet, 2004 ; Lovett, 1999].

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

L'effet de conformité pourrait s'expliquer en termes d'attention et de ressources cognitives allouées aux propriétés des exemples fournis : plus le concepteur traiterait de façon approfondie les exemples, plus les propriétés de ces derniers seraient réutilisées ensuite.

Dans une réelle analyse de l'existant les concepteurs sont confrontés certes à des erreurs ergonomiques, mais aussi à des sites Web qui, au contraire, répondent davantage aux recommandations et critères ergonomiques.

La majeure partie du temps, les sites Web ne se situent pas aux extrémités du continuum sites ergonomiques *versus* sites non-ergonomiques, ils présentent des points forts et des points faibles en ergonomie. Ainsi, on peut se demander si le fait d'être confrontés à des erreurs ergonomiques et à leurs corrections pourrait avoir des effets bénéfiques sur leur activité de conception. En d'autres termes, est-ce que les concepteurs vont plutôt se focaliser sur les erreurs ergonomiques ou sur leurs corrections ? Afin d'apporter des éléments de réponse à cette question, nous avons conduit une autre étude auprès de concepteurs professionnels [Fouquereau, en révision].

Cette étude s'est déroulée en trois étapes successives :

- les concepteurs débutaient leur activité de conception en fonction de deux cahiers des charges différents de par leurs contraintes prescrites (contraintes soit orientées vers les besoins des utilisateurs, soit vers ceux du commanditaire) ;
- ils devaient évaluer deux sites Web identiques quant au contenu mais très différents en termes de qualité ergonomique (un site ergonomique *versus* un site non-ergonomique ; cf. figures 11a, 11b pour un exemple de comparaison de pages Web issues des deux sites) ; le site ergonomique devant alors servir à défixer les concepteurs des erreurs ergonomiques vues dans le site non-ergonomique ;
- enfin, les concepteurs devaient poursuivre la conception débutée précédemment pour terminer leurs maquettes.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Figure 11a. Page d'accueil du site ergonomique.

Figure 11b. Page d'accueil du site non-ergonomique.
Sources : Nicolas Fouquereau & Aline Chevalier.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Par exemple, sur la figure 11a, on peut noter la présence d'un menu pour naviguer dans le site. L'item du menu relatif à la page sur laquelle on se trouve (la page Accueil) est distinct des autres items de la barre de menu ; il apparaît sur un fond jaune plus soutenu. Cela permet de voir où l'on se situe dans le site Web. Le lien Accueil est également inactif de sorte qu'on ne puisse pas cliquer dessus. Cela montre également où l'on se situe. La page tient sur un écran et ne requiert pas de barre d'ascenseur qui n'est pas utilisée de façon systématique par les internautes. Au contraire, sur la figure 11b, il n'y a pas de menu, ce qui rend la navigation difficile. La page ne tient pas sur un seul écran ; pour prendre connaissance des informations qui n'apparaissent pas sur l'écran il est nécessaire d'utiliser l'ascenseur (des travaux montrent que les internautes n'utilisent pas de façon systématique l'ascenseur, en particulier les internautes âgés ; cf. [Chevalier, 2008d]). En outre des publicités peuvent venir distraire l'internaute de sa tâche de navigation.

Cette étude visait à déterminer si la nature des contraintes prescrites dans le cahier des charges pouvait influer l'évaluation des sites Web et ainsi avoir des conséquences sur la reprise de certaines propriétés des sites visités lors de la poursuite de leur activité de conception. Plus précisément, le cahier des charges orienté vers les utilisateurs (présentant des contraintes ergonomiques) devrait aider les concepteurs à identifier les erreurs ergonomiques présentes dans le site Web non-ergonomique et à repérer leurs corrections dans le site Web ergonomique, par comparaison au cahier des charges orienté vers le commanditaire.

Ce faisant, les concepteurs confrontés au cahier des charges orienté vers les besoins des futurs utilisateurs devaient davantage orienter leur activité vers les contraintes-utilisateurs que vers celles liées au commanditaire, reprendre plus de propriétés du site Web ergonomique, et ainsi créer des pages Web comportant moins d'erreurs ergonomiques, avec une diminution de ces erreurs entre la première et la seconde étape de conception, par comparaison aux concepteurs confrontés au cahier des charges commanditaire.

Les principaux résultats indiquent que les concepteurs confrontés au CCU ont considéré plus de contraintes ergonomiques que les autres concepteurs (CCC). 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, 2008a ;

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Janssen, 1989]. Cela a été le cas pour les contraintes ergonomiques mais pas pour celles liées au commanditaire.

Dans la même direction, un nouveau résultat intéressant a été obtenu. Les concepteurs face au CCU 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.

Une hypothèse explicative consiste à avancer l'idée selon laquelle ces contraintes-commanditaire pourraient être d'un niveau d'abstraction (trop) élevé comparativement aux contraintes que les concepteurs appliquent dans leurs productions. Par exemple, la contrainte « la page d'accueil doit paraître sophistiquée » est difficilement opérationalisable et évaluable (dans les pages Web créées) compte tenu de son niveau d'abstraction et de la part importante de subjectivité du concepteur – mais aussi de l'évaluateur – qu'elle fait intervenir.

En outre, lors de la seconde étape de conception, qui suivait l'évaluation des deux sites Web proposés aux concepteurs, nous n'avons pas observé d'effet du cahier des charges sur la prépondérance des contraintes, comme nous l'avions obtenu dans la première étape. Nous n'avons pas non plus observé d'effet significatif du cahier des charges sur la reprise de contraintes ergonomiques issues des sites Web évalués. Ce résultat montre que le fait d'évaluer deux sites Web peut aider les concepteurs confrontés à des contraintes-commanditaire, prescrites dans le cahier des charges, à considérer plus de contraintes ergonomiques et à se rapprocher des concepteurs confrontés au cahier des charges ergonomique. Cette interprétation doit cependant être modulée, car les concepteurs face au CCC ont repris plus de propriétés liées à des contraintes-commanditaire que ceux face au cahier des charges ergonomique (CCE). Cela conforte une nouvelle fois de précédents résultats montrant que les concepteurs accordent un poids prépondérant aux contraintes-commanditaire, en particulier quand celles-ci sont prescrites dans le cahier des charges[5] .

Néanmoins, ce résultat semble encourageant. Bien que les concepteurs face au CCU n'aient pas repris plus de contraintes ergonomiques suite aux évaluations des deux sites Web que les concepteurs face au CCC, on note que les concepteurs face au CCU ont introduit moins d'erreurs ergonomiques que ceux confrontés au CCC. En outre, une tendance à une réduction du nombre d'erreurs ergonomiques a été observée entre

5. Voir le chapitre II Expertise, stratégies et gestion des contraintes, p. 39.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

la première et la seconde étape de conception pour les pages Web créées par les concepteurs confrontés au CCU. Ainsi, pour créer des pages Web répondant aux critères ergonomiques, il semblerait nécessaire de prescrire des contraintes ergonomiques dans le cahier des charges. Ces contraintes ergonomiques prescrites se verraient alors attribuer le statut de contraintes de validité et seraient considérées comme indispensables par les concepteurs.

On peut toutefois 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 identifié dans les pages développées par les concepteurs face au CCU est-il dû à l'évaluation des deux sites Web (montrant des exemples d'erreurs ergonomiques et leurs corrections), et/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, 2003 ; Chevalier & Vuillemin-Gioarà, 2006], il semblerait que cela soit l'association de contraintes ergonomiques prescrites dans le cahier des charges à traiter et le fait d'être confrontés à des exemples et contre-exemples d'erreurs ergonomiques qui conduiraient les concepteurs face au CCU à introduire moins d'erreurs ergonomiques que les autres et surtout à en corriger entre la première et la seconde étape de conception.

Dans la seconde étape de conception, nous ne retrouvons plus l'effet du cahier des charges observé initialement. Yaniv et Meyer [1987] indiquent que la résolution de problèmes complexes peut être entravée par un certain nombre de fixités cognitives par l'activation persistante de connaissances inappropriées. Comme nous l'avons vu précédemment, ces fixités seraient dues à des difficultés de récupération en mémoire des connaissances pertinentes pour résoudre le problème. Ces difficultés seraient provoquées, en partie au moins, par la récupération initiale de connaissances partiellement ou non pertinentes, dont l'activation différerait la récupération d'autres connaissances pertinentes. Dodds *et al.* [2002] montrent qu'une période de relâchement dans un environnement stimulant la récupération des connaissances pertinentes par des indices, permettrait de dépasser ces fixations. D'autre part, l'activité d'évaluation peut être considérée comme moins complexe que l'activité de conception [Chevalier, 2007].

Ces deux études nous permettent de faire l'hypothèse selon laquelle l'étape d'évaluation, intervenant à ce stade de l'avancement de la conception, a pu jouer le rôle d'une phase de relâchement accompagnée d'une

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

situation fournissant de nombreux indices (l'évaluation des deux sites Web opposés en termes de qualité ergonomique) permettant de réduire l'effet de l'activation initiale des connaissances due au cahier des charges.

CONCLUSION

L'objectif principal de ce chapitre était d'essayer de déterminer si la flexibilité cognitive, ou à l'inverse la fixité, pouvait contribuer à expliquer les difficultés que rencontrent les concepteurs pour développer des sites Web adaptés aux besoins des futurs utilisateurs.

Sur la base des études présentées dans ce chapitre, il semblerait que plus les concepteurs sont flexibles – plus ils changent de points de vue entre commanditaire et utilisateurs – plus ils considèrent dans les pages Web créées de contraintes ergonomiques et développent des pages Web de meilleure qualité ergonomique.

On a également pu noter que les concepteurs tendent à reprendre des propriétés vues dans des sites Web juste avant leur propre activité de conception. Ainsi, quand les concepteurs visitent des sites Web présentant des erreurs ergonomiques, ils tendent à les réutiliser dans leurs propres productions. À l'inverse, confronter les concepteurs à des sites Web répondant aux recommandations ergonomiques les aide à se détacher de la satisfaction des besoins du commanditaire pour davantage considérer ceux des futurs utilisateurs.

Par conséquent, prescrire des contraintes liées à l'utilisateur dans le cahier des charges et/ou présenter aux concepteurs des sites Web répondant aux recommandations ergonomiques les encourageraient à changer plus fréquemment de points de vue. Les concepteurs auraient donc des difficultés à se détacher du point de vue du commanditaire. Or, c'est en encourageant les concepteurs à changer de points de vue qu'ils développent des pages Web de meilleure qualité ergonomique.

Avant de nous pencher sur les aides possibles à apporter aux concepteurs pour qu'ils développent une activité davantage centrée utilisateurs, nous allons nous intéresser aux possibles différences existantes entre concepteurs et utilisateurs lorsqu'ils utilisent un site Web. Les différences que nous pourrons observer permettront également de mieux comprendre les raisons pour lesquelles les concepteurs ne prennent pas en compte de façon efficace les besoins des utilisateurs.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

CHAPITRE IV
RECHERCHER DES INFORMATIONS ET NAVIGUER SUR LE WEB : QUELLES DIFFÉRENCES ENTRE CONCEPTEURS ET UTILISATEURS ?

CHAPITRE IV
RECHERCHER DES INFORMATIONS ET NAVIGUER SUR LE WEB : QUELLES DIFFÉRENCES ENTRE CONCEPTEURS ET UTILISATEURS ?

Avant de présenter des études visant à déterminer les différences entre concepteurs et utilisateurs du Web en situation de navigation, nous allons parler de la désorientation cognitive. Il s'agit de la difficulté principale que les individus rencontrent lorsqu'ils recherchent des informations et naviguent sur le Web.

DÉSORIENTATION COGNITIVE

Tabatabai et Shore [2005] définissent la recherche d'informations sur le Web en se basant sur une définition proposée par Chi [1985], c'est-à-dire comme une tâche de résolution de problème complexe et mal défini : le chemin pour parvenir à une solution et l'état-but ne sont pas fixes, différents chemins peuvent être empruntés. Il y a, généralement, plus d'un site Web permettant de satisfaire le problème. Cette définition laisse largement transparaître les problèmes de perte ou de désorientation auxquels les individus peuvent être confrontés lorsqu'ils recherchent des informations sur le Web.

La désorientation est souvent considérée comme l'une des conséquences les plus frustrantes engendrées par les problèmes ergonomiques auxquelles sont confrontés les utilisateurs [Ahuja, 2001 ; Conklin, 1987 ; Gwizdka, 2007 ; McDonald, 1998 ; Otter, 2000], ce qui peut se traduire par une surcharge cognitive [Chalmer 03] et limiter ainsi l'efficacité de l'utilisateur de l'hypertexte, que ce soit un hypertexte fermé (cédéroms) ou ouvert (sites Web).

La désorientation se manifeste lorsque l'utilisateur n'a pas une idée claire des relations à l'intérieur du système, ce qui peut le conduire à

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

éprouver des difficultés pour trouver son chemin dans l'espace d'informations [Smith, 1996]. Se trouver désorienté(e) correspond à ne pas savoir où aller après, à savoir où aller, mais ne pas savoir comment y aller, ou encore, à ne pas savoir où l'on se trouve dans l'ensemble de la structure du document [Elm, 1985].

Bien que l'on pourrait penser *a priori* que la désorientation soit vécue uniquement par les utilisateurs novices, des études mettent en évidence que les utilisateurs professionnels rencontrent également des difficultés à localiser ce qu'ils cherchent [Oulasvirta, 2004]. Par exemple, un rapport de Usability Net [2003] montre que dans 40 à 70 % des cas, les utilisateurs (de tous niveaux d'expertise confondus) estiment rencontrer des difficultés pour trouver des informations sur les sites Web commerciaux. En outre, Elm et Woods [1985] observent que le niveau de désorientation des utilisateurs est indépendant de leur niveau de connaissances dans le domaine traité par le système hypermédia (dans leur étude, il s'agissait d'un manuel de procédures d'urgence pour une installation nucléaire).

Dans le domaine des apprentissages avec hypermédias, la désorientation conduirait à augmenter la charge cognitive et, ce faisant, à réduire les ressources cognitives allouées à l'apprentissage [Tripp, 1990]. Or, l'apprentissage constitue la tâche principale : si les ressources cognitives sont engagées dans la navigation, il semble légitime que l'apprentissage en souffre. Cela peut être rapproché de la théorie de la charge cognitive de Sweller [1988, 2005] : si la présentation de l'information n'est pas adaptée au fonctionnement cognitif des utilisateurs, ces derniers devront allouer plus de ressources cognitives au traitement des informations présentées. Cela aura comme conséquence une charge cognitive élevée, voire une surcharge, pouvant entraver la tâche principale car moins de ressources lui seront allouées.

Toujours dans le domaine des environnements numériques d'apprentissage, une étude conduite par Qin [2009] montre que le niveau de désorientation, pour rechercher des informations, dépend également de styles cognitifs comme la dépendance/indépendance à l'égard du champ. Witkin *et al.* [1954] ont identifié et tenté d'expliquer différents styles cognitifs en situation de résolution de problèmes. Parmi ces styles cognitifs, la dépendance/indépendance à l'égard du champ est souvent étudiée. Selon ces auteurs, la dépendance/indépendance à l'égard du champ (*Field Dependence/Field Independence*) se définit comme suit :

- les individus indépendants du champ sont capables de distinguer du contexte général les traits essentiels et dominants du problème ;

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

- à l'inverse, les individus dépendants du champ réagissent à l'ensemble de la situation complexe sans en extraire les éléments les plus pertinents du problème. Ils se laissent guider ou dominer par la situation.

Dans l'étude conduite par Qin [2009], les utilisateurs dépendants du champ se laissent guider par la structure du site, en d'autres termes ils la subissent. Ce qui se traduit par une plus grande désorientation pour ces utilisateurs que pour ceux ayant un profil indépendant à l'égard du champ. Il semblerait que les individus indépendants à l'égard du champ soient plus enclins à reconstruire et à résoudre le problème que ceux dépendants à l'égard du champ. Ces derniers seraient davantage passifs que les individus indépendants à l'égard du champ. Ce qui aurait aussi des conséquences sur leur charge cognitive. En effet, de façon générale (sans inclure le rôle des styles cognitifs), si les individus allouent une quantité importante de ressources cognitives à la navigation (elle-même dépendante de la qualité de l'interface), moins de ressources seront disponibles pour la tâche première que constitue la recherche d'informations. L'allocation de nombreuses ressources cognitives à la navigation peut notamment venir du fait que les sites Web comportent de nombreux problèmes ergonomiques et de ce fait se révèlent être difficiles à utiliser.

Par ailleurs, les individus qui se perdent dans un site Web deviennent frustrés, l'intérêt pour le site s'affaiblit, leur efficacité décline [McDonald, 1998] pendant que leur anxiété croît [Chalmers, 2003]. Les conséquences de la désorientation sont importantes : frustration, manquement de certaines parties du texte, revisite de liens et de ce fait de mêmes pages, etc.

Les principales causes de désorientation rapportées par les individus sont [Smith, 1996] :

- la pauvreté ou l'ambiguïté des libellés des liens ;
- le nombre confus de liens ou d'options disponibles ;
- le manque de possibilité pour revenir en arrière ;
- l'importante taille des systèmes hypertextes.

Comme on peut le noter, les liens constituent l'une des principales causes de la désorientation des individus. Or, la structure des liens d'un hypertexte devrait aider les utilisateurs à réduire la charge cognitive en mémoire de travail (MDT)[1] en leur permettant de regrouper les informations

1. La mémoire de travail permet de stocker temporairement et traiter des informations dans une variété de tâches cognitives [Baddeley, 1986].

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

sur la base de la signification [Otter, 2000]. En effet, pour un système bien conçu, ces regroupements devraient avoir du sens pour l'utilisateur, en lui permettant de réaliser les inférences nécessaires à la compréhension, avoir des attentes à propos de la structure et du contenu du système. La pauvreté des catégorisations dans le système hypertexte au sein des niveaux de hiérarchie pourraient conduire à une représentation de la structure du système pauvre en mémoire et ainsi contribuer à sa désorientation.

Non seulement la structure de l'hypertexte doit être consistante avec la façon dont les utilisateurs catégorisent, mais elle doit également faciliter le rappel des premiers éléments. La sémantique des liens est donc clairement importante puisque la navigation est sémantiquement guidée [Bloomfield, 1994] et que la structure hypertextuelle affecte la perception du document par l'utilisateur. Ce faisant, si le document hypertexte ne correspond pas aux schémas ni aux attentes des utilisateurs, ces derniers risquent de se perdre en faisant des inférences incorrectes dues à une représentation mentale pauvre ou inadéquate. Aussi, la désorientation est-elle proche voire similaire à la facilité d'utilisation ou encore à l'effort éprouvé lors de la réalisation de la tâche [Ahuja, 2001]. Dans cette même direction, Otter et Johnson [2000] ont montré que la désorientation est corrélée avec la facilité d'apprentissage du système et la facilité pour trouver une information.

Différentes mesures de désorientation ont été proposées (pour une revue, cf. [Gwizdka, 2007] : des mesures prenant en compte les actions et plus précisément les liens ouverts par les utilisateurs [Otter, 2000 ; Smith, 1996], ou encore des questionnaires ou échelles portant sur le sentiment de désorientation ([Ahuja, 2001] ; cf. tableau 4).

Tableau 4. Échelle développée par Ahuja [2001] (notre traduction) sur laquelle les individus doivent indiquer leur degré d'accord sur une échelle de type Lickert

Je me sens perdu(e)
J'ai l'impression de tourner en rond
C'est difficile de trouver une page visitée avant
Naviguer entre les pages est difficile
Je ne sais pas comment atteindre la page souhaitée
Je me sens désorienté(e)
Après avoir navigué dans le site, je ne sais pas où aller ensuite

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

À travers une série de travaux visant à mesurer la désorientation, des résultats parfois contradictoires ont été mis en évidence. Par exemple, contrairement à Smith [1996], Otter et Johnson [2000] n'ont pas montré de corrélation significative entre la désorientation et la cohérence de la représentation mentale. En revanche, ces derniers ont trouvé une forte corrélation entre la perception de désorientation et le temps mis pour réaliser la tâche, mais aucune corrélation entre les actions (*via* les logs) et la performance. Otter et Johnson [2000] ont mis en évidence une faible corrélation entre la désorientation perçue et les actions des utilisateurs (comme les pages visitées et revisitées plusieurs fois). Gwizdka et Spence [2007] ont montré, quant à eux, que la similarité entre le chemin optimal et le chemin réel est un bon prédicteur de la désorientation mais également du succès dans la tâche de recherche d'informations.

Malgré ces différents résultats, les auteurs s'accordent généralement sur le fait que le choix des liens ainsi que les niveaux de profondeur du système influent sur le risque de se perdre et de ne pas trouver de réponse à sa question.

La mise en forme joue également un rôle crucial dans l'inspection visuelle du document. En effet, les individus ne lisent pas une page Web comme ils lisent une page papier, au contraire ils la parcourent pour rechercher l'information afin de réaliser le plus rapidement possible leur tâche. Ils essaient de détecter rapidement un (ou des) mot(s)-clé(s) pertinents pour leur recherche d'informations. Aussi, l'ajout de marques visuelles contribue-t-il au traitement des documents souvent en créant un effet de contraste qui attire l'attention du lecteur sur les points importants, comme la mise en gras [Wright, 1988] ou un fort contraste texte/fond [Ling, 2002].

La mise en forme matérielle joue le rôle d'indicateur de traitement dont l'objectif est de guider l'interprétation du texte en fonction de l'intention de l'auteur. Elle joue aussi un rôle très important dans la mémorisation du contenu textuel. Par exemple, Lorch [1995] montrent que lorsque la structure d'un texte est mise en relief par la numérotation des paragraphes, les lecteurs se souviennent des informations évoquées dans le texte de façon hiérarchique en établissant un ordre d'accès selon l'importance des informations. En revanche, si le texte n'apporte pas d'informations structurales, le lecteur rappelle les informations de manière temporelle, au fur et à mesure de leur apparition dans le texte.

Les travaux de Schmid [2002] montrent que l'indentation alerte le lecteur qu'une information importante est susceptible d'arriver dans la suite

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

du texte, ce qui impliquerait un traitement plus long dû à un changement de perspective. Par contre, si un changement de perspective n'est pas marqué par une indentation, le lecteur réalise davantage de régressions oculaires pour mettre à jour sa représentation mentale qui a été repoussée à la fin du paragraphe (au lieu du début avec indentation).

Par ailleurs, des travaux ont mis en évidence que l'organisation visuelle d'une page Web influence la façon dont l'utilisateur va l'explorer, ce qui a un impact sur les performances de détection d'une information cible [McCarthy, 2003 ; Pearson, 2003] que cela soit pour des mots isolés ou des phrases.

Pour terminer, les sites Web présentent souvent une structure hétérogène. Ils ne sont pas tous construits de la même façon et une fonction sur un site peut renvoyer à une autre fonction sur un autre site. Cela peut accentuer encore davantage les difficultés de navigation.

Ces différents points influent sur la facilité d'utilisation des systèmes hypermédias

DIFFICULTÉS À CONSIDÉRER LE POINT DE VUE DE L'UTILISATEUR

++

Comme nous l'avons abordé dans les chapitres précédents, les concepteurs de sites Web développent une activité cognitive complexe au cours de laquelle ils doivent gérer différents points de vue en plus du leur (points de vue du commanditaire et des futurs utilisateurs) ainsi que différentes contraintes sous-jacentes à ces points de vue.

Les résultats obtenus auprès de concepteurs débutants et professionnels ont mis en évidence que ces derniers privilégient les contraintes-commanditaire au détriment des contraintes-utilisateurs. Ils parviennent difficilement à changer de points de vue au cours des phases amont du processus de conception. Ces résultats permettent d'avancer l'hypothèse selon laquelle les contraintes-commanditaire obtiendraient le statut de contraintes de validité, grâce au caractère prescrit de ces contraintes (c'est en particulier le cas pour les concepteurs débutants) mais également parce que le commanditaire serait considéré par les concepteurs (en particulier, les professionnels) comme l'acteur ou « le partenaire » principal du processus de conception. Pour que les concepteurs attribuent aux contraintes-utilisateurs le statut de contraintes de validité, celles-ci devaient être prescrites dans le cahier des charges attribué au début du

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

processus de conception, ce qui aiderait les concepteurs à changer de points de vue et ainsi à davantage considérer le point de vue des futurs utilisateurs.

Dans le cas où les contraintes-utilisateurs sont inférées, elles se voient, pour une grande partie d'entre elles, attribuer le statut de préférence, ce qui offre la possibilité aux concepteurs de les contourner, si cela s'avère nécessaire. Dans la même direction, Newman et Landay [2000] ont montré que les concepteurs se focalisent dans un premier temps sur la satisfaction des exigences du commanditaire. Ce n'est qu'une fois cet objectif atteint que les concepteurs affirment pouvoir se concentrer sur la prise en compte des futurs utilisateurs. Le commanditaire jouerait donc un rôle prépondérant dans l'activité des concepteurs au cours des premières phases de conception. Cette prépondérance accordée au commanditaire peut s'expliquer par le fait qu'il constitue quelque part une « source d'autorité » : il paie pour le site et est le premier à évaluer le travail réalisé par le concepteur.

Ces résultats peuvent *a priori* paraître surprenants dans la mesure où les concepteurs de sites Web sont également des internautes, ce qui n'est pas le cas de tous les domaines de conception (par exemple, la conception aérospatiale ou encore la conception de cédéroms éducatifs pour ne citer que ces deux domaines). Bien que les concepteurs soient également des utilisateurs du Web, ils ne sont pas ou plus des utilisateurs novices, au contraire ils ont acquis avec l'expertise le statut d'utilisateurs experts. L'expertise se traduisant notamment par l'acquisition d'automatismes, les concepteurs professionnels auraient développé des procédures de navigation automatisées, et certains aspects ne seraient plus problématiques pour eux. Il leur serait alors difficile de tenir compte des besoins des utilisateurs en situation de conception.

D'autres travaux dans le champ IHM, qui ont mis en évidence que les concepteurs essayaient de tenir compte des besoins des futurs utilisateurs, mais rencontraient d'importantes difficultés [Olson, 2003], car ils avaient peu – voire pas d'interaction – avec les futurs utilisateurs alors que ces interactions sont centrales dans la construction de leur représentation mentale des besoins des futurs utilisateurs auxquels le système s'adresse [Chevalier, 2003b ; Dix, 1993 ; Gulliksen, 2002]. Cela rejoindrait la distinction opérée entre « logique de conception » et « logique d'utilisation » [Richard, 1983 ; Scapin, 1993]. Norman [1986a] a parlé quant à lui de

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

« modèle de conception » et de « modèle d'utilisation » (points que nous aborderons de façon plus précise au cours du chapitre V).

Ces deux logiques peuvent s'opposer sur certains points et dès lors que les concepteurs essaient de « se mettre à la place » des futurs utilisateurs, cela conduit à la conception d'interfaces trop complexes pour les utilisateurs, en particulier les plus débutants. Van Duyne *et al.* [2003] ont parlé de *ego bias* en ce sens que la représentation mentale que le concepteur élaborerait des futurs utilisateurs reposerait sur ses propres connaissances des besoins et capacités des utilisateurs ainsi que sur la façon dont les utilisateurs organiseraient leurs buts. Or, l'introspection dans la conception d'interfaces ne donne pas de bons résultats et conduit à la conception d'interfaces non adaptées aux caractéristiques et aux besoins des futurs utilisateurs [Bastien, 1991].

Par conséquent, les concepteurs et les utilisateurs semblent s'opposer sur certains aspects. Mais quels sont ces aspects ? En quoi les concepteurs et les utilisateurs se distinguent-ils ?

Afin de mieux comprendre la distinction entre logique des concepteurs et logique des utilisateurs, des études visant à comparer des concepteurs et des utilisateurs lors d'utilisation de sites Web ont été conduites.

À notre connaissance, seule l'étude de Park [2004] visait à déterminer si les concepteurs anticipaient efficacement les préférences esthétiques des utilisateurs.

LES UTILISATEURS IDENTIFIENT-ILS PLUS D'ERREURS ERGONOMIQUES QUE LES CONCEPTEURS ?

++

En situation de conception de sites Web, les concepteurs ne sont pas parvenus ou très difficilement à réactiver leurs connaissances acquises en tant qu'utilisateurs du Web. Or, dans le domaine de la production de textes, des travaux ont mis en évidence qu'il était plus facile pour les rédacteurs d'évaluer et d'identifier des erreurs dans les productions d'autrui que dans leurs propres travaux [Hartley, 1997]. Cela nous a conduit à formuler l'hypothèse selon laquelle les concepteurs devraient plus aisément réactiver leurs connaissances liées à l'utilisation lorsqu'ils se trouveraient en situation d'utilisation et en position d'utilisateurs-évaluateurs sur une production réalisée par autrui, qu'au cours du processus de conception, et plus particulièrement des phases d'autoévaluation (phases intégrées au processus de conception).

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Un site Web à visée commerciale a été conçu pour les besoins de l'étude [Chevalier, 2005]. Ce site présentait l'ensemble des erreurs ergonomiques identifiées dans les maquettes électroniques réalisées par les concepteurs lors de l'étude conduite par Chevalier [2003b] (figure 12 pour un exemple de page Web de ce site).

Figure 12. Page d'accueil du site Web à évaluer ainsi qu'une description de quelques erreurs ergonomiques introduites.
Source : Aline Chevalier, 2002.

Exemples d'erreurs ergonomiques :

- Le nom du magasin est souligné alors que ce n'est pas un lien.
- Le logo est une animation, ce qui peut attirer l'attention de l'internaute au détriment des autres informations.
- Le lien qui conduit vers la page d'accueil est actif alors que l'internaute est déjà sur cette page.
- La page est trop longue. L'internaute doit utiliser la barre verticale de défilement (ascenseur) pour visualiser le reste du contenu.
- Le contraste texte/fond (jaune/rouge) ne permet pas une bonne lisibilité.

Des concepteurs débutants, des concepteurs professionnels, ainsi que des utilisateurs expérimentés du Web ont dû évaluer le même site Web. Ils devaient faire part à voix haute des points positifs et négatifs concernant ce site.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

L'objectif principal de cette étude était de comparer l'activité d'évaluation d'utilisateurs et de concepteurs par rapport au temps requis pour effectuer l'évaluation, au nombre de pages évaluées et surtout au nombre d'erreurs ergonomiques identifiées.

Les participants débutaient leur activité de navigation et d'évaluation à partir de la page d'accueil. La consigne, qui leur était fournie, mentionnait qu'ils devaient faire part à voix haute des points forts et faibles de chacune des pages.

Les principaux résultats obtenus montrent que le temps requis pour évaluer le site Web par les concepteurs était très proche de celui des utilisateurs (il n'y a pas eu de différence significative) – en moyenne de 21 à 31 minutes – alors que nous nous attendions à un ralentissement de l'évaluation de la part des utilisateurs par rapport à celle des concepteurs – ralentissement causé par les erreurs ergonomiques.

Le nombre de pages Web non visitées (non évaluées) par les participants a été analysé. Nous n'avons pas non plus observé de différence significative entre les groupes de participants : en moyenne de 5 à 7 pages Web n'ont pas été évaluées ni même visitées.

En ce qui concerne les erreurs ergonomiques identifiées par les participants, les analyses ont montré que la majorité des erreurs ergonomiques identifiées par tous les participants relevaient du guidage et de la charge de travail (en référence aux critères de Bastien [1999]).

Les concepteurs, dans la majeure partie du temps, ne « se contentent » pas seulement de pointer les points forts ou faibles comme le font les utilisateurs. Au contraire, ils proposent des solutions pour les aspects explicitement pointés comme faibles mais aussi pour les aspects plus neutres voire positifs (cf. l'extrait suivant).

Extrait du protocole verbal d'un concepteur professionnel

Identification d'erreurs ergonomiques et propositions de corrections (soulignées dans le texte) dans la page Web présentée ci-après :

« L'écriture est sympa. Elle est différente, ça change un peu. Peut-être que j'aurais mis la même d'une page à l'autre.
[...]
On ne peut pas se déplacer entre les pages. Il manque une barre de navigation et il manque d'homogénéité entre les pages ».

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Page Web du site à évaluer

Bien que cela n'apparaisse pas au niveau des résultats quantitatifs, les utilisateurs éprouvent plus de difficultés à faire part des points négatifs concernant le site. Par exemple, dans l'extrait qui suit l'utilisateur fait part des points positifs, et ne parle pas de la couleur du fond ou de la police de caractère. Les aspects négatifs ne sont pas directement évoqués par l'utilisateur. Ils peuvent apparaître sous la forme de questions, comme dans l'extrait ci-dessous.

> Extrait du protocole verbal d'un utilisateur
> « C'est très simple, c'est clair, bien détaillé. Il n'y a pas un moteur de recherche pour ne pas aller sur tout le site quand on cherche quelque chose ? [...]
> Pour les CD sont un peu réducteurs. Je n'irai pas, alors que sur Internet on peut tout avoir, c'est un peu un magasin de quartier. »

Page Web du site à évaluer

Presses de l'enssib, 2013, < http://www.enssib.fr/presses/ >

Les concepteurs et les utilisateurs ont identifié quelques erreurs ergonomiques de façon commune telles que le manque d'homogénéité entre les pages, le fait que les informations n'étaient pas regroupées entre elles, la perte de repère dans l'arborescence, les erreurs de contraste entre le texte et le fond, la longueur excessive des textes. Malgré ces quelques similitudes dans les évaluations effectuées et les erreurs identifiées, les analyses ont également mis en évidence d'importantes différences entre les concepteurs et les utilisateurs :

– les utilisateurs indiquaient principalement :
  - le manque de titres sur les pages, ce qui n'était pas le cas des concepteurs ;
  - le fait de ne pas disposer de titre peut nuire à la construction de la représentation mentale du site Web et ainsi conduire à des difficultés pour se repérer et naviguer dans le site ;
  - être gênés par certaines polices de caractères, ce qui n'a pas ou peu été signalé par les concepteurs professionnels et débutants. Certaines polices peuvent être jolies comme par exemple le style *Mistral* mais engendrer des difficultés pour lire et surtout pour lire vite (comme on peut le faire sur le Web).
– les concepteurs ont signalé principalement :
  - l'absence de lien vers la page d'accueil ;
  - que le logo ne conduisait pas de façon systématique à la page d'accueil. Ce point n'a que très peu été mentionné par les utilisateurs (les utilisateurs revenant en arrière grâce au navigateur sans que cela ait semblé poser de problème particulier).

L'utilisation « obligatoire ou forcée » de l'ascenseur a été signalée par les utilisateurs et les concepteurs débutants mais pas ou très rarement par les concepteurs professionnels.

Ces résultats plus qualitatifs soulignent bien le fait que les concepteurs ont pu développé certains automatismes leur permettant de dépasser des erreurs ergonomiques qui peuvent perturber les utilisateurs.

En outre, tous les participants n'ont identifié finalement que très peu d'erreurs ergonomiques : de l'ordre d'environ 5 %. Ainsi, bien que des travaux en rédaction de textes, notamment, aient mis en évidence qu'il était plus aisé de repérer les erreurs dans les productions d'autrui que dans les siennes, nos résultats ne sont pas allés entièrement dans ce sens puisque peu d'erreurs ergonomiques ont été identifiées aussi bien par les concepteurs que les utilisateurs.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Trois hypothèses ont été avancées pour tenter d'expliquer ces résultats :

1. les utilisateurs qui ont participé à cette étude étaient des utilisateurs naviguant régulièrement sur le Web. De ce fait, les erreurs ergonomiques présentes dans le site à évaluer, et reflétant celles que les concepteurs avaient introduites dans leurs sites (lors des précédentes études), pouvaient ne plus leur poser réellement de difficultés. Les ayant rencontrées plusieurs fois au cours de navigations sur le Web, ils ont pu développer certaines procédures qui leur ont permis de dépasser la gêne occasionnée par ces erreurs ;
2. les résultats relatifs aux utilisateurs peuvent être en partie expliqués par les travaux de Nielsen [2000] montrant que les internautes ne parviennent pas à exprimer ce dont ils ont besoin. Dans cette étude, les utilisateurs, même s'ils ont pu être gênés par certaines erreurs ergonomiques, ils ne les auraient pas pour autant signalées ;
3. la troisième hypothèse explicative, découlant de la précédente, consiste à avancer que les utilisateurs devaient dans cette tâche seulement explorer le site et non effectuer une recherche d'information précise. Cette tâche d'exploration peut demander moins de ressources cognitives qu'une tâche de recherche d'informations, dans laquelle un but doit être maintenu en MDT, comparé avec l'état courant et avec ce qui a été vu précédemment. Ce faisant, les utilisateurs ont pu ne pas identifier les erreurs ergonomiques, mais auraient pu être gênés par celles-ci s'ils avaient dû rechercher des informations.

Afin de tester ces hypothèses, une autre étude visant à comparer des concepteurs et des utilisateurs a été conduite en situation de recherche d'informations. Cette étude visait à essayer de dégager des stratégies de recherche d'informations mises en place par des concepteurs par rapport à celles des utilisateurs, en fonction de la qualité ergonomique du site Web utilisé.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

RECHERCHER DES INFORMATIONS : QUELLE(S) DIFFÉRENCE(S) ENTRE CONCEPTEURS ET UTILISATEURS DU WEB ?

++

Rechercher des informations : une activité cognitive complexe

++

Les premières tentatives de modélisation de la recherche d'informations au sein de documents a été proposée par Guthrie à la fin des années 1980 dans le champ de la lecture [Guthrie, 1987, 1988].

Plus tard, d'autres modèles sont apparus, tels que ceux de [David, 2007 ; Rouet, 1996 ; Tricot, 2004 ; Pak, 2008 ; Sharit, 2008]. La plupart de ces modèles sont cycliques (pour une présentation détaillée des différents modèles, le lecteur peut se reporter à l'ouvrage de Boubée et Tricot [2010].

Selon ces différents modèles et de façon synthétique, pour rechercher une information, l'individu se fixe un but, sélectionne un ensemble d'éléments dont il extrait les informations pertinentes pour satisfaire son but. L'individu réitère ce cycle jusqu'à avoir trouvé l'information escomptée.

Au cours de ce cycle, l'individu doit sélectionner les sources d'informations qui lui paraissent les plus pertinentes pour sa recherche d'informations ; ces sources d'informations relèvent ici d'une liste d'items ou de liens. Plusieurs cas de figures peuvent alors se présenter, dont au moins les trois suivants :

1. si le(s) document(s) sélectionné(s) est (sont) pertinent(s) pour sa recherche d'informations, alors l'individu traite de façon plus approfondie les informations sélectionnées jusqu'à trouver celle(s) escomptée(s) ;
2. si le(s) document(s) sélectionné(s) n'est (ne sont) que partiellement pertinent(s) pour sa recherche d'informations, l'individu doit alors modifier sa stratégie de recherche ;
3. si le(s) document(s) sélectionné(s) n'est (ne sont) pas pertinent(s) pour sa recherche d'informations, alors l'individu peut être amené à complètement redéfinir sa stratégie de recherche, voire sa représentation du but à atteindre.

Par conséquent, rechercher des informations constitue une activité cognitive complexe impliquant à la fois des activités de compréhension (textes et images), de résolution de problème et de prise de décision. Ce faisant, cette activité cognitive requiert l'implication de nombreuses ressources cognitives en MDT.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Par ailleurs, le nombre de liens disponibles sur un document est corrélé avec la prise de décision : l'utilisateur d'un système face à beaucoup (voire trop) de choix peut éprouver des difficultés dans la prise de décision, ce qui peut alors avoir des conséquences sur la compréhension des documents et la navigation. Ces difficultés peuvent s'accroître si le système comporte des erreurs ergonomiques rendant encore davantage complexe les choix à effectuer et, ce faisant, les prises de décision.

Dans la précédente étude, les utilisateurs et les concepteurs effectuaient seulement une tâche d'exploration évaluative, il ne s'agissait nullement d'une activité de recherche d'informations. Or, explorer et rechercher des informations constituent deux activités cognitives différentes n'impliquant pas les mêmes processus cognitifs et n'engendrant pas les mêmes difficultés, en particulier au niveau des buts et informations à maintenir en MDT. En outre, la recherche d'informations constitue une activité plus couramment mise en œuvre que l'évaluation par les individus. En effet, lorsqu'un individu détecte qu'il manque d'informations, il va alors essayer de trouver cette information, en allant par exemple sur Internet. Aussi, qu'en est-il en situation de recherche d'informations ? Les erreurs ergonomiques perturbent-elles réellement l'activité cognitive des individus même si elles ne sont pas ou très peu identifiées par les utilisateurs ? Un concepteur va-t-il mettre en place les mêmes stratégies qu'un utilisateur novice ou qu'un utilisateur expérimenté ?

Dans le but d'apporter des éléments de réponse à ces questions, une étude expérimentale en situation de recherche d'informations a été conduite. Cette étude visait à déterminer si les erreurs ergonomiques identifiées par les concepteurs et les utilisateurs en situation d'exploration-évaluation nuisaient réellement à leur activité de recherche d'informations et les conduisaient à mettre en œuvre des stratégies différentes.

Des utilisateurs novices et expérimentés, ainsi que des concepteurs professionnels devaient rechercher des informations au sein d'un site Web soit ergonomique soit non-ergonomique (cf. figures 13a, b, c, d pour des exemples de pages Web de ces deux sites). Tous avaient pour consigne de trouver les informations le plus rapidement et le plus précisément possible. Les questions posées étaient précises et n'avaient qu'une seule et unique réponse dans les deux sites Web (exemple d'information à chercher : trouver le prix d'un CD donné de musique classique). La moitié des participants (utilisateurs novices, expérimentés et concepteurs professionnels) était confrontée au site ergonomique et l'autre moitié au site

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

non-ergonomique. Les réponses aux trois questions, pour les deux sites, pouvaient être trouvées en ouvrant seulement deux liens. Les actions effectuées par les participants lors des recherches d'informations ont été enregistrées sous la forme de vidéos. À l'issue des recherches d'informations, les concepteurs devaient essayer d'imaginer les actions et le chemin emprunté par des utilisateurs novices face aux mêmes tâches qu'eux.

Figure 13a. Page d'accueil du site ergonomique.

Figure 13b. Page d'accueil du site non ergonomique.

Figure 13c. Page relative à la présentation des méthodes d'enregistrement du site ergonomique.

Figure 13d. Page relative à la présentation des méthodes d'enregistrement du site non ergonomique.

Sources : Aline Chevalier & Maud Kicka, 2006.

Quelques points de comparaison entre les deux pages d'accueil (figures 13a, 13b) :

- Dans la barre de menu (haut de la figure 13a), l'item du menu sur lequel se trouve l'internaute est surligné d'une couleur différente du fond (ici, en jaune) et le lien sur la page d'accueil est inactif, ce qui n'est pas le cas sur le site non ergonomique (figure 13b) où aucune barre de navigation n'est présentée.
- La police de caractères dans le site ergonomique est une police standard (Arial) lisible par tous les navigateurs, ce qui n'est pas toujours le cas pour le site non ergonomique.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

- Des textes sur le site non ergonomique sont soulignés alors que ce ne sont pas des liens (figure 13b « à côté des facs »).
- Sur la page du site ergonomique, le texte a été raccourci et divisé en paragraphe par thème (figure 13c) ce qui n'est pas le cas pour le site non ergonomique (figure 13d).

Les principaux résultats montrent que les concepteurs ont ouvert moins de liens que l'ensemble des utilisateurs, quel que soit le site Web. Les prises de décision sur quelle page visitée semblent donc plus simples pour les concepteurs que pour les utilisateurs. En outre, les utilisateurs (novices et expérimentés) ont ouvert moins de liens face au site ergonomique que face au site non-ergonomique alors que la qualité ergonomique du site n'a pas eu d'effet significatif chez les concepteurs.

Bien que le nombre de liens nécessaires pour parvenir à fournir une réponse diminue avec l'acquisition d'expertise, en ce qui concerne le temps requis pour effectuer les recherches d'informations, les utilisateurs novices et les concepteurs professionnels étaient très proches, alors que les utilisateurs expérimentés mettaient moins de temps. En revanche, même si les concepteurs ont ouvert moins de liens que les utilisateurs novices, ils ont mis un temps relativement proche de ces derniers. Sur la base de ces résultats, nous nous sommes demandé si les concepteurs développaient une activité réellement proche de celle des utilisateurs, ou, au contraire s'ils développaient une activité, voire deux activités, très différente(s) de celle des utilisateurs novices.

Les analyses des parcours au sein des sites Web ont fait apparaître que les utilisateurs novices lisaient les informations présentées sur les pages Web de façon linéaire beaucoup plus fréquemment que les concepteurs et les utilisateurs expérimentés. En revanche, ces derniers exploraient dans leur intégralité sans pour autant lire de façon exhaustive plus souvent les pages Web que les utilisateurs novices.

Ces résultats reflètent des difficultés de compréhension de la part des utilisateurs novices : ces derniers se sont laissé guider par la structure et les éléments présents sur les pages Web. Ce faisant, leur activité de navigation a été très affectée par une mauvaise structure du site Web par rapport aux utilisateurs expérimentés et aux concepteurs. La qualité ergonomique du site aurait donc affecté davantage l'activité des utilisateurs novices que celles de concepteurs ou les utilisateurs expérimentés. Le fait de scanner les pages Web traduirait une activité d'évaluation plus longue pour prendre les décisions adéquates afin d'éviter de se compromettre

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

trop rapidement dans l'ouverture de liens non pertinents pour leur activité de recherche d'informations pour les utilisateurs expérimentés ainsi que pour les concepteurs. En outre, les concepteurs, qui ont mis un temps de recherche d'informations proche de celui des utilisateurs novices, ont toutefois ouvert moins de liens que ceux-ci. Ainsi, il semblerait que les concepteurs professionnels aient développé deux activités : une activité de recherche d'informations, ce qui leur était demandé, ainsi qu'une activité d'évaluation – activité inhérente à leur profession dès lors qu'ils vont examiner les sites concurrents.

Pour terminer, les concepteurs ont rapporté une activité potentielle d'utilisateurs novices qui ne reflétait que très partiellement leur activité réelle : ils ont indiqué que les utilisateurs choisiraient le lien sur lequel cliquer à partir de la page d'accueil par essais-erreurs, c'est-à-dire qu'ils exploreraient chacun des liens présents sur la page pour ensuite sélectionner le plus pertinent par rapport au but de leur recherche. En réalité, dans notre étude, seulement 20 % des utilisateurs novices ont adopté cette stratégie. Une fois le lien pertinent choisi, les concepteurs ont indiqué que les utilisateurs novices procéderaient de la même façon qu'eux. Seulement 20 % des utilisateurs adoptent cette stratégie.

CONCLUSION

++

Ce chapitre visait à déterminer les potentielles différences de navigation entre des concepteurs et des utilisateurs. Nous avons pu observer que :

- les concepteurs et les utilisateurs n'identifient pas les mêmes erreurs ergonomiques ;
- les concepteurs et les utilisateurs développent des activités de recherche d'informations éloignées, en particulier les concepteurs et les utilisateurs novices ;
- les concepteurs ont une représentation très partielle voire erronée de l'activité de recherche mise en œuvre par des utilisateurs novices.

Sur la base de ces différents résultats obtenus auprès de concepteurs en situation de création de pages Web mais également auprès d'utilisateurs et concepteurs en situation d'utilisation de pages Web, il nous a semblé important de nous intéresser aux aides possibles à apporter aux concepteurs pour qu'ils tiennent davantage compte des besoins des futurs utilisateurs et surtout de façon efficace lorsqu'ils créent des sites Web. Il s'agit de l'objectif principal du chapitre V.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

CHAPITRE V
L'ERGONOMIE DES INTERFACES ET LES AIDES À APPORTER AUX CONCEPTEURS

CHAPITRE V
L'ERGONOMIE DES INTERFACES ET LES AIDES À APPORTER AUX CONCEPTEURS

Dans la littérature scientifique, tout un courant de recherche – le courant Interaction Homme-Machine (IHM) ou *Human Computer Interaction* en anglais (HCI) associant différentes disciplines telles que l'ergonomie et l'informatique – vise, entre autres, le développement d'outils pour aider les concepteurs à considérer les aspects liés à l'ergonomie. Ces outils se présentent sous différentes formes allant d'aides automatiques ou manuelles à l'évaluation, à l'élaboration de listes de critères, de recommandations ergonomiques à appliquer pour essayer de développer des sites plus simples à utiliser.

Comme nous l'avons vu au cours des chapitres II et III, les concepteurs sont amenés à gérer différents points de vue en plus du leur – en particulier celui du commanditaire et celui des futurs utilisateurs – ainsi que différentes contraintes sous-jacentes à ces points de vue. Les résultats obtenus auprès de concepteurs débutants et professionnels ont mis en évidence que les concepteurs se sont focalisés sur la satisfaction des contraintes et exigences liées au commanditaire au détriment des futurs utilisateurs. Plusieurs raisons peuvent expliquer cette focalisation sur les contraintes-commanditaire :

- le commanditaire serait considéré, par les concepteurs, comme l'acteur principal du processus de conception et le premier à devoir convaincre et satisfaire. Ce faisant, le statut de contraintes de validité serait attribué aux contraintes-commanditaire, qu'elles soient prescrites ou inférées (bien que des différences entre concepteurs professionnels et débutants aient été mises en évidence). Les concepteurs auraient alors du mal à changer de points de vue ;
- la prise en compte des futurs utilisateurs se révélerait être particulièrement complexe du fait que les concepteurs ne disposent pas (ou peu) de connaissances en ergonomie des interfaces Web.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

> De ce fait, ils ne pourraient qu'essayer de se mettre à la place des futurs utilisateurs pour prendre en compte leurs besoins. Or, les concepteurs, professionnels et débutants, n'étaient plus des utilisateurs débutants. Cela a pu les conduire à développer des activités et stratégies de recherche d'informations différentes de celles des utilisateurs, en particulier des utilisateurs novices (cf. chapitre IV).

D'autres études ont mis en évidence que les concepteurs essaient de considérer les besoins des futurs utilisateurs et de les prendre en compte au cours du processus de conception, mais qu'ils rencontrent d'importantes difficultés [Dix, 1993 ; Olson, 2003].

Ces différents travaux ont conduit à différencier « logique de conception » et « logique d'utilisation » (cf. figure 14). Plus précisément, comme l'indique [Norman, 1986a, 1988], trois aspects différents de modèles mentaux doivent être distingués : le modèle de conception (*design model*), le modèle de l'utilisateur (*user's model*) et la représentation du système (*system image*). Le modèle de conception correspond à la conceptualisation que le concepteur s'est élaborée mentalement du système. Le modèle de l'utilisateur correspond à l'activité de l'utilisateur permettant d'expliquer le fonctionnement du système. De façon idéale, le modèle de l'utilisateur et le modèle de conception devraient se recouper. Cependant, comme Norman [1986a] l'a souligné, l'utilisateur et le concepteur communiquent seulement à travers le système lui-même : son apparence physique, son fonctionnement, la façon dont le système répond (ainsi que le manuel et les instructions qui l'accompagnent). L'image du système est donc essentielle : le concepteur doit s'assurer de la consistance du système avec le fonctionnement du modèle conceptuel. Le modèle de l'utilisateur est essentiel pour déterminer ce qui va être compris et comment cela va être compris. En retour, c'est au concepteur de commencer son activité avec un modèle de conception qui soit à la fois fonctionnel, apprenable et utilisable. Le concepteur doit s'assurer que le système donne une image adéquate. C'est seulement sur cette base que l'utilisateur peut acquérir son propre modèle et trouver les supports pour traduire ses intentions en actions et les états du système en interprétations. Par conséquent, la représentation du système est cruciale, car c'est à travers elle que l'utilisateur acquiert les connaissances requises à une bonne utilisation.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Figure 14. Les trois aspects des modèles mentaux : le modèle de conception, le modèle de l'utilisateur et l'image du site Web.
Figure traduite et adaptée de Norman [1986a]. Source : Donald D. Norman.

Parce que les concepteurs et utilisateur n'échangent peu ou pas au cours du processus de conception et parce que les concepteurs ne parviennent pas à considérer de façon efficace les besoins des futurs utilisateurs, il est nécessaire de les assister dans leur activité pour développer une activité « centrée utilisateurs » [Norman, 1986a, 1986b], si l'on souhaite que les sites réalisés soient adaptés aux besoins des futurs utilisateurs. Nous nous sommes plus particulièrement intéressés à l'assistance à l'évaluation, que cela soit l'évaluation, ou autoévaluation, au cours des phases de conception ou à l'évaluation réalisée sur des sites créés par d'autres concepteurs.

PRENDRE EN COMPTE L'UTILISATEUR PENDANT LE PROCESSUS DE CONCEPTION

La conception centrée utilisateurs vise à considérer les utilisateurs et leurs besoins tout au long du processus de conception d'une interface utilisateurs. Cela part de l'idée selon laquelle les utilisateurs finaux sont les plus à même pour évaluer et influencer le développement d'un produit.

La conception centrée utilisateurs en tant que processus de développement inclut un ensemble de méthodes spécialisées, destinées à recueillir des données relatives aux utilisateurs et à les traduire en choix de conception. Cette approche a été traduite et officialisée en une norme

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

internationale, la norme ISO 13407 (1999 : *Processus de conception des systèmes interactifs centrés sur l'humain*), qui a été complétée à plusieurs reprises.

Cette norme définit les caractéristiques du processus de conception centrée utilisateurs comme :

- une préoccupation en amont des tâches utilisateurs, ainsi que de leur environnement ;
- la participation active des utilisateurs, la compréhension claire de leurs besoins et des exigences liées à leurs tâches ;
- une répartition appropriée des fonctions entre les utilisateurs et le système développé ;
- l'itération des solutions de conception jusqu'à ce que le système satisfasse aux exigences définies au départ ;
- l'intervention d'une équipe de conception pluridisciplinaire (ergonomie, architecture de l'information, design, marketing, qualité, etc.).

Cette norme a été complétée en 2000 par deux rapports (le rapport technique 18529 et le rapport ISO TR 16982). Ce complément a permis d'identifier quelles méthodes d'utilisabilité sont recommandées à un stade précis du cycle de vie du produit.

Très récemment, une nouvelle norme est venue la remplacer. Il s'agit de la norme ISO 9241-210 (2010 : *Ergonomie de l'interaction homme-système* – Partie 210 : *Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs*). Cette norme fournit des exigences et des recommandations relatives aux principes et aux activités de conception centrée sur l'humain, intervenant tout au long du cycle de vie des systèmes informatiques interactifs. Elle est destinée à être utilisée par les responsables de la gestion des processus de conception, et traite des manières dont les composants matériels et les logiciels des systèmes interactifs permettent d'améliorer l'interaction Homme-système[1].

Les étapes du processus de conception doivent être centrées utilisateurs (les phases d'analyse, de conception et d'évaluation doivent être itératives) avec pour cela l'application de différentes méthodes liées principalement à l'ergonomie (tests utilisateurs, tris de cartes, etc.).

1. Extrait de l'URL : < www.iso.org/iso/fr/iso_catalogue/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=52075 >.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Les premières règles ergonomiques sur les IHM sont apparues au cours des années 1980 (par exemple, les règles de la *Mitre Corporation* aux USA, cf. [Smith, 1986] ; mais les règles spécifiques au Web ont vu le jour plus tardivement, comme par exemple [Lynch, 2002 ; Nielsen, 2000 ; Ozok, 2004].

Parallèlement, différents termes pour définir ces dimensions ergonomiques ont été proposées. La distinction entre diverses dimensions, telles que « critères », « principes », « normes », « règles » et « recommandations » est parfois ténue dans la littérature :

- les normes (ou standards) ont un caractère officiel, comme par exemple les normes ISO ou AFNOR (Association française de normalisation) ;
- les critères correspondent à des énoncés d'un niveau d'abstraction relativement élevé. Par exemple, Scapin et Bastien [1997] ont défini une liste de critères (exemples de critères : charge de travail, prise en compte de l'expérience de l'utilisateur) ;
- les principes sont des indications très proches des critères. Nielsen [1993] a défini une liste de dix principes d'un niveau de généralité élevé, comme par exemple « Visibilité du statut du système » ou « Reconnaissance plutôt que rappel ». Ils peuvent être appliqués à un grand nombre de cas ;
- les règles sont basées sur des principes spécifiques à un domaine de conception donné. Par exemple, une règle de conception Web peut stipuler : « Utiliser une présentation consistante et un langage visuel à travers le site ». Les règles peuvent donner lieu à des interprétations de la part des concepteurs puisque aucune solution de conception n'est indiquée ;
- les recommandations sont des indications plus précises sous-jacentes aux critères ou aux règles. Ce sont des énoncés non ambigus, de sorte que l'interprétation n'est guère possible. Par exemple, une recommandation possible est « Il doit y avoir une barre de navigation sur chaque page du site ».

Dans le cadre de cet ouvrage, nous avons choisi de parler de critères et recommandations ergonomiques. Les critères correspondent donc à des dimensions ergonomiques d'un niveau d'abstraction élevé, tels que les dix-huit critères généraux et élémentaires définis par Bastien [1999] (nous les présentons plus loin). Quant aux recommandations, elles correspondent à des dimensions se situant à un niveau d'abstraction inférieur.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Elles sont précises et dans le cas où elles sont prises en compte par les concepteurs, elles correspondent à une partie de la solution développée.

Plusieurs types d'aide à l'évaluation des IHM incorporent ces dimensions ergonomiques, plus particulièrement, liées à l'utilisabilité.

L'UTILISABILITÉ

++

Un système ergonomique constitue un système facile à utiliser, qui permet d'atteindre les objectifs pour lesquels il a été conçu.

Depuis plus de vingt ans, de plus en plus d'auteurs s'intéressent à l'ergonomie des IHM et IHO (O pour Ordinateur). Ces études ont permis de faire ressortir quatre dimensions relatives à l'ergonomie :

- l'utilisabilité : un système est utilisable s'il permet à ses utilisateurs de trouver facilement les informations dont ils ont besoin ;
- l'utilité : un système est utile s'il permet à ses utilisateurs d'atteindre le(s) but(s) pour lequel (ou lesquels) il a été réalisé. Par exemple, un cédérom éducatif sera utile si l'apprenant comprend et acquiert les connaissances véhiculées par celui-ci ;
- l'acceptabilité correspond à la valeur de la représentation mentale (attitudes, opinions, etc.) relative au système, de son utilité et de son utilisabilité [Tricot, 2007] ;
- l'accessibilité du système est généralement abordée d'un point de vue technique par la qualité du code permettant de générer l'interface. En ce qui concerne le Web, des recommandations précisent quelles sont les règles à suivre pour produire du code accessible depuis n'importe quelle plate-forme. Par accessibilité, on fait souvent référence aux utilisateurs présentant un handicap physique. Toutefois, ces recommandations ne sont pas déclinées pour tel ou tel type de handicap mais ont pour objectif de permettre une accessibilité à l'ensemble des potentiels utilisateurs : malvoyants, non-voyants, personnes accédant au Web à travers un dispositif spécifique comme les Personal digital assistant (PDA), SmartPhone, etc. Les personnes handicapées utilisent en général des aides techniques spécifiques : les non-voyants ont recours à des synthétiseurs vocaux et/ou des plages en braille, les malvoyants à des loupes logicielles, les personnes ayant des difficultés motrices à des périphériques adaptés, des claviers agrandis ou réduits, des logiciels de commande vocale, etc.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

En ce qui concerne plus particulièrement l'utilisabilité, cette notion a donné lieu à plusieurs définitions dont les principales sont les suivantes :

- la capacité qu'a un système à être utilisé facilement et efficacement par des humains [Shackel, 1991] ;
- la qualité d'utilisation [Bevan, 1995] ;
- l'efficacité, l'efficience et la satisfaction avec lesquelles les utilisateurs peuvent atteindre des buts spécifiques dans un environnement particulier (ISO 9241-11 : 1998 : *Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation*).

Cette dernière définition fournit des critères objectifs pour évaluer l'utilisabilité d'un système informatique, tel qu'un logiciel. Un logiciel est utilisable lorsque l'utilisateur peut réaliser sa tâche et atteindre ses objectifs (efficacité), avec un minimum de ressources (efficience) et que le système est agréable à utiliser (satisfaction). Mesurer l'utilisabilité consiste donc à effectuer ces trois types de mesures (performance, coût cognitif, satisfaction).

Une question devient alors centrale : comment accroître l'utilisabilité d'un système interactif ? Différentes méthodes existent (cf. [Hornbæk, 2006] pour une revue, et [Tricot, 2007] pour une synthèse des méthodes empiriques et analytiques). L'objectif de ces méthodes est de mesurer la qualité des systèmes, d'identifier leurs problèmes et suggérer des modifications pour y remédier.

ÉVALUER L'UTILISABILITÉ D'UN SYSTÈME INFORMATIQUE

Différents outils et méthodes ont été développés depuis le début des années 1980. Parmi eux, on peut en noter plusieurs que nous présentons ci-après.

Règles ou critères

L'élaboration de règles, critères ou *guidelines* (cf., par exemple, [Bastien, 1999 ; Ozok, 2004 ; Smith, 1986]) qui sont des outils destinés aux ergonomes et dans une moindre mesure aux concepteurs des systèmes concernés. Il s'agit d'aider à détecter des problèmes mais donner réellement des solutions adaptées aux problèmes identifiés. Seules des règles assez générales sont énoncées. Elles peuvent être difficilement applicables sans pré-requis en ergonomie. Un exemple de règle est « favoriser le dialogue entre l'utilisateur et le système ». Comment l'appliquer sans connaissances

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

précises en ergonomie ? On peut noter une part importante laissée à la subjectivité de l'évaluateur (cf. [Hornbæk, 2006] pour une synthèse des travaux sur ce point).

Méthodes analytiques

++

Des méthodes analytiques (cf., par exemple, [Molich, 1990 ; Wharton, 1994]), telles que les inspections heuristiques [Nielsen, 1993] ou le Cognitive Walkthrough [Polson, 1992]. La méthode du Cognitive Walkthrough (ou inspection cognitive) a initialement été proposée par Polson [1992] pour détecter les erreurs d'utilisabilité dans des logiciels informatiques. Plus tard, cette méthode a été adaptée au Web [Blackmon, 2002]. Cette méthode s'applique très tôt dans le processus de conception. Elle consiste à évaluer la facilité d'apprentissage d'un système interactif. Elle peut être mise en œuvre à différentes étapes du processus de conception de l'IHM. L'évaluation avec cette méthode nécessite :

- une description détaillée de l'interface (idéalement sous forme de maquette papier, logiciel ou prototype) ;
- une description de la tâche à réaliser, notamment en termes de buts ;
- une description des caractéristiques des utilisateurs potentiels et du contexte d'utilisation ;
- une description précise de la séquence des actions que l'utilisateur doit effectuer pour accomplir les tâches décrites.

Au cours de l'inspection, les évaluateurs passent en revue chacune des actions que doivent faire les utilisateurs. Pour chacune d'entre elles, ils doivent s'interroger sur ce que l'utilisateur ciblé sera tenté de faire, en se basant sur les objectifs et les connaissances de ces derniers, et comparer ces actions hypothétiques aux actions que permet le système à cette étape de l'interaction.

L'inspection cognitive cherche à identifier les choix de conception qui peuvent entraver l'apprentissage par exploration. Tout comme l'application de règles ou critères, elle requiert des connaissances en ergonomie des interfaces. En outre, nous l'avons vu au cours des chapitres précédents, les concepteurs ayant acquis le statut d'utilisateurs experts peuvent ne plus être en mesure d'anticiper ce que des utilisateurs lambda pourraient être amenés à faire.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Frøkjær et Hornbæk [2008] ont comparé les résultats de sujets devant évaluer un système, soit en utilisant l'évaluation heuristique, le Cognitive Walkthrough, les tests utilisateurs (avec verbalisations simultanées) avec une nouvelle technique d'évaluation analytique : Metaphors Of human Thinking (MOT). Au cours de l'application de la MOT, l'interface est analysée en utilisant des métaphores d'habitudes, un ensemble de connaissances. Les résultats montrent que la MOT permet d'identifier environ le même nombre d'erreurs que l'évaluation heuristique, mais davantage d'erreurs que le Cognitive Walkthrough et les tests utilisateurs (avec verbalisations simultanées). Toutefois, les évaluations *via* MOT considèrent les erreurs identifiées comme moins « graves » ou importantes que celles identifiées grâce aux tests utilisateurs.

Les tests utilisateurs

++

Les tests utilisateurs se déroulent auprès d'utilisateurs finaux réels ou représentatifs de la population visée. Le nombre d'utilisateurs recommandés varient selon les auteurs. Par exemple, Nielsen [2000] indique que cinq utilisateurs permettent de détecter plus de 80 % des erreurs ergonomiques, alors que Spool *et al.* [1999] montrent que pour détecter 85 % des erreurs, il faut quarante-neuf utilisateurs.

Les utilisateurs effectuent des tâches pour lesquelles le système a été conçu. Les tests peuvent être conduits auprès de réels utilisateurs. Par exemple, dans le cadre de la création d'un outil de gestion de comptes destiné aux conseillers financiers d'une banque, les tests seront conduits auprès des réels utilisateurs finaux. En revanche, dans le cadre de la création d'un site Web grand public (par exemple pour un magasin de vente de produits de sport), les personnes qui se prêteront au test seront des représentants des utilisateurs finaux. Elles seront sélectionnées sur la base de leurs caractéristiques proches de la population visée par le site à développer. Ces tests conduisent à des résultats très pertinents et permettent de tester certains problèmes ergonomiques identifiés grâce à d'autres méthodes, comme les inspections. Leur mise en œuvre requiert des connaissances dans la démarche expérimentale afin d'élaborer des protocoles expérimentaux rigoureux conduisant à des résultats valides et généralisables. En outre, la mise en place des tests peut être relativement coûteuse tant sur le plan des passations que des analyses des résultats obtenus. En effet, bien souvent les protocoles verbaux et/ou les mouvements oculaires sont utilisés. Dans les deux cas, le dépouillement peut se

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

révéler très long et fastidieux. Pour ce faire, les entreprises intéressées par ce genre de tests font généralement appel soit à des sociétés de services en ergonomie soit à leurs ergonomes (s'ils en disposent). Ces tests sont longs à conduire et à traiter, mais aussi coûteux sur le plan financier, ce qui explique qu'ils soient mis en œuvre par des spécialistes des facteurs humains. Toutefois, ils conduisent à des résultats très pertinents permettant des améliorations substantielles des interfaces.

Certains travaux montrent une supériorité des méthodes analytiques sur les tests utilisateurs quant au nombre et à la diversité des erreurs identifiées [Doubleday, 1997 ; Lanzilotti, 2011]. En outre, les utilisateurs et les évaluateurs (experts) décrivent de manières différentes les problèmes identifiés. Les utilisateurs donnent les symptômes des problèmes alors que les experts essaient d'en trouver la cause et proposent des améliorations possibles (cf. également les extraits présentés au cours du chapitre IV).

La conception participative

Cette approche s'est développée en Suède dans les années 1970. Le gouvernement suédois a voté des lois donnant le droit aux employés des sociétés de participer aux décisions concernant leur environnement de travail. Il s'agissait à cette période d'une question de démocratie pour les salariés suédois.

Ensuite, dans les années 1980, cette approche a été centrée sur les connaissances des acteurs et le recueil du savoir des utilisateurs des produits à concevoir. Ces derniers devenaient alors une source d'informations et de connaissances. Afin de recueillir les informations, différents outils ont été créés. Malgré la création de ces outils, les utilisateurs éprouvaient des difficultés à faire part de leurs connaissances sans être assurés de leur bonne utilisation. Plus tard, le concept de processus de conception collectif a été introduit par Granath [1996]. Ici, tous les acteurs ou personnes concernés par le développement du produit sont considérés comme experts. Leur participation repose sur leurs connaissances plutôt que sur les intérêts qu'ils représentent.

D'autres méthodes autour des connaissances des utilisateurs sont mises en œuvre, telle que la méthode du tri de cartes.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Le tri de cartes est une méthode d'organisation des contenus qui permet de définir des rubriques de site correspondant aux représentations mentales des futurs utilisateurs.

Le tri de cartes consiste à présenter à l'utilisateur un ensemble de « cartes », qui peuvent être de nature différente : le tri peut être effectué physiquement avec un support papier ou conceptuellement avec un support informatique, en représentant les cartes par des mots sur un écran.

L'idée principale consiste à présenter aux utilisateurs chacun des contenus du site sous forme de cartes, pour leur demander de les organiser par groupes.

Pour chaque utilisateur, on obtient une liste de groupes comprenant des items. L'analyse des données d'un tri de cartes consiste à repérer des *clusters*. Il s'agit de repérer quels groupes ressortent des données de toutes les sessions confondues.

Les résultats des tris de cartes sont des sources d'informations très riches pour construire une architecture (ou plan) pertinente par rapport aux représentations des futurs utilisateurs. Le tri permet d'accéder aux représentations mentales de l'organisation et de l'interaction entre les contenus proposés. Cette méthode est souvent la base d'une première proposition d'architecture d'application sous forme de plan de site.

On peut distinguer plusieurs types de tris de cartes selon :

- les participants (représentants d'utilisateurs finaux ou clients) ;
- le support du tri (tri physique ou informatisé) ;
- la nature du tri (ouvert ou fermé).

LES AIDES À L'ÉVALUATION

Quels outils pour évaluer ?

Selon les étapes du processus de conception, l'évaluation porte sur un projet de conception, sur un produit en cours de conception ou encore sur un produit déjà réalisé, qu'il va falloir améliorer.

Classiquement, l'évaluation a été perçue comme intervenant à la fin du processus de génération de solution. Toutefois, des travaux ont mis en évidence un processus itératif entre évaluation et conception, où le processus d'évaluation joue un rôle central [Bonnardel, 1992 ; Dorst, 2001 ; Schön, 1983]. Malhotra *et al.* [1980] ont avancé l'idée selon laquelle l'évaluation

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

intervient après un processus d'élaboration du but et est intégrée donc au processus de génération de solution.

Selon Bonnardel [1992], la plupart des descriptions de l'activité de conception se focalisent sur l'évaluation de solutions, alors que deux types d'évaluation interviennent :

- l'évaluation de solution(s) partielle(s) et de solution(s) finale(s), en fonction de certains paramètres ou critères et contraintes ;
- l'évaluation portant sur les critères et contraintes, notamment par la pondération des contraintes (ce point a été abordé dans le chapitre II).

Ces deux types d'évaluation sont complémentaires l'un de l'autre : l'évaluation de solutions (partielles et/ou finales) requiert l'intervention d'un certain nombre de connaissances relatives au problème à résoudre. Certaines de ces connaissances sont propres aux concepteurs (par exemple, des contraintes inférées sur la base de leurs connaissances antérieures), d'autres proviennent d'une source extérieure, telles que le cahier des charges (les contraintes prescrites) ou un système d'aide.

Les aides à l'évaluation portent sur l'évaluation de solutions du point de vue de l'utilisateur sans l'intervention directe de cet acteur du processus de conception. Celles-ci sont diverses : certaines sont manuelles (tels que les questionnaires, cf., par exemple, [Caro-Dambreville, 2008], d'autres automatiques (comme, par exemple, [Fischer, 1991 ; Fu, 1997 ; Guerlain, 1994] pour les systèmes critiques – et cf. [Ivory, 2001b] pour une synthèse relative aux outils automatiques d'évaluation). L'évaluation peut être conduite par des experts en ergonomie ou par des non-spécialistes de ce domaine, comme les concepteurs.

La tendance actuelle des solutions « économiques » est d'aller vers l'élaboration de recueils de critères et recommandations ergonomiques qui soient utilisables par les concepteurs eux-mêmes, c'est-à-dire par des non-spécialistes de ce domaine. L'élaboration de ces critères et recommandations peut conduire soit à des outils manuels – informatiques ou sur support papier –, soit à des outils automatiques (forcément informatiques).

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Des exemples d'outils

++

Critères et recommandations ergonomiques

Sur la base d'une revue de la littérature relative aux différentes dimensions ergonomiques (recommandations, règles, etc.) sous-tendant l'évaluation et la conception d'interfaces interactives, Scapin et Bastien [1997] ont proposé de dégager 18 critères ergonomiques.

Un ensemble important de recommandations (800), dans le champ des IHM, a été collecté à partir de guides ergonomiques et de l'examen des résumés publiés dans la revue des résumés scientifiques *Ergonomics Abstracts*.

Bastien et Scapin les ont regroupées sous la forme de critères ergonomiques généraux et élémentaires. Ces 18 critères se répartissent en 8 critères élémentaires et 10 critères généraux (cf. tableau 5 ; pour plus de détails, cf. [Scapin, 1997 ; Bastien, 2008]).

Tableau 5. Liste des critères généraux et élémentaires de critères ergonomiques proposés par [Scapin, 1997]

Critères généraux et critères élémentaires (notés par *)	Définition des critères élémentaires
1. Guidage	
1.1. Incitation*	consiste à fournir à l'utilisateur des informations relatives à l'état dans lequel il se trouve. Il concerne les liens, les outils de recherche d'information et la navigation.
1.2. Groupement / distinction entre items	
1.2.1. Groupement / distinction par la localisation*	concerne le positionnement des informations les unes par rapport aux autres pour indiquer leur appartenance ou leur non-appartenance à une même classe, ou encore pour distinguer différentes classes.
1.2.2. Groupement / distinction par le format*	concerne les caractéristiques graphiques (format, couleur...) permettant de faire apparaître l'appartenance ou la non-appartenance d'items à une même classe. Ce critère peut s'appliquer sur les liens, icônes, aides à la navigation, etc.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

1.3. Feed-back immédiat*	concerne les réponses du site Web consécutives aux actions des utilisateurs. Une réponse aussi immédiate que possible doit être fournie à l'utilisateur, le renseignant sur l'action accomplie et sur son résultat.
1.4. Lisibilité*	concerne les caractéristiques lexicales de présentation des informations à l'écran pouvant entraver ou faciliter la lecture de celles-ci (luminosité, contraste texte/fond, espaces entre les lignes, longueur des lignes, etc.).
2. Charge de travail	
2.1. Brièveté	
2.1.1. Concision*	est en relation avec la charge de travail des utilisateurs au niveau perceptif et mnésique pour tout ce qui concerne les éléments d'indication d'entrée ou de sortie.
2.1.2. Actions minimales*	concerne la charge de travail quant aux actions nécessaires à mettre en place pour atteindre un but. Il s'agit de limiter autant que possible les étapes par lesquelles doivent passer les utilisateurs.
2.2. Densité informationnelle*	concerne la charge de travail du point de vue perceptif et mnésique pour des ensembles d'éléments et non pour des items individuels.
3. Contrôle explicite	
3.1. Actions explicites*	concerne la relation pouvant exister entre le fonctionnement du site Web et les actions des utilisateurs. Le site Web doit seulement exécuter les opérations demandées par l'utilisateur au moment où il le demande.
3.2. Contrôle utilisateur*	l'utilisateur doit toujours pouvoir contrôler le déroulement (interrompre, reprendre) les actions en cours du site Web. Ses actions doivent pouvoir être anticipées et des options appropriées doivent être fournies pour chaque cas.
4. Adaptabilité	
4.1. Flexibilité*	concerne les moyens mis à la disposition des utilisateurs pour personnaliser l'interface Web afin de rendre compte de leurs stratégies ou de leurs habitudes et des exigences de la tâche. Ce critère concerne la capacité de l'interface à s'adapter à des actions variées des utilisateurs.
4.2. Prise en compte de l'expérience de l'utilisateur*	concerne les moyens mis en œuvre pour respecter le niveau d'expérience de l'utilisateur.
5. Gestion des erreurs	
5.1. Protection contre les erreurs*	concerne les moyens servant à détecter et à prévenir les erreurs d'entrées de données. Ces erreurs apparaissent souvent lors du remplissage de formulaires et lors de la sélection des liens.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

5.2. Qualité des messages d'erreurs*	concerne la pertinence, la facilité de lecture et l'exactitude de l'information donnée aux utilisateurs sur la nature des erreurs commises (syntaxe, format...) et sur les actions à entreprendre pour les corriger.
5.3. Correction des erreurs*	concerne les moyens mis à la disposition des utilisateurs pour leur permettre de corriger les erreurs.
6. Homogénéité / cohérence*	concerne la façon avec laquelle les choix de conception de l'interface Web (codes, dénominations, formats, etc.) sont conservés pour des contextes identiques, et différents pour des contextes différents.
7. Signifiance des codes et dénominations*	concerne l'adéquation entre l'information affichée et son référent.
8. Compatibilité*	concerne d'une part l'accord pouvant exister entre les caractéristiques des utilisateurs (mémoire, perception, habitude...) et des tâches, et d'autre part l'organisation des sorties, des entrées et du dialogue avec le site Web. La compatibilité concerne également le degré de similitude entre divers environnements ou applications.

Chaque critère élémentaire est accompagné d'une définition, de justifications et de recommandations. Par exemple, pour le critère « homogénéité / cohérence », on peut extraire les recommandations suivantes :

- les icônes doivent être utilisées de manière cohérente, c'est-à-dire une même icône est utilisée pour une même fonction et dans un même format ;
- toutes les pages d'un site Web donné doivent avoir la même structure. Il est nécessaire d'utiliser des formats identiques pour les titres, les alignements, les dispositions d'images, etc. Le concepteur doit pour cela élaborer au début de son activité un modèle de page Web qui servirait à la conception des autres pages ;
- les mêmes séquences d'action doivent avoir les mêmes effets pour l'ensemble du site ;
- les termes employés sur le site doivent être homogènes : un même mot renvoie toujours à la même signification ;
- l'emplacement des menus, des boutons et des textes, doit être le même pour toutes les pages du site.

Nous présenterons plus bas deux études ayant visé à déterminer si ces critères sont utilisables et dans quelle mesure ils apportent une aide aux évaluateurs qui les utilisent en fonction de leur niveau de connaissances en ergonomie.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

L'outil MUSEF

Pallas et Economides [2008] ont développé un outil visant à évaluer les sites Web de musées. MUseum's Sites Evaluation Framework (MUSEF) est composé de 6 dimensions :

- le contenu ;
- la présentation-média-format-apparence ;
- l'utilisabilité ;
- l'interactivité et *feedback ;*
- les services en ligne ;
- les aspects techniques.

Chacune de ces dimensions présente une spécificité de critères. Par exemple, pour la dimension « utilisabilité », cinq critères la sous-tendent :

- l'interface utilisateur (la page d'accueil, la personnalisation, le fond, les menus, les boutons, les icônes, les tableaux, etc.) ;
- la structure du site et son organisation ;
- la navigation (facilité, possibilité de revenir à la page d'accueil, l'aide, les pages erreurs, etc.) ;
- l'orientation (la localisation courante, la carte du site, les index, etc.) ;
- le moteur de recherche (complétude, pertinence et précision des résultats).

Pour chaque critère des 6 dimensions, l'évaluateur (l'utilisateur de l'outil) doit donner une note sur une échelle en 6 points allant de (0) non prise en compte à (5) très bon. La moyenne des critères permet d'obtenir un score par dimension.

Il s'agit d'un outil qui peut se présenter sous forme papier ou informatique pour simplifier le traitement et l'analyse de données.

Cet outil est intéressant dans la mesure où différentes dimensions sont évaluées ; parmi ces dimensions une partie est consacrée à des aspects ergonomiques. En effet, au travers des dimensions telles que le contenu, un critère concerne la qualité et l'utilité des informations (la pertinence, l'actualité, etc.), on peut entrevoir des aspects liées à l'utilité des informations. Un autre exemple concerne la dimension présentation-média-format-apparence, où l'un des critères sous-jacents concerne la qualité multimédia (esthétique, attractivité, etc.) et sur leur utilité. Ces deux exemples font référence à des points ergonomiques.

Pour valider cet outil, une seule personne (le premier auteur de l'article) a évalué 210 sites Web de musées en langue anglaise (70 d'Amérique du Nord, 70 d'Europe et 70 du reste du monde). Bien que cet outil soit

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

intéressant, nous pouvons relever des limites à cette étude. Tout d'abord, une seule personne a utilisé l'outil MUSEF. Aussi, aucune confrontation entre évaluateurs ne permet d'appréhender la validité de l'outil. Ensuite, aucune comparaison entre les résultats issus de MUSEF avec par exemple, des scores de performances en situation de navigation, n'a été proposée.

Les auteurs indiquent que l'outil MUSEF a été développé spécifiquement pour l'évaluation de sites Web de musées. Toutefois, quand on analyse les dimensions et les critères sous-jacents, ils nous semblent *a priori* applicables à bon nombre de sites Web.

Le système DENIM

Parmi les outils informatiques dédiés à l'assistance aux concepteurs, tous ne prennent pas en considération les facteurs humains ou *a minima* des points liés à l'utilisabilité. Par exemple, le système DENIM (*An Informal Tool for Early Stage Web Site Design* de Newman [2003]) assiste les concepteurs de sites Web dans les premières phases du processus de conception. DENIM aide les concepteurs à réaliser leur maquette en créant des *story-boards* papiers interactifs : avec l'aide d'un crayon optique, les concepteurs créent les *story-boards* de leurs sites Web directement à l'ordinateur. Une fois les *story-boards* réalisés, le système propose aux concepteurs d'intégrer des liens hypertextes dans ceux-ci. L'intégration de ces liens offre la possibilité aux concepteurs d'obtenir différentes approches interactives du contenu de leur maquette, ce qui n'est pas le cas avec les maquettes papiers. DENIM permet une visualisation qui regroupe le plan du site, le *storyboard* et les pages schématiques d'un site Web.

Ce type de système est intéressant à différents niveaux et notamment :

- comme support aux premières interactions avec les commanditaires, en permettant une démonstration interactive à partir d'une « simple » maquette papier informatisée. En cas de modifications à apporter, cela se révèle être moins coûteux pour le concepteur qu'une maquette en HTML par exemple. En effet, aucun travail de programmation n'est requis ;
- des premiers tests utilisateurs peuvent être réalisés sur ce type de support. Par exemple, il est possible de mettre en place des tests de perception. Ces tests visent à évaluer la compréhension que les futurs utilisateurs ont du système. Ils sont rapides et réalisables sur un simple prototype papier. Ils peuvent être mis en œuvre dès les premières phases du projet et permettent d'identifier rapidement des problèmes d'utilisabilité.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

À la suite de DENIM, les auteurs [Klemmer, 2008] ont élaboré un système plus général, le système OUTPOST, englobant DENIM. OUTPOST permet aux concepteurs de sites Web de travailler de façon collaborative à partir d'un tableau électronique à partir duquel les concepteurs peuvent déposer des *post-it* et les lier entre eux par des liens hypertextes. OUTPOST permet une traçabilité du processus en enregistrant les différentes étapes des phases amont de conception. Une fois plus avancés dans le processus de conception, les concepteurs peuvent transporter leur travail sur le système DENIM et poursuivre celui-ci.

Bien que OUTPOST et DENIM soient des systèmes intéressants, ils n'aident pas le concepteur, au cours des différentes étapes du processus de conception, à réaliser des sites plus faciles d'utilisation, car ils ne traitent pas des aspects liés à l'ergonomie. En revanche, tous deux peuvent servir de support pour réaliser les premiers tests. C'est au concepteur de proposer des tests utilisateurs à partir des premières maquettes de DENIM ou OUTPOST.

Le système WebTango

Le système WebTango (Tool for Assessing NaviGation and information Organization ; [Ivory, 2001a]) est dédié à l'évaluation de sites Web en langue anglaise. WebTango fournit des mesures quantitatives sur notamment la structure des pages Web (couleur, liens, etc., 12 au total) en anticipant si le site en question sera hautement ou faiblement noté par des experts dans ce domaine de conception, en se référant aux critères du Webby Award[2]. Les mesures relatives aux Webby Award regroupent 6 critères : le contenu du site, la structure et navigation, les aspects visuels, la fonctionnalité, l'interactivité et l'aspect du site dans son ensemble. Ces mesures sont utilisées pour créer des profils statistiques de sites de qualité au sens des experts consultés. Les sites présents dans la bibliothèque de WebTango, considérés comme de bonne qualité, sont utilisés pour montrer à quoi ressemble une page de meilleure qualité dans l'objectif de modifier celle évaluée (par exemple, réorganisation des liens et des textes pour éviter l'ascenseur vertical). Certains des critères utilisés sont proches de critères d'utilisabilité.

2. Le Webby Award récompense les sites Web, vidéos interactives, etc. pour leur qualité. Les nominés et les vainqueurs sont sélectionnés par l'International Academy of Digital Arts and Sciences depuis 1996.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

WebTango, bien que présentant de nombreux avantages, n'aide pas les concepteurs à développer une activité centrée utilisateurs, c'est-à-dire à considérer le point de vue de l'utilisateur au cours du processus de conception. En effet, aucune explication n'est fournie. Il s'agit seulement d'indices statistiques.

En résumé…

Parmi les méthodes pour évaluer l'utilisabilité des systèmes et notamment des sites Web, certaines impliquent des utilisateurs alors que d'autres non et reposent sur l'expertise des évaluateurs [Hornbaek, 2006].

Qu'elles impliquent ou non des utilisateurs, ces méthodes sont généralement mises en œuvre par des spécialistes en ergonomie et sont bien souvent appliquées lors des phases très avancées, voire à la fin du processus de conception [Burmester, 2002 ; Dix, 1993 ; Mariage, 2005a]). Le fait que l'évaluation de l'utilisabilité intervienne seulement vers la fin du processus de conception et qu'elle soit mise en œuvre principalement par des spécialistes en ergonomie et non par les concepteurs peut générer d'importantes difficultés :

- les modifications à effectuer à la fin du processus de conception sont parfois très coûteuses, en ce sens qu'elles peuvent concerner des aspects qui nécessitent d'être retravaillés longuement ;
- les modifications à effectuer peuvent ne pas être assez clairement explicitées et compréhensibles par les concepteurs. Dans ce cas, les concepteurs peuvent être confrontés à des difficultés pour réaliser les changements requis ;
- dans certains cas, les erreurs de conception peuvent être trop importantes pour pouvoir être modifiées sans remettre en question la structure du système nouvellement développé [Dix, 1993 ; May, 1995]. Ainsi, les concepteurs peuvent choisir de ne pas les corriger.

Comment les concepteurs utilisent-ils de tels outils ?

++

Bien que la majorité des concepteurs de sites Web considèrent l'utilisabilité comme un facteur important de la qualité de leur travail, ils ne parviennent pas à réellement intégrer cet aspect dans leurs productions [Mariage, 2005b], et éprouvent d'importantes difficultés pour en tenir compte [Chevalier, 2003b ; Feyen, 2000]. Différents arguments peuvent être avancés pour expliquer ces résultats :

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

1. la présentation de règles ou critères d'utilisabilité est souvent inadaptée aux concepteurs, ce qui les rend difficiles à interpréter et à opérationnaliser [Tetzlaff, 1991]. Par exemple, De Souza *et al.* [1990] ont montré que les concepteurs d'interfaces utilisateurs éprouvaient des difficultés à interpréter plus de 90 % des règles générales. En outre, l'intérêt des méthodes et outils d'évaluation reste souvent inconnu pour les concepteurs [Hornbæk, 2005 ; Löwgren, 1993 ; Mariage, 2005c ; Polson, 1992 ; Rouse, 1998 ; Vicente, 1998] ;
2. l'importante quantité de règles (en 1986, Smith et Mosier en listaient déjà 944), qui se trouvent souvent sur papier sont peu utilisées [De Souza, 1990 ; Löwgren, 1993], parce qu'elles deviennent difficiles d'accès ;
3. enfin, un nombre élevé de règles proviennent de disciplines différentes (principalement de la psychologie, l'ergonomie, l'informatique), ce qui les rend difficilement intégrables [Vanderdonckt, 1999].

Dans l'objectif de déterminer de quelle façon les concepteurs de sites Web interprètent et utilisent ces dimensions ergonomiques, dans la perspective de les intégrer de façon optimale au processus de conception, des études ont été conduites. Ces études ont porté à la fois sur des aides « manuelles » et sur des aides informatisées, qu'elles soient automatiques ou non.

Dans la partie suivante, nous présentons brièvement les fonctionnalités des outils automatiques.

Les outils automatiques d'évaluation : quelle(s) aide(s) ? Quelle(s) limite(s) ?

++

Un outil automatique d'évaluation ergonomique est un logiciel permettant d'identifier des erreurs liées à l'utilisabilité et/ou à l'accessibilité et éventuellement de fournir des commentaires pour les corriger. Ces outils ont fortement émergé, à tel point qu'il existe plus d'une trentaine de logiciels automatiques visant à évaluer et à améliorer l'utilisabilité et l'accessibilité des sites Web (par exemple, Watch Bobby, UsableNet LIFT ou W3C HTML Validator).

Quelques études ont porté sur les conséquences de l'intervention de ces outils. Ces études montrent que les utilisateurs préfèrent les sites Web qui ont été évalués et corrigés par l'intermédiaire de tels outils aux sites n'en ayant pas bénéficié [Coyne, 2001 ; Ivory, 2002b].

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Bien que les résultats de ces études soient encourageants en termes d'amélioration perçue par les utilisateurs de la qualité des sites Web, peu de concepteurs indiquent utiliser, dans leur activité professionnelle, de tels outils ni même utiliser des critères d'utilisabilité ou d'accessibilité [Ivory, 2002a]. Parmi les concepteurs qui indiquent utiliser de tels outils, très peu d'entre eux restent persuadés de leur efficacité, de leur utilité, de leur facilité d'utilisation ou de leur aide quant à l'apprentissage de « bonnes pratiques de conception » (comme cela a été observé par Tetzlaff [1991]).

Malgré leur abondance et les objectifs d'efficacité qu'ils poursuivent, peu de travaux se sont intéressés à leur utilisation pour déterminer si ces outils aident réellement les concepteurs à réaliser des sites davantage adaptés aux besoins des utilisateurs. En revanche, des études ont mis en évidence que ces systèmes tendaient à proposer une approche linéaire et fermée du processus de conception, ce qui ne correspond pas forcément à la démarche naturelle mise en œuvre par les concepteurs professionnels (comme développé au cours du chapitre II). Cette approche fermée du processus de conception serait seulement utile pour aider l'utilisateur à répondre à des questions prédéterminées et manquerait de réelle flexibilité pour fournir les indications appropriées à la solution [Uduma, 2007].

Évaluer et améliorer des sites Web avec des outils automatiques

Nous avons conduit une étude auprès de concepteurs professionnels de sites Web devant utiliser des outils automatiques d'évaluation pour évaluer et ensuite modifier les pages Web [Ivory, 2002a].

Dans cette étude, les trois outils signalés comme les plus usités par les concepteurs ont été utilisés : WatchFire Bobby, UsableNet LIFT ou W3C HTML Validator.

WatchFire Bobby permet de déterminer si les pages sont conformes aux normes W3C d'accessibilité (World Wide Web Consortium et section 508 du gouvernement fédéral américain). Il fournit des guides pour corriger les erreurs identifiées (exemple : « donner des textes alternatifs aux images »). Cet outil vérifie automatiquement le respect ou la violation au sein de pages Web de certaines règles ergonomiques. Bobby présente à son utilisateur un résumé des erreurs identifiées, un rapport détaillé contenant les descriptions de chacune des erreurs, ainsi que des solutions pour les corriger. Cependant, les règles ne sont pas traçables car le rapport d'évaluation n'explicite pas les étapes d'évaluation parcourues. Ces règles sont visibles par l'utilisateur et explicites. Elles sont présentées dans un

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

format compréhensible. Elles sont internes au système car l'utilisateur ne peut identifier leur localisation au sein de l'outil. Aucune modification des règles n'est donc possible.

W3C HTML Validator vérifie que les pages Web sont conformes aux normes W3C et fournit des guides pour les corriger (exemple : « il manque l'attribut *leftmargin* pour cet élément »). L'outil fournit donc une liste d'erreurs au niveau du code HTML, ainsi qu'une description de celles-ci.

UsableNet LIFT vérifie que les pages Web sont conformes aux normes d'accessibilité et d'utilisabilité (par exemple, W3C, section 508) et fournit des guides pour corriger les erreurs identifiées (dans certains cas, il fournit des aides pour corriger le code HTML au niveau des tableaux, images ou formulaires).

Dans cette étude, des concepteurs professionnels, travaillant pour des sociétés (américaines) de conception, avaient pour tâche d'évaluer et d'améliorer l'utilisabilité de cinq sites Web préalablement sélectionnés (il s'agissait de sites officiels du gouvernement américain, tel que < www.irs.gov >). Ces sites avaient été sélectionnés grâce à une étude préalable ayant mis en évidence qu'ils comportaient de nombreuses erreurs ergonomiques rendant difficile la navigation, bien que ces sites soient très utiles et utilisés par la population.

L'objectif était de déterminer si ces outils permettaient d'aider les concepteurs à identifier les erreurs liées à l'ergonomie (utilisabilité et accessibilité) et à les modifier.

Les concepteurs devaient évaluer et modifier certaines parties des cinq sites Web sélectionnés dans les conditions suivantes :

- le premier site était évalué et modifié sans l'aide d'un outil automatique ;
- du deuxième au quatrième site, les concepteurs utilisaient successivement l'un des trois outils (l'ordre des outils était contrebalancé d'un concepteur à l'autre) ;
- le cinquième site était évalué et modifié en utilisant de façon combinée les trois outils (WatchFire Bobby, UsableNet LIFT et W3C HTML Validator).

Les concepteurs avaient tous déjà utilisé de façon ponctuelle ces trois outils.

Dans chacune des conditions, les concepteurs devaient suivre les étapes suivantes :

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

1. explorer une partie du site pour se familiariser avec celui-ci en suivant un scénario donné (trouver une information au sein du site) ;
2. évaluer l'ergonomie, en termes d'utilisabilité et d'accessibilité, de la partie du site à corriger, en lui attribuant une note-score à partir d'une échelle en cinq points ;
3. modifier l'ergonomie, en termes d'utilisabilité et d'accessibilité, de cette même partie. Dans la condition sans outil, les concepteurs devaient énumérer les erreurs identifiées et essayer d'y remédier avec l'aide d'un éditeur HTML de type WYSIWYG (Dreamweaver ou Frontpage) ;
4. lorsqu'ils étaient confrontés à un ou plusieurs outil(s) d'évaluation, ils devaient terminer par évaluer cet (ces) outil(s) sur la base d'un questionnaire comportant des affirmations pour lesquelles ils devaient indiquer leur degré d'accord (exemples d'affirmations : l'outil est facile à utiliser, l'outil est utile pour apprendre de bonne pratiques de conception).

Les analyses ont permis d'identifier les erreurs que les concepteurs détectaient et corrigeaient. Parmi les modifications apportées, nous avons déterminé si celles-ci permettaient d'améliorer l'utilisabilité ou l'accessibilité, ou au contraire contribuaient à ajouter des erreurs.

Les principaux résultats ont mis en évidence que les évaluations réalisées par les outils conduisaient à l'identification de plus d'erreurs que les évaluations réalisées de façon libre (sans outil). Les outils n'ont pas indiqué de façon systématique les mêmes erreurs, et différaient de ceux identifiés par les concepteurs.

Bien que le nombre d'erreurs identifiées ait été supérieur avec l'utilisation des outils que sans leur utilisation, les concepteurs sont parvenus à modifier significativement plus d'erreurs lorsque ces dernières provenaient de leur propre évaluation que de celles fournies par les outils. Les concepteurs ont mentionné que les erreurs rapportées par les outils n'étaient pas pertinentes. Même dans le cas où l'outil fournissait des commentaires pour aider les concepteurs à modifier, peu d'entre eux les ont suivis. Ces commentaires sont aussi relativement complexes à interpréter et cela d'autant plus qu'ils ne sont pas directement mis en lien avec l'interface graphique (cf. figure 15) pour un exemple d'erreurs reportées par l'outil W3C HTML Validator.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Figure 15. Exemple de compte rendu des erreurs identifiées par W3C HTML Validator.

En outre, de nouvelles erreurs ont été ajoutées par les concepteurs. Ces ajouts d'erreurs sont moins importants en évaluation libre qu'en évaluation avec un ou plusieurs outils.

Les changements effectués en évaluation libre étaient très proches d'un concepteur à l'autre. En revanche, les changements réalisés sur la base des évaluations fournies par les outils différaient fortement entre les concepteurs. Ces différences ont pu être attribuées au fait que les concepteurs ont interprété différemment les rapports d'évaluation.

Concernant les évaluations subjectives relatives aux outils réalisées par les concepteurs (exemples d'affirmations : « l'outil aide à évaluer l'accessibilité », « l'outil aide à évaluer l'utilisabilité », « les évaluations fournies par l'outil sont pertinentes »), l'outil jugé comme le plus pertinent par les concepteurs, en termes d'aide apportée, est Bobby et le moins pertinent W3C HTML Validator. En outre, Bobby et LIFT-NNG sont apparus comme permettant aux concepteurs d'apprendre de « bonnes pratiques » de conception. Toutefois, une grande partie des concepteurs ont indiqué que les outils devraient fournir davantage d'explications sur les erreurs : leurs erreurs, leurs conséquences sur la navigation des utilisateurs, etc.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Les résultats de cette étude peuvent être mis en relation avec les auteurs cités précédemment : les commentaires (sous forme de règles ou de recommandations) sont souvent inadaptés aux concepteurs, ce qui les rend difficiles à interpréter et à respecter concrètement [De Souza, 1990 ; Tetzlaff, 1991].

Leur influence sur la navigation des utilisateurs

À l'issue de l'étude conduite auprès de concepteurs professionnels, nous avons demandé à 32 utilisateurs de tester les sites Web modifiés par les concepteurs. Deux groupes d'utilisateurs ont participé : des utilisateurs avec un handicap (les handicaps étaient principalement visuels, moteurs ou auditifs) et des utilisateurs considérés comme « normaux » ou à développement typique. L'étude auprès des utilisateurs a duré de quatre-vingt-dix minutes pour les utilisateurs sans handicap à deux heures pour les utilisateurs avec handicap.

Tous devaient rechercher des informations à l'intérieur de chacun des cinq sites Web dans leur version originale (avant que des modifications n'aient été apportées) ainsi que dans leurs versions modifiées (chaque participant n'était confronté qu'à l'une des versions de chaque site et l'ordre de présentation des sites était contrebalancé). Les analyses n'ont montré aucune différence significative entre les utilisateurs avec handicap et ceux sans handicap quant aux performances (trouver les informations correctes). En outre, tous les participants ont évalué comme plus satisfaisantes les versions modifiées que les versions originales. Ils ont également obtenu de meilleures performances face aux sites modifiés en situation d'évaluation libre que face aux sites modifiés avec l'aide d'un outil.

Par conséquent, cette étude a permis de montrer que les outils d'évaluation automatique ne se sont pas révélés aussi efficaces qu'escompté. En effet, on a noté que les concepteurs ayant utilisé ces outils ont corrigé moins d'erreurs qu'en évaluation libre. En outre, une partie importante des erreurs mises en exergue par ces outils n'ont pas toujours été jugées comme pertinentes par les concepteurs, et ont souvent été interprétées différemment d'un concepteur à l'autre. Dans certains cas, les concepteurs sont allés jusqu'à indiquer qu'il était plus simple de refaire le site que d'effectuer les changements suggérés par les outils.

Sur la base de ces résultats, il semblerait que les erreurs identifiées par ces outils automatiques n'aient été que peu (voire pas) considérées par les concepteurs. Ce résultat a été attribué, en partie au moins, au fait

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

que les synthèses-guides ont généré des difficultés de compréhension de la part des concepteurs. En effet, ces critères étaient souvent inconnus des concepteurs et/ou trop longs ou trop vagues pour des personnes sans formation en ergonomie, ce qui les rendaient difficiles à appliquer. En outre, les évaluations fournies par ces outils ont été pour la plupart mal présentées (à l'exception de Bobby), ce qui a rendu leur interprétation et compréhension difficiles par les concepteurs.

Il semblerait que les recommandations aient également besoin d'être contextualisées au site à élaborer. Aussi, nous a-t-il semblé pertinent de poursuivre des recherches pour essayer de déterminer plus précisément comment aider les concepteurs à comprendre les critères et recommandations ergonomiques et à les appliquer dans leurs productions.

Critères ergonomiques sous forme d'outils manuels ou automatiques d'évaluation et de conception

++

Les critères ergonomiques sont-ils efficaces pour évaluer une interface ?

Dans le but de déterminer si la synthèse des critères ergonomiques élaborée par Bastien [1999], sous la forme de liste, est utile et utilisable par des évaluateurs, une étude a été conduite.

Dans cette étude, Bastien *et al.* [1999] ont demandé à des étudiants en cinquième année universitaire d'ergonomie (Diplôme enseignement supérieur spécialisé – DESS[3]) d'évaluer un système informatique de gestion d'une base de données musicales qui comportait des erreurs ergonomiques. La tâche des étudiants consistait à identifier ces erreurs. Pour cela, les étudiants étaient répartis selon trois groupes distincts. Le premier groupe disposait d'une liste de critères ergonomiques (cf. tableau 5 pour la liste de ces critères), le deuxième des normes ISO/DIS 9241-10 (1994 : *Principes de dialogue*) et le troisième groupe ne disposait d'aucun document (évaluation libre). Les résultats ont mis en évidence que les étudiants ont identifié significativement plus d'erreurs ergonomiques (51 % de plus) lorsqu'ils disposaient de la liste de critères ergonomiques que lorsqu'ils effectuaient une évaluation libre ou avec les normes ISO ; aucune différence significative entre le groupe évaluation libre et le groupe disposant des normes n'est apparue. En outre, la somme de trois évaluations dans le groupe contrôle et les groupe ISO ont permis de recouvrir à peu près 48 %

3. Ce qui correspond à présent depuis la réforme LMD à la seconde année de master professionnel.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

des erreurs ergonomiques présentes dans la base de données contre 63 % pour ceux du groupe critères ergonomiques.

Les auteurs ont conclu que les critères ergonomiques étaient plus efficaces que les normes ISO pour évaluer une interface et détecter les erreurs ergonomiques qu'elle présente. Toutefois, dans cette étude, il s'agissait d'étudiants de cinquième année en ergonomie, c'est-à-dire familiarisés avec ce domaine de connaissances. Aussi, nous a-t-il semblé pertinent de déterminer si les critères ergonomiques pouvaient :

- également être utilisés par des concepteurs de sites Web, c'est-à-dire par des individus non issus d'un cursus en ergonomie ;
- aider les concepteurs à attribuer une pondération plus élevée aux contraintes-utilisateurs (en particulier, aux contraintes ergonomiques) et à développer une activité davantage centrée utilisateurs.

Dans cette direction, une étude a été mise en place dans la continuité des travaux de Bastien *et al.* [1999] afin de déterminer si ces critères ergonomiques pouvaient être utilisés par des concepteurs de sites Web (en utilisant la version adaptée de ces critères à la conception de sites Web ; [Bastien, 1999]).

Treize concepteurs débutants de sites Web ont participé à cette étude [Chevalier, 2003c]. Cette étude a porté sur des concepteurs débutants, car ils n'avaient encore jamais été confrontés à de réels commanditaires. Ce faisant, ils n'avaient pas encore développé de procédures particulièrement liées à la conception de sites, risquant d'avoir une influence sur leur activité.

Les concepteurs débutants étaient répartis en deux groupes : ceux du premier groupe avaient suivi une formation de courte durée (une initiation de six heures) à l'application de tels critères. Les concepteurs de ce groupe disposaient des critères et recommandations ergonomiques. Un second groupe de concepteurs débutants qui n'avait pas suivi de formation à l'ergonomie, et ne disposaient pas des critères et recommandations ergonomiques.

Tous les concepteurs devaient évaluer une maquette électronique de site Web comportant un certain nombre d'erreurs ergonomiques sans avoir connaissance des critères ergonomiques spécifiques à la conception de sites Web (cf. figure 16 pour un exemple de page Web et d'erreurs ergonomiques présentes dans cette page). Les analyses ont porté sur le nombre de pages visitées par les concepteurs ainsi que sur le nombre d'erreurs ergonomiques que les concepteurs identifiaient dans la maquette.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Figure 16. Page du site Web à évaluer ainsi qu'une description de quelques erreurs ergonomiques introduites. Source : Aline Chevalier, 2003c.

Exemples d'erreurs ergonomiques :

- il n'y a pas de menu qui permette de naviguer dans le site ;
- il y a une publicité animée qui risque d'attirer l'attention des utilisateurs ;
- la page est trop longue. L'internaute doit utiliser la barre verticale de défilement (ascenseur) pour visualiser le reste du contenu ;
- le contraste texte/fond (noir ou bleu/rouge) ne permet pas une bonne lisibilité.

Pour les concepteurs ayant suivi la formation et disposant des critères, il s'agit de vérifier que l'interface Web réponde aux critères et recommandations ergonomiques grâce à une inspection heuristique. L'inspection heuristique consiste à examiner une interface (par un nombre restreint d'évaluateurs de façon indépendante) et à poser un jugement sur sa conformité à un ensemble de règles, ou de critères d'utilisabilité (« heuristiques »). Malgré le caractère subjectif de ce type d'évaluation, un nombre important d'erreurs peut être détecté [Nielsen, 1993], avec un rapport coût-bénéfice important [Nielsen, 1994]. Aucune limite de temps n'était impartie aux concepteurs.

L'initiation à l'application des critères ergonomiques a encouragé les concepteurs à réaliser une évaluation de toutes les pages Web du site, ce qui n'a pas été le cas des concepteurs n'ayant pas suivi la formation. En outre, de façon similaire à l'étude conduite par Bastien [1999], les concepteurs ayant suivi la formation et disposant des critères et recommandations

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

ergonomiques ont identifié significativement plus d'erreurs ergonomiques que les autres concepteurs. Ces critères et recommandations ont servi de guide à leur activité d'évaluation : un tiers des erreurs de la maquette ont été identifiées par les concepteurs ayant bénéficié de l'initiation (tableau 6). Ce premier résultat était encourageant, dans la mesure où cette initiation était de courte durée (six heures).

Tableau 6. Nombre d'erreurs ergonomiques identifiées et pages non visitées par les concepteurs débutants selon qu'ils ont bénéficié ou non de l'initiation à l'application de critères ergonomiques*

	Erreurs ergonomiques identifiées		Pages non visitées	
Concepteurs sans initiation	16.28 (6.54)	4.8 %	8.14 (2.41)	45.6 %
Concepteurs avec initiation	119.5 (24.65)	35.7 %	0 (0)	0 %

*. Les résultats sont exprimés en moyenne (et écart-type) et pourcentage.

Il a été demandé, ensuite, aux concepteurs ayant bénéficié de cette formation, d'essayer de modifier la page d'accueil en fonction des résultats de leur évaluation. Les résultats ont montré que les concepteurs sont parvenus à corriger en moyenne la moitié des erreurs ergonomiques de la page d'accueil.

Cette étude a été réalisée auprès de concepteurs débutants. Aussi, nous sommes-nous demandés ce qui se passerait avec des concepteurs professionnels, qui ont déjà développé et acquis des procédures et des connaissances en conception pouvant conduire plus difficilement à la mise en œuvre de tels critères.

Une nouvelle étude a donc été mise en place. Elle visait à déterminer si les concepteurs professionnels étaient en mesure d'utiliser les critères et recommandations ergonomiques. Il ne s'agissait pas d'évaluer les effets d'une formation-initiation à l'application de critères ergonomiques par des concepteurs professionnels, mais plutôt de combiner les deux approches mises en œuvre dans les deux études qui viennent d'être présentées. Ainsi, les concepteurs professionnels étaient confrontés à un outil informatique (comme dans [Ivory, 2002a]) disposant non pas d'un module automatique, mais d'une base de connaissances en ergonomie des interfaces Web très détaillée (liste détaillée de critères et recommandations).

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Un tel système poursuit un double objectif : aider les concepteurs à auto-évaluer leurs productions et à générer des solutions plus ergonomiques.

L'utilisation d'un système à base de connaissances ergonomiques

La plupart des méthodes d'évaluation s'adressent à des ergonomes et sont souvent utilisées à la fin du processus de conception. Le fait que le processus d'évaluation intervienne seulement à la fin du processus de conception du site et qu'il soit mis en œuvre par un évaluateur autre que le concepteur peut générer, dans certains cas, de nombreuses difficultés : les modifications après la conception peuvent se révéler coûteuses, elles doivent être clairement explicitées aux concepteurs, etc. Aussi, afin que l'évaluation ait lieu tout au long du processus de conception, et qu'elle puisse être prise en charge par le concepteur lui-même, un outil d'aide à la conception et à l'évaluation a été développé. Il s'agit du système MetroWeb [Mariage, 2005a].

Les études présentées au cours des chapitres II et III ont mis en exergue que les concepteurs énoncent des contraintes-utilisateurs mais peu d'entre elles sont effectivement appliquées dans les maquettes électroniques. L'une des hypothèses explicatives consiste à avancer l'idée selon laquelle les concepteurs considéreraient les contraintes-utilisateurs comme des contraintes de préférence et les contraintes-commanditaire comme des contraintes de validité. Pour passer du statut de préférence à celui de validité (ou tout au moins pour être respectées dans les maquettes électroniques réalisées), les contraintes-utilisateurs (en particulier les contraintes ergonomiques) doivent être prescrites dans le cahier des charges. Néanmoins, l'étude présentée dans la partie précédente[4] a mis en évidence des résultats encourageants : les concepteurs débutants ayant bénéficié d'une initiation à la prise en compte des critères ergonomiques ont identifié plus d'erreurs ergonomiques dans le site à évaluer et sont parvenus à corriger environ la moitié des erreurs présentes sur la page d'accueil.

Par ailleurs, des analyses de protocoles verbaux ont montré qu'une grande partie des contraintes ergonomiques énoncées par les concepteurs avaient un caractère trop abstrait ou trop général pour être directement opérationnalisées dans leurs productions. Par exemple, un concepteur a énoncé la contrainte suivante : *« la page ne doit pas être trop longue »*, ce

4. Voir la partie Critères ergonomiques sous forme d'outils manuels ou automatiques d'évaluation et de conception, p. 147.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

qui diffère de *« la page doit tenir sur un seul écran en 800 par 600 pixels de résolution »*. Il semblerait donc que les concepteurs aient davantage besoin d'informations sur l'application des critères ergonomiques que sur les critères eux-mêmes. Aussi, était-ce l'un des objectifs du logiciel MetroWeb de proposer aux concepteurs de sites Web une base de connaissances présentant les critères ergonomiques et les recommandations sous-jacentes à ces critères [Mariage, 2005a]. Ces informations sont liées à des contextes spécifiques d'application : par exemple, l'objet graphique auquel la recommandation s'adresse, le type de site Web développé (commercial, informationnel, etc.), l'état d'avancement du développement du site Web, etc. Afin de déterminer l'aide apportée par MetroWeb aux concepteurs pour développer une activité centrée utilisateurs, une étude expérimentale a été conduite.

MetroWeb : un système à base de connaissances

La dénomination « systèmes à base de connaissances » renvoie à un large panel d'outils permettant de guider et d'aider les concepteurs au cours de leur activité de conception. Cette aide peut prendre diverses formes ; l'une des plus connues est l'accès en ligne à des règles ergonomiques.

Différents types de systèmes ont été développés : des systèmes hypertextes (pour assister les règles fournies par Smith [1986], des systèmes hypermédias (tels que SIERRA décrit par Vanderdonckt [1995]), des outils d'évaluation automatique (par exemple, KRI/AG utilisé par Löwgren [1993] ou ceux présentés dans ce chapitre), des systèmes critiques [Silverman, 1992] ou des systèmes à base de cas (par exemple, GUIDE décrit par Henninger [2001]). Toutefois, ces systèmes comportent des défauts majeurs. Les règles sont généralement peu documentées et les liens entre elles restent très pauvres. Aussi, est-il difficile de répondre à des questions du type « De quelles règles ai-je besoin pour réaliser cette tâche ? », « Quelles règles dois-je suivre pour m'assurer qu'un utilisateur novice peut naviguer correctement sur ma page ? » ; ou encore l'intégration de règles dans un système n'est pas accompagnée d'une méthode spécifique d'évaluation telles que l'évaluation heuristique [Nielsen, 1993] ou le Cognitive Walkthrough [Blackmon, 2002]. Par exemple, au cours du Cognitive Walkthrough, indiquer à quel moment la règle ergonomique et appropriée devrait augmenter et améliorer le processus d'identification des erreurs ergonomiques et aider à les corriger.

Le système MetroWeb a pour objectif de rassembler les connaissances fondamentales en ergonomie des sites Web, en les structurant et en les

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

diffusant de manière appropriée lors du processus d'évaluation, que cela soit pendant ou à l'issue du processus de conception. MetroWeb constitue donc un support à l'évaluation, spécialement dédié à l'inspection heuristique, pouvant être utilisé à tout moment du processus de conception. Les outils de support à cette méthode d'évaluation sont peu nombreux et largement inexplorés.

MetroWeb peut être utilisé par des ergonomes, mais également par des personnes ne disposant pas de connaissances en ergonomie des interfaces Web. Dans ce dernier cas, peuvent être concernés des concepteurs professionnels de sites Web n'ayant pas suivi de formation en ergonomie. MetroWeb peut également être intégré aux formations dispensées aux futurs concepteurs (pour plus de détails, cf. [Mariage, 2005]).

Dans le cadre de l'étude présentée dans ce document, nous nous sommes intéressés à l'utilisation de MetroWeb par des concepteurs professionnels, au cours de leur activité de conception.

Le cœur de MetroWeb est constitué de recommandations ergonomiques qui permettent de conseiller les concepteurs d'interfaces [Löwgren, 1993 ; Smith, 1986]. La version de MetroWeb utilisée dans cette étude comporte plusieurs bases de recommandations (comme celles de [Bastien, 1999 ; Nogier, 2005]. Plus précisément, la base utilisée présentée ci-après est composée de 40 recommandations reliées à 11 exemples. Des recommandations ergonomiques structurées sont présentées, et liées à des informations utiles pour l'évaluation, telles que des exemples de bonnes ou mauvaises interfaces ou des critères ergonomiques (figure 17). La base de connaissances de MetroWeb est, en outre, dynamique :

- l'enregistrement des erreurs ergonomiques ainsi que des informations liées à ces erreurs, sont paramétrables par l'évaluateur lui-même (qui, rappelons-le, peut être un concepteur) ;
- la traçabilité des erreurs est proposée, de manière à pouvoir suivre leur évolution dans le temps ;
- la base de connaissances peut être enrichie par l'utilisateur de MetroWeb, ce qui lui permet d'adapter le système à son activité et à ses connaissances.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Figure 17. Vue complète et description de MetroWeb 2.0.
Source : Céline Mariage, Jean Vanderdonckt & Aline Chevalier, 2005b.

La partie 1 est dédiée à la présentation hiérarchique des recommandations (divisée en sous-parties) ; la partie 2 est consacrée à la présentation des ressources (exemples, références, etc.) ; la partie 3 est dédiée aux informations relatives aux recommandations (titre, commentaires, exceptions, etc.) ; la partie 4 est dédiée aux informations relatives aux recommandations (nom de l'auteur, date, etc.) ; la partie 5 à la présentation des ressources (références, méthode d'évaluation, etc.) et la partie 6 est liée aux ressources des recommandations.

Dans la base de connaissances de MetroWeb, les critères ergonomiques sont illustrés par des recommandations précises.

Par ailleurs, MetroWeb n'intervient pas de façon automatique pendant le processus de conception, comme par exemple en alertant le concepteur et/ou en coopérant avec lui, ce qui peut être l'une des fonctionnalités d'un système critique (cf., [Fischer, 1991 ; Guerlain, 1999 ; Silverman, 1992]). Au contraire, c'est au concepteur de consulter la base de connaissances de MetroWeb quand il en ressent le besoin. Un système dans lequel l'utilisateur est libre de consulter la base de connaissances est moins susceptible de conduire à des interactions négatives avec son utilisateur qu'un

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

système automatique [Guerlain, 1994]. Ainsi, MetroWeb ne devrait pas (ou peu) perturber l'activité du concepteur : le concepteur n'est pas contraint à collaborer avec le système, il dispose seulement de la possibilité de le consulter pendant le processus de conception.

Le principal objectif de ces systèmes est de réduire la complexité en fournissant un guidage à son utilisateur tout au long de la tâche à réaliser [Whiteside, 1996]. Ces outils permettent dans certains cas d'aider leurs utilisateurs pas à pas dans les prises de décision [Gery, 1991 ; Uduma, 2007].

MetroWeb est-il utilisable et utilisé par des concepteurs professionnels ?

Des concepteurs professionnels avaient pour tâche de réaliser une première maquette électronique pour un site Web commercial pendant une heure et demie environ. La moitié des concepteurs avait la possibilité d'utiliser MetroWeb et l'autre moitié effectuait l'activité de conception sans l'intermédiaire du système. Les concepteurs avec MetroWeb commençaient par une étape de familiarisation à l'utilisation de MetroWeb. Pour ces mêmes concepteurs, la passation expérimentale se terminait par un questionnaire visant à déterminer l'utilité et l'utilisabilité de MetroWeb.

L'expérience visait à étudier l'influence de MetroWeb sur l'activité cognitive de concepteurs professionnels et, plus particulièrement, à déterminer si MetroWeb était utilisé plutôt au cours des phases de génération de solutions ou d'évaluation de celles-ci ; si MetroWeb aidait les concepteurs à davantage considérer le point de vue de l'utilisateur, au travers des contraintes énoncées et respectées par les concepteurs [Chevalier, 2009b].

Les résultats ont mis en évidence que très peu de concepteurs ont utilisé MetroWeb. Le système a été principalement utilisé à la fin du processus de conception pour évaluer les solutions sans pour autant apporter de modifications (seul un concepteur sur quatre a corrigé une erreur ergonomique : la longueur du texte) ; un concepteur sur quatre seulement l'a utilisé pour générer un élément de solution au cours du processus de conception.

MetroWeb a eu une influence sur la répartition des contraintes-commanditaire et des contraintes-utilisateurs énoncées oralement : les concepteurs avec MetroWeb ont considéré plus de contraintes-utilisateurs que de contraintes-commanditaire. L'inverse s'est produit pour les concepteurs sans MetroWeb, qui ont considéré plus de contraintes-commanditaire que de contraintes-utilisateurs.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Parmi les contraintes-utilisateurs énoncées, les concepteurs avec MetroWeb ont énoncé plus du double de contraintes ergonomiques que ceux sans MetroWeb. Concernant ces contraintes ergonomiques, les analyses ont révélé, de façon surprenante, que seules trois contraintes ergonomiques provenaient de MetroWeb. En effet, MetroWeb a très peu été utilisé par les concepteurs : trois concepteurs sur quatre l'ont utilisé, un sur quatre l'a évalué à la fin du processus de conception (en indiquant la pertinence des règles pour son activité) et le dernier ne l'a pas du tout utilisé.

Concernant le respect dans les pages Web réalisées des contraintes énoncées, on a noté que les concepteurs sans MetroWeb se sont focalisés sur le respect des contraintes-commanditaire (83 % respectées), alors que ceux avec MetroWeb ont respecté une proportion importante de contraintes-utilisateurs, sans pour autant négliger les contraintes-commanditaire (respectivement environ 93 % et 84 %).

En ce qui concerne, de façon plus précise, le respect des contraintes ergonomiques, on a observé qu'une proportion importante était respectée par les concepteurs, en particulier pour les concepteurs avec MetroWeb (de 63 % à 89 %).

Par ailleurs, les pages Web réalisées par les concepteurs avec MetroWeb comportaient significativement moins d'erreurs ergonomiques que celles réalisées par les concepteurs sans MetroWeb. Les pages Web réalisées par les concepteurs avec MetroWeb comportaient également moins d'erreurs que celles réalisées par les concepteurs sans l'utilisation du système lors des précédentes études présentées dans les chapitres II et III.

À l'issue de la tâche de conception, les concepteurs confrontés à MetroWeb ont dû évaluer le système en termes d'utilisabilité et d'utilité (utilité pour la tâche de conception qu'ils venaient d'accomplir et utilité de façon générale pour leur domaine de conception). Dans l'ensemble, les concepteurs ont évalué MetroWeb comme étant simple à utiliser, bien structuré, facile à lire, mais ne l'ont pas jugé très utile pour leur activité (pour la tâche de conception courante et la conception au sens large). Cela expliquerait, en partie au moins, le fait que les concepteurs l'aient peu utilisé.

Malgré le fait que MetroWeb ait été peu utilisé et évalué comme peu utile, ce système a eu une influence indirecte sur l'activité des concepteurs. En effet, les concepteurs face à MetroWeb ont pris en compte plus de contraintes-utilisateurs et ont réalisé des pages Web comportant moins

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

d'erreurs ergonomiques que les autres concepteurs. Ces résultats ont été expliqués et mis en relation avec ceux obtenus par Bonnardel [1996] : dans leur étude, des concepteurs professionnels, assistés par un système critique, anticipaient les critiques du système pour pouvoir éviter leur apparition. Dans notre étude, les concepteurs savaient que MetroWeb était constitué de recommandations ergonomiques (pour avoir suivi une phase de familiarisation avec ce système) et il semblerait qu'ils aient anticipé l'activité des futurs utilisateurs pour éviter de consulter la base de connaissances du système. Une telle anticipation des besoins des futurs utilisateurs était très intéressante car elle a montré que :

- les concepteurs étaient conscients de l'importance des besoins des futurs utilisateurs dans leur activité de conception ;
- les concepteurs étaient en mesure de réactiver certaines connaissances d'utilisateurs et ainsi d'inférer des informations liées à l'utilisateur. Ils ont été surtout en mesure de les respecter dans les pages Web réalisées.

Ainsi, les concepteurs professionnels face à MetroWeb ont été en mesure de considérer à la fois les contraintes-commanditaire et les contraintes-utilisateurs comme des contraintes de validité, alors que les concepteurs qui n'avaient pas la possibilité d'utiliser MetroWeb ont une fois de plus essayer de satisfaire en priorité le commanditaire au détriment de l'utilisateur. MetroWeb aurait incité de façon indirecte les concepteurs à davantage considérer le point de vue de l'utilisateur sans pour autant négliger celui du commanditaire. Ainsi, grâce au rôle indirect de MetroWeb, les contraintes-utilisateurs, en particulier les contraintes ergonomiques, auraient obtenu le statut de contraintes de validité de la même façon que les contraintes-commanditaire.

Outre ces analyses, nous avons aussi regardé si, comme précédemment (cf. chapitre III), plus les concepteurs changeaient de points de vue, moins les maquettes électroniques comportaient d'erreurs ergonomiques. Dans cette étude, c'est l'inverse qui s'est produit : les concepteurs ayant la possibilité d'utiliser MetroWeb ont changé moins fréquemment de points de vue que les autres concepteurs et pourtant leurs maquettes étaient de meilleure qualité ergonomique. Ainsi, encourager les concepteurs à changer plus fréquemment de points de vue les aiderait, sous certaines conditions, à davantage considérer le point de vue des futurs utilisateurs. Par contre, quand ils disposent d'un outil comportant des connaissances

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

ergonomiques, il semble préférable que les concepteurs se focalisent plus sur les besoins des utilisateurs et changent moins souvent de point de vue.

Pour terminer, les pages Web réalisées par les concepteurs face à MetroWeb étaient davantage détaillées et élaborées. Elles ressemblaient plus à un « vrai » site Web que celles des autres concepteurs (cf. figures 18a, 18b), ce qui a suggéré que MetroWeb ait pu accélérer l'activité des concepteurs. Ce résultat a permis de corroborer certains résultats précédents sur l'étude des processus de conception qui montraient que les concepteurs tendaient à développer une seule solution et se focalisaient sur celle-ci sans générer de solution alternative [Ball, 1994 ; Ullman, 1988]. En effet, sur la base d'études auprès des concepteurs ingénieurs en mécanique professionnels, Ullman *et al.* [1988] ont mis en évidence que ces derniers poursuivaient une seule solution parce qu'ils rencontraient des difficultés pour gérer simultanément plusieurs objectifs.

Dans notre étude, MetroWeb semblerait avoir encouragé les concepteurs à créer des pages Web plus détaillées et à se focaliser sur le développement d'une solution unique. Ball *et al.* [1994] ont interprété ce type de résultat comme des fixations sur des concepts initiaux, à se centrer (voire se fermer) sur le développement d'une solution unique même si celle-ci ne s'avérait pas (par la suite) être la solution optimale, et ainsi à réduire l'espace de recherche des solutions possibles. Dans certains cas, cela a conduit au développement d'une solution de basse qualité.

Figure 18a. Page réalisée par un concepteur avec MetroWeb.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Figure 18b. Page réalisée par un concepteur sans MetroWeb.
Sources : Aline Chevalier, 2009.

Il ne semble pas que MetroWeb ait permis aux concepteurs professionnels d'acquérir de nouvelles connaissances relatives à l'ergonomie des interfaces Web. Toutefois, il semblerait pertinent de renouveler cette étude auprès de concepteurs en formation pour déterminer si des débutants parviendraient à apprendre de « bonnes pratiques » à partir de MetroWeb, comme l'ont démontré Uduma et Morrison [2007].

Pour terminer, on a pu noter que MetroWeb a très peu été utilisé par les concepteurs, qui l'ont d'ailleurs évalué comme n'étant pas très utile pour leur activité de conception. Cette évaluation à l'égard de MetroWeb peut s'expliquer de plusieurs façons : ce logiciel ne permettait pas une évaluation automatique des pages Web conçues, les concepteurs ne disposaient donc pas de *feedbacks* pouvant leur être utiles dans le processus d'évaluation. Aucun exemple de page Web n'était présenté. Les concepteurs ne savaient pas non plus à quel moment utiliser les ressources de MetroWeb.

Pour tenter de palier ces limites, un autre système a été développé : DESTINE (Design & Evaluation STudio for INtent-based Ergonomic Web sites [Jasselette, 2006]. DESTINE se distingue des outils du même type sur plusieurs points :

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

- il couvre entièrement la tâche d'évaluation (de la spécification jusqu'au rapport d'évaluation) ;
- il permet l'évaluation automatique et manuelle ;
- il dispose d'une base de connaissances dynamique, issue de celle de MetroWeb ;
- il permet le paramétrage et la traçabilité de l'enregistrement des erreurs ergonomiques ainsi que des informations liées à ces erreurs ;
- il propose des solutions de modifications du site Web, ce qui est très important car des études montrent que sans proposition ni explicitation claire sur la procédure précise à suivre pour modifier les erreurs ergonomiques détectées, les concepteurs n'y parviennent pas.

En plus de ces explications claires et précises, des exemples de pages Web devraient être intégrés pour illustrer les recommandations prodiguées aux concepteurs, en particulier lors des phases d'évaluation. Dans ce cas, les concepteurs devraient être encouragés à considérer des recommandations ergonomiques tout en ayant à disposition des pages Web.

CONCLUSION

++

Ce chapitre visait à déterminer dans quelle mesure des outils manuels et automatiques pouvaient aider les concepteurs de sites Web à développer une activité davantage centrée utilisateurs, à travers l'évaluation et la génération de solutions.

Les trois études présentées ont mis en évidence que les outils d'évaluation, qu'ils soient automatiques ou pas, ont été difficiles à utiliser pour les concepteurs. En effet, ces logiciels ont permis l'identification d'un nombre élevé d'erreurs ergonomiques, mais les guides fournis aux concepteurs pour les corriger se sont avérés complexes à interpréter pour ces derniers. Les concepteurs ont même affirmé plus simple de refaire le site Web plutôt que de suivre les explications données par ces outils. Il semblait plus aisé, pour les concepteurs débutants, de disposer des critères et recommandations ergonomiques (plus d'une courte formation) pour parvenir à identifier et corriger des erreurs ergonomiques d'un site Web. Pour les concepteurs professionnels, les résultats ont été quelque peu différents. En effet, les concepteurs ayant eu la possibilité de se servir de la base de connaissances de MetroWeb l'ont finalement peu utilisée. Ces concepteurs ont réactivé leurs connaissances liées à l'utilisateur (de

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

la même façon que dans les études présentées dans le chapitre II), et sont parvenus à en respecter une quantité importante dans leurs productions. Ainsi, MetroWeb a agi de façon indirecte, en encourageant les concepteurs à considérer davantage de contraintes ergonomiques, ce qui a eu un effet bénéfique sur la qualité de leurs productions.

Par ailleurs, et contrairement à nos précédentes études, ces concepteurs, qui ont moins souvent changé de points de vue, sont ceux qui ont créé les pages Web de meilleure qualité ergonomique. Ce faisant, ce ne serait pas tant le fait de changer souvent de points de vue qui aiderait les concepteurs à créer des pages Web plus ergonomiques, mais plutôt le fait d'encourager les concepteurs à se détacher ponctuellement des besoins du commanditaire pour considérer plus longuement ceux des futurs utilisateurs.

Les aspects ergonomiques sont centraux dans la conception et l'utilisation d'un site Web ainsi que dans son appréciation. Toutefois, d'autres aspects sont également importants, en particulier l'esthétique du site influe beaucoup sur la navigation, le souhait de revenir sur le site, de le recommander à une personne, etc. Cet aspect ne doit donc pas être laissé de côté, ni la satisfaction du commanditaire (les deux pouvant être liées). Aussi, est-ce crucial que d'aider les concepteurs à créer des sites faciles à utiliser et agréables en termes d'esthétique.

Dans le dernier chapitre de cet ouvrage, nous nous intéressons aux liens entre esthétique et ergonomie.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

CHAPITRE VI
ERGONOMIE ET ESTHÉTIQUE, QUELS LIENS ?

CHAPITRE VI
ERGONOMIE ET ESTHÉTIQUE, QUELS LIENS ?

Selon Cross [2002], la conception est rhétorique, c'est-à-dire qu'elle doit persuader : le produit peut être inutile, mais beau !

Les aspects esthétiques concernant le Web et, plus généralement, les interfaces informatiques, ont été laissés de côté jusque vers le milieu des années 1990. Ce sont les travaux de Kurosu [1995] qui ont aidé à l'émergence de ce concept dans le champ IHM. Depuis cette période, le nombre de recherche s'intéressant à l'impact de l'esthétique sur l'activité des utilisateurs n'a cessé de croître.

La norme ISO/TR 9241-310 : 2010 (Ergonomie de l'interaction homme-système) consacre même une partie à l'esthétique (Partie 310 : Visibilité, esthétique et ergonomie des défauts de pixel).

Ainsi, l'esthétique ne peut plus et ne doit plus être mise de côté, au contraire, il semble pertinent de s'intéresser aux liens entre ergonomie et esthétique.

INTRODUCTION

Le terme « esthétique » apparaît pour la première fois dans les écrits du philosophe allemand Baumgarten en 1735 [cité par Talon-Hugon, 2008]. Mais c'est au XVIIIe siècle que l'esthétique naît. Esthétique provient du grec *aisthêsis* (sentir, percevoir).

L'esthétique est une notion ancienne qui est souvent associée aux activités et produits artistiques, bien que des évolutions importantes aient eu lieu. En effet, le jugement esthétique chez les philosophes grecs était davantage basé sur la fonctionnalité et l'utilité de l'œuvre que sur la créativité de l'artiste. Cependant, durant la Renaissance, les « belles conceptions » devaient s'appuyer sur les lois de la nature.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Dans le domaine artistique, l'esthétique fait référence à quelque chose de beau (comme dans le sens commun) par opposition à l'utile et au fonctionnel.

La philosophie s'intéresse beaucoup à l'esthétique. Selon cette approche, on assiste à un débat entre une esthétique objective et une esthétique subjective.

Durant la Renaissance, la beauté se trouve dans les propriétés objectives de l'objet. Ce qui prime ici est avant tout l'ordre, la proportion, la symétrie. Ainsi, l'esthétique peut se mesurer grâce à des formules mathématiques. En revanche, au XVIIIe siècle pour les philosophes Kant et Hume, la beauté ne réside pas dans l'objet mais est issue de la perception de l'individu.

De nos jours, les théories de l'esthétique supposent une interaction entre la perception de l'esthétique qui dépend du stimulus et les caractéristiques de l'individu.

Selon une perspective d'analyse empirique de l'esthétique, on distingue deux types d'approches :

- l'approche expérimentale, qui étudie la perception objective de l'esthétique. Elle apparaît au XIXe siècle. Son but est d'identifier les lois générales qui gouvernent les préférences esthétiques. On manipule et isole les caractéristiques esthétiques d'un objet pour en étudier les effets sur les préférences d'un évaluateur. La théorie de la Gestalt va à l'encontre du fait d'isoler les éléments esthétiques. Selon cette théorie, une totalité ne peut se réduire à la simple somme des stimuli perçus : il faut percevoir l'esthétique d'un objet dans un ensemble plutôt que dans ces particularités ;
- l'approche exploratoire, qui étudie la perception subjective de l'esthétique. Elle a pour objectif de trouver les facteurs caractérisant la perception de l'objet à évaluer. Ici, on s'intéresse aux jugements et non à la propriété esthétique d'un stimulus.

Progressivement, on a vu apparaître une tension entre la forme et la fonction. Cette tension est croissante depuis de nombreuses années dans le champ de la conception d'artefacts ([Lucie-Smith, 1983 ; Petroski, 1993] cités par Tractinsky [2000]).

C'est avec la révolution industrielle et la production de masse que l'on a pu assister à une scission entre la fonctionnalité d'un produit et sa valeur

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

esthétique. C'est seulement au début du xxe siècle qu'il y a eu introduction de la dimension esthétique dans la production de biens de consommation. Cette dimension visait à satisfaire les exigences des consommateurs et à augmenter les ventes. L'esthétique est perçue dorénavant comme un facteur d'augmentation des ventes en permettant une meilleure satisfaction des consommateurs.

La psychologie n'a pas laissé l'esthétique de côté, bien que cela soit plus récent. Par exemple, dans une étude exploratoire menée sur la perception de l'esthétique dans le domaine architectural, quatre dimensions de l'évaluation de l'esthétique de vingt buildings représentant de nombreux styles architecturaux ont été mis en évidence [Oostendorp, 1978] : la clarté, la complexité, la familiarité, le ton « hédoniste » de la conception.

D'autres études en psychologie ont montré que la beauté ou l'esthétique influencent les jugements humains envers autrui (cf., par exemple, [Dion, 1972 ; Hamermesh, 2003]) ou envers des produits quotidiens (cf., par exemple, [Helander, 2003 ; Norman, 2004].

En ce qui concerne plus particulièrement notre propos, Internet et son développement, on remarque une évolution identique dans la conception de pages Web. Ainsi, dans les années 2000, les recherches dans le champ HCI ne concernaient principalement que l'utilisabilité des sites. Peu à peu, on assiste à un accroissement d'intérêt pour les recherches sur l'esthétique avec un pic de publications ces cinq-six dernières années.

ESTHÉTIQUE, UTILISABILITÉ ET SYSTÈMES D'INFORMATIONS

Pendant de nombreuses années – et dans une moindre mesure actuellement – des chercheurs, et concepteurs, pensaient que l'esthétique pouvait avoir des effets préjudiciables sur les performances et l'efficacité des systèmes informatiques et des sites Web ; par exemple, l'effet arbre de Noël selon lequel différentes couleurs et clignotements perturberaient l'utilisateur en le détournant de sa tâche initiale.

Compte tenu des réticences à intégrer les aspects esthétiques dans la conception d'interfaces informatiques, beaucoup de chercheurs ont laissé de côté l'étude du rôle du *look and feel* ainsi que celui de l'esthétique sur les performances des utilisateurs des systèmes d'informations ; ce n'est que récemment que des études ont été conduites et publiées. Pourtant, si l'utilisabilité d'un site permet de rendre les tâches faciles à l'utilisateur,

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

du point de vue de l'ergonomie, l'esthétique engendre aussi une certaine satisfaction à l'utiliser. La préférence d'un site sur un autre, pourrait en partie être liée à cette valeur esthétique. En effet, Jordan [1998] souligne qu'un produit utilisable n'est pas forcément un produit agréable. L'utilisabilité et l'esthétique devraient être considérées dans le développement de produits agréables qui affectent la décision d'acheter. En réalité, ces deux aspects, utilisabilité et esthétique, influent depuis bien longtemps sur l'appréciation d'un produit, mais ce n'est que très récemment que la psychologie ergonomique et le champ IHM s'y intéressent. Leur rôle a augmenté au cours du XXIe siècle avec le développement des (nouvelles) technologies.

Dans cette direction, Liu [2003] expose longuement l'importance de l'esthétique en ergonomie et souligne la création d'une nouvelle discipline qu'est l'« ingénierie esthétique ». L'objectif principal de cette nouvelle discipline est l'utilisation de méthodes scientifiques, en ingénierie et mathématiques en particulier, pour identifier et quantifier de façon systématique le rôle des facteurs esthétiques dans la conception de systèmes. Ainsi, la psychologie cognitive et l'ergonomie ont leur place à jouer dans l'étude de l'esthétique sur la conception et l'utilisation de documents électroniques tels que ceux pour le Web.

Avant de présenter des études visant à déterminer quels facteurs influent sur la perception de l'esthétique et de l'utilisabilité, nous allons aborder un point essentiel qui est l'évaluation de l'esthétique.

Comment évaluer l'esthétique, en particulier pour le Web ?

Pour évaluer l'ergonomie d'un système ou le niveau de créativité d'un produit, on fait souvent appel aux jugements de plusieurs experts dans les domaines concernés par l'évaluation. Pour l'esthétique, cela est également le cas, mais d'autres méthodes existent.

Selon Liu [2003], l'évaluation esthétique d'un produit ou d'un système doit être interactive, en ce sens où le consommateur, comme l'évaluateur, ne doivent pas être de passifs examinateurs de l'objet à évaluer. Au contraire, ils doivent interagir avec le produit – cette interaction peut influer sur l'évaluation portée.

Pour d'autres auteurs, tel que Zajonc [1980], l'évaluation esthétique semble reposer sur des processus très rapides et inconscients. Dans ce cas, il ne serait pas nécessaire d'utiliser le système ou le produit à évaluer.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Un débat existe entre utiliser ou ne pas utiliser le produit pour pouvoir évaluer son esthétique.

Quelle que soit la position adoptée, il est nécessaire de disposer d'outils pour évaluer la perception de l'esthétique.

Dans le cadre du Web et à partir d'une revue de la littérature, Lavie et Tractinsky [2004] ont développé une échelle multidimensionnelle pour évaluer l'esthétique d'un site.

Les études conduites par Lavie [2004] permettent de distinguer deux dimensions dans la perception esthétique d'une interface Web :

- la première dimension, l'Esthétique Classique à laquelle on associe des adjectifs comme esthétique, plaisant/agréable, propre, clair, symétrique. Elle contribue à la compréhension du système tout en réduisant l'ambiguïté ;
- la deuxième dimension, l'Esthétique Expressive, est le reflet de la créativité des concepteurs, de leur originalité ainsi que de leur capacité à se dégager des conventions de conception. On associe à cette dimension des adjectifs comme créatif, original, sophistiqué, fascinant. Cette dimension vise à accroître l'éveil / excitation et l'implication dans le système.

Ces deux dimensions ont permis aux auteurs de développer et de valider un outil pour évaluer l'esthétique Web (cf. tableau 7 pour la présentation de l'échelle) :

Tableau 7. Items composant l'échelle mesurant l'esthétique classique et l'esthétique expressive de Lavie [2004] (notre traduction)

Esthétique Classique
Ce site est beau. Il présente une bonne qualité graphique.
Le graphisme de ce site est plaisant.
Le graphisme de ce site est clair.
Le graphisme de ce site est soigné.
Le graphisme de ce site est harmonieux.
Esthétique Expressive
Le graphisme de ce site fait preuve de créativité.
Le graphisme de ce site attire le regard / est attractif.
Le graphisme de ce site utilise des animations.
Le graphisme de ce site est original.
Le graphisme de ce site est sophistiqué.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Les participants doivent donner leur degré d'accord pour chacune des affirmations sur une échelle de type Lickert en sept points.

En plus de ces deux dimensions relatives à l'esthétique, l'outil développé par Lavie [2004] propose d'évaluer :

- l'utilisabilité à l'aide de cinq items. Exemple d'affirmation : Ce site est pratique ;
- l'agréabilité de l'interaction à l'aide de cinq items. Exemple d'affirmation : Je trouve l'interaction avec ce site plaisante ;
- la qualité du service avec cinq items. Exemple d'affirmation : Le site fournit des informations fiables.

Lavie et Tractinsky [2004] montrent que les deux dimensions esthétiques sont fortement corrélées avec le plaisir de naviguer chez les utilisateurs. En outre, la dimension esthétique classique est fortement corrélée avec la perception de l'utilisabilité [Kurosu, 1995 ; Lavie, 2004 ; Tractinsky, 2000]. Cette forte corrélation peut être expliquée par le fait que certains items sous-jacents à l'esthétique classique sont fortement liés à l'utilisabilité (par exemple, clarté, symétrie).

Malgré l'élaboration de cette échelle, d'autres outils, que l'on peut qualifier de « plus simples », existent et sont utilisés. Par exemple, dans une étude conduite par Thielsch [2010], les participants, confrontés à plusieurs pages de sites, devaient indiquer leurs évaluations esthétiques sur une échelle en 7 points allant de (1) très plaisant à (7) très déplaisant. Cette échelle était constituée d'un seul item contrairement à celle de Lavie [2004], où plusieurs dimensions composent cette échelle.

Un produit utile et utilisable est-il forcément beau et réciproquement ?

D'après l'approche Fonctionnaliste, développée par l'architecte Louis Sullivan à la fin du XIXe siècle [Osborne, 1968], si un objet fonctionne efficacement et si ses attributs sont réduits à ceux permettant son fonctionnement et son utilisation, alors cet objet est beau. Selon ce courant, « ce qui est utilisable est beau » : l'utilisabilité entraînerait l'esthétique. Pour Norman [2004], l'esthétique doit venir une fois l'utilisabilité assurée, car pour qu'un produit connaisse un vif succès, il ne doit pas seulement être facilement utilisable, il faut aussi qu'il soit plaisant. Nielsen [2000] soutient également l'idée que ces deux dimensions – esthétique

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

et utilisabilité – seraient nécessaires à la conception de sites Web. Aussi, la perception de l'esthétique de l'interface serait-elle fortement déterminante dans le plaisir et la préférence de l'utilisateur et influencerait sa perception de l'utilisabilité du site.

Les recherches en IHM font aussi débats sur la montée d'exigences esthétiques. L'esthétique sur le Web a été peu étudiée jusqu'aux années 2000 car elle serait perçue comme pouvant nuire à l'ergonomie des sites Web [Tractinsky, 2000]. Cependant, depuis ces dernières années, les recherches en esthétique relatives au Web commencent à s'intensifier. Les premiers chercheurs à relever la relation entre esthétique et utilisabilité sont Kurosu et Kashimura [Kurosu, 1995] dans une étude sur les guichets de banques automatiques (*automated teller machine*, ATM). Grâce à une analyse de corrélation, ils remarquent que l'utilisabilité subjective (la perception de facilité d'utilisation des ATM) est davantage corrélée avec les aspects esthétique (coefficient de corrélation r=0.59) que l'utilisabilité objective (l'utilisabilité mesurée objectivement du système).

Dans la continuité, Tractinsky [1997] a conduit trois expériences successives auprès d'utilisateurs japonais et israéliens afin de valider les résultats de l'étude de Kurosu [1995]. Leurs résultats corroborent ceux obtenus par Kurosu [1995] : de fortes corrélations ont été mises en évidence entre l'esthétique perçue de l'interface et l'utilisabilité perçue du système. Les auteurs mettent ces résultats en perspective avec la théorie de Zajonc [1968], selon laquelle plus une personne est confrontée à un produit, plus elle appréciera ce produit. Cependant, comme Hassenzahl [2004] le souligne, il est possible que les tâches à effectuer par les sujets de ces études aient été trop simples pour générer suffisamment d'erreurs, de stress ou frustration qui auraient pu affecter la perception de l'utilisabilité et de l'esthétique du système utilisé. En effet, Hassenzahl [2004] montre qu'après une réelle utilisation du produit la satisfaction de l'utilisateur est davantage affectée par la perception de l'utilisabilité que par la perception de l'esthétique.

Lindgaard *et al.* [2006] ont montré que les internautes se construisent une impression esthétique immédiate (en 50 msec.). Cette impression reste stable avec d'autres expositions. Tractinsky *et al.* [2006] ont répliqué ces résultats et ont montré que la perception de l'esthétique était stable de 50 msec. à 10 sec. d'exposition.

Une étude conduite par De Angeli [2006] met en évidence que les styles d'interaction (un menu classique ou un menu avec des animations

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

et métaphores) avec des sites Web présentant des informations identiques montrent que les perceptions de l'esthétique expressive et de l'utilisabilité sont plus hautement notées quand les utilisateurs interagissent avec le site présentant un menu classique.

Par contre, une étude conduite par Dillon [2001] met en évidence que la perception de l'utilisabilité et la perception de l'esthétique sont deux mesures de l'expérience utilisateur avec toutefois des discordances entre ces différentes mesures. Lindgaard *et al.* [2003] ont pu également montré que, malgré le fait que la perception de l'esthétique affecte la satisfaction de l'utilisateur, cela ne conduit pas à une haute perception de l'utilisabilité.

Par conséquent, on peut noter des différences en termes de résultats empiriques quant aux liens entre utilisabilité et esthétique et leurs conséquences sur les préférences des utilisateurs, que cela soit avant ou après l'utilisation du système (cf. figure 19).

Figure 19. Synthèse des résultats concernant les relations entre perception de l'utilisabilité, de l'esthétique et des préférences utilisateurs. Source : figure traduite et adaptée de Sangwon Lee & Richard J. Koubek, 2010.

Presses de l'enssib, 2013, < http://www.enssib.fr/presses/ >

Dans la continuité de ces travaux et de ce débat, Lee et Koubek [2010] ont conduit une étude expérimentale dans laquelle ils ont fait varier le niveau d'utilisabilité du site (haut *versus* faible) ainsi que son niveau d'esthétique (haut *versus* faible). Ainsi quatre versions d'un même site, présentant des informations liées aux allergies, ont été construites. Pour faire varier les deux niveaux d'esthétique des sites, les auteurs ont choisi d'utiliser des couleurs différentes, une luminosité et une saturation des couleurs différentes, ainsi que des polices de caractères différentes. Des couleurs chaudes étaient utilisées pour le site hautement esthétique et des nuances de gris pour celui faiblement esthétique.

L'objectif principal de leur étude était de déterminer le rôle et les relations entre perceptions de l'esthétique, de l'utilisabilité et les préférences des utilisateurs avant et après l'utilisation du site. Pour cela, les auteurs ont repris une partie du questionnaire esthétique de Lavie [2004] ainsi que certains items du questionnaire d'utilisabilité développé par Lewis [2002] (Post-Study System Usability Questionnaire). Pour évaluer la préférence de l'utilisateur, une échelle composée d'un item était proposée aux participants. Les participants devaient remplir ces différentes mesures avant et après avoir utilisé le système. L'utilisation consistait à rechercher quatre informations dans le site (exemple de scénario : « Imaginez que vous souhaitiez obtenir des informations sur différentes sortes d'allergies. Trouvez des informations sur ces différentes formes et double cliquez sur "Eczema" »).

Les principaux résultats montrent qu'avant de naviguer, les utilisateurs qui perçoivent le site comme utilisable l'évaluent également comme plus esthétique que ceux qui le perçoivent comme moins utilisable. De la même façon les perceptions de l'esthétique et de l'utilisabilité influent sur les préférences des utilisateurs. Ainsi, esthétique et utilisabilité seraient fortement corrélées avant d'utiliser le système.

Après utilisation du système, les auteurs ont observé une baisse de l'évaluation de l'utilisabilité et de l'esthétique par rapport à l'étape précédente (avant utilisation). Le résultat le plus intéressent réside dans le fait que la perception de l'esthétique et la perception de l'utilisabilité sont fortement liées et influent sur les préférences des utilisateurs. En outre, plus le site Web esthétique est perçu comme plus utilisable que le site Web non esthétique présentant les mêmes informations, alors même que les performances des sujets sont similaires. Cela tend à montrer que l'esthétique influerait plus sur la perception de l'utilisabilité que les performances des sujets. Ces résultats tendent à aller à l'encontre des arguments de

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Lindgaard [2003] selon lesquels l'esthétique et l'utilisabilité ne seraient pas corrélées. Toutefois, les performances des sujets dans l'étude de Lee [2010] sont très proches. Les tâches à effectuer étaient peut-être trop simples. Des résultats différents pourraient être observés avec des tâches de différents niveaux de difficultés.

Van Schaik et Ling [2009] ont conduit deux expériences dans lesquelles les participants devaient réaliser des tâches sur des sites qu'ils venaient d'évaluer. Les auteurs ont pu mettre en évidence que le type de tâches à effectuer (trouver des informations précises, collecter un ensemble d'informations sur un document ou naviguer sans objectif précis) avait une influence sur la perception de la qualité du site visité – qualité en termes d'attractivité, d'esthétiques classique et expressive. La perception de l'esthétique est plus stable quand les individus doivent trouver une information précise ou collecter un ensemble d'informations que dans la condition sans but précis. Toutefois, les auteurs n'ont pas observé de corrélations significatives entre les performances des sujets (mesures de l'utilisabilité) et la perception de l'esthétique.

Ces résultats (ceux obtenus par Van Schaik [2009] ainsi que ceux de Lee [2010]) semblent conforter le postulat de Hassenzahl [2004], en ce sens que l'esthétique et l'utilisabilité seraient deux composantes essentielles à l'attractivité et de la qualité d'un site, mais deux composantes indépendantes. Cela remet en question l'assertion de Tractinsky [2000] selon laquelle ce qui est beau est utilisable[1].

Cela ne semble pas être toujours le cas. En effet, dans ces études, les auteurs n'avaient pas fait varier la difficulté des tâches à effectuer, ni la familiarité avec le site. Or, dans le domaine de la peinture artistique, les produits peuvent conduire à des fluctuations en termes de plaisir et d'éveil [Berlyne, 1971]. Ces fluctuations peuvent être liées à la familiarité et à la complexité du produit.

Dans l'objectif d'essayer de déterminer si ces deux facteurs influent sur la perception de l'esthétique et de l'utilisabilité d'un site Web, une étude expérimentale a été conduite [Chevalier, 2008b]. Dans cette étude, nous avons demandé à des participants familiers avec un site Web (pour l'utiliser de façon régulière) et à d'autres participants non familiers avec le site (ils ne l'avaient jamais utilisé) de rechercher des informations dans le site. Les tâches à réaliser étaient soit simples soit complexes. Les tâches de recherches simples consistaient à un « simple » appariement lexical

1. *What is beautiful is usable* inspiré de *What is beautiful is good* [Dion, 1972].

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

entre un mot-clé de la recherche à effectuer et le menu de navigation du site Web alors que pour les tâches complexes il était nécessaire d'inférer à partir du menu où l'information escomptée pouvait être localisée. Une fois les recherches terminées, les participants devaient évaluer les esthétiques classique et expressive (*via* l'échelle de Lavie [2004]) ainsi que l'utilisabilité du site (*via* le WAMMI pour Website Analysis and MeasureMent Inventory développé par Kirakowski [1998]).

Des mesures de performances (temps de recherche et scores) ont été réalisées et mises en lien avec les évaluations d'esthétique et d'utilisabilité.

Les principaux résultats ont montré que les questions complexes génèrent des performances inférieures aux questions simples. Le niveau de familiarité n'a eu d'influence sur les performances que pour les questions complexes. En ce qui concerne les scores d'esthétiques classique et expressive, les mêmes *patterns* de résultats ont été obtenus : les participants non-familiers évaluent comme plus esthétique le site que les participants familiers face aux recherches simples. C'est l'inverse qui se produit face aux recherches complexes. Concernant l'évaluation de l'utilisabilité, la familiarité et la complexité des recherches ont un effet : le site est perçu comme plus facile à utiliser par les participants non-familiers que les familiers et les recherches simples génèrent également des scores plus élevés. Le niveau de familiarité est fortement et positivement corrélé avec l'esthétique mais pas avec l'esthétique perçue. Pour terminer, nous avons obtenu des corrélations positives entre les deux dimensions de l'esthétique et l'utilisabilité.

Ces résultats semblent traduire un effet « d'ennui », pour les participants familiers au site Web, face à la répétition de tâches simples [Berlyne, 1971] et une attention soutenue face à des recherches plus complexes. En revanche, pour les participants non-familiers avec le site, des effets de « nouveauté » et de facilité face aux recherches simples ont été observés. Les corrélations positives entre les deux dimensions d'esthétique et l'utilisabilité semblent donc conforter l'approche de Tractinsky [2000], selon laquelle les deux aspects seraient fortement liés.

D'autre études ont mis en évidence que l'esthétique a un effet positif sur le temps pour rechercher et trouver des informations [Moshagen, 2009 ; Sonderegger, 2010].

Les différentes études présentées dans cette partie ne conduisent pas aux mêmes conclusions quant aux liens entre esthétique et utilisabilité. Ces

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

différences peuvent provenir des objectifs des études, ainsi que du matériel utilisé.

D'autres études doivent être conduites pour apporter de nouvelles connaissances à ce débat.

Quelles conséquences ?

La perception de l'esthétique va avoir des effets importants sur l'utilisation des sites Web et surtout sur les objectifs poursuivis par les internautes.

Jennings [2000] soutient que les éléments visuels agréables sont importants dans la conception d'interfaces parce qu'ils créent la première impression qui se traduit par une volonté d'explorer davantage le système.

Dans cette même direction, Hall et Hanna [2004] montrent dans une étude sur les sites marchands de vente en ligne, qu'utiliser les couleurs préférées des clients potentiels comme le bleu, conduit à l'augmentation du jugement esthétique du site et de l'intention d'achat. Les plus hauts scores en esthétique sont significativement liés à l'intention d'achat. Les participants évaluent comme moins esthétiques les associations blanc-noir et noir-blanc que les associations de couleurs. Les couleurs peuvent aussi avoir un impact sur les émotions : les couleurs chaudes créent une atmosphère plus désirable et encouragent des émotions positives.

Robins et Holmes [2008] ont montré que la perception de l'esthétique au cours des premières secondes d'exposition influe sur la crédibilité accordé au site : plus l'esthétique est évaluée comme haute, plus la crédibilité est perçue comme importante.

Sur la base des études présentées ici, on peut noter que l'esthétique joue un rôle important dans l'activité d'utilisation du site. Mais comment les concepteurs considèrent-ils l'esthétique pendant le processus de conception ?

ESTHÉTIQUE ET UTILISABILITÉ EN CONCEPTION WEB

Le site Web, développé par le concepteur, doit être original afin de faire face à une concurrence de plus en plus accrue. Si le site est à visée commerciale, il doit, en outre, apporter des clients supplémentaires. Par conséquent, créativité et conception centrée utilisateurs constituent deux aspects centraux de l'activité des concepteurs qui requièrent d'être encouragés [Carroll, 1996 ; Gero, 2000 ; Meneely, 2005). C'est en particulier le cas en conception de sites Web, où la créativité peut avoir une influence

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

sur les aspects esthétiques des sites Web créés, qui affectent en retour le comportement des utilisateurs [Hall, 2004 ; Lavie, 2004 ; Norman, 2004].

Comme nous l'avons vu au cours de ce chapitre, selon Norman [2004], l'esthétique doit venir une fois l'utilisabilité assurée pour qu'un produit connaisse un vif succès. On retrouve cette idée dans d'autres travaux. Des recherches portant sur la créativité font émerger l'idée selon laquelle une production créative doit principalement être innovante et adaptée (cf., par exemple, [Amabile, 1982 ; Lubart, 2003]). En conception, Meneely et Portillo [2005] soulignent que la nouveauté et l'adaptabilité sont liées aux critères de « forme » et de « fonction ». Ici, la forme signifie que les concepteurs doivent créer des produits nouveaux et différents de ce qui a été fait jusqu'alors (notamment au niveau des aspects esthétiques). Les concepteurs doivent également développer des produits qui satisfassent les besoins des commanditaires et des futurs utilisateurs, pouvant avoir des besoins et attentes distincts (critères de fonction).

Les concepteurs prennent en considération des contraintes liées à l'esthétique des pages Web. Par exemple, les concepteurs énoncent les contraintes esthétiques suivantes :

- il faut regrouper les documents de façon harmonieuse sur l'interface ;
- en page d'accueil, il faut mettre de belles photographies ;
- les couleurs doivent être attractives.

Tout comme les contraintes liées à l'ergonomie, il s'agit très fréquemment (à l'exception des concepteurs ayant une formation en infographie) d'idées intuitives, basées sur les préférences esthétiques de chaque concepteur, sur ce qui pourrait plaire aux internautes, sur ce qui est joli. Bien souvent ces contraintes se voient aussi attribuer le statut de contraintes de préférence (sauf si elles émanent du commanditaire du site Web) et, de fait, peuvent être contournées au bénéfice des contraintes liées au commanditaire.

En revanche, quand les contraintes esthétiques énoncées sont liées au commanditaire, leur statut devient plus important comme les contraintes suivantes :

- les couleurs du site doivent être harmonieuses avec les couleurs du logo de la marque ;
- il faut mettre beaucoup de jolies photographies du concessionnaire (commanditaire).

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Lorsque les contraintes esthétiques font référence au commanditaire, elles sont pour la plupart considérées comme des contraintes de validité, ce qui conduit les concepteurs à les respecter dans leurs productions. Mais bien souvent ces contraintes esthétiques concernent les utilisateurs. Ce qui peut expliquer qu'elles sont peu respectées (considérées comme des contraintes de préférence).

Par ailleurs, certains concepteurs pensent que réaliser un site ergonomique va avoir des conséquences néfastes sur son esthétique. C'est sur ce dernier point que nous souhaitons nous étendre un peu en présentant les conséquences qu'a pu avoir l'introduction d'un système à base de connaissances centrées utilisateurs (ici, MetroWeb) sur la qualité esthétique des pages Web créées.

Comme nous l'avons vu au cours du chapitre V, les concepteurs qui ont eu la possibilité d'utiliser MetroWeb au cours du processus de conception sont parvenus à se détacher ponctuellement des contraintes-commanditaire, et, par-là même, à changer de points de vue plus fréquemment, pour considérer davantage les contraintes-utilisateurs. Mais l'introduction d'un tel système ne risque-t-il pas de perturber la créativité des concepteurs en les conduisant à se focaliser seulement sur des contraintes ergonomiques, et ainsi engendrer des répercussions négatives sur l'esthétique des pages Web créées ? Des études antérieures ont montré que les systèmes de conception assistée par ordinateur (CAO) peuvent freiner l'originalité des concepteurs [Lebahar, 1983 ; Whitefield, 1986]. Toutefois, MetroWeb diffère d'un système CAO dans le sens où les concepteurs ont la possibilité de consulter sa base de connaissances mais n'ont pas à concevoir (et à coopérer) directement avec ce système. Ils ne sont pas obligés de mettre en œuvre les connaissances ergonomiques qui leur sont fournies, sauf si tel est leur souhait. Dans ce cas, ils peuvent sélectionner les règles concernées et demander une évaluation assistée de ces règles.

Afin de déterminer l'influence de MetroWeb sur l'esthétique des pages Web, nous avons demandé à des utilisateurs du Web d'évaluer l'esthétique des pages Web créées par les concepteurs avec et sans MetroWeb (*via* l'échelle de Lavie [2004].

Les utilisateurs qui ont évaluée les pages d'accueil devaient indiquer leur degré d'accord sur une échelle en 7 points (allant de 1 tout à fait en désaccord à 7 tout à fait d'accord). Plus le score moyen se rapproche de 7, plus la page est considérée comme esthétique.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Les résultats montrent que les utilisateurs ont évalué comme plus esthétiques les pages d'accueil réalisées par les concepteurs avec MetroWeb que celles réalisées par les concepteurs sans MetroWeb. Ainsi, la prise en compte de contraintes ergonomiques n'a pas nui à l'esthétique des pages Web créées, au contraire puisque les pages d'accueil réalisées par les concepteurs avec MetroWeb ont été évaluées par les utilisateurs comme plus esthétiques. Ainsi, MetroWeb encouragerait les concepteurs à inférer des contraintes liées à l'ergonomie tout en considérant des aspects esthétiques. Ce résultat est particulièrement intéressant, car il montre que :

- les concepteurs ont conscience de l'importance des besoins des futurs utilisateurs dans leur activité tant au niveau de la qualité ergonomique que de l'esthétique des pages créées ;
- la prise en compte de contraintes ergonomiques ne semble pas nuire à l'esthétique des pages Web créées. Au contraire, les pages d'accueil réalisées par les concepteurs avec MetroWeb ont été évaluées par les utilisateurs comme plus esthétiques et innovantes. Ce qui va dans le sens d'un lien positif entre utilisabilité et esthétique.

CONCLUSION

++

L'objectif de ce chapitre était d'étudier les relations entre esthétique et utilisabilité sur les préférences des utilisateurs et leur navigation, mais aussi sur l'activité cognitive des concepteurs.

On peut noter que les liens entre esthétique et utilisabilité sur les préférences et performances des utilisateurs ne sont pas encore très stables ni claires. Certains travaux montrent qu'un site Web est évalué comme utilisable si son esthétique est élevée, d'autres montrent qu'il n'y a pas de lien entre les deux. Toutefois, on pourra noter un manque de recherche sur les liens entre performances, esthétique et utilisabilté. Il s'agit d'une voie de recherche prometteuse à explorer.

En ce qui concerne l'importance de l'esthétique dans l'activité des concepteurs, on peut observer que les concepteurs en tiennent compte mais l'importance accordée à l'esthétique dépend une fois de plus de l'acteur du processus de conception auquel elle fait référence.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

CONCLUSION

CONCLUSION

Ces trente dernières années ont été marquées par l'expansion des documents électroniques et du Web, en particulier dans les milieux professionnels, éducatifs et culturels. Cet essor a eu pour conséquence une intégration de ces documents aux formations (notamment avec le *e-learning* que cela soit à l'université ou dans le secteur privé) ainsi qu'à diverses activités professionnelles. Ce faisant, pour une grande partie d'entre nous, ces documents font partie de notre quotidien. Cependant, ils se sont très rapidement révélés difficiles à utiliser en générant, notamment, des erreurs pour trouver les informations. Cela a conduit les chercheurs en psychologie cognitive à s'y intéresser.

Les difficultés d'utilisation de ces documents peuvent être attribuées, en partie au moins, à leur complexité : un grand nombre d'informations textuelles, imagées, vidéos et sonores peuvent être présentées simultanément. Cela se complique encore davantage dès lors que ces documents sont ouverts, comme c'est le cas des sites Web. En effet, on peut sortir d'un site sans s'en rendre compte et se trouver perdu(e), non plus dans le site, mais sur le Web.

Nous avons choisi de contribuer à ce champ de recherche en nous intéressant à l'activité que développent les concepteurs pour créer des sites Web, sans pour autant négliger les utilisateurs.

Comme nous l'avons souligné dans l'introduction de cet ouvrage, plusieurs questions ont motivé, et motivent encore, ces recherches :

- quelle activité cognitive développent les concepteurs ? Quelles difficultés rencontrent-ils ? Comment les expliquer ?
- comment les aider à considérer les besoins des futurs utilisateurs sans pour autant perturber ou alourdir leur activité ?
- quelle est la place de et pour l'esthétique dans l'utilisation et la conception de documents pour le Web ?

À l'issue de la lecture de cet ouvrage, que peut-on conclure par rapport à ces trois questions ? Vers quelles pistes de recherche s'orienter ?

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Tout d'abord, on peut noter que les concepteurs du Web ont souvent peu, voire pas de connaissances en ergonomie des interfaces, car les formations intègrent encore peu cette discipline. Malgré cela, les concepteurs, qu'ils soient débutants ou professionnels, sont conscients de la nécessité de prendre en compte les besoins des futurs utilisateurs (au moins en termes d'utilisabilité et d'attractivité des informations). Néanmoins, les concepteurs rencontrent des difficultés à considérer les contraintes liées aux utilisateurs, en particulier celles liées à l'ergonomie. Les concepteurs se focalisent principalement sur la satisfaction du commanditaire. Des explications d'ordre social et cognitif sont avancées.

Explication 1 : le commanditaire étant la première personne à évaluer la maquette de sites Web, les concepteurs s'attacheraient à satisfaire ses attentes, même si cela se fait au détriment des futurs utilisateurs. En outre, compte tenu que les concepteurs ont davantage l'habitude d'interagir avec des commanditaires, il est plus aisé d'un point de vue cognitif d'anticiper les besoins du commanditaire (en inférant de nouvelles contraintes) que ceux des futurs utilisateurs. En effet, certains besoins étant récurrents d'un commanditaire à l'autre, les concepteurs ont pu acquérir, en particulier avec l'expertise, des connaissances transférables entre les projets de conception.

Explication 2 : plus les concepteurs rencontreraient de difficultés à changer de points de vue (difficulté liée à la flexibilité cognitive), plus ils se focaliseraient sur le développement d'une solution orientée vers le commanditaire et moins ils prendraient en compte les utilisateurs. Ainsi, il semble pertinent d'essayer d'aider les concepteurs à changer de points de vue. Pour cela, les systèmes DENIM et OUTPOST semblent pertinents, car ils permettent que les maquettes papiers soient transportables sur support électronique, en particulier, que les pages papiers soient liées par des liens hypertextes. Ainsi, le fait de naviguer à l'intérieur de maquettes non élaborées pourrait aider les concepteurs à identifier certains problèmes de navigation et à les corriger. Comme nous avons pu l'observer avec l'étude conduite avec le système MetroWeb, le fait de donner la possibilité de consulter des recommandations ergonomiques aide les concepteurs à considérer cet aspect [Chevalier, 2009b].

Ces deux explications ne sont pas exclusives, au contraire elles peuvent être fortement liées. Les concepteurs, considérant le commanditaire comme l'acteur prioritaire à satisfaire, ont pu développer des schémas de connaissances liées aux besoins de ce dernier. Ainsi, au cours des phases amont du processus de conception, il serait plus aisé de s'attacher

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

à satisfaire cet acteur, ce qui aurait pour conséquence d'encourager les concepteurs à changer peu souvent de points de vue et à développer une solution centrée sur le commanditaire.

Il paraît donc nécessaire d'aider les concepteurs à changer de points de vue pour davantage considérer les futurs utilisateurs et cela dès le début du processus de conception où les orientations choisies vont impacter la suite du processus de conception et, ce faisant, le produit final. Pour cela, on a pu noter que mettre à disposition des recommandations et critères ergonomiques, que cela soit sous forme papier ou informatisé, aide les concepteurs à davantage considérer les futurs utilisateurs et à créer des pages Web comportant moins d'erreurs ergonomiques que ceux qui ne disposent pas de ces outils (cf. chapitre V). Ces résultats sont encourageants et devraient conduire à la mise en place de nouvelles études pour affiner ce point.

Ainsi, des aides à l'autoévaluation centrée utilisateurs du site en cours de création pourraient être intégrées aux différentes phases d'évaluation proposées sur la figure 5 (chapitre I).

Les aspects ergonomiques sont centraux pour une utilisation efficace et efficiente[1] d'un site Web. Il ne s'agit pas des seuls aspects qui entrent en considération et qui influent sur la navigation des internautes, d'autres points sont également importants à considérer, tel que l'esthétique (cf. chapitre VI). Les relations entre esthétique, utilisabilité, satisfaction/préférence et performances ne sont pas encore bien établies. La littérature scientifique rapporte des résultats contradictoires. Néanmoins, les travaux s'accordent sur le fait que l'esthétique influe sur la satisfaction des internautes et impacte le succès du produit conçu [Norman, 2004]. Cela implique donc de s'intéresser aux relations entre ergonomie et esthétique en conception pour essayer de faire en sorte que les sites Web soient les plus simples possibles à utiliser tout en étant beaux et attractifs pour les internautes. Trop peu d'études sont conduites visant à déterminer de façon plus précise comment les concepteurs considèrent l'esthétique et comment les y aider sans que cela se fasse au détriment de l'ergonomie du site. Il s'agit d'une voie de recherche à approfondir qui semble prometteuse, tant sur le plan des connaissances fondamentales que des retombées appliquées qu'elle engendrera.

1. Un système est efficace quand il permet aux individus d'atteindre les objectifs poursuivis (et pour lesquels il a été conçu). L'individu atteint ses objectifs avec efficience quand un minimum de charge cognitive (ou de difficultés) a été mobilisée pour cela.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Tout au long de cet ouvrage, nous avons parlé de critères et recommandations ergonomiques à considérer lors du développement d'un site Web pour que celui-ci soit adapté aux futurs utilisateurs. On a pu noter que les concepteurs créent des pages Web qui comportent un certain nombre d'erreurs ergonomiques. Une question que l'on peut légitimement se poser est la suivante : est-ce que toutes ces erreurs ont le même niveau d'impact sur l'activité cognitive des utilisateurs ? Certaines erreurs ne génèrent-elles pas plus de conséquences négatives que d'autres ?

Nielsen [1993, 2003] note que les erreurs ergonomiques peuvent être de niveaux différents de sévérité. Le niveau de sévérité résulte d'une combinaison de trois facteurs :

- la fréquence du problème : est-il commun ou rare ?
- l'impact : l'utilisateur peut-il facilement le surmonter ou pas ?
- la persistance : l'utilisateur sera-t-il face à des difficultés à plusieurs reprises dues à l'erreur ou arrivera-t-il à la dépasser une fois pour toutes ?

Ce même auteur propose de catégoriser la sévérité des erreurs ergonomiques en fonction de leur impact sur les utilisateurs qui la rencontrent et de la proportion d'utilisateurs qui la rencontrent (tableau 8).

Tableau 8. Sévérité des erreurs ergonomiques (tableau adapté de Mariage [2005a])

		Proportion d'utilisateurs rencontrant l'erreur	
		Peu	**Grande**
Impact de l'erreur sur les utilisateurs qui la rencontrent	**Faible**	Sévérité moyenne	Sévérité importante
	Importante	Sévérité faible	Sévérité moyenne

Le problème majeur avec cette catégorisation réside dans le fait que si peu d'utilisateurs éprouvent d'importantes difficultés face à une erreur ergonomique donnée, celle-ci sera jugée comme étant d'une sévérité faible. Or, si on prend l'exemple d'un site Web destiné à une population allant des adultes jeunes aux âgés, comme c'est le cas par exemple d'un site Web d'une municipalité ou d'un site commercialisant des produits grand public, il est possible qu'une proportion importante d'adultes âgés rencontrent de sévères difficultés de navigation dues à des erreurs ergonomiques précises, alors que très peu de jeunes y seront confrontés. Cependant, parmi les utilisateurs, il y a une proportion moins importante d'adultes âgés que de jeunes (bien que les internautes âgés soient de plus en plus nombreux),

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

ce faisant, cette erreur n'aura perturbé l'activité de navigation que d'une proportion faible d'utilisateurs. Ainsi, même si cette perturbation a un impact important sur les individus qui la rencontrent, elle sera jugée d'une sévérité faible (selon l'approche de Nielsen [1993, 2003]). Ce jugement pourra conduire le concepteur à ne pas y prêter attention, en particulier s'il doit faire face à une quantité importante d'erreurs à corriger.

On voit bien, à travers cet exemple, la limite d'une telle catégorisation qui consisterait à ne pas attacher trop d'importance à des erreurs générant d'importantes difficultés pour naviguer concernant une faible proportion d'utilisateurs. Or, cette proportion concerne toute une partie, en expansion, d'un profil particulier d'utilisateurs du Web.

Enfin, les recommandations ergonomiques que l'on trouve dans la littérature n'ont pas fait l'objet d'une pondération à partir d'études systématiques auprès d'utilisateurs. Or, afin de pouvoir réaliser un système d'aide à l'activité des concepteurs qui soit en mesure d'évaluer leurs maquettes électroniques, notamment sur les aspects ergonomiques, il paraît indispensable de déterminer l'importance, ou la sévérité, des erreurs ergonomiques et cela, en fonction même du profil des utilisateurs concernés, mais également en fonction des objectifs du site (site à visée commerciale, site d'université, etc.).

Comme le lecteur aura pu le noter, de nombreuses recherches restent encore à conduire pour parvenir à répondre aux différentes questions posées pour mieux comprendre les traitements impliqués par ces documents et, ainsi, pouvoir les faciliter. Bien que nous n'en ayons pas parlé dans cet ouvrage, ces questions sont particulièrement vives avec le Web 2.0 qui a eu comme conséquence le fait que les utilisateurs deviennent également des sources de diffusion d'informations.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

BIBLIOGRAPHIE

Ahuja Jaspreet S. & Webster Jane, Perceived disorientation: an examination of a new measure to assess web design effectiveness, *Interacting with Computers*, 2001, vol. 14, n° 1, pp. 15-29.

Akin Ömer & Lin Chengtah, Design protocol data and novel design decisions, *Design Studies*, 1995, vol. 16, pp. 211-236.

Alexander Christopher, *Notes on the synthesis of form*. Cambridge, MA, Havard University Press, 1964.

Altmann Erik M., Advance preparation in task switching. *Psychological Science*, 2004, vol. 15, pp. 616-622.

Amabile Teresa M., Social psychology of creativity: a consensual assessment technique, *Journal of Personality and Social Psychology,* 1982, vol. 43, pp. 997-1013.

Amadieu Franck & Tricot André, Utilisation d'un hypermédia et apprentissage : deux activités concurrentes ou complémentaires ? *Psychologie française*, 2006, vol. 51, n° 1, pp. 5-23.

Anderson John R., *The architecture of cognition*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 1983.

Anderson John R., Automaticity and the ACT* theory, *American Journal of Psychology,* 1992, vol. 105, pp. 165-180.

Anderson John & Evans Mark, Constraint-Directed Reasoning as a Basis for Real-Time Reasoning, in *Proceedings of the 2nd Intl. Workshop on Constraint-Based Reasoning*, 1996.

Andersson Peder, Early design phases and their role in designing for quality, *Journal of Engineering Design,* 1994, vol. 5, n° 4, pp. 283-299.

Baddeley Alan, *Working memory*. Oxford, Clarendon Press, 1986.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Ball Linden J., Evans Jonathan S. & Dennis Ian, Cognitive processes in engineering design: a longitudinal study, *Ergonomics*, 1994, vol. 37, pp. 1753-1786.

Ball Linden J., Ormerod Thomas C. & Morley Nicola J., Spontaneous analogising in engineering design: a comparative analysis of experts and novices, *Design Studies,* 2004, vol. 25, n° 5, pp. 495-508.

Barrouillet Pierre, Bernardin Sophie & Camos Valerie, Time Constraints and Resource Sharing in Adults' Working Memory Spans, *Journal of experimental Psychology: General*, 2004, vol. 133, n° 1, pp. 83-100.

Bartlett Frederic C., *Remembering: A Study in Experimental and Social Psychology*. London, Cambridge University Press, 1932.

Bastien Christian, Validations des critères ergonomiques pour la conception et l'évaluation d'interfaces utilisateurs, *Rapport de recherche, INRIA n° 1427*. Rocquencourt, INRIA, 1991.

Bastien Christian J. M. & Tricot André, L'évaluation ergonomique des documents électroniques, in Chevalier Aline & Tricot André (dir.), *Ergonomie des documents électroniques*. Paris, PUF, 2008 (collection Le Travail humain), pp. 205-227.

Bastien Christian J. M., Scapin Dominique & Leulier Corinne, The ergonomic criteria and the ISO/DIS 9241-10 dialogue principles: a pilot comparison in an evaluation task, *Interacting with Computers,* 1999, vol. 11, pp. 299-322.

Bastien Claude, *Les connaissances de l'enfant à l'adulte*. Paris, Armand Colin, 1997.

Baumgarten Alexander Gottlieb, *Meditationes Philosophicae De Nunullis Ad Poema Pertinentibus* (traduction française Jean-Yves Pranchère, 1988), Paris, L'Herne, 1735.

Berlyne Daniel E., Novelty and attention: controls for retinal adaptation and for stimulus-response specificity, *Psychonomic Science*, 1971, vol. 25, n° 6, pp. 349-351.

Besnard Denis & Bastien-Toniazzo Mireille, Expert error in trouble-shooting: an exploratory study in electronics, *International Journal of Human-Computer Studies,* 1999, vol. 50, pp. 391-405.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Bevan Nigel, Measuring usability as quality of use, *Software Quality Journal,* 1995, vol. 4, pp. 115-150.

Bilalić Merim, McLeod Peter & Gobet Fernand, Inflexibility of experts-Reality or myth? Quantifying the Einstellung effect in chess masters, *Cognitive Psychology,* 2008, vol. 56, pp. 73-102.

Bisseret André, Figeac-Létang Chantal & Falzon Pierre, Modélisation des raisonnements opportunistes : l'activité des spécialistes de régulation des carrefours à feux, *Psychologie française,* 1988, vol. 33, n° 3, pp. 161-169.

Blackmon Marilyn Hughes, Polson Peter Gorham, Kitajima Muneo & Lewis Clayton H., Cognitive Walkthrough for the Web, *CHI Letters,* 2002, vol. 4, pp. 463-470.

Bloom Paul & Keil Franck C., Thinking through language, *Mind & Language,* 2001, vol. 16, n° 4, pp. 351-367.

Bloomfield Henry, *Links in hypertext: an investigation into how they can provide information on inter-node relationships*. PhD. Thesis, Queen Mary and Westfield College, University of London, UK, 1994.

Bonnardel Nathalie, *Le rôle de l'évaluation dans les activités de conception.* Thèse de doctorat, Université de Provence, Aix-en-Provence, 1992.

Bonnardel Nathalie, *Créativité et conception. Approches cognitives et ergonomiques,* Marseille, Solal Éditions, 2006.

Bonnardel Nathalie & Sumner Tamara, Supporting evaluation in design, *Acta Psychologica,* 1996, vol. 91, pp. 221-244.

Bonnardel Nathalie, Chevalier Aline & Toussaint Olivia, Conception et évaluation de sites Web, in *Workshop Conception et utilisation de sites Web*, Réseau Cognisud, Aix-en-Provence, 2003.

Borillo Mario & Goulette Jean-Pierre, *Cognition et création : explorations cognitives des processus de conception*. Bruxelles, Pierre Mardaga Éditeur, 2002.

Boubée Nicole & Tricot André, *Qu'est-ce que rechercher de l'information ?* Villeurbanne, Presses de l'enssib, 2010 (collection Papiers).

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Bromme Rainer, Rambow Riklef & Nückles Matthias, Expertise and Estimating What Other People Know: The Influence of Professional Experience and Type of Knowledge, *Journal of Experimental Psychology: Applied,* 2001, vol. 7, n° 4, pp. 317-330.

Brooks Ruven, Towards a theory of the cognitive processes in computer programming, *International Journal of Man-Machine Studies,* 1977, vol. 9, pp. 737-751.

Burmester Michael, Beu Andreas & Hackl Heinz, User centred design for a digital welding machine, *Behaviour & Information Technology*, 2002, vol. 21, n° 5, pp. 321-326.

Bush Vannevar, As we may think, *Atlantic Monthly,* 1945, vol. 176, pp. 641-649.

Cahour Béatrice & Karsenty Lydia, Contextes cognitifs et dysfonctionnements de la communication, *Interaction et cognition*, 1996, vol. 1, pp. 485-509.

Camus Jean-François, *La psychologie cognitive de l'attention*. Paris, Armand Colin, 1997 (collection U. Série Psychologie).

Carlier Michèle, Étude différentielle d'une modalité de la créativité : la flexibilité, *Monographies françaises de psychologie*, 1973, vol. 25, pp. 11-105.

Caro-Dambreville Stéphane, Définir la structure de navigation : quelques outils méthodologiques, in Chevalier Aline & Tricot André (dir.), *Ergonomie des documents électroniques*. Paris, PUF, 2008 (collection Le Travail humain), pp. 159-176.

Carroll John M., Encountering others: Reciprocal openings in participatory design and user-centered design, *Human-Computer Interaction,* 1996, vol. 1, n° 3, pp. 285-290.

Caverni Jean-Paul, La verbalisation comme source d'observables pour l'étude du fonctionnement cognitif, in Caverni Jean-Paul, Bastien Claude, Mendelsohn Patrick & Tiberghien Guy (dir.), *Modèles et méthodes*, Paris, PUF, 1988, pp. 253-273.

Cellier Jean-Marie, Eyrolle Hélène & Mariné Claudette, Expertise in dynamic environnements, *Ergonomics,* 1997, vol. 40, pp. 28-50.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Chalmers Patricia A., The role of cognitive theory in human-computer interface, *Computers in Human Behavior,* 2003, vol. 19, n° 5, pp. 593-607.

Charness Neil, Tuffiash Michael, Krampe Ralf, Reingold Eyal & Vasyukova Ekaterina, The role of deliberate practice in chess expertise, *Applied Cognitive Psychology,* 2005, vol. 19, n° 2, pp. 151-165.

Chevalier Aline, *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, 2002.

Chevalier Aline, L'orientation du cahier des charges constitue-t-elle une aide à la conception de sites Web ergonomiques ? *Revue d'intelligence artificielle,* 2004, vol. 3, pp. 337-366.

Chevalier Aline, Évaluer un site Web : les concepteurs et les utilisateurs parviennent-ils à identifier les problèmes d'utilisabilité ? *Revue d'Intelligence Artificielle,* 2005, vol. 19, pp. 319-338.

Chevalier Aline & Bonnardel Nathalie, Prise en compte et gestion de contraintes : une étude dans la résolution d'un problème créatif de conception, *Bulletin de psychologie,* 2003a, vol. 56, pp. 33-48.

Chevalier Aline & Bonnardel Nathalie, Articulation of Web Site Design Constraints: Effects of the Task and Designers' Expertise, *Computers in Human Behavior,* 2007, vol. 23, n° 5, pp. 2455-2472.

Chevalier Aline & Chevalier Nicolas, Influence of proficiency level and constraints on viewpoint switching: A study in Web design, *Applied Cognitive Psychology*, 2009a, vol. 23, n° 1, pp. 126-137.

Chevalier Aline & Cegarra Julien, Une approche psychologique de la notion de contrainte en résolution de problèmes, *Le Travail humain*, 2008a, vol. 71, n° 2, pp. 173-198.

Chevalier Aline & Ivory Melody Y., Web Site Designs: Influence of Designer's Experience and Design Constraints, *International Journal of Human-Computer Studies,* 2003b, vol. 58, n° 1, pp. 57-87.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Chevalier Aline & Ivory Melody Y., Can novice designers apply usability criteria and recommendations to make Web sites easier to use? In Jacko Julie A. & Stephanidis Constantine (dir.), *Human-Computer Interaction, Theory and Practice (Part 1),* Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 2003c, pp. 58-62.

Chevalier Aline & Kicka Maud, Web Designers and Web Users: Influence of the Ergonomic Quality of the Web Site on the Information Search, *International Journal of Human-Computer Studies,* 2006a, vol. 64, n° 10, pp. 1031-1048.

Chevalier Aline & Martinez Laure, The role of the contexts in acquisition and organization of human knowledge: Studies from children and from adults, in Akman Varol, Bouquet Paolo, Thomason Richmond & Young Roger A. (dir.), *Modeling and Using Context*. Berlin, Springer, 2001, pp. 425-428.

Chevalier Aline & Maury Anne-Claire, Influence de la familiarité avec le site Web et du niveau de difficulté des recherches à effectuer sur la perception de l'esthétique et de l'utilisabilité. *Communication orale présentée au congrès national de la SFP (atelier : Rechercher des informations avec des documents électroniques : quelles difficultés, quelles stratégies en fonction des usagers ? - Jérôme Dinet & Aline Chevalier),* Bordeaux, 2008b.

Chevalier Aline & Tricot André (dir.), *Ergonomie des documents électroniques,* Paris, PUF, 2008c (collection Le Travail humain).

Chevalier Aline & Vuillemin-Gioarà Laure, 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,* 2006b, vol. 51, pp. 55-72.

Chevalier Aline, Fouquereau Nicolas & Vanderdonckt Jean, The Influence of a Knowledge-Based System On the Designers' Cognitive Activities: A Study involving Professional Web Designers, *Behaviour & Information Technology*, 2009b, vol. 28, n° 1, pp. 45-62.

Chevalier Aline, Fouquereau Nicolas & Vanderdonckt Jean, Entre contraintes ergonomiques, créativité et esthétique : rôle d'un système à base de connaissances sur l'activité des concepteurs Web, *Le Travail humain*, 2009c, vol. 72, n° 1, pp. 23-42.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Chevalier Aline, Dommes Aurélie & Marquié Jean-Claude, Les seniors et les technologies de l'information et de la communication : le cas d'Internet, in Jérôme Dinet (dir.), *Usages, usagers et compétences informationnelles au 21e siècle*. Paris, Hermès Science Lavoisier, 2008d, pp. 225-256.

Chevalier Nicolas & Blaye Agnès, Le développement de la flexibilité cognitive chez l'enfant préscolaire : enjeux théoriques, *L'Année psychologique,* 2006c, vol. 106, n° 4, pp. 569-608.

Chi Michelene T. H. & Glaser Robert, Problem solving ability, in Sternberg Robert J. (dir.), *Human abilities: an information processing approach.* New York, Freeman, 1985, pp. 227-250.

Chrysikou Evangelia G. & Weisberg Robert W., Following the Wrong Footsteps: Fixation Effects of Pictorial Examples in a Design Problem-Solving Task, *journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition,* 2005, vol. 31, n° 5, pp. 1134-1148.

Clément Evelyne, L'effet du contexte sémantique dans l'élaboration de la représentation du problème, *L'Année psychologique*, 1996, vol. 96, n° 3, pp. 409-442.

Clément Evelyne, *La résolution de problème. À la découverte de la flexibilité cognitive*. Paris, Armand Colin, 2009 (collection U Psychologie).

Clément Evelyne & Richard Jean-François, Knowledge of Domain Effects in Problem Representation: The Case of Tower of Hanoi Isomorphs, *Thinking and Reasoning*, 1997, vol. 3, n° 2, pp. 133-157.

Conklin Jeff, Hypertext: An Introduction and Survey, *Computer,* 1987, vol. 20, n° 9, pp. 17-41.

Coyne Kara Pernice & Nielsen Jakob, *Beyond ALT Text: Making the Web Easy to Use for Users with Disabilities*. Fremont, CA, Nielsen Norman Group, 2001.

Cross Nigel, Designerly Ways of Knowing: Design Discipline versus Design Science, *Design Issues*, 2001, vol. 17, n° 3, pp. 49-55.

Cross Nigel, Comprendre la pensée du concepteur, in Borrillo Mario & Goulette Jean-Pierre (dir.), *Création et cognition*. Liège, Mardaga, 2002, pp. 35-47.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Cross Nigel, Expertise in design: an overview, *Design Studies,* 2004, vol. 25, n° 5, pp. 427-441.

Darke Jane, The primary generator and the design process, in Cross Nigel (dir.), *Developments in Design Methodology*. New-York, Wiley & Sons, 1984.

Darses Françoise, *Gestion de contraintes dans la résolution de problèmes de conception.* Thèse de doctorat, Université de Paris 8-Vincennes Saint-Denis, 1994.

Darses Françoise & Falzon Pierre, La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive, in de Terssac Gilbert & Friedberg Erhard (dir.), *Coopération et conception*. Toulouse, Octarès, 1996, pp. 123-135.

David Prabu, Song Mei, Hayes Andrew & Fredin Eric S., A cyclic model of information seeking in hyperlinked environments: The role of goals, self-efficacy, and intrinsic motivation, *International Journal of Human-Computer Studies,* 2007, vol. 65, n° 2, pp. 170-182.

Davies Simon P., Knowledge restructuring and the acquisition of programming expertise, *International Journal of Human-Computer Studies,* 1994, vol. 40, n° 4, pp. 703-726.

De Angeli Antonella, Sutcliffe Alistair & Hartmann Jan, Interaction, usability and aesthetics: what influences users' preferences? *In the 6th ACM Conference on Designing Interactive Systems*, University Park, PA, 2006.

De Souza Flavio & Bevan Nigel, The Use of Guidelines in Menu Interface Design: Evaluation of a Draft Standard, in *Human-Computer Interaction - INTERACT'90,* North-Holland, Elsevier, 1990, pp. 435-440.

De Terssac Gilbert, Le travail de conception : de quoi parle-t-on ? In de Terssac Gilbert & Friedberg Erhard (dir.), *Coopération et conception*. Toulouse, Octarès, 1996, pp. 1-22.

De Viviès Xavier, Point de vue et type de représentation des règles. Deux niveaux de difficulté pour la résolution de problèmes, *L'Année psychologique*, 1999, vol. 99, pp. 271-293.

DeStefano Diana & LeFevre Jo-Anne, Cognitive load in hypertext reading: A review, *Computers in Human Behavior,* 2007, vol. 23, n° 3, pp. 1616-1641.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Détienne Françoise, *Génie logiciel et psychologie de la programmation*. Paris, Hermès, 1998.

Dillon Andrew, Beyond usability: process, outcome and affect in human computer interactions, *Canadian Journal of Information Science*, 2001, vol. 26, n° 4, pp. 57-69.

Dion Kenneth, Berscheid Ellen & Walster Elaine, What is beautiful is good, *Journal of Personality and Social Psychology*, 1972, vol. 24, pp. 285-290.

Dix Alan, Finlay Janet, Abowd Gregory & Beale Russell, *Human-Computer Interaction*. New-York, Prentice Hall, 1993.

Dodds Rebecca A., Smith Steven M. & Ward Thomas B., The Use of Environmental Clues During Incubation, *Creativity Research Journal*, 2002, vol. 14, n° 3/4, pp. 287-304.

Dommes Aurélie, Chevalier Aline & Lia Sarah, The Role of Cognitive Flexibility and Vocabulary Abilities of Younger and Older Users in Searching for Information on the Web, *Applied Cognitive Psychology,* 2011, vol. 25, n° 5, pp. 717-726.

Dorst Kees, Cross Nigel, Creativity in the design process: co-evolution of problem-solution, *Design Studies,* 2001, vol. 22, n° 5, pp. 425-437.

Doubleday Ann, Ryan Michele, Springett Mark & Sutcliffe Alistair, A comparison of usability techniques for evaluating design, in *Proceedings of the Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods and Techniques,* Amsterdam, The Netherlands, SpringerVerlag, 1997, pp. 101-110.

Duncker Karl, On problem-solving, *Psychological Monographs,* 1935/1945, vol. 58, n° 270.

Durand Jean-Nicolas-Louis, *Précis des leçons d'architecture données à l'École royale polytechnique*. Paris, École Polytechnique, 1802.

Eastman Charles M. Cognitive processes and ill-defined problems: a case study from design, in the *1st International Joint Conference on Artificial Intelligence*. Washington (DC), 1969.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Eastman Charles M. On the analysis of intuitive design processes, in Moore Gary (dir.), *Emerging Methods in Environmental Design and Planning*. Cambridge, MA, MIT Press, 1970, pp. 21-37.

Elm William C. & Woods David D., Getting lost: A Case Study in Interface Design, in *Proceeding of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, ACM Press, 1985, vol. 29, n° 10, pp. 927-929.

Ericsson Karl Anders, Recent advances in expertise research: a commentary on the contributions to the special issue, *Applied Cognitive Psychology,* 2005, vol. 19, n° 2, pp. 233-241.

Ericsson Karl Anders, Deliberate Practice and Acquisition of Expert Performance: A general Overview, *Academic Emergency Medicine*, 2008, vol. 15, n° 11, pp. 988-994.

Ericsson Karl Anders & Charness Neil, Expert performance: Its structure and acquisition, *American Psychologist,* 1994, vol. 49, n° 8, pp. 725-747.

Ericsson Karl Anders & Simon Herbert A., *Protocol analysis: Verbal reports as data.* (Revised edition). Cambridge, MA, MIT Press, 1993.

Ericsson Karl Anders, Krampe Ralf Th. & Tesch-Römer Clemens, The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance, *Psychological Review,* 1993b, vol. 100, n° 3, pp. 363-406.

Eslinger Paul J. & Grattan Lynn M., Frontal lobe and frontal-striatal substrates for different forms of human cognitive flexibility, *Neuropsychologia,* 1993, vol. 31, n° 1, pp. 17-28.

Falzon Pierre, Bisseret André, Bonnardel Nathalie, Darses Françoise, Détienne Françoise & Visser Willemien, Les activités de conception : l'approche de l'ergonomie cognitive. *Colloque Recherches sur le Design*, Compiègne, 1990.

Feyen Robert, Liu Yili, Chaffin Don, Jimmerson Glenn & Joseph Brad, Computer-aided ergonomics: A case study of incorporating ergonomics analyses into workplace design, *Applied Ergonomics,* 2000, vol. 31, n° 3, pp. 291-300.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Fischer Gerhard, Shared Understanding, Informed Participation, and Social Creativity: Objectives for the Next Generation of Collaborative Systems, in Dieng Rose, Gibouin Alain, Karsenty Laurent & De Michelis Giorgio (dir.), *Designing Cooperative Systems. The Use of Theories and Models*. Ohmsha, IOS Press, 2000a, pp. 3-18.

Fischer Gerhard, Symmetry of ignorance, social creativity, and meta-design, *Knowledge-Based Systems Journal*, 2000b, vol. 13, n°s 7-8, pp. 527-537.

Fischer Gerhard, Lemke Andreas C., Mastaglio Thomas & Morch Anders I., Critics: An Emerging Approach to Knowledge-based Human Computer Interaction, *International Journal of Man-Machine Studies,* 1991, vol. 35, n° 5, pp. 695-721.

Fisher James, Defining the novice user, *Behaviour & Information Technology,* 1991, vol. 10, n° 5, pp. 437-441.

Fouquereau Nicolas & Chevalier Aline, Rôle du cahier des charges et de l'évaluation de sites Web sur l'effet de conformité à travers la gestion de contraintes et la qualité ergonomique de pages Web. En révision, Revue européenne de psychologie appliquée.

Fredin Eric S., Rethinking the news story for the internet: hyperstory prototypes and a model of the user, *Journalism and Mass Communication,* 1997, vol. 163, pp. 1-47.

French Michael J., *Conceptual design for engineers*. London, The Design Council, 1985.

Friedman Naomi P., Miyake Akira, Corley Robin P., Young Susan E., DeFries John C. & Hewitt John K., Not all executive functions are related to intelligence, *Psychological Science*, 2006, vol. 17, n° 2, pp. 172-179.

Frøkjær Erik & Hornbæk Kasper, Metaphors of Human Thinking for Usability Inspection and Design, *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 2008, vol. 14, n° 4.

Fu Michael C., Hayes Caroline C. & East E. William, SEDAR: Expert Critiquing System for Flat and Low-Slope Roof Design and Review, *Journal of Computing in Civil Engineering*, 1997, vol. 11, n° 1, pp. 60-68.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Fuller Buckminster R., *Utopia or Oblivion*. New York, Bantam Books, 1999.

Fustier Michel, *La résolution de problèmes : méthodologie de l'action*. Paris, Éditions ESF & Librairies techniques, 1989.

Ganier Franck, L'utilisation des documents procéduraux numériques, in Chevalier Aline & Tricot André (dir.), *Ergonomie des documents électroniques*. Paris, PUF, 2008 (collection Le Travail humain), pp. 129-155.

Gasparski Wojciech & Strzalecki Andrzej, Contributions to Design Science: Praxeological Perspective, *Design Methods and Theories*, 1990, vol. 24, n° 2, pp. 1186-1194.

Gentner Dedre, Structure-mapping: A theoretical framework for analogy, *Cognitive Science*, 1983, vol. 7, pp. 155-170.

Gero John S., Design prototypes: A knowledge representation schema for design, *AI Magazine,* 1990, vol. 11, n° 4, pp. 27-36.

Gero John S., Computational models of innovative and creative design processes, *Technological Forecasting and Social Change,* 2000, vol. 64, n° 2, pp. 183-196.

Gero John S. & Mc Neill Thomas, An approach to the analysis of design protocols, *Design Studies,* 1998, vol. 19, n° 1, pp. 21-61.

Gery Gloria, *Electronic performance support systems: how and why to remake the workplace through the strategic application of technology*. Boston, MA, Wiengarten Publications, 1991.

Gobet Fernand, Retrieval structures and schemata: a brief reply to Ericsson and Kintsch, *British Journal of Psychology,* 2000, vol. 91, n° 4, pp. 591-594.

Goel Vinod & Pirolli Peter, The structure of design problem spaces, *Cognitive Science*, 1992, vol. 16, pp. 395-429.

Granath Jan Å., Lindahl Göran A. & Rehal Saddek, From Empowerment to Enablement. An evolution of new dimensions in participatory design, *Logistik und Arbeit*, 1996, vol. 8, pp. 55-78.

Grant Donald, Design Methodology and Design Methods, *Design Methods and Theories*, 1979, vol. 13, n° 1.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Greeno James G., Natures of problem solving abilities, in Estes William K. (dir.), *Handbook of learning and cognitive processes* (vol. 5). Hillsdale, NJ, Erlbaum, 1978, pp. 239-270.

Gregory Sydney A., A Design Science, in Gregory Sydney A. (dir.), *The Design Method*. London, Butterworths, 1966.

Greeno James G. & Simon H. A., Problem solving and reasoning, in Atkinson Richard C., Herrnstein Richard J., Lindzey Gardner & Luce R. Duncan (dir.), *Steven's handbook of experimental psychology* (2nd ed.). New York, Wiley, 1988, pp. 589-672.

Guthrie John T. & Mosenthal Peter, Literacy as multidimensional: locating information and reading comprehension, *Educational Psychologist,* 1987, vol. 22, pp. 279-297.

Guthrie John T., Locating information in documents: examination of a cognitive model, *Reading Research Quarterly,* 1988, vol. 23, n° 2, pp. 178-199.

Guerlain Stephanie A., Smith Philip J., Gross Susan M., Miller Thomas E., Smith Jack W., Svirbely John R., Rudmann Sally & Strohm Patricia, Critiquing vs partial automation: How the role of the computer affects human-computer cooperative problem solving, in Mouloua Mustapha & Parasuraman Raja (dir.), *Human performance in automated systems: Current research and trends*. Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 1994, pp. 73-80.

Guerlain Stephanie A., Smith Philip J., Obradovich Jodi H., Rudmann Sally, Strohm Patricia, Smith Jack W., Svirbely John & Sachs Larry, Interactive critiquing as a form of decision support: an empirical evaluation, *Human Factors,* 1999, vol. 41, n° 1, pp. 72-89.

Guilford Joy Paul, Creativity, *American Psychologist*, 1950, vol. 5, n° 9, pp. 444-454.

Guindon Raymonde, Designing the design process: Exploiting opportunistic thoughts, *Human-Computer Interaction*, 1990, vol. 5, pp. 305-344.

Gulliksen Jan & Lantz Ann, Design versus design – From the shaping of products to the creation of user experiences, *International Journal of Human-Computer Interaction,* 2002, vol. 15, n° 1, pp. 5-20.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Gwizdka Jacek & Spence Ian, Implicit Measures of Lostness and Success in Web Navigation, *Interacting with Computers,* 2007, vol. 19, n° 3, pp. 357-369.

Hall Richard H. & Hanna Patrick, The impact of Web page text-background colour combinations on readability, retention, aesthetics and behavioural intention, *Behaviour & Information Technology,* 2004, vol. 23, n° 3, pp.183-195.

Hamermesh Daniel & Parker Amy M., "Beauty in the Classroom: Professors' Pulchritude and Putative Pedagogical Productivity", *NBER Working Papers 9853*, National Bureau of Economic Research, Inc., 2003.

Hartley James, Writing the thesis, in Graves Norman & Varma Ved (dir.), *Working for a doctorate: A guide for the Humanities and Social Sciences*. London, Routledge, 1997.

Hayes-Roth Barbara & Hayes-Roth Frederick, A cognitive model of planning, *Cognitive Science*, 1979, vol. 3, n° 4, pp. 275-310.

Hassenzahl Marc, The interplay of beauty, goodness and usability in interactive products, *Human-Computer Interaction*, 2004, vol. 19, n° 4, pp. 319-349.

Heath Tom, Lessons from Vitruvius, *Design Studies,* 1989, vol. 10, n° 4, pp. 246-253.

Helander Martin G., Forget about ergonomics in chair design? Focus on aesthetics and comfort! *Ergonomics*, 2003, vol. 46, n°s 13-14, pp. 1306-1319.

Henninger Scott, An Organizational Learning Method for Applying Usability Guidelines and Patterns, *Lecture Notes in Computer Science*, 2001, vol. 2254, pp. 141-156.

Hinds Pamela J., The curse of expertise: The effects of expertise and debiasing methods on predictions of novice performance, *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 1999, vol. 5, pp. 205-221.

Hinds Pamela J., Patterson Michael & Pfeffer Jeffrey, Bothered by Abstraction: The Effect of Expertise on Knowledge Transfer and Subsequent Novice Performance, *Journal of Applied Psychology,* 2001, vol. 86, n° 6, pp. 1232-1243.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Hix Deborah, Usability evaluation: how does it relate to software engineering? In Anzai Yuichiro, Ogawa Katsuhiko & Mori Hirohiko (dir.), *Symbiosis of human and artifact: human and social aspects of human-computer interaction*. Amsterdam, Elsevier Science, 1995, pp. 355-360.

Hix Deborah & Hartson H. Rex, *Developing User Interfaces: Ensuring Usability through Product and Process*. New York, John Wiley and Sons, 1993.

Hoc Jean-Michel, *Psychologie cognitive de la planification*. Grenoble, Presses universitaires de Grenoble, 1987.

Hoc Jean-Michel, Conditions méthodologiques d'une recherche fondamentale en psychologie ergonomique et validité des résultats, *Le Travail humain,* 1993, vol. 56, pp. 171-184.

Hoc Jean-Michel, Toward ecological validity of research in cognitive ergonomics, *Theoretical Issues in Ergonomics Science,* 2001, vol. 2, pp. 278-288.

Hornbæk Kasper, Current practice in measuring usability: Challenges to usability studies and research, *International Journal of Human-Computer Studies,* 2006, vol. 64, n° 2, pp. 79-102.

Hornbæk Kasper & Frøkjær Erik, Comparing usability problems and redesign proposals as input to practical systems development, in *Proceedings of CHI 2005,* 2-7 April 2005, Portland, Oregon, 2005, pp. 391-400.

Hunt Earl, Cognitive science: definition, status, and questions, *Annual Review of Psychology,* 1989, vol. 40, pp. 603-629.

Ivory Melody Y., *An empirical foundation for automated Web interface evaluation*. PhD thesis, University of California at Berkeley, 2001a.

Ivory Melody Y. & Chevalier Aline, *A Study of Automated Web Site Evaluation Tools*. Report UW-CSE-02-10-01, University of Washington, Department of Computer Science and Engineering, 2002a.

Ivory Melody Y. & Hearst Marti A., State of the art in automating usability evaluation of user interfaces, *ACM Computing Surveys,* 2001b, vol. 33, n° 4, pp. 470-516.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Ivory Melody Y. & Hearst Marti A., Statistical profiles of highly-rated Web sites. *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI Letters,* 2002b, vol. 4, pp. 367-374.

Jamet Éric, Bétrancourt Mireille & Rouet Jean-François, La compréhension des documents complexes, in Chevalier Aline & Tricot André (dir.), *Ergonomie des documents électroniques*. Paris, PUF, 2008 (collection Le Travail humain), pp. 71-102.

Janssen Philippe, Jégou Philippe, Nouguier Bernard & Vilarem Marie-Catherine, Problèmes de conception : une approche basée sur la satisfaction de contraintes. *9es Journées Internationales : les systèmes experts et leurs applications*. Avignon, 1989.

Jansson David G. & Smith Steven M., Design fixation, *Design Studies,* 1991, vol. 12, n° 1, pp. 3-11.

Jasselette Arnaud, Keita Marc, Randolet Frédéric, Noirhomme-Fraiture Monique, Vanderdonckt Jean, Grolaux Donatien & Van Brussel Christian, Automated Repair Tool for Usability and Accessibility of Web Sites, in *Proceedings of the 6th International Conference on Computer-Aided Design of User Interfaces CADUI'2006*, Bucharest, 2006.

Jennings Morgan, Theory and models for creating engaging and immersive e-commerce Websites, in *Proceedings of the 2000 ACM SIGCPR Conference on Computer Personnel Research,* 2000.

Jordan Patrick W., Human factors for pleasure in product use, *Applied Ergonomics*, 1998, vol. 29, n° 1, pp. 25-33.

Kao Diana & Archer Norman P., Abstraction in conceptual model design, *International Journal of Human-Computer Studies,* 1997, vol. 46, n° 1, pp. 125-150.

Kim Jinwoo, Lerch F. Javier & Simon Herbert A., Internal Representation and Rule Development in Object-Oriented Design, *ACM Trans. Computer-Human Interaction,* 1995, vol. 2, n° 4, pp. 357-390.

Kirakowski Jurek, Claridge Nigel & Whitehand Richard, Human Centered Measures of Success in Web Site Design, in *Proceedings of the Human Factors and the Web Workshop,* Basking Ridge, 1998.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Klemmer Scott R., Everitt Katherine M. & Landay James A., Integrating Physical and Digital Interactions on Walls for Fluid Design Collaboration, *Human-Computer Interaction*, 2008, vol. 23, pp. 138-213.

Klemp George O. & McClelland David C., What characterizes intelligent functioning among senior managers? In Sternberg Robert J. & Wagner Richard K. (dir.), *Practical intelligence: Nature and origin of competence in the everyday world*. Cambridge, UK, Cambridge University Press, 1986, pp. 31-50.

Kolodner Janet L., Educational Implications of Analogy: A View From Case-Based Reasoning, *American Psychologist,* 1997, vol. 52, n° 1, pp. 57-66.

Kolski Christophe, Ezzedine Houcine & Abed Mourad, Développement du logiciel : des cycles classiques aux cycles enrichis sous l'angle de l'IHM, in Kolski Christophe (dir.), *Analyse et conception de l'IHM, Interaction home-machine pour les SI 1*. Paris, Hermès, 2001, pp. 23-49.

Kurosu Masaaki & Kashimura Kaori, Apparent usability *vs.* inherent usability: experimental analysis on the determinants of the apparent usability, in *Conference companion on Human factors in computing systems*, New York, ACM Press, 1995, pp. 292-293.

Kruger Corinne & Cross Nigel, Solution driven versus problem driven design: strategies and outcomes, *Design Studies*, 2006, vol. 27, n° 5, pp. 527-548.

Lanzilotti Rosa, Ardito Carmelo, Costabile, Maria Francesca & De Angeli Antonella, Do patterns help novice evaluators? A comparative study, *International Journal of Human-Computer Studies*, 2011, vol. 69, pp. 52-69.

Lautrey Jacques & Lubart Todd I., Entrée : Créativité. In Houdé Olivier, Kayser Daniel, Koenig Olivier, Proust Joëlle & Rastier François (dir.), *Vocabulaire de sciences cognitives.* Paris, PUF, 1998.

Lavie Talia & Tractinsky Noam, Assessing dimensions of perceived visual aesthetics of Web sites, *International Journal of Human-Computer Studies,* 2004, vol. 60, n° 3, pp. 269-298.

Lawson Bryan, *How designers think*. Oxford, The architectural Press Ltd, 1997.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Lawson Bryan, Schemata, gambits and precedent: some factors in design expertise, *Design Studies,* 2004, vol. 25, n° 5, pp. 443-457.

Lebahar Jean-Charles, *Le dessin d'architecte*. Marseille, Parenthèses, 1983.

Lebahar Jean-Charles, Quelques formes de planifications significatives de l'activité de conception en design industriel, *Le Travail humain,* 1992, vol. 55, pp. 329-351.

Lebahar Jean-Charles, Cahier des charges réduit, tâche de conception en temps limité et commentaires critiques a posteriori : une approche pédagogique de la conception, *Design / Recherche*, 1996a, vol. 9, pp. 55-69.

Lebahar Jean-Charles, L'activité de simulation d'un dessinateur CAO dans une tâche de conception, *Le Travail humain*, 1996b, vol. 59, n° 3, pp. 253-275.

Le Bohec Olivier & Jamet Éric, Les effets de redondance dans l'apprentissage à partir de documents multimédia, *Le Travail humain*, 2005, vol. 68, n° 2, pp. 97-124.

Ledoux Elise, La conception architecturale : qui sont les concepteurs ? *L'activité des concepteurs,* 1995, vol. 74, pp. 22-25.

Lee Sangwon & Koubek Richard J., Understanding user preferences based on usability and aesthetics before and after actual use, *Interacting with Computers*, 2010, vol. 22, pp. 530-543.

Lee Ghang, Eastman Charles M. & Zimring Craig, Avoiding design errors: a case study of redesigning an architectural studio, *Design Studies,* 2003, vol. 24, pp. 411-435.

Leplat Jacques, *Regards sur l'activité en situation de travail : contribution à la psychologie ergonomique*. Paris, PUF, 1997.

Leplat Jacques, Analyse cognitive de l'erreur, *Revue européenne de psychologie appliquée*, 1999, vol. 49, pp. 31-41.

Lewis James R., Psychometric evaluation of the PSSUQ using data from five years of usability studies, *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2002, vol. 14, n°s 3-4, pp. 463-488.

Lindgaard Gitte & Dudek Cathy, What is this evasive beast we call user satisfaction? *Interacting with Computers*, 2003, vol. 15, n° 3, pp. 429-452.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Lindgaard Gitte, Dillon Richard, Trbovich Patricia, White Rachel, Fernandes Gary, Lundahl Sonny & Pinnamaneni Anu, User Needs Analysis and requirements engineering: Theory and practice, *Interacting with Computers*, 2006, vol. 18, n° 1, pp. 47-70.

Ling Jonathan & van Schaik Paul, The effect of text and background colour on visual search of Web pages, *Displays*, 2002, vol. 23, n° 5, pp. 223-230.

Liu Yili, Engineering Aesthetics and Aesthetic Ergonomics: Theoretical Foundations and a Dual-Process Methodology, *Ergonomics*, 2003, vol. 46, pp. 1273-1292.

Lorch Robert F. & Lorch Elizabeth P., Effects of organizational signals on free recall of expository text, *Journal of Educational Psychology,* 1995, vol. 87, n° 4, pp. 38-48.

Lovett Marsha C., Reder Lynne M. & Lebière Christian, Modeling Working Memory in a Unified Architecture: An ACT-R Perspective, in Miyake Akira & Shah Priti (dir.), *Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control*. Cambridge, Cambridge University Press, 1999, pp. 135-182.

Löwgren Jonas & Laurén Ulrika, Supporting the use of guidelines and style guides in professional user interface design, *Interacting with Computers*, 1993, vol. 5, n° 1, pp. 385-396.

Lubart Todd I., Mouchiroud Christophe, Tordjman Sylvie & Zenasni Franck, *Psychologie de la créativité*. Paris, Armand Colin, 2003.

Luchins Abraham S. & Luchins Edith H., Rigidity of behavior. A variational approach to the effect of Einstellung, *University of Oregon Monographs, Studies in Psychology,* 1959, vol. 3.

Lucie-Smith Edward, *A History of Industrial Design*. Oxford, Phaidon, 1983.

Lynch Patrick J. & Horton Sarah, *Web Style Guide*. Yale University, 2002. < www.webstyleguide.com >.

Malhotra Ashok, Thomas John, Carroll John & Miller Lance A., Cognitive processes in design, *International Journal of Man-Machine Studies,* 1980, vol. 12, pp. 119-140.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Mariage Céline, *MetroWeb : logiciel de support à l'évaluation de la qualité ergonomique des sites Web*. Thèse de doctorat, Université de Louvain-la-Neuve, 2005a.

Mariage Céline, Vanderdonckt Jean & Chevalier Aline, Using the MetroWeb Tool to Improve Usability Quality of Web Sites, in Baeza-Yates Ricardo & Olsina Luis (dir.), *LA-WEB*. Los Alamitos, CA, IEEE Computer Society, 2005b, pp. 213-222.

Mariage Céline, Vanderdonckt Jean & Pribeanu Costin, State of the Art of Web Usability Guidelines, in Proctor Robert W. & Vu Kim-Phuong. L. (dir.), *The Handbook of Human Factors in Web Design*. Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 2005c, pp. 688-700.

Mariné Claudette, Cellier Jean-Marie & Valax Marie-France, Dimensions de l'expertise dans une tâche de régulation de trafic : règles de traitement et profondeur du champ spatio-temporal, *Psychologie française,* 1988, vol. 33, n° 3, pp. 151-160.

Marsh Richard L., Bink Martin L. & Hicks Jason L., Conceptual priming, in a generative problem-solving task, *Memory & Cognition,* 1999, vol. 27, n° 2, pp. 355-363.

May Jon & Barnard Philip, The case for supportive evaluation during design, *Interacting with Computers,* 1995, vol. 7, n° 2, pp. 115-143.

Mayer Robert E., Human non adversary problem solving, in Gilhooly Ken J. (dir.), *Human and machine problem solving*. New-York, Plenum, 1989, pp. 39-56.

McCarthy John D., Sasse Angela M. & Riegelsberger Jens, Can I have the Menu please? An Eyetracking Study of Design Conventions. *Proceedings of HCI*, 2003, pp. 401-414.

McDonald Sharon & Stevenson Rosemary, Navigation in hyperspace: An evaluation of the effects of navigational tools and subject matter expertise on browsing and information retrieval in hypertext, *Interacting with Computers,* 1998, vol. 10, pp. 129-142.

Meneely Jason & Portillo Margaret, The Adaptable Mind in Design: Relating Personality, Cognitive Style, and Creative Performance, *Creativity Research Journal,* 2005, vol. 17, nos 2-3, pp. 155-166.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Minsky Marvin, Steps toward artificial intelligence, *Proceedings IRE*, 1961, 49, pp. 8-30.

Miyake Akira, Friedman Naomi P., Emerson Michael J., Witzki Alexander H., Howerter Amy & Wager Tor D., The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis, *Cognitive Psychology*, 2000, vol. 41, pp. 49-100.

Molich Rolf & Nielsen Jakob, Improving a human-computer dialogue, *Communications of the ACM,* 1990, vol. 33, n° 3, pp. 338-348.

Moshagen Morten, Musch Jochen & Göritz Anja S., A blessing, not a curse: experimental evidence for beneficial effects of visual aesthetics on performance, *Ergonomics*, 2009, vol. 52, n° 10, pp. 1311-1320.

Munakata Yuko, Graded representations in behavioral dissociations, *Trends in Cognitive Sciences*, 2001, vol. 5, pp. 309-315.

Nelson Ted H., A File Structure for the Complex, the Changing and the indeterminate, *Proceedings of the ACM National Conference,* 1965.

Newell Allen & Simon Herbert A., *Human problem solving*. Englewood Cliff, New Jersey, Prentice Hall, 1972.

Newman Mark W. & Landay James A., Sitemaps, Storyboards, and Specifications: A Sketch of Web Site Design Practice, in Boyarski Daniel & Kellogg Wendy A. (dir.), *Proceedings of the 3rd Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, Techniques*. New York City, ACM Press, 2000, pp. 263-274.

Newman Mark W., Lin James, Hong Jason I. & Landay James A., DENIM: An Informal Web Site Design Tool Inspired by Observations of Practice, *Human-Computer Interaction*, 2003, vol. 18, n° 3, pp. 259-324.

Nielsen Jakob, *Usability engineering.* Boston, MA, AP Professional, 1993.

Nielsen Jakob, *Designing Web Usability*. Indianapolis, New Riders Publishing, 2000.

Nielsen Jakob, Severity Ratings for Usability Problems, Alertbox, May 2003. < www.useit.com/papers/heuristic/severityrating.html >.

Presses de l’enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Nielsen Jakob & Loranger Hoa, *Prioritizing Web Usability*. Berkeley, New Riders Press, 2006.

Nielsen Jakob, Fernandes Tony, Wagner Annette, Wolf Richard & Ehrlich Kate, Diversified Parallel Design: Contrasting Design Approaches, *Proceedings of the ACM CHI'94 Conference on Human Factors in Computing Systems,* New York City, ACM Press, 1994, pp. 179-180.

Nogier Jean-François, *Ergonomie du logiciel et design Web : le manuel des interfaces utilisateur*. Paris, Dunod, 2005.

Norman Donald A., Cognitive engineering, in Norman Donald A. & Draper Stephen W. (dir.), *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction,* Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 1986a, pp. 32-65.

Norman Donald A., *The Design of Everyday Things*. Cambridge, MA, The MIT Press, 1988.

Norman Donald A., Beauty, goodness, and usability, *Human-Computer Interaction*, 2004, vol. 19, n° 4, pp. 311-318.

Norman Donald A. & Draper Stephen W.(dir.), *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 1986b.

Novick Laura R., The role of expertise in solving arithmetic and algebra word problems by analogy, in Campbell Jamie I. D. (dir.), *The nature and origins of mathematical skills*. Amsterdam, North-Holland, 1992, pp. 155-188.

Nückles Matthias & Bromme Rainer, Internet experts' planning of explanations for laypersons: A Web experimental approach in the Internet domain, *Experimental Psychology,* 2002, vol. 49, pp. 292-304.

Olson Gary M. & Olson Judith S., Human-computer interaction: psychological aspects of the human use of computing, *Annual Review of Psychology,* 2003, vol. 54, pp. 491-516.

Oostendorp Anke & Berlyne Daniel E., Dimensions in the perception of architecture: III. multidimensional preference scaling, *Scandinavian Journal of Psychology*, 1978, vol. 19, pp. 145-150.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Osborne Harold, *Aesthetics in the modern World*. London, UK, Thames and Hudson, 1968.

Otter Malcom & Johnson Hilary, Lost in hyperspace: metrics and mental models, *Interacting with Computers,* 2000, vol. 13, n° 1, pp. 1-40.

Oulasvirta Antti, Task demands and memory in Web interaction: a level of processing approach, *Interacting with Computers,* 2004, vol. 16, n° 2, pp. 217-241.

Ozok Ant A. & Salvendy Gavriel, Twenty guidelines for the design of Web-based interfaces with consistent language, *Computers in Human Behavior*, 2004, vol. 20, n° 2, pp. 149-161.

Pahl Gerhard, Beitz Wolfgang, Feldhusen Jörg & Grote Karl-Heinrich, *Engineering Design: A Systematic Approach* (3rd ed., 1st ed.: 1977) (transl. : Ken Wallace & Luciënne Blessing). New York, NY, Springer-Verlag, 2007.

Pallas John & Economides Anastasios A., Evaluation of art museums' Web sites worldwide, *Information Services & Use*, 2008, vol. 28, n° 1, pp. 45-57.

Pak Richard & Price Margaux M., Designing an information search interface for younger and older adults, *Human Factors*, 2008, vol. 50, pp. 614-628.

Park Su-e, Choi Dongsung & Kim Jinwoo, Critical factors for the aesthetic fidelity of Web pages: empirical studies with professional Web designers and users, *Interacting with Computers,* 2004, vol. 16, n° 2, pp. 351-376.

Patel Vimla L. & Groen Guy J., The general and specific nature of medical expertise: a critical look, in Ericsson Karl Anders & Smith Jacqui (dir.), *Toward a general theory of expertise*. Cambridge, MA, Cambridge University Press, 1991, pp. 93-125.

Pearson Robert & van Schaik Paul, The effect of spatial layout of and link colour in Web pages on performance in a visual search task and an interactive search task, *International Journal of Human-Computer Studies,* 2003, vol. 59, n° 3, pp. 327-353.

Petroski Henry, *The Evolution of Useful Things.* New York, Knopf, 1993.

Pirolli Peter & Card Stuart K., Information foraging, *Psychological Review,* 1999, vol. 106, n° 4, pp. 643-675.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Polson Peter Gorham, Lewis Clayton, Rieman John & Wharton Cathleen, Cognitive walkthroughs: a method for theory-based evaluation of user interfaces, *International Journal of Man-Machine Studies,* 1992, vol. 36, n° 5, pp. 741-773.

Purcell A. Terry & Gero John S., Design and other types of fixation, *Design Studies,* 1996, vol. 17, n° 4, pp. 363-383.

Purcell A. Terry, Williams Peter, Gero John S. & Colbron Ben, Fixation effects: Do they exist in design problem solving? *Environment and Planning B: Planning and Design,* 1993, vol. 20, n° 3, pp. 333-345.

Qian Lena & Gero John S., A design support system using analogy, in Gero John S. (dir.), *Artificial Intelligence in Design '92*. Dordrecht, Kluwer, 1992, pp. 795-816.

Qin Hua & Rau Pei-Luen Patrick, A Method for Reducing Disorientation in Hypermedia Educational Systems, *Tsinghua Science and Technology*, 2009, vol. 14, n° 5, pp. 655-662.

Rabbit Patrick, *Methodology of frontal and executive function*. Hove, Psychology Press Publishers, 1997.

Rasmussen Jens, On the structure of knowledge – A morphology of mental models in a Man-Machine system context, *Report of the Riso National Laboratory*, Roskilde, Riso National Laboratory, 1979.

Rasmussen Jens, *Information processing and human-machine interaction. An approach to cognitive engineering*. Amsterdam, North Holland, 1986.

Raufaste Éric, *Les mécanismes cognitifs du diagnostic médical : optimisation du raisonnement et expertise*. Paris, PUF 2001 (collection le Travail humain).

Reason James, *L'erreur humaine* (trad. de Jean-Michel Hoc). Paris, PUF (édition originale 1990), 1993.

Reitman Walter R., Heuristic decision procedures, Open constraints and the structure of ill-defined problems, in Shelly Maynard W. & Bryan Glenn L. (dir.), *Human Judgments and Optimality*. New-York, Wiley & Sons, 1964, pp. 282-315.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Reynolds Robert I., Recognition of expertise in chess players, *American Journal of Psychology,* 1992, vol. 105, 3, pp. 409-415.

Richard Jean-François, Logique de fonctionnement et logique d'utilisation, *Rapport de Recherche INRIA n° 202*, Rocquencourt, INRIA, 1983.

Richard Jean-François, La résolution de problèmes : bilan et perspectives, *Psychologie française,* 1994, vol. 39, pp. 161-175.

Richard Jean-François, *Les activités mentales : comprendre, raisonner, trouver des solutions*. 3e édition. Paris, Armand Colin, 1995.

Richard Jean-François, *Les activités mentales : de l'interprétation de l'information à l'action*. 4e édition. Paris, Armand Colin, 2005 (Collection U Psychologie).

Richard Jean-François, Comportements, buts et représentations, *Psychologie française,* 1999, vol. 44, pp. 75-90.

Richard Jean-François & Tijus Charles, Modelling the affordances of objects in problem solving, in Quelhas Ana Cristina & Pereira Frederico (dir.), *Cognition and Context*. Lisboa, ISPA, 1998, pp. 293-316.

Richard Jean-François, Poitrenaud Sébastien & Tijus Charles, Problem-solving restructuration: elimination of implicit constraints, *Cognitive Science,* 1993, 17, pp. 497-529.

Rimoldi Horacio J. A., Processus de décision et fonctions mentales complexes, *Revue européenne de psychologie appliquée,* 1963/2004, vol. 54, n° 1, pp. 65-81.

Rist Robert S., Knowledge creation and retrieval in program design: Comparison of novice and intermediate student programmers, *Human-Computer Interaction*, 1991, vol. 6, pp. 1-46.

Robins David & Holmes Jason, Aesthetics and credibility in Web site design, *Information Processing and Management*, 2008, vol. 44, pp. 386-399.

Rouet Jean-François & Tricot André, Task and activity models in hypertext usage, in van Oostendorp Herre & de Mul Sjaak (dir.), *Cognitive aspects of electronic text processing*. Norwood, Ablex, 1996, pp. 239-264.

Rouquette Michel-Louis, *La créativité*. Paris, PUF, 1997.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Rouse William B. & Boff Kenneth R., R&D/Technology Management: A Framework for Putting Technology to Work, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics,* 1998, vol. 28, n° 4, pp. 501-515.

Roozenburg Norbert F. & Eekels Johannes, *Product Design: Fundamentals and Methods*. New-York, Wiley & Sons, 1995.

Rumelhart David E., Schemata: The building blocks of cognition, *Report n°79*, San Diego, University of California, 1978a.

Rumelhart David E. & Norman Donald A., Accretion, tuning and restructuring: Three modes of learning, in Cotton John W. & Klatzky Roberta (dir.), *Semantic Factors in Cognition*. Hillsdale, NJ, Erlbaum, 1978b.

Sacerdoti Earl, *A Structure for Plans and Behavior*. New York, Elsevier, 1977.

Scapin Dominique L., Situation et perspectives en ergonomie du logiciel, in Sperandio Jean-Claude (dir.), *L'ergonomie dans la conception des projets informatiques*. Toulouse, Octarès, 1993, pp. 7-68.

Scapin Dominique L. & Bastien Christian, Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems, *Behaviour & Information Technology,* 1997, vol. 16, n° 4, pp. 220-231.

Schraagen Jan Maarten, How experts solve a novel problem in experimental design, *Cognitive Science: A Multidisciplinary Journal,* 1993, vol. 17, n° 2, pp. 285-309.

Schmid Sabine & Baccino Thierry, Perspective-Shift Effect and Text Format: An Eye-Tracking Study, *Current Psychology Letters: Behaviour, Brain & Cognition,* 2002, vol. 9, pp. 73-87.

Scott Louise, Horvath Levente & Day Donald, Characterizing case constraints, *Communications of the ACM,* 2000, vol. 43, n° 11.

Schank Roger C. & Abelson Robert P., *Scripts, Plans, Goals and Understanding*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum, 1977.

Seron Xavier, Van der Linden Martial & Andrès Pilar, Le lobe frontal : à la recherche de ses spécificités fonctionnelles, in van der Linden Martial, Seron Xavier, Le Gall Didier & Andrès Pilar (dir.), *Neuropsychologie des lobes frontaux*. Marseille, Solal, 1999, pp. 33-88.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Shackel Brian, Usability - context, framework, definition, design and evaluation, in Shackel Brian & Richardson Simon (dir.), *Human factors for informatics usability*. Cambridge, Cambridge University Press, 1991, pp. 21-38.

Shanteau James, How much information does an expert use? Is it relevant? *Acta Psychologica,* 1992, vol. 81, pp. 75-86.

Sharit Joseph, Hernandez Mario A., Czaja Sara J. & Pirolli Peter, Investigating the roles of knowledge and cognitive abilities in older adult information seeking on the Web, *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 2008, vol. 15, n° 1, article 3.

Scheerer Martin, Problem solving, *Scientific American*, 1963, vol. 208, n° 4, pp. 118-128.

Schön Donald A., *The reflective practioner: How professional think in action*. New-York, Basic Books, 1983.

Sheppard Sylvia B., Curtis Bill, Milliman Phil & Love Tom, Modern coding practices and programmer performance, *Computer,* 1979, vol. 12, n° 2, pp. 41-49.

Silverman Barry G., Building a better critic. Recent empirical results, *IEEE Expert*, 1992, pp. 18-25.

Simon Herbert A., *The Sciences of the Artificial*. Cambridge, MIT Press, 1969/1996.

Simon Herbert A., The structure of ill structured problems, *Artificial Intelligence,* 1973, vol. 4, pp. 181-201.

Simon Herbert A., Problem forming, problem finding and problem solving in design, in Collen Arne & Gasparski Wojciech (dir.), *Design & Systems*. New Brunswick, Transaction Publishers, 1995, pp. 245-257.

Smith Steven M., Ward Thomas B. & Schumacher Jay S., Constraining effects of examples in a creative generation task, *Memory & Cognition,* 1993, vol. 21, n° 6, pp. 837-845.

Smith Steven M., Creative cognition: Demystifying creativity, in Hedley Carolyn, Antonacci Patricia & Rabinowitz Mitchell (dir.), *Thinking and*

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

literacy: The mind at work. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 1995, pp. 31-46.

Smith Pauline A., Towards a practical measure of hypertext usability, *Interacting with Computers,* 1996, vol. 4, pp. 365-381.

Smith Sydney L. & Mosier Jane N., *Guidelines for designing user interface software*. Mitre Report ESD-TR-86-278, Bedford, The MITRE Cooperation, 1986.

Sonderegger Andreas & Sauer Juergen, The influence of design aesthetics in usability testing: effects on user performance and perceived usability, *Applied Ergonomics*, 2010, vol. 41, n° 3, pp. 403-410.

Sonnentag Sabine, Excellent software professionals: Experience, work activities, and perceptions by peers, *Behaviour & Information Technology,* 1995, vol. 14, pp. 289-299.

Sonnentag Sabine, Knowledge about working strategies and errors in software professionals: Effects of expertise and experience, in Vanneste Philip, Bertels Koen, de Decker Bart & Jacques Jean-Marie (dir.), *Proceedings of the Eight Workshop of the the Psychology of Programming Interest Group*, Ghent (Belgium), 1996, pp. 164-166.

Sonnentag Sabine, Identifying High Performers: Do Peer Nominations Suffer from a Likeability Bias? *European Journal of Work & Organizational Psychology,* 1998, vol. 7, n° 4, pp. 501-515.

Sperber Dan & Wilson Deirdre, La pertinence : communication et cognition. Paris, Éditions de Minuit (traduction française), 1989.

Spiro Rand J. & Jehng Jihn-Chang, Cognitive flexibility and hypertext: theory and technology for the nonlinear and multidimensional traversal of complex subject matter, in Nix Don & Spiro Rand J. (dir.), Co*gnition, education, and multimedia: Exploring ideas in high technology*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 1990, pp. 163-205.

Spool Jared M., Scanlon Tara, Schroeder Will,Snyder Carolyn & DeAngelo Terri, Web Site Usability: A Designer's Guide. San Francisco, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1999.

Squire Larry R., *Encyclopedia of learning and memory*. New York, Macmillan, 1992.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Stefik Mark, Planning with constraints. MOLGEN: part 1, *Artificial Intelligence,* 1981a, vol. 16, pp. 111-140.

Stefik Mark, Planning with constraints. MOLGEN: part 2, *Artificial Intelligence,* 1981b, vol. 16, pp. 141-170.

Sternberg Robert J. & Lubart Todd I., *Defining the crowd*. New York, Free Press, 1995.

Sutherland Ivan E., *Sketchpad, a man-machine graphical communication system*. Ph.D. Dissertation, MIT, Massachusetts, 1963.

Sweller John, Cognitive load during problem solving: Effects on learning, *Cognitive Science*, 1988, vol. 12, pp. 257-285.

Sweller John, Implications of cognitive load theory for multimedia learning, in Mayer Richard E. (dir.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*. New York, Cambridge University Press, 2005, pp. 19-30.

Tabatabai Diana & Shore Bruce M., How experts and novices search the Web, *Library & Information Science Research,* 2005, vol. 27, pp. 222-248.

Talon-Hugon Carole, *L'esthétique*. Paris, PUF, 2008 (collection « Que sais-je ? »).

Tetzlaff Linda & Schwartz David R., The use of guidelines in interface design, in *Proceedings of ACM Conference on Human factors in computing systems CHI'91*, 27 April-2 May 1991, New Orleans, ACM Press, 1991, pp. 329-333.

Thielsch Meinald T. & Hirschfeld Gerrit, High and low spatial frequencies in Website evaluations, *Ergonomics*, 2010, vol. 53, n° 8, pp. 972-978.

Thimbleby Harold, Delaying Commitment, *IEEE Software,* 1988, vol. 5, n° 3, pp. 78-86.

Tractinsky Noam, Aesthetics and Apparent Usability: Empirically Assessing Cultural and Methodological Issues, in *CHI 97 Conference Proceedings*, New York, ACM Press, 1997, pp. 115-122.

Tractinsky Noam, Katz Adi Shoval & Ikar Dror, What is Beautiful is Usable, *Interacting with Computers*, 2000, vol. 13, n° 2, pp. 127-145.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Tractinsky Noam, Cokhavi Avivit, Kirschenbaum Moti & Sharfi Tal, Evaluating the consistency of immediate aesthetic perceptions of Web pages, *International Journal of Human-Computer Studies*, 2006, vol. 64, n° 11, pp. 1071-1083.

Tricot André, *Apprentissages et documents électroniques*. Paris, Belin, 2007.

Tricot André & Rouet Jean-François, Activités de navigation dans les systèmes d'information, in Hoc Jean-Michel & Darses Françoise (dir.), *Psychologie ergonomique : tendances actuelles*. Paris, PUF, 2004, pp. 71-95.

Tripp Steven D. & Roby Warren B., Orientation and disorientation in a hypertext lexicon, *Journal of computer based instruction*, 1990, vol. 17, pp. 120-124.

Trousse Brigitte, Vers des outils d'aide à la conception coopérative : design Groupware, in *Intégration du savoir-faire : capitalisation des connaissances.* Université d'été, Pôle productique Rhône-Alpes Aussois, 1996.

Trousse Brigitte, Viewpoint Management for Cooperative design, in *Proceedings of the IEEE Computanional Engineering in Systems Applications (CESA'98).* Nabeul-Hammamet, 1998.

Uduma Letitia & Morrison Gary R., How do instructional designers use automated instructional design tool? *Computers in Human Behavior*, 2007, vol. 23, n° 1, pp. 536-553.

Ullman David G., Dietterich Thomas G. & Stauffer Larry A., A model of the mechanical design process based on empirical data, *AI EDAM,* 1988, vol. 2, p. 33-52.

Usability Net, *Usability Net: usability resources for practitioners and managers,* 2003. [En ligne] < www.usabilitynet.org/home.htm >.

Vanderdonckt Jean, Accessing Guidelines Information with SIERRA, in Nordby Knut, Helmersen Per H., Gilmore David J. & Arnesen Svein A. (eds.), *Proceedings of 5th IFIP TC 13 International Conference onHuman-Computer Interaction,* London, Chapman & Hall, 1995, pp. 311-316.

Vanderdonckt Jean, Development milestones towards a tool for working with guidelines, *Interacting with Computers,* 1999, vol. 12, n° 2, pp. 81-118.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Van Duyne Douglas K., Landay James A. & Hong Jason I., *The Design of Sites: Patterns, Principles and Processes for Crafting a Customer-Centered Web Experience*. Reading, MA, Addision-Wesley, 2003.

Van Schaik Paul & Ling Jonathan, The role of context in perceptions of the aesthetics of Web pages over time, *International Journal of Human-Computer Studies*, 2009, vol. 67, n° 1, pp. 79-89.

Vicente Kim J., Burns Catherine M. & Pawlak William S., Better handbooks, better design, *Ergonomics in Design*, 1998, vol. 6, n° 2, pp. 21-27.

Visser Willemien, More or less following a plan during design: opportunistic deviations in specification, *International Journal of Man-Machine Studies,* 1990a, vol. 33, pp. 247-278.

Visser Willemien, *The Cognitive Artifacts of Designing*. Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 2006.

Visser Willemien & Hoc Jean-Michel, Expert software design strategies, in Hoc Jean-Michel, Green Thomas R. G., Samurçay Renan & Gilmore David J. (dir.), *Psychology of programming*. London, Academic Press, 1990b, pp. 235-250.

Ward Thomas B., Structured imagination: The role of category structure in exemplar generation, *Cognitive Psychology,* 1994, vol. 27, pp. 1-40.

Ward Thomas B. & Sifonis Cynthia, Task demands and generative thinking: what changes and what remains the same? *The journal of creative Behavior,* 1997, vol. 31, pp. 245-259.

Wickelgren Wayne, *How to Solve Problems, Elements of a Theory of Problem and Problem Solving.* San Francisco, Freeman and Co, 1972.

Wharton Cathleen, Rieman John, Lewis Clayton & Polson Peter, The cognitive walkthrough method: A practitioner's guide, in Nielsen Jakob & Mack Robert L. (dir.), *Usability inspection methods*. New York, NY, John Wiley & Sons, 1994, pp. 105-140.

Whitefield Andy D., An analysis and comparison of knowledge use in designing with and without CAD, in Smith Alison (ed.), *Knowledge engineering and computer modelling in CAD*, *Proceedings of the 7th International Conference on the Computer as a Design Tool*. London, Butterworths, 1986.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Whiteside J. Alan & Whiteside Mary F., EPSS makes good ROI sense, *Journal of Instructional Delivery Systems,* 1996, vol. 10, n° 1, pp. 10-13.

Witkin Herman A., Lewis Helen Block, Hertzman M., Machever K., Meissner P. B. & Wapner S., *Personality through perception*. New York, Harper, 1954.

Wright Patricia, Issues of content and presentation in document design, in Helander Martin (ed.), *Handbook of Human-computer Interaction*. Amsterdam, Elsevier, 1988, pp. 629-652.

Yaniv Ilan, Meyer David M., Activation & Metacognition of Inaccessible Stored Information: Potential Bases for Incubation Effects in Problem Solving, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 1987, vol. 13, n° 2, pp. 187-205.

Zajonc Robert B., The attitudinal effects of mere exposure, *Journal of Personality and Social Psychology*, 1968, vol. 9, n° 2, pp. 1-27.

Zajonc Robert B., Feeling and thinking: Preferences need no inferences, *American Psychologist*, 1980, vol. 35, n°2, pp. 151-175.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

TABLE DES MATIÈRES

Introduction **7**

Hypermédias : les centres d'intérêts de la psychologie cognitive 10

Chapitre I. L'activité de conception **15**

Quelques repères historiques en conception 16

Des caractéristiques générales de la résolution de problèmes aux caractéristiques spécifiques des problèmes de conception 19

Typologies des problèmes 19

... et les problèmes de conception ? 21

Figure 1. Exemple d'un problème de la Tour de Hanoï et les règles à respecter *22*

La conception : une activité créative et contrainte 23

Quels modèles de la conception ? 26

Figure 2. Modèle en étoile *28*

Les spécificités de la conception de sites Web 28

Figure 3. Exemple de page Web que l'on peut voir directement quand on conçoit avec NVU *29*

Figure 4. Page Web telle qu'elle s'affiche sur un navigateur Web *30*

Qui peut concevoir un site Web ? 31

Quelles difficultés pour les concepteurs-éditeurs ? 32

Figure 5. Les trois principales activités impliquées dans le processus de conception Web *36*

Chapitre II. Expertise, stratégies et gestion de contraintes **39**

Les caractéristiques générales de l'expertise 40

L'acquisition d'expertise 42

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Les stratégies impliquées dans la résolution de problèmes de conception 45

Le rôle des contraintes dans les activités de résolution de problèmes de conception 47

Définition 47

Les sources des contraintes 48

La pondération et la gestion de contraintes 49

Les contraintes comme reflet de la prise en compte de points de vue 53

La notion de point de vue en résolution de problèmes dits classiques 53

La notion de point de vue en résolution de problèmes de conception 54

Figure 6. Rôle des contraintes sur l'adoption de points de vue et la construction de la représentation mentale du concepteur 56

Quelles contraintes pour les concepteurs de sites Web ? 57

Le rôle de la prescription de contraintes liées au commanditaire .. 59

Une activité de conception hiérarchique ou opportuniste ? 61

Figure 7. Proportions (exprimées en %) de reports et d'applications immédiates des contraintes inférées liées au commanditaire par les concepteurs débutants et professionnels selon le cahier des charges à satisfaire 63

La gestion et la pondération de contraintes-commanditaire et de contraintes-utilisateurs 65

Tableau 1. Présentation des 11 contraintes prescrites par le commanditaire attribuées aux concepteurs confrontés au cahier des charges orienté commanditaire (CCC).... 65

Figure 8a. Page d'accueil d'un concepteur débutant confronté au cahier des charges orienté commanditaire (CCC).... 68

Figure 8b. Page d'accueil d'un concepteur professionnel confronté au cahier des charges orienté commanditaire (CCC).... 68

À quoi ou à qui attribuer le statut de validité des contraintes liées au commanditaire ? 70

Presses de l'ensib, 2013, < http://www.ensib.fr/presses/ >

L'orientation du cahier des charges influe-t-elle sur le statut attribué aux contraintes ? 70

Tableau 2. Pourcentages moyens de contraintes liées au commanditaire et à l'utilisateur prises en compte par les concepteurs selon leur niveau d'expertise et le cahier des charges à satisfaire 72

Figure 9a. Page extraite d'une maquette élaborée par concepteur professionnel-CCU 74

Figure 9b. Page extraite d'une maquette élaborée par concepteur débutant-CCM 74

Comment expliquer ces résultats ? 76

Influence du statut de l'interlocuteur sur le statut attribué aux contraintes 77

Tableau 3. Répartition des demandes d'informations liées aux aspects ergonomiques 78

Conclusion 80

Figure 10. Résumé des relations entre contraintes-commanditaire et contraintes-utilisateurs et niveau d'expertise des concepteurs Web 81

Chapitre III. Adoption et changement de points de vue : fixation ou flexibilité cognitive en conception Web ? 83

Le concept de fixation en résolution de problèmes 84

La flexibilité cognitive 88

Définition 88

Flexibilité cognitive en résolution de problèmes 90

Changement de points de vue et qualité ergonomique des pages Web créées 92

Effet de conformité et qualité ergonomique 93

Figure 11a. Page d'accueil du site ergonomique 96

Figure 11b. Page d'accueil du site non-ergonomique 96

Conclusion 100

Presses de l'ensib, 2013, < http://www.ensib.fr/presses/ >

Chapitre IV. Rechercher des informations et naviguer sur le Web : quelles différences entre concepteurs et utilisateurs ? 101

Désorientation cognitive 102

Tableau 4. Échelle développée par Ahuja [2001] (notre traduction) sur laquelle les individus doivent indiquer leur degré d'accord sur une échelle de type Lickert 105

Difficultés à considérer le point de vue de l'utilisateur 107

Les utilisateurs identifient-ils plus d'erreurs ergonomiques que les concepteurs ? 109

Figure 12. Page d'accueil du site Web à évaluer ainsi qu'une description de quelques erreurs ergonomiques introduites 110

Pages Web du site à évaluer 112

Rechercher des informations : quelle(s) différence(s) entre concepteurs et utilisateurs du Web ? 115

Rechercher des informations : une activité cognitive complexe 115

Figure 13a. Page d'accueil du site ergonomique 117

Figure 13b. Page d'accueil du site non ergonomique 117

Figure 13c. Page relative à la présentation des méthodes d'enregistrement du site ergonomique 118

Figure 13d. Page relative à la présentation des méthodes d'enregistrement du site non ergonomique 118

Conclusion 120

Chapitre V. L'ergonomie des interfaces et les aides à apporter aux concepteurs 121

Figure 14. Les trois aspects des modèles mentaux : le modèle de conception, le modèle de l'utilisateur et l'image du site Web 124

Prendre en compte l'utilisateur pendant le processus de conception .. 124

L'utilisabilité 127

Évaluer l'utilisabilité d'un système informatique 128

Règles ou critères 128

Méthodes analytiques 129

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Les tests utilisateurs 130

La conception participative 131

Les aides à l'évaluation 132

Quels outils pour évaluer ? 132

Des exemples d'outils 134

Critères et recommandations ergonomiques 134

Tableau 5. Liste des critères généraux et élémentaires de critères ergonomiques proposés par [Scapin, 1997] 134

L'outil MUSEF 137

Le système DENIM 138

Le système WebTango 139

En résumé... 140

Comment les concepteurs utilisent-ils de tels outils ? 140

Les outils automatiques d'évaluation : quelle(s) aide(s) ? Quelle(s) limite(s) ? 141

Évaluer et améliorer des sites Web avec des outils automatiques 142

Figure 15. Exemple de compte rendu des erreurs identifiées par W3C HTML Validator 145

Leur influence sur la navigation des utilisateurs 146

Critères ergonomiques sous forme d'outils manuels ou automatiques d'évaluation et de conception 147

Les critères ergonomiques sont-ils efficaces pour évaluer une interface ? 147

Figure 16. Page du site Web à évaluer ainsi qu'une description de quelques erreurs ergonomiques introduites 149

Tableau 6. Nombre d'erreurs ergonomiques identifiées et pages non visitées par les concepteurs débutants selon qu'ils ont bénéficié ou non de l'initiation à l'application de critères ergonomiques 150

L'utilisation d'un système à base de connaissances ergonomiques 151

Figure 17. Vue complète et description de MetroWeb 2.0 154

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Figure 18a. Page réalisée par un concepteur avec MetroWeb *158*

Figure 18b. Page réalisée par un concepteur sans MetroWeb *159*

Conclusion 160

Chapitre VI. Ergonomie et esthétique, quels liens ? 163

Introduction 164

Esthétique, utilisabilité et systèmes d'informations 166

Comment évaluer l'esthétique, en particulier pour le Web ? 167

Tableau 7. Items composant l'échelle mesurant l'esthétique classique et l'esthétique expressive de Lavie [2004] *168*

Un produit utile et utilisable est-il forcément beau et réciproquement ? 169

Figure 19. Synthèse des résultats concernant les relations entre perception de l'utilisabilité, de l'esthétique et des préférences utilisateurs *171*

Quelles conséquences ? 175

Esthétique et utilisabilité en conception Web 175

Conclusion 178

Conclusion 179

Tableau 8. Sévérité des erreurs ergonomiques *183*

Bibliographie 185

Table des matières 217

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Secrétariat d'édition :
Silvia Ceccani

Mise en page :
Alexandre Bocquier

Conception graphique :
atelier Perluette, 69001 Lyon.
< http://www.perluette-atelier.com >

dépôt légal : 1er semestre 2013

Pour suivre l'actualité de nos publications : < **http://www.enssib.fr/presses** >.

Presses de l'enssib, 2013. < http://www.enssib.fr/presses/ >