

Prise en compte et gestion de contraintes : Une étude dans la résolution d'un problème créatif de conception¹

Aline CHEVALIER, Nathalie BONNARDEL

Centre de Recherche en Psychologie de la Connaissance,
du Langage et de l'Emotion – EA 3273

Université de Provence

29, avenue Robert Schuman,

F-13621 Aix-en-Provence cedex 1

Aline.Chevalier@up.univ-aix.fr

nathb@up.univ-mrs.fr

Résumé

Cette étude vise à déterminer l'effet du niveau de précision du cahier des charges à satisfaire et du niveau d'expertise des concepteurs sur les contraintes liées au commanditaire mobilisées par les concepteurs pour résoudre un problème créatif de conception. Pour cela, des concepteurs professionnels et débutants de sites web doivent élaborer une première maquette de sites web en fonction soit d'un cahier des charges comportant de nombreuses contraintes, soit d'un cahier des charges ne comportant aucune contrainte.

Les résultats montrent que les concepteurs professionnels infèrent plus de contraintes que les novices, quel que soit le cahier des charges. En outre, les concepteurs professionnels et débutants n'adoptent pas la même stratégie de gestion de contraintes. Les professionnels adoptent principalement une "stratégie de report", où certaines contraintes mobilisées sont mises de côté pour y revenir ultérieurement. Les concepteurs débutants adoptent principalement une "stratégie anticipative", où les contraintes mobilisées sont immédiatement respectées.

Mots-clés : Conception de sites web, Contraintes, Expertise

Abstract: Articulation and management of constraints: A study in creative design problem solving

This study aims at determining both the effect the constraint condition and the expertise level of designers on mobilized constraints related to the client. Toward this end, professional and novice designers have to elaborate a first web site sketch with client constraints or without client constraints at the beginning of their activities.

Study results show that professionals infer more constraints than novices, whatever the constraint condition. We also note difference between them for the constraint management. Professionals mainly adopt a "delay strategy", in which they prefer to delay certain constraints in order to examine them later. Whereas, novices mainly adopt an "anticipative strategy", in which articulated constraints are immediately respected.

Key-words: Web site design, Constraints, Expertise

¹ (2003). *Bulletin de Psychologie*, 56.

INTRODUCTION

Pour certains artistes, architectes ou encore concepteurs, la créativité "part de rien, du néant". A ce titre, elle est perçue comme mystérieuse et constitue une "expression de liberté", qui ne doit surtout pas être guidée, ou plutôt contrainte, par des informations quelle qu'en soit leur nature. La créativité constitue donc pour certains créateurs une activité *a priori* impossible à étudier, car être créatif signifie pour eux ne disposer d'aucune base pour créer. La créativité est cependant une thématique de recherche ayant de plus en plus d'ampleur dans les études en psychologie. De très nombreux ouvrages sur la créativité ont été publiés au cours de ces dernières années (par exemple, Boden, 1990, 1994 ; Sternberg et Lubart, 1995 ; Sternberg, 1998 ; Weisberg, 1993 ; Amabile, 1983, 1996) et de nombreux congrès ont eu lieu (par exemple, "Creativity and Cognition" à Loughborough au Royaume-Uni en 2001, "Computational and Cognitive Models of Creative Design", Heron Island en Australie en décembre 2001).

Différentes approches de la créativité ont été développées. Certaines sont centrées sur les facteurs sociaux (cf., par exemple, Andrews, 1975 ; Sternberg et Lubart, 1995 ; Amabile, 1982, 1983, 1996), d'autres s'intéressent aux aspects conscients et inconscients (Kris, 1952, cité par Lubart, 1994), d'autres encore aux processus cognitifs, tels que le raisonnement par analogie ou la perception (Keane, 1988 ; Lawson et Lawson, 1993 ; Ward, 1994 ; Suwa et Tversky, 2001), etc. Plus précisément, en psychologie cognitive, la majorité des chercheurs qui étudient la créativité s'accordent à la définir comme une activité complexe appartenant au domaine des activités de résolution de problème (Matlin, 1998). Au même titre que les activités de résolution de problèmes "traditionnels" (comme les problèmes arithmétiques, les problèmes logico-mathématiques, les problèmes de jeux d'échecs, etc.), les activités de résolution de problèmes créatifs demandent la transformation d'un état initial vers un état but ou final. Ce passage d'un état initial à un état final requiert l'intervention et l'implication de nombreux processus cognitifs. Aussi, peut-on s'interroger sur les mécanismes impliqués dans la résolution de problèmes créatifs. Weisberg (1986, 1993) met en évidence, à travers plusieurs analyses sur des individus créatifs, que leurs découvertes peuvent être expliquées par des processus mentaux "ordinaires" mis en œuvre au cours de situations de résolution de problèmes "traditionnels". Les découvertes ne sont pas le fruit d'un sursaut soudain ou d'une illumination inconsciente, mais sont le résultat d'un long processus réflexif, requérant l'utilisation de connaissances particulières. Dans ce même ordre d'idées, Boden (1994) affirme que la créativité n'est pas mystérieuse et peut s'expliquer par des concepts de calcul utilisés en intelligence artificielle. Plus précisément, selon Ward (1994, 1995), les connaissances antérieures jouent un rôle déterminant dans la créativité des sujets, en ce sens que les productions sont rarement entièrement nouvelles. La créativité consiste, notamment, à faire appel et à rassembler de façon nouvelle des connaissances anciennes afin de générer de nouvelles propriétés à partir des anciennes (cf., Perkins, 1988 ; Shoben et Gagne, 1997 ; Hampton, 1997).

Dans le but de contribuer à cette thématique, nous avons choisi d'éclaircir certains aspects de la créativité au sein d'un domaine créatif particulier : la conception de sites web.

La conception de site web peut être considérée comme une activité créative, en ce sens que les concepteurs doivent créer des sites web toujours plus originaux (en y intégrant, par exemple, des animations flash ou de la vidéo) afin de faire face à une concurrence accrue, tout en satisfaisant les exigences des commanditaires des sites ainsi que celles des utilisateurs-internautes (ce point sera davantage développé au § "créativité et spécificités de la conception de sites web").

En outre, Bonnardel (2000) met en exergue que *la conception créative* ne part pas du néant, au contraire elle 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 :

- la mobilisation et la gestion de contraintes,
- la prise en compte de différents points de vue,

- le raisonnement par analogie.

Le travail présenté ici se situe dans la continuité de ces travaux et vise plus précisément à défendre la thèse selon laquelle *pour être créatifs, les concepteurs ont besoin de prendre en considération et de gérer différentes contraintes. Ces contraintes reflèteront, en partie, leur niveau d'expertise (ou de connaissances) dans le domaine de la conception de sites web, en ce sens que certaines d'entre elles résulteront d'inférences effectuées à partir de leurs connaissances en mémoire à long terme (M.L.T.).* Ces connaissances peuvent être stockées sous la forme de connaissances générales comme les schémas (Richard, 1995) ou encore sous la forme de connaissances fortement contextualisées, *i.e.* sous la forme d'épisodes.

Avant de présenter l'étude expérimentale proprement dite, nous commencerons par caractériser succinctement les activités de conception dans le champ de recherche en psychologie cognitive. Puis, nous exposerons les raisons pour lesquelles nous avons choisi l'activité de conception de sites web pour étudier la prise en compte et la gestion de contraintes dans une tâche créative. Nous terminerons ce travail par la présentation de certaines perspectives d'aide à la conception de sites web que les résultats suggèrent.

ACTIVITES DE CONCEPTION

Les activités de conception sont caractérisées en psychologie cognitive comme des activités de résolution de problèmes "mal définis" et "ouverts".

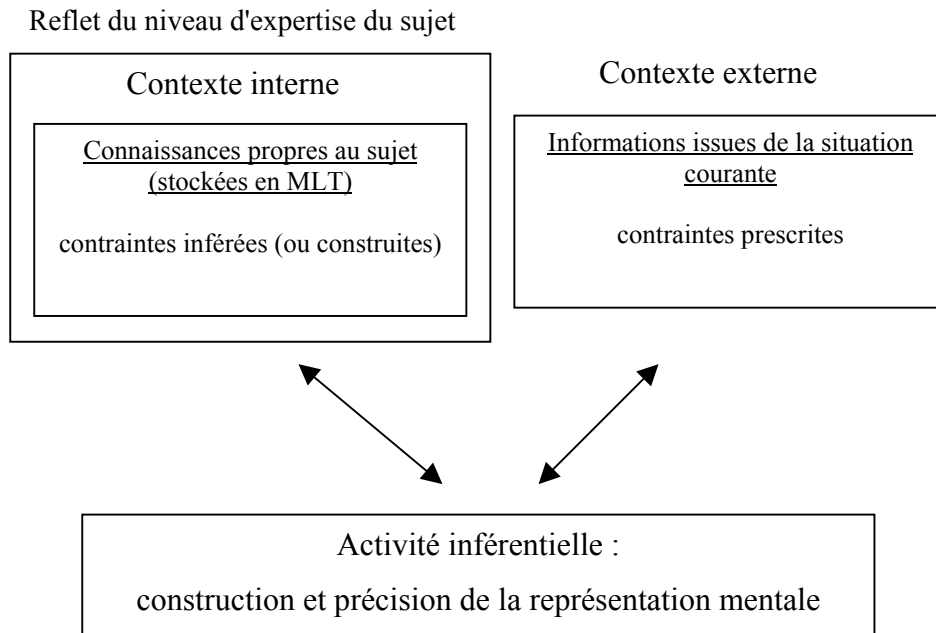
Les problèmes de conception sont considérés comme mal définis, en ce sens que toutes les informations nécessaires à leur résolution ne sont pas présentes dans l'énoncé du problème. Les concepteurs disposent au départ d'une représentation mentale du problème à résoudre incomplète et imprécise (Reitman, 1965 ; Eastman, 1969 ; Simon, 1995). Les problèmes de conception sont également caractérisés comme des problèmes ouverts, en ce sens qu'il n'y a pas une solution optimale, mais une variété de solutions possibles et acceptables (Fustier, 1989). Pour résoudre le problème considéré, le concepteur doit 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 (Simon, 1973). Pour cela, de nombreux processus cognitifs peuvent intervenir. Plus particulièrement, Détienne (2001) souligne que résoudre un problème de conception donné nécessite que le concepteur génère et introduise de nouvelles contraintes de différentes natures afin de compléter le cahier des charges attribué et par-là même préciser leur représentation mentale.

Des concepteurs confrontés à un même problème parviendront ainsi à des solutions très différentes les unes des autres (cf. Bisseret, Figeac-Letang et Falzon, 1988). Ces différences pourront être dues, en partie, à leur niveau d'expertise dans le domaine de conception considéré (*i.e.* à leur expérience professionnelle) ainsi qu'à leurs préférences personnelles. Par conséquent, les contraintes, que les concepteurs prennent en compte, peuvent provenir de deux sources différentes ou de deux contextes différents (cf. figure 1) (cf. Chevalier et Martinez, 2001) :

- du *contexte interne*, *i.e.* de leurs propres connaissances stockées en mémoire. Parmi celles-ci, le sujet dispose de connaissances contextuelles, acquises par l'expertise (Brézillon et Pomerol, 1999). Certaines contraintes dites "construites" seront alors activées en M.L.T. pour résoudre le problème donné (Bonnardel, 1989) ;
- du *contexte externe*, comme par exemple de l'énoncé du problème (ou du cahier des charges en conception) et donc d'informations émanant d'une source extérieure. Il s'agit notamment de contraintes "prescrites" par le commanditaire (Bonnardel, *ibid.*). Ces contraintes contribueront à l'activation des connaissances pertinentes pour résoudre le problème donné.

Sur cette base, les activités de conception nécessitent, entre autres, l'intervention de contraintes de différentes natures, en ce sens la construction et la précision de la représentation mentale du concepteur reposent en partie sur les contraintes qu'il mobilise.

Figure 1 : Nature des contraintes impliquées dans la construction de la représentation mentale des concepteurs



CREATIVITE ET SPECIFICITES DE LA CONCEPTION DE SITES WEB

Une production créative doit répondre à la fois à des critères d'adaptabilité et à des critères d'innovation (cf. Lautrey et Lubart, 1998). Certains auteurs mesurent la créativité en faisant appel à des experts du domaine par la "technique d'estimation consensuelle" (cf. Amabile, 1982, 1983, 1996). Les recherches d'Amabile (ibid.) montrent que les experts dans un domaine donné ont tendance à être unanimes dans leurs évaluations. Bien que subjective, cette technique paraît tout à fait adaptée pour évaluer la créativité dans des domaines qui existent depuis longtemps (comme les Beaux Art dans le cadre des travaux d'Amabile). Par contre, cette technique ne paraît pas pertinente en ce qui concerne la conception de sites web. Cette activité étant trop récente, aucun concepteur ne peut être considéré comme expert dans le domaine. En effet, on peut considérer qu'au moins dix ans de pratique intense sont nécessaires pour pouvoir qualifier un individu d'expert (Anderson, 1983 ; Ericsson et Charness, 1994 ; Reynolds, 1992). Par conséquent, nous avons choisi d'aborder la créativité en conception de sites web en nous intéressant plus précisément aux critères d'adaptabilité qui reflètent une production créative.

Dans le domaine de la conception de sites web, le concepteur doit élaborer un site satisfaisant des critères d'adaptabilité eu égard :

- aux utilisateurs-internautes pour que les sites développés soient toujours plus attractifs et faciles d'utilisation afin de favoriser la consultation de ces sites.
- au commanditaire qui souhaite disposer d'un site. En particulier, le site proposé doit être original afin de faire face à une concurrence de plus en plus accrue. Si le site est à visée commerciale, il doit être beaucoup visité et apporter des clients supplémentaires grâce au Web.
- aux progrès informatiques en y intégrant les nouveaux moyens de présentation de l'information (tels que les animations flash, etc.).
- aux normes spécifiques à l'environnement informatique du Web, par exemple, tous les formats d'enregistrement des fichiers ne sont pas compatibles avec le Web ou encore certains formats, bien que compatibles, ne permettent pas un affichage rapide des informations (en particulier, pour les photographies), etc.

Par conséquent, pour qu'un site web soit considéré comme créatif et adapté, il doit satisfaire certaines contraintes relatives aux différents points précédemment énumérés.

Outre ces différentes caractéristiques, la conception de sites web a comme autre particularité le fait qu'elle puisse être mise en œuvre par des personnes pouvant venir d'horizons professionnels très variés, puisque créer un site web ne nécessite pas de connaissances spécifiques en programmation informatique. En effet, contrairement à certains langages de programmation qui requièrent un long apprentissage (cf. Détienne, 2001), il est possible de créer des sites web avec des éditeurs de pages web du type W.Y.S.I.W.Y.G. ("What You See Is What You Get"), tels que Macromedia Dreamweaver[®], Netscape Composer[®], Adobe Golive[®], etc.

Ces éditeurs traduisent automatiquement les commandes du concepteur/utilisateur en langage H.T.M.L. (Hyper Text Mark-up Language), sans que celui-ci ait besoin de travailler le script de programmation. Cette activité de conception n'est donc plus réservée, comme à ses débuts, à des spécialistes des nouvelles technologies mais peut être mise en œuvre, de plus en plus, par des concepteurs "tout venant", en ce sens que chacun peut créer des sites web, que ce soit dans un but professionnel et/ou personnel (cf. Bonnardel, Lanzzone et Sumner, 2003). Par conséquent, le nombre de documents présent sur le Web ne cesse de s'accroître de façon très rapide.

Malgré la relative simplicité technique pour concevoir des pages web, d'autres problèmes peuvent se poser. Certains concepteurs de sites web réalisent principalement seuls les sites ; c'est notamment le cas des petites entreprises (ou "start-up") qui se lancent dans ce domaine de conception. Aussi, les concepteurs doivent faire preuve d'une diversité de compétences très différentes les unes des autres : des compétences en conception, en design, en infographie, en commerce (si le site est à visée commerciale), etc. Ils représentent à eux seuls plusieurs corps de métiers impliqués dans cette activité de conception, ce qui n'est pas le cas des concepteurs travaillant au sein de grandes entreprises, où chaque corps de métiers peut disposer d'un spécialiste (Chevalier et Ivory, 2003). Les concepteurs de sites web travaillant dans de petites sociétés doivent donc tenir plusieurs rôles à la fois, mais les particularités de cette activité ne s'arrêtent pas là.

En effet, bien que l'activité des concepteurs travaillant au sein de petites sociétés puisse apparaître *a priori* comme une activité individuelle, elle requiert en réalité l'intervention de plusieurs acteurs, tels que les futurs utilisateurs et le commanditaire du site. Néanmoins, ces différents acteurs n'étant pas présents tout au long du processus de conception, c'est au concepteur d'essayer de tenir compte et/ou d'adopter leurs points de vue en plus du sien, une fois en situation de conception individuelle.

Par conséquent, l'activité cognitive de concepteurs travaillant dans de petites sociétés est particulièrement complexe, puisqu'ils devront faire preuve de créativité, et en particulier d'adaptabilité, tout en respectant un nombre important de contraintes très différentes les unes des autres, comme par exemple, des contraintes spécifiques à l'environnement Web et/ou des contraintes reflétant la prise en compte des attentes du commanditaire et de l'utilisateur.

ETUDE EXPLORATOIRE DE TYPE EXPERIMENTAL

Problématique de l'étude

Dans le but de créer un site adapté aux attentes du commanditaire et des utilisateurs, les concepteurs essaieront de tenir compte de leurs points de vue respectifs, ce que se traduira par la *construction d'un "environnement cognitif contraint"* et, plus particulièrement, par la *prise en compte et la gestion de différentes contraintes liées aux attentes de ces autres acteurs du processus de conception*. Dans le cadre de cette étude, nous avons choisi de nous focaliser sur la façon dont les concepteurs prennent en compte les attentes liées à l'un de ces deux acteurs du processus de conception : *les attentes liées au commanditaire*.

En ce qui concerne le commanditaire, une précédente étude a mis en évidence que les commanditaires qui s'adressent aux concepteurs se différencient en particulier par le niveau de précision du cahier des charges qu'ils fournissent au concepteur (Bonnardel et Chevalier, 1999). Certains commanditaires ont une idée précise du site web qu'ils souhaitent et fournissent de ce fait de nombreuses spécifications au concepteur, alors que d'autres n'ont qu'une idée approximative et de ce fait ne fournissent que très peu de contraintes à respecter au concepteur. Nous défendons l'idée que ce facteur de variabilité (i.e. le niveau de précision des exigences du commanditaire) aura un effet différencié sur l'activité cognitive des concepteurs, selon leur niveau d'expertise.

Sur cette base, les concepteurs professionnels, qui de ce fait ont déjà été confrontés à de réels commanditaires, seront en mesure d'inférer des contraintes en instanciant et en activant pour cela des connaissances liées aux besoins du commanditaire, acquises au cours leur pratique professionnelle. Ces connaissances, stockées en M.L.T., leur permettront de prendre en compte plus de contraintes liées au commanditaire que les concepteurs novices. Ce faisant, la construction de l'"environnement cognitif contraint" par le concepteur dépendra de son niveau d'expertise (i.e. de l'état de ses connaissances antérieures), ainsi que des exigences du commanditaire (i.e. du niveau de précision du cahier des charges attribué).

Etude préalable

Comme nous l'avons mentionné dans le paragraphe précédent, une étude préalable au travail présenté ici a été conduite (cf. Bonnardel et Chevalier, 1999). Cette étude a consisté en des entretiens et des observations en temps réel conduits auprès de concepteurs professionnels, pendant plusieurs semaines. Cette étude a mis en évidence que les concepteurs professionnels peuvent être confrontés au cours de leur activité :

- à des commanditaires sachant précisément ce qu'ils souhaitent trouver sur leur site web ;
- à des commanditaires qui souhaitent un site sans pour autant avoir une idée bien précise des informations à y faire figurer.

Aussi, dans l'objectif de reproduire cette caractéristique et de déterminer en quoi les contraintes, attribuées par le commanditaire, ont un effet sur l'activité des concepteurs, deux cahiers des charges ont été constitués, se différenciant par leur niveau de précision (cf. annexe 1) :

- un cahier des charges spécifié (CCS) comportant 11 contraintes prescrites par le commanditaire ;
- un cahier des charges restreint (CCR) peu informatif (aucune contrainte n'était mentionnée) quant au contenu du futur site web.

Dans l'objectif précis de déterminer quelles contraintes indiquer dans le cahier des charges spécifié (CCS), nous avons, au cours de l'étude préalable à cette situation expérimentale, identifié quelle était la nature des contraintes émanant du commanditaire auxquelles les concepteurs étaient le plus souvent confrontés. Les contraintes les plus fréquemment indiquées par des commanditaires ont été ensuite reportées dans le cahier des charges spécifié (CCS) constitué pour cette étude.

Objectifs spécifiques de l'étude

Cette étude vise à répondre à quatre objectifs particuliers :

- (1) Déterminer si toutes les contraintes prescrites dans le cahier des charges spécifié (CCS) sont prises en compte par les concepteurs.
- (2) Déterminer si des contraintes supplémentaires à celles indiquées dans le CCS sont nécessaires pour résoudre le problème donné (on parlera de contraintes inférées² ou de contraintes construites).

² il s'agit de contraintes ajoutées par le concepteur en fonction de ses propres connaissances stockées en mémoire à long terme (M.L.T.)

(3) Identifier le nombre de contraintes construites que les concepteurs confrontés au cahier des charges restreint (CCR) vont inférer pour résoudre le problème donné.

Ces trois premiers objectifs seront poursuivis en fonction du niveau d'expertise des concepteurs.

(4) Caractériser la gestion des contraintes par les concepteurs, à travers une analyse des démarches de conception qu'ils adoptent, selon le niveau de précision du cahier des charges à traiter et selon le niveau d'expertise des concepteurs.

Procédure expérimentale

Participants

Une étude exploratoire de type expérimental a été conduite auprès de quatorze concepteurs de sites web :

- six concepteurs professionnels, travaillant depuis environ trois ans dans de petites sociétés spécialisées en conception de sites web. Ces concepteurs n'ont pas suivi de formation spécifique à la conception de sites web et viennent d'horizons professionnels très variés (architecture, Beaux-Arts, etc.) ;
- huit concepteurs novices, venant juste de bénéficier d'une formation spécifique à la conception de sites web. Ces concepteurs ont tous suivis la même formation initiale ainsi que le même programme de formation à la création de site web (en même temps et par le même formateur).

Tous les concepteurs, professionnels et novices, ont utilisé des éditeurs de pages web du type W.Y.S.I.W.Y.G. (tels que Macromedia Dreamweaver[®], Adobe GoLive[®] ou Netscape Composer[®]) et le même logiciel de retouches d'images (Microsoft Photoshop[®]).

La moitié des concepteurs professionnels (3 concepteurs) et novices (4 concepteurs) devait traiter le cahier des charges spécifié (CCS) et l'autre moitié le cahier des charges restreint (CCR).

Tâche expérimentale de conception

Les concepteurs devaient, pendant une heure et demie environ, concevoir une première maquette de site web pour un concessionnaire automobile. Afin de s'assurer de la nouveauté de cette tâche, nous avons vérifié qu'aucun des quatorze concepteurs n'avaient déjà réalisé de sites web pour un concessionnaire automobile, que ce soit au cours de leur activité professionnelle ou au cours de leur formation.

Tout en effectuant leur tâche de conception, les participants devaient raisonner à voix haute (technique de la "verbalisation concomitante à l'activité", cf. Ericsson et Simon, 1993). Cette technique, bien que comportant certaines limites (cf. Ericsson et al., *ibid.*), est beaucoup utilisée pour étudier les processus cognitifs mis en œuvre dans les activités de conception (cf., par exemple, Gero et Mc Neill, 1998). Dans le cadre de notre étude, cette technique a permis d'identifier le nombre et la nature des contraintes mobilisées par les concepteurs pour effectuer leur activité de résolution de problème, et de caractériser le mode de gestion de ces contraintes.

Analyse des données recueillies

Les verbalisations des concepteurs ont été retranscrites, puis analysées indépendamment par deux analystes afin de s'assurer du caractère reproductible des résultats. L'analyse des protocoles verbaux, par les deux analystes, s'est effectuée en deux phases visant à :

1. Identifier le nombre et la nature (i.e. si elles sont prescrites par le commanditaire ou si elles sont inférées par les concepteurs) des contraintes prises en compte par les concepteurs.
2. Caractériser les démarches des concepteurs pour gérer les contraintes prises en compte. Pour cela, nous avons identifié si les contraintes prises en compte sont immédiatement appliquées par

les concepteurs ou si elles sont reportées à plus tard et cela, à la fois, à travers leurs verbalisations et les maquettes produites.

La confrontation des résultats obtenus par des deux analystes a donné lieu à un degré d'accord élevé (.95).

RESULTATS ET DISCUSSION

Compte tenu du faible nombre de participants lors de notre étude expérimentale, les résultats obtenus ont été analysés d'un point de vue statistique en utilisant le test non paramétrique du U de Mann-Whitney.

Nombre de contraintes prescrites ou identiques à celles-ci prises en compte

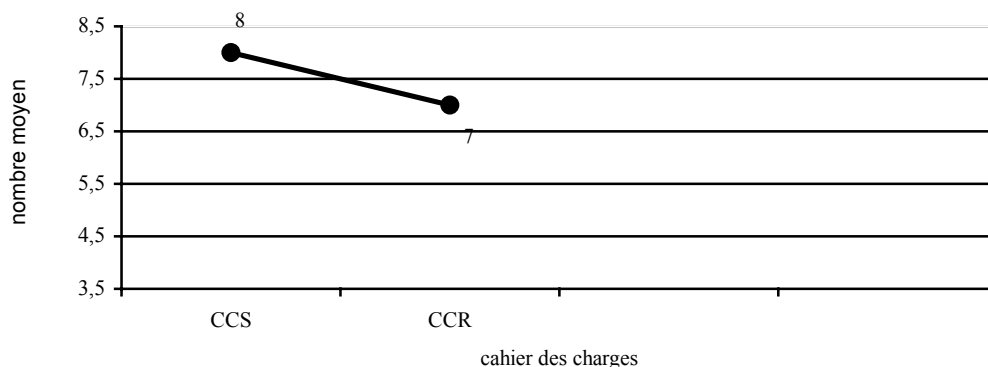
Les résultats obtenus ne mettent pas en évidence de différence significative quant au nombre de contraintes prises en compte selon le niveau de précision du cahier des charges à traiter et selon le niveau d'expertise des concepteurs :

- Les concepteurs professionnels confrontés au cahier des charges spécifié (CCS) n'ont tenu compte en moyenne que de seulement 8 contraintes prescrites sur les 11 indiquées. Quant aux concepteurs professionnels confrontés au cahier des charges restreint (CCR), il est apparu que ces derniers ont été en mesure d'inférer, en moyenne, 7 contraintes identiques à celles prescrites dans le CCS (cf. figure 2).

Le nombre de contraintes prescrites prises en compte par les concepteurs professionnels confrontés au CCS et le nombre de contraintes inférées par les concepteurs professionnels confrontés au CCR ne sont pas significativement différentes ($Z = -0.655$, $p > 0.10$; cf. tableau 1 de l'annexe 2).

Ce résultat est particulièrement intéressant, puisqu'il met en évidence le fait que les concepteurs professionnels confrontés au CCR ont besoin, pour résoudre le problème donné, de compléter le cahier des charges attribué en inférant des contraintes liées au commanditaire considérées comme "habituelles" ou "classiques".

Figure 2 : nombre moyen de contraintes prises en compte par les concepteurs professionnels selon le niveau de précision du cahier des charges



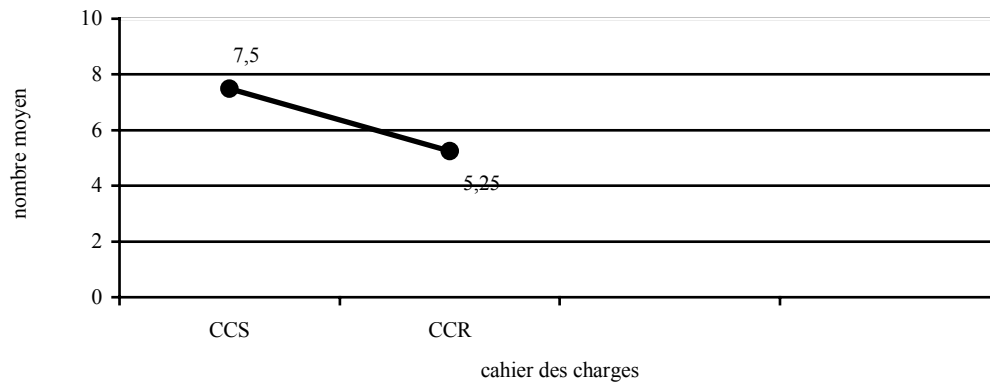
- Les concepteurs novices confrontés au CCS ont pris en considération, en moyenne, 7.5 contraintes prescrites. Les concepteurs novices confrontés au CCR ont inféré, en moyenne, 5.25 contraintes identiques à celles prescrites dans le CCS (cf. figure 3). Les analyses statistiques ne montrent pas de différence significative entre les contraintes prises en compte par les concepteurs novices confrontés au CCS et les contraintes inférées par les concepteurs novices confrontés au CCR ($Z = -1.588$, $p > 0.10$).

Ce résultat va dans le même sens que celui obtenu auprès des concepteurs professionnels et met en évidence que les concepteurs novices confrontés au CCR sont en mesure, malgré leur absence

d'expérience professionnelle dans le domaine, d'inférer des contraintes "habituelles" liées au commanditaire et de compléter ainsi le cahier des charges qui leur a été fourni.

Par conséquent, les concepteurs, qu'ils soient professionnels ou novices, ont besoin de certaines contraintes considérées "habituelles" pour résoudre le problème donné (cf. tableau 1 de l'annexe 2).

Figure 3 : nombre moyen de contraintes prises en compte par les concepteurs novices selon la nature du cahier des charges



Ce travail d'inférence face au cahier des charges restreint (CCR) par les concepteurs professionnels peut s'expliquer par le fait que ces derniers disposent de connaissances spécifiques liées à leur activité de conception stockées sous forme de schémas. De tels schémas ont été acquis grâce à leur expérience professionnelle (cf. Bastien, 1997 ; Reed, 1996 ; Richard, 1995 ; Hunt, 1989). Ils sont rendus efficaces grâce à la capacité des concepteurs à mettre en relation deux problèmes différents en trouvant des similarités entre les deux (Kulinski et Gero, 2001 ; Bonnardel et Rech, 1998 ; Visser, 1996 ; Détienne, 1991). Quand les concepteurs professionnels sont confrontés à un nouveau problème, ils cherchent un problème analogue pour lequel ils disposent déjà d'une solution ou tout au moins d'une procédure stockée en mémoire sous la forme de schémas. Lorsqu'un ou plusieurs schémas adéquats au problème à résoudre sont identifiés, le concepteur instancie et particularise ce(s) schéma(s) en fonction de la situation à traiter. Cela permet au concepteur d'inférer certaines informations manquantes dans le cahier des charges qui lui a été fourni et de compléter ainsi sa représentation mentale. A titre d'exemple, nous avons choisi un extrait d'un protocole verbal d'un concepteur professionnel confronté au CCR. Cet extrait met en évidence que ce concepteur se réfère à certains sites web développés antérieurement :

"Par exemple, pour les sites que j'ai faits pour les agences immobilières, ce qu'elles veulent mettre en avant, ce sont leurs produits pour qu'on les voit bien et qu'ils soient faciles d'accès pour les clients. Donc à ce moment-là, on se débrouille pour faire une interface autour de ça pour que leurs produits ressortent. Et puis, il y a des petites rubriques - la présentation, le plan d'accès, tout ça - qui sont à part. Pour ce concessionnaire, on va faire quelque chose d'à peu près pareil, en s'adaptant aux particularités de la vente de voitures pour que ce soit un peu plus original".

Quant aux concepteurs novices confrontés au CCR, les résultats sont un peu plus surprenants dans la mesure où ils n'ont pas encore été confrontés à de réels commanditaires. Ils parviennent néanmoins à inférer certaines contraintes considérées comme "habituelles" liées aux attentes du commanditaire.

En analysant plus précisément leurs protocoles verbaux, on peut remarquer que ce travail d'inférence est en partie dû au fait que les concepteurs novices sont avant d'être des concepteurs, des utilisateurs du Web. Naviguer à l'intérieur de différents sites fait qu'ils ont été en mesure de repérer les structures et les informations qui se retrouvent le plus souvent dans les sites web. Une fois en situation de conception, ils font appel à leurs "connaissances d'utilisateurs" pour reproduire au sein

de leurs propres créations ce qu'ils ont préalablement repéré dans les sites visités. Dans ce cas, les concepteurs novices particularisent également des schémas, mais pour eux, liés à leur activité d'utilisateurs. A titre d'exemple, nous avons choisi de présenter plusieurs extraits d'un protocole verbal d'un concepteur novice confronté au CCR:

"Bien souvent, on voit sur les sites des historiques, donc il faudra les mettre, en les modifiant et en les arrangeant un peu, même si personne ne les lit ! Puis le plan, c'est bien de savoir où l'on va, quand même.

[...] Eventuellement aussi il faudra mettre des liens de retour au sommaire pour la navigation, sinon tu te perds vite fait. Enfin, en tout cas, moi, je me perds !

[...] Ah, et puis faire en sorte que le client puisse mettre à jour son site en fonction des nouvelles infos qu'il veut faire passer.

[...] Ce qui serait bien aussi, ce serait d'avoir une note d'originalité par rapport aux couleurs de la région, comme on peut le voir sur certains sites".

Cette dernière interprétation pourrait certes également expliquer l'activité d'inférence des concepteurs professionnels, car ces derniers sont également des utilisateurs du Web. Néanmoins, on peut penser que bien qu'ils naviguent sur le Web, à force d'être confrontés à des commanditaires, ils ont pu développer certaines procédures et acquérir certaines connaissances plus particulièrement liées à leur activité de concepteurs. Se retrouvant en situation d'élaboration d'un site web, les concepteurs n'activeraient pas leurs connaissances d'utilisateurs, fortement contextualisées aux situations de navigation et non aux situations de conception (Chevalier et Ivory, 2003).

Contraintes prescrites non prises en compte

Les contraintes prescrites que les concepteurs professionnels confrontés au cahier des charges spécifié (CCS) n'ont pas prises en compte (en moyenne, 3 contraintes prescrites) n'ont pas non plus été inférées par les concepteurs professionnels confrontés au cahier des charges restreint (CCR) (cf. tableau 1 de l'annexe 2).

Nous observons un résultat similaire concernant les concepteurs novices. Les 3 contraintes prescrites dans le CCS qui n'ont pas été inférées par les concepteurs novices confrontés au CCS sont également les contraintes qui n'ont pas non plus été inférées par les concepteurs novices confrontés au CCR (cf. tableau 1 de l'annexe 2). Comment expliquer ces résultats ?

Des entretiens consécutifs à l'étude expérimentale, conduits auprès de concepteurs professionnels et novices montrent que les concepteurs ne tiennent pas compte de certaines contraintes prescrites, car elles leur paraissent non pertinentes pour leur activité courante, sans qu'elles soient pour autant éliminées. Par exemple, la contrainte "le temps de réalisation doit être rapide (...)" est prise en compte oralement par un seul concepteur (sur les sept confrontés au CCS), car compte tenu qu'il était demandé aux concepteurs de réaliser une première maquette, cette contrainte n'a pas été jugée pertinente à ce stade de l'activité des concepteurs. En outre, certains concepteurs professionnels ont indiqué que certaines des contraintes nécessitent d'être retravaillées et rediscutées avec le commanditaire (ce qui s'est manifesté dans la gestion des contraintes prises en compte ; nous reviendrons et développerons ce point plus bas).

Inférences de contraintes supplémentaires (en plus de celles prescrites dans le CCS et de celles inférées identiques aux prescrites)

Comme cela a été souligné précédemment (cf. § "activités de conception"), les problèmes de conception sont considérés comme des problèmes mal définis, puisque toutes les informations nécessaires à leur résolution ne sont pas présentes dans leur énoncé (Reitman, 1965 ; Eastman, 1969 ; Simon, 1995). Par conséquent, tous les concepteurs participant à cette étude, quel que soit le niveau de précision du cahier des charges à satisfaire, ont dû inférer certaines informations

manquantes pour résoudre le problème donné. Pour cela, les concepteurs ont dû activer certaines de leurs connaissances en M.L.T.

Les informations liées au commanditaire inférées par les concepteurs ont été analysées. Il est apparu que la plupart de ces informations correspondent à des contraintes, comme par exemple les contraintes suivantes (cf. tableau 2 de l'annexe 2) :

- "la charte graphique du concessionnaire doit être respectée"
- "il faut respecter les dépliants des véhicules".

Des différences significatives s'observent selon le niveau d'expertise des concepteurs. Les concepteurs professionnels infèrent significativement plus de contraintes que les concepteurs novices quel que soit le niveau de précision du cahier des charges à satisfaire (en moyenne, pour les deux cahiers des charges confondus, 10 contraintes pour les professionnels contre seulement 3.25 pour les novices ; $Z = -3.034$, $p < 0.05$).

Ce résultat corrobore les résultats précédemment obtenus, en ce sens que les concepteurs novices disposent majoritairement de connaissances liées à l'utilisation de sites web et de peu de connaissances liées à la conception de sites, si ce ne sont des connaissances techniques concernant l'éditeur de pages web qu'ils utilisent. Les concepteurs novices n'ont pas encore été confrontés à de réels commanditaires ; aussi, même s'ils parviennent, grâce à leur expérience et à leurs connaissances d'utilisateurs, à rajouter des informations aux contraintes prescrites dans le cahier des charges, ils ne parviennent pas à le compléter de façon aussi précise et complète que les concepteurs professionnels.

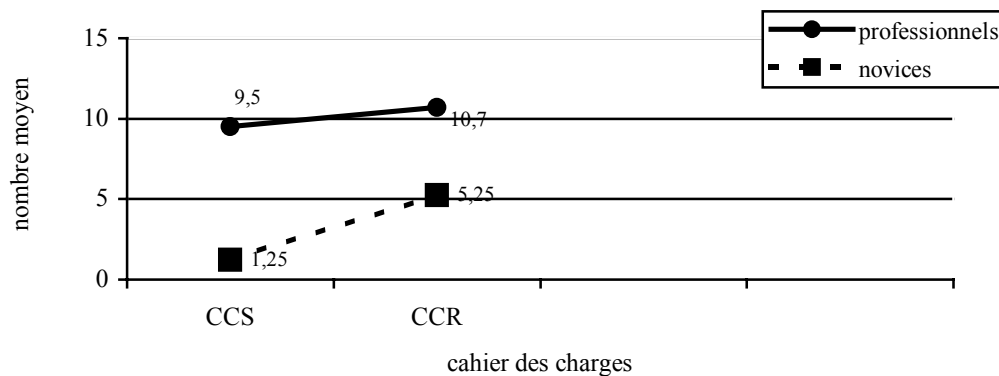
En outre, le niveau de précision du cahier des charges a un effet sur le nombre de contraintes inférées par les concepteurs novices : en moyenne, 5.25 contraintes inférées par les novices confrontés au CCR contre 1.25 contraintes par les novices confrontés au CCS ($Z = -2.191$, $p < .05$; cf. figure 4). Par contre, le niveau de précision du cahier des charges n'a pas d'effet significatif sur le nombre de contraintes inférées par les concepteurs professionnels (i.e. rajoutées à celles prescrites dans le CCS) : en moyenne, 9.5 contraintes pour les concepteurs professionnels confrontés au CCS et 10.7 contraintes pour les professionnels confrontés au CCR ($Z = -.899$, $p > 0.10$; cf. figure 4).

Les résultats concernant l'activité d'inférence des concepteurs novices vont dans le même sens que ceux obtenus par Smith, Ward et Schumacher (1993). Dans leur étude, les sujets qui disposaient d'exemples ont eu tendance à réaliser des productions proches des exemples fournis. Ces résultats sont à rapprocher de nos propres observations, en ce sens que donner un support aux sujets au début de leur activité – exemples de dessins pour Smith et al. (1993) et un cahier des charges bien spécifié (CCS) pour notre étude – limite leur activité d'inférence. Dans l'étude de Smith et al. (ibid.), les sujets utilisent les caractéristiques principales des exemples fournis pour créer leur propre dessin. Dans notre étude, les concepteurs novices confrontés au CCS se focalisent sur les contraintes prescrites dans le cahier des charges et infèrent de ce fait moins de contraintes construites que ceux disposant au départ de peu d'informations. Par conséquent, le fait de disposer de contraintes liées aux attentes du commanditaire dans le cahier des charges à traiter limiterait l'activité d'inférence des concepteurs novices. Ces résultats conforteraient *a priori* la conception du sens commun où la créativité part de rien, néanmoins ils peuvent être expliqués autrement, i.e. en fonction du statut attribué aux différentes contraintes. Il a été montré que les concepteurs différencient les contraintes de validité des contraintes de préférence (Jansen, Jégou, Vilarem et Nougier, 1989). Aussi, les concepteurs confrontés au cahier des charges spécifié (CCS) peuvent attribuer à la plupart des contraintes prescrites le statut de contraintes de validité, car elles peuvent difficilement être éliminées sans en avoir préalablement discuté avec le commanditaire. Les contraintes qui sont par la suite inférées doivent alors être compatibles avec ces contraintes prescrites. Les concepteurs confrontés au cahier des charges restreint (CCR) doivent inférer toutes les informations pour résoudre le problème donné, aussi les contraintes qu'ils infèrent, qu'elles soient de même nature ou

non que les contraintes prescrites dans le CCS, peuvent avoir le statut de contraintes de préférence. De ce fait, les concepteurs confrontés au CCR sont en mesure d'en inférer davantage, quitte à ne pas tenir compte de certaines d'entre elles par la suite si celles-ci ne conviennent pas ou entrent en conflit avec certaines contraintes nouvellement inférées.

Au contraire, pour les concepteurs professionnels, qu'ils soient confrontés au CCS ou au CCR, les résultats ne montrent pas de différence significative quant au nombre de contraintes inférées (en plus de celles prescrites dans le CCS ou de celles identiques à celles prescrites inférées par les concepteurs confrontés au CCR). Ainsi, disposer au départ de spécifications ne limite pas, pour les concepteurs professionnels, le nombre de contraintes inférées et rajoutées à celles prescrites dans le cahier des charges spécifié (CCS). Par conséquent, même si certaines contraintes prescrites dans le CCS peuvent avoir le statut de contraintes de validité, les concepteurs professionnels parviennent, grâce à l'instanciation et à la particularisation de schémas prédéfinis spécifiques à leur activité, à inférer un nombre important de contraintes supplémentaires.

Figure 4 : nombre moyen de contraintes inférées liées au commanditaire par les concepteurs selon le niveau de précision du cahier des charges



Démarches adoptées par les concepteurs pour gérer les contraintes

La gestion des contraintes prises en compte, qu'elles soient prescrites et/ou inférées (ou construites), est différente selon le niveau de précision du cahier des charges et selon le niveau d'expertise des concepteurs. Deux types de démarches ont ainsi pu être identifiées :

(1) "*Démarche anticipative*" : où les concepteurs infèrent des informations sous la forme de contraintes susceptibles de refléter les attentes potentielles du commanditaire quant au contenu de son futur site, et ils les appliquent directement pour élaborer les maquettes.

Cette démarche est particulièrement mise en œuvre par les concepteurs novices (81% des contraintes inférées par les concepteurs professionnels confrontés au CCR sont appliquées directement et 100% des contraintes prises en compte par les concepteurs confrontés au CCS, cf. figure 5). N'ayant encore jamais été confrontés à de réels commanditaires, ils prennent plus d'aisance pour appliquer les contraintes qu'ils ont inférées que les concepteurs professionnels, car ils n'ont pas encore dû devoir apporter de modifications au travail réalisé suite aux observations des commanditaires. Cette démarche est également mise en œuvre par les concepteurs professionnels, mais elle apparaît un moins souvent (70% des contraintes inférées sont appliquées directement par les concepteurs confrontés au CCR et 60% le sont par les concepteurs confrontés au CCS).

(2) "*Démarche de report*" : les concepteurs proposent certaines possibilités quant au contenu du site, mais ils préfèrent "en mettre certaines de côté" pour y revenir ultérieurement, par exemple, une fois qu'ils se seront entretenus avec le commanditaire. Cette démarche est à rapprocher de la stratégie du "least commitment" (ou "la stratégie de moindre

compromission") proposée par Stefik (1981). Cette stratégie permet de reporter des décisions et de déterminer tardivement des options de conception.

Cette démarche est plus fréquemment mise en œuvre par les concepteurs professionnels (30% des contraintes inférées par les concepteurs professionnels confrontés au CCR sont reportées et 40% le sont par les concepteurs confrontés au CCS) que par les concepteurs novices (19% des contraintes inférées par les concepteurs novices confrontés au CCR sont reportées et 0% pour les concepteurs novices confrontés au CCS ; cf. figure 6). Les concepteurs professionnels ayant probablement été confrontés, au cours de leur activité, à des commanditaires n'étant pas été entièrement satisfaits de leurs productions, ils ont dû revenir sur certains aspects. Ce travail de correction aurait pu être en partie évité, ou tout au moins réduit, si ces contraintes avaient été reportées pour être ensuite rediscutées avec les commanditaires en question. En outre, une grande partie des contraintes qu'ils infèrent sont 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").

Bien que les concepteurs professionnels mettent en œuvre de façon importante cette démarche, nous avons vu qu'ils utilisent également la "*démarche anticipative*", quel que soit le cahier des charges à satisfaire. En effet, les concepteurs professionnels peuvent inférer un nombre important de contraintes à partir de celles prescrites, et pour cette raison ils se permettent de les appliquer directement dans leurs maquettes sans en discuter avec le commanditaire. Bien que certaines des contraintes puissent être inférées à partir de celles prescrites, les concepteurs professionnels ont pu se rendre compte que cela ne garantit pas pour autant la satisfaction du commanditaire. C'est pour cette raison que les concepteurs professionnels adoptent la démarche de report plus souvent que les concepteurs novices. Par exemple, dans le CCS, l'une des contraintes mentionnée par le commanditaire était : "*les couleurs du site doivent être harmonie avec les couleurs du logo de la marque*". Certains concepteurs confrontés au CCS 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 de la marque). Cette dernière contrainte peut ne pas entièrement satisfaire le commanditaire qui pourrait préférer d'autres nuances de couleurs s'accordant avec le logo (comme, par exemple, des nuances de gris).

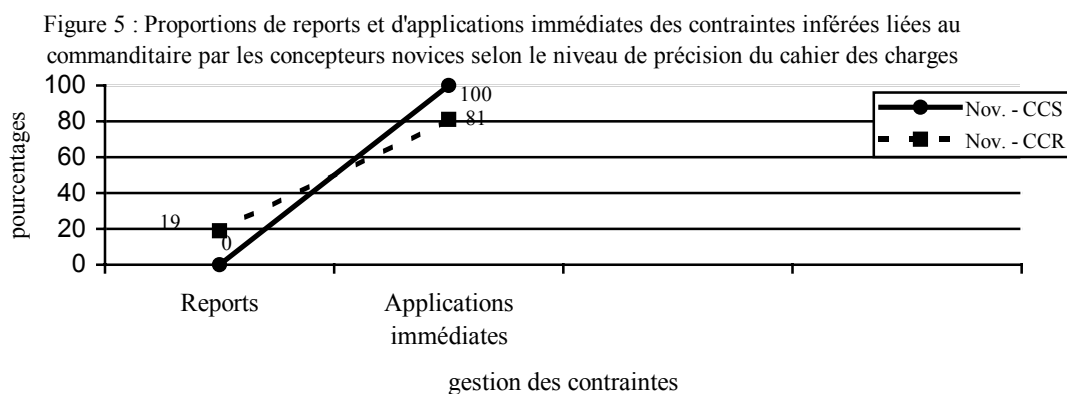
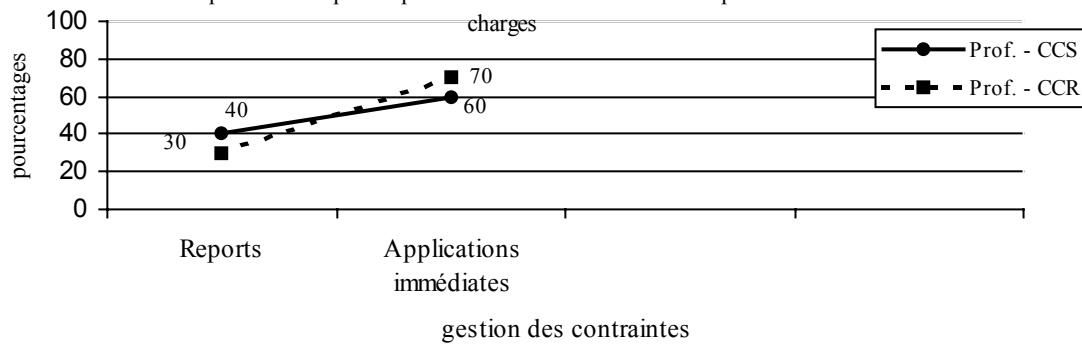


Figure 6 : Proportions de reports et d'applications immédiates des contraintes inférées liées au commanditaire par les concepteurs professionnels selon le niveau de précision du cahier des charges



CONCLUSION

Apports théoriques

Ces premiers résultats montrent que, quel que soit le niveau d'expertise des concepteurs, ils utilisent tous des connaissances antérieures que celles-ci soient liées à leur expérience en tant que concepteurs et/ou en tant qu'utilisateurs de sites web. Ainsi, la créativité ne part pas du néant, mais repose bien sur l'utilisation de connaissances antérieures (cf. Lopez de Mantaras et Plaza, 1997), sans pour autant que l'on puisse réduire la créativité uniquement au raisonnement par analogie. Dans ce même ordre d'idées, certains auteurs (Keane, 1988 ; Lawson et Lawson, 1993) ont montré que la mobilisation de connaissances antérieures occupe également une place privilégiée dans les découvertes artistiques et scientifiques.

Plus précisément, dans le cadre de problèmes ouverts, comme c'est le cas pour les problèmes de conception, l'association de connaissances antérieures et de nouvelles informations (issues de la situation courante) permet la construction de nouvelles connaissances. Cela rejoint la conception de Bastien (1997) où toute connaissance est acquise et organisée en fonction d'anciennes connaissances, i.e. en fonction de connaissances antérieures qui servent de "précurseurs" (notion empruntée à Cellérier, 1992). Ainsi, l'élaboration de nouvelles solutions résulterait, en partie au moins, de l'utilisation et de la combinaison de connaissances acquises antérieurement (cf. Marsh, Ward et Landau, 1999).

Ces résultats confortent, par conséquent, notre hypothèse de départ, qui était que la résolution d'un problème créatif et adapté requiert la construction d'un "environnement cognitif contraint". En effet, les concepteurs ont besoin de contraintes prescrites et de contraintes inférées pour effectuer une tâche créative, bien que des différences en termes de nombre, de nature et de gestion de contraintes s'observent selon le niveau d'expertise du concepteur et selon le niveau de précision du cahier des charges à traiter.

Plus précisément, des contraintes considérées comme "habituelles" sont nécessaires pour effectuer une tâche de conception créative et adaptée, puisque tous les concepteurs, qu'ils soient novices ou professionnels, prennent en compte de telles contraintes, que celles-ci résultent de l'analyse du cahier des charges (contraintes prescrites) et/ou de l'activation de connaissances en M.L.T. (contraintes inférées/construites). Ces résultats confortent ce que Bonnardel (2000) soutient, i.e. que les concepteurs ont besoin de se construire un "environnement cognitif contraint" pour résoudre un problème de conception créatif, car les contraintes sont notamment sources d'inspiration pour le concepteur. En outre, ces résultats vont dans le sens de Darses (2001) qui souligne également le rôle prépondérant des contraintes dans les activités de conception. Pour elle, les contraintes concourent au contrôle de l'activité du concepteur en permettant notamment de réduire l'espace de recherche pour parvenir plus rapidement à la proposition d'une solution.

Dans notre étude, les contraintes prescrites attribuées aux concepteurs confrontés au cahier des charges spécifié permettent une construction plus rapide de l'environnement cognitif contraint. Cela a pour conséquence de réduire plus rapidement l'espace de recherche, puisque les concepteurs novices confrontés au cahier des charges spécifié ont eu moins à inférer de contraintes que ceux confrontés au cahier des charges restreint. Par contre, pour les concepteurs confrontés à un commanditaire ne donnant aucune spécification (cahier des charges restreint), la construction de cet environnement a un double intérêt (Bonnardel, 2000) :

- (1) elle permet, dans un premier temps, au concepteur d'élargir son espace de recherche en inférant des contraintes supplémentaires. L'inférence de ces contraintes permettra au concepteur de générer certaines options de solutions et d'effectuer ainsi ses choix de conception parmi un ensemble plus vaste de possibilités ;
- (2) puis, dans un second temps, après avoir inféré un certain nombre de contraintes, le concepteur devra réaliser des choix parmi celles-ci, ce qui lui permettra de réduire son espace de recherche et de parvenir ensuite à une solution adaptée.

Perspective appliquée

L'étude présentée ici met en évidence que les attentes liées au commanditaire jouent un rôle fondamental dans la prise en compte de contraintes et plus généralement dans la construction d'un "environnement cognitif contraint" par le concepteur. Plus précisément, des différences ont été observées dans la prise en compte et la gestion de contraintes liées aux attentes du commanditaire selon le niveau d'expertise des concepteurs et selon le niveau de précision du cahier des charges à satisfaire.

Par conséquent, il paraît important d'apporter une aide au concepteur tout au long de son activité individuelle de résolution de problème dans les choix de conception à effectuer en fonction des contraintes à considérer, afin de développer des sites web adaptés au commanditaire. Cette aide devrait être différenciée selon :

- *le niveau d'expertise du concepteur* : les concepteurs novices infèrent moins de contraintes liées aux attentes potentielles du commanditaire que les concepteurs professionnels. Aussi, il serait pertinent d'aider les concepteurs novices à déterminer certaines informations, sous la forme de contraintes à prendre en compte, dont ils auront besoin pour créer le site dès le début de leur activité, ce qui leur permettrait notamment d'élargir leur espace de recherche et ainsi de considérer un ensemble plus vaste de solutions possibles.
- *le niveau de spécification du cahier des charges attribué par le commanditaire* : les concepteurs, en particulier les concepteurs novices, confrontés à un cahier des charges restreint infèrent plus de contraintes que ceux confrontés à un cahier des charges spécifié. Cependant, les contraintes inférées sont-elles pertinentes pour le commanditaire ? Il s'agit de la question qui incite les concepteurs professionnels à reporter à plus tard certaines contraintes nouvellement générées. Sur cette base, il serait alors intéressant d'aider le concepteur, qu'il soit professionnel ou novice, confronté à un commanditaire ne donnant pas beaucoup de précisions, à évaluer la pertinence des contraintes inférées afin de l'aider à réduire son espace de recherche pour parvenir ainsi à une solution acceptable et adaptée aux attentes du commanditaire.

Selon Shneiderman (1999), ainsi que Edmonds et Candy (1999), les systèmes d'aide à la conception ne doivent pas simuler le comportement des concepteurs, car les concepteurs n'auraient plus vraiment besoin de créativité. Dans ce cas, les systèmes d'aide devraient solliciter la créativité en proposant des options de solutions auxquelles les concepteurs n'auraient pas pensées jusqu'alors. Dans cette perspective, un système informatique d'aide pourrait combiner certaines caractéristiques d'un système à base de cas (cf., par exemple, Benjamins, Fensel et Perez, 1998) et celles d'un

système critique ("critiquing system" en anglais ; cf., par exemple, Fischer, 1994). Pour cela, un tel système permettrait :

- de stocker et d'organiser les nouvelles connaissances, pouvant refléter certaines contraintes, selon la situation précise pour laquelle elles ont été développées, de manière à ce que ces connaissances puissent être suggérées au concepteur au moment où celui-ci en aura l'utilité (fonction spécifique d'un système à base de cas).
- des interactions relatives aux options de conception choisies par le concepteur de sites web pendant son activité (fonction spécifique à un système critique).

Sur la base de cette association de fonction, le système pourrait proposer au concepteur des alternatives aux choix qu'il a effectués en mettant en évidence que d'autres contraintes, non envisagées par le concepteur, peuvent être considérées

Pour qu'un tel système informatique "intelligent" puisse exister, des interactions entre le système et l'utilisateur doivent avoir lieu. Pour Brézillon et al. (ibid.), le système et le concepteur se construisent leurs interprétations de la situation à laquelle ils sont confrontés en fonction de leurs propres "connaissances". Aussi, dans le cas où leurs interprétations divergent, le système et le concepteur devraient pouvoir comparer leurs éléments de réponses respectifs pour parvenir ensemble à une solution acceptable. Cette opération devient possible si le système et l'utilisateur échangent des explications sur les options de conception adoptées (cf. Karsenty et Brézillon, 1995).

Par ailleurs, comme cela a été indiqué précédemment les sites web doivent également être adaptés aux attentes des utilisateurs en plus de celles du commanditaire. L'étude qui vient d'être présentée a apporté des résultats intéressants quant à la prise en considération par des concepteurs professionnels et novices des attentes du commanditaire. D'autres études devraient être conduites afin d'approfondir cette fois-ci le rôle des contraintes liées au point de vue de l'utilisateur dans l'activité des concepteurs. De nombreuses études qui s'intéressent au fonctionnement cognitif des utilisateurs du Web montrent que les sites actuels sont souvent jugés difficiles d'accès et d'utilisation par les internautes (cf., par exemple, Smith, Newman et Parks, 1997 ; Tricot, Drot-Delange, El Boussarghini et Foucault, 2000 ; Mc Crickard, 2001 ; Boutin et Martial, 2001). Aussi, approfondir la façon dont les concepteurs de sites web gèrent les contraintes liées à l'utilisateur permettra d'intégrer une autre composante au système envisagé, en aidant le concepteur à prendre en considération et à gérer des contraintes liées aux attentes du commanditaire tout en tenant compte des exigences d'utilisation de ce site (attentes de l'utilisateur). L'aspect "prise en compte des besoins des utilisateurs" est alors tout aussi important dans l'activité des concepteurs de sites web, car comme le souligne Rouet (2000), un système hypermédia trop complexe et doté d'une interface médiocre peut s'avérer inutile pour ses utilisateurs. Par conséquent, un tel système d'aide à la conception de sites web assisterait le concepteur à effectuer des choix dans les contraintes à appliquer afin que le site développé soit adapté à la fois au commanditaire et aux utilisateurs.

REFERENCES

- AMABILE (T. M.). – Social psychology of creativity : A consensual assessment technique, *Journal of Personality and Social Psychology*, 43, 1982, p. 997-1013.
- AMABILE (T.M.). – *The social psychology of creativity*, New York, Springer-Verlag, 1983.
- AMABILE (T. M.). – *Creativity in Context*. Boulder, CO, Westview Press, 1996.
- ANDERSON (J.R.). – *The Architecture of Cognition*, Cambridge, Mass., Harvard University, 1983.
- ANDREWS (F. M.). – Social and psychological factors which influence the creative process, dans Taylor (I. A.) et Getzels (J. W.), *Perspectives in creativity*, Chicago, Aldine, 1975.
- BASTIEN (C.). – *Les connaissances de l'enfant à l'adulte*, Paris, Armand Colin, 1997.
- BENJAMINS (P. V.), FENSEL (D.), PEREZ (A. G.) - Knowledge Management through Ontologies, *Proceedings of the PAKM'98 Practical Aspects of Knowledge Management*, Basel, Switzerland, October, 1998, p. 29-30.

BISSERET (A.), FIGEAC-LETANG (C.), FALZON (P.). – *Modelling opportunistic reasonings : the cognitive activity of traffic signal setting technicians*, (Rapport de Recherche INRIA n°893), Rocquencourt, INRIA, 1988.

BODEN (M.). – *The Creative Mind : Myths and Mechanisms*, London, Weidenfeld and Nicolson, 1990.

BODEN (M.). – *Dimensions of creativity*, Cambridge, Mass., London, MIT Press, 1994.

BONNARDEL (N.). – *L'évaluation de solutions dans la résolution de problèmes de conception*, (Rapport de recherche n°1072. INRIA), Rocquencourt, INRIA, 1989.

BONNARDEL (N.). – L'évaluation réflexive dans la dynamique de l'activité du concepteur, dans Perrin (J.), *Pilotage et évaluation des activités de conception*, L'Harmattan édition, Paris, 1999, p. 87-105.

BONNARDEL (N.). – Towards understanding and supporting creativity in design: Analogies in a constrained cognitive environment, *International Journal of Knowledge-Based Systems*, 13, 2000, p. 505-513.

BONNARDEL (N.), LANZONE (L.), SUMNER (T.). – Designing web sites: opportunistic actions and cognitive effort of lay-designers. *Cognitive Science Quarterly*, 3, 2003, p. 23-54.

BONNARDEL (N.), RECH (M.). – Analogies in design activities : A study of the evocation of intra- and interdomain sources, dans Holyoak (K.), Gentner (D.) et Kokinov (B.), *Advances in Analogy Research: Integration of Theory and Data from the Cognitive, Computational, and Neural Sciences*, NBU Series in Cognitive Science, Sofia, New Bulgarian University, 1998, p. 336-344.

BOUTIN (M.) et MARTIAL (O.). – Evaluation de l'utilisabilité d'un site web : tests d'utilisabilité versus évaluation heuristiques, *Actes du 36^{ème} Congrès Annuel de la S.E.L.F. et du 32^{ème} Congrès Annuel de l'A.C.E.*, 2001, p. 126-131.

BRÉZILLON (P.), POMEROL (J.-Ch.). – Contextual knowledge sharing and cooperation in intelligent assistant systems, *Le Travail Humain*, 67, 1999, p. 223-246.

CELLERIER (G.). – Organisation et fonctionnement des schèmes, dans Inherlder (B.) et Cellérier (G.), *Le cheminement des découvertes de l'enfant*, Neutâchel, Delachaux et Niestlé, 1992.

CHEVALIER (A.), Ivory (M.). – Web Site Designs: Influence of Designer's Experience and Design Constraints. *International Journal of Human-Computer Studies*, 58, 2003, p. 57-87.

CHEVALIER (A.), MARTINEZ (L.). – *The role of the contexts in acquisition and organization of human knowledge : Studies from children and from adults*, dans Akman (V.), Bouquet (P.), Thomason (R.) et Young (R. A.), *Modeling and Using Context*, Berlin, Springer, 2001, p. 425-428.

DARSES (F.). – Concevoir des systèmes à base de connaissances destinés aux tâches de conception : préconisations ergonomiques. *Actes de IC*, 2001.

DÉTIENNE (F.). – Reasoning from a schema and from an analog in software code reuse, dans Koenemann-Belliveau (J.), Moher (T.) et Robertson (S.P.), *Empirical studies of programmers, Fourth Workshop*, Norwood (NJ), Ablex Publishing Corporation, 1991, p. 5-22 .

DÉTIENNE (F.). – *Psychology of Software Design*, Heidelberg, Springer, 2001.

EASTMAN (C.M.). – Cognitive processes and ill-defined problems : a case study from design, *Proceedings of the First Joint International Conference on I.A.*, Washington (D.C.), 1969, p.669-690.

EDMONDS (E.A.), CANDY (L.). – Computation, Interaction and Imagination : Into Virtual Space and Back to Reality, dans Gero (J.) et Maher (M;-L.), *Proceedings of the 4th International Roundtable Conference on Computational Models of Creative Design*, 1999, p 19-31.

ERICSSON (K. A.), CHARNESS (N.). – Expert performance: Its structure and acquisition, *American Psychologist*, 49, 1994, p. 725-747.

ERICSSON (K.A.), SIMON (H.). *Protocol analysis : Verbal reports as data* (Revised edition), MIT Press, Cambridge, MA, 1993.

FISCHER (G.). – Domain oriented design environments. *Automated Software Engineering*, Boston, MA : Kluwer Academic Publishers, 1994, p.177-203.

FUSTIER (M.). – *La résolution de problèmes : méthodologie de l'action*, Paris, Editions ESF et Librairies Techniques, 1989.

- GERO (J.), MC NEILL (T.). – An approach to the analysis of design protocols. *Design Studies*, 19, 1998, p.1-61.
- HAMPTON (J. A.). – Emergent attributes in combined concepts, dans Ward (T. B.), Smith (S. M.) et Vaid (J.), *Creative thought : An investigation of conceptual structures and processes*, Washington, DC, American Psychological Association, 1997, p. 83-110.
- HUNT (E.). – Cognitive science : Definition, status, and questions, *Annual Review of Psychology*, 40, 1989, p. 603-629.
- JANSSEN (P.), JEGOU (P.), NOUGUIER (B.), VILAEM (M.C.). – Problèmes de conception : une approche basée sur la satisfaction de contraintes, 9^{èmes} Journées Internationales : Les systèmes experts et leurs applications, 29 mai-2 juin, 1989, p.71-84.
- KARSENTY (L.), BRÉZILLON (P.). – Cooperative problem solving and explanation, *International Journal of Expert Systems With Applications*, 4, 1995, p. 445-462.
- KEANE (M. T.). – *Analogical Problem Solving*, Chichester, England, Ellis Horwood, and New York, Wiley, 1988.
- KRIS (E.) – *Psychoanalytic exploration in art*, New-York, International Universities Press, 1952.
- KULINSKI (J.), GERO (J.). – Constructive representation in situated analogy in design, dans de Vries (B.), Van Leeuwen (J.) et Achten (H.), *CAAD Futures 2001*, Kluwer, Dordrecht, 2001, p. 507-520.
- LAUTREY (J.), LUBART (T. I.). – Créativité, dans Houdé (O.), Kayser (D.), Koenig, J. Proust (O.) et Rastier (F.), *Vocabulaire de sciences cognitives*, Paris, P.U.F., 1998.
- LAWSON (D. I.), LAWSON (A.E.). – Neural principles of memory and a neural theory of analogical insight. *Journal of Research in Science Teaching*, XXX, 10, 1993, p.1327-1348.
- LOPEZ DE MANTARAS (R), PLAZA (E.). – Case-Based Reasoning : an overview, *AI Communications*, X, 1997, p. 21-29.
- LUBART (T.I.) – Creativity, dans Sternberg (R.J.), *Thinking and Problem-Solving*, New-York: Academic Press, 1994, p. 289-332.
- MC CRICKARD (D. S.) – The effect of changes in information access times on hypertext choices, dans Smith (M. J.), Salvendy (G.), Harris (D.) et Koubek (R. J.), *Usability evaluation and interface design*, Mahwah (N.J.), Lawrence Erlbaum Associates, 2001, p. 1086-1090.
- MATLIN (M. W.). – *Cognition*, Harcourt Inc, 1998.
- MARSH (R. L.). The inadvertent use of prior knowledge in a generative cognitive task, *Memory and Cognition*, 27, 1, 94-105, 1999.
- PERKINS (D. N.). – Creativity and the quest for a mechanism, dans Sternberg (R.) et Smith (E. E.), *The psychology of human thought*, New York, Cambridge University Press, 1988, p. 310-336.
- REED (S.). – *Cognition, Theory and Applications*, International Thomson Publishing Inc., 1996.
- REITMAN (W.R.). – *Cognition and Thought : An information processing approach*, New-York, Wiley, 1965.
- REYNOLDS (R. I.). – Recognition of expertise in chess players, *American Journal of Psychology*, 105, 1992, p. 409-415.
- RICHARD (J.-F.). – *Les activités mentales : comprendre, raisonner, trouver des solutions*, Armand Colin édition, Paris, 1995.
- ROUET (J.-F.) – Cognition et technologies d'apprentissage : quelques questions et pistes de recherche, *Systèmes d'information et management*, 4, 2000, p. 21-32.
- SHNEIDERMAN (B.) – *Creating creativity for everyone: User interfaces for supporting innovation*, University of Maryland Dept of Computer Science Technical Report, 1999.
- SHOBEN (E. J.), GAGNE (C.). – Thematic relations and creation of combined concepts, dans Ward (T. B.), Smith (S. M.) et Vaid (J.), *Creative thought : An investigation of conceptual structures and processes*, Washington, DC, American Psychological Association, 1997, p. 31-50.
- SIMON (H.) – The structure of ill structured problems, *Artificial Intelligence*, 4, 1973, p. 181-201.

SIMON (H.). – Problem forming, problem finding and problem solving in design, dans Collen (A.) et Gasparski (W), *Design and Systems, New Brunswick*, Transaction Publishers, 1995, p. 245-257.

SMITH (P. A.), NEWMAN (I. A.) et PARKS (L. M.) – Virtual hierarchies and virtual networks : some lessons from hypermedia usability research applied to the World Wide Web, *International Journal of Human-Computer Studies*, 47, 1997, p. 67-95.

STEFIK (M.). – Planning with constraints. MOLGEN : part 2, *Artificial Intelligence*, 16, 1981, p. 141-170.

STERNBERG (R.). – The nature of creativity, Cambridge University Press, Cambridge, MA, 1998.

STERNBERG (R.), LUBART (T. I.). – *Defying the crowd : Cultivating creativity in a culture of conformity*, New York, Free Press, 1995.

SUWA (M.), TVERSKY (B.) – Constructive perception in design, dans Gero (J.) et Maher (M.L.), *Computational and Cognitive Models of Creative Design V*, Australia, University of Sydney, Key Centre of Design Computing and Cognition, 2001, p. 227-239.

TRICOT (A.), DROT-DELANGE (B.), EL BOUSSARGHINI (R.) et FOUCAULT (B.) – Quels savoir-faire les utilisateurs réguliers du Web acquièrent-ils ?, *Revue d'Intelligence Artificielle*, 14, 2000, p. 93-112.

VISSER (W.). – "Coût cognitif" comme concept explicatif de la différence entre un plan d'activité et l'organisation effective de cette activité, dans Tricot (A.) et Chanquoy (L.) *La charge mentale*, Paris, Armand Colin, 1996, p. 66-88.

WARD (T. B.). – Structured imagination : The role of category structure in exemplar generation, *Cognitive Psychology*, 27, 1994, p. 1-40.

WARD (T. B.), SMITH (S. M.), SCHUMACHER (J.). – Constraining effects of examples in a creative generation task, *Memory and Cognition*, 21, 1993, p. 837-845.

WEISBERG (R.W.). – Problem solving and creativity, dans Sternberg (R.), *The nature of creativity : Contemporary psychological perspective*, Cambridge, Cambridge University Press, 1986, p. 220-238.

WEISBERG (R.W.). – *Creativity : Beyond the myth of genius*, New York, Freeman, 1993.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les concepteurs qui ont accepté de participer à cette étude, ainsi que les experts de la revue pour leurs commentaires.

Ce travail a bénéficié du soutien financier du Conseil Régional Provence Alpes Côte d'Azur.

Annexe 1 : Cahiers des charges

1. Cahier des charges spécifié

Le concessionnaire de la marque X situé à Aix-en-Provence, Bernier-A.G.A., désire présenter trois de ses nouveaux modèles : la 206, la 106 et la 306.

Par ailleurs, il souligne qu'il désire ce site car le marché des voitures neuves est depuis quelques années en baisse.

Le concessionnaire souhaite que le concepteur élabore une première maquette de son futur site.

Ce concessionnaire fournit quelques spécifications relatives au contenu de son futur site :

- Intégrer la présentation de la marque X.
- Indiquer l'adresse et le plan d'accès.
- Présenter les 3 nouvelles générations de voitures : 106 206 306 (ainsi que les séries spéciales).
- Le logo de la marque doit apparaître sur toutes les pages.
- Le temps de réalisation doit être rapide, car le concessionnaire souhaite être dans deux mois (au plus tard) sur le Web.
- Le site doit être court : 10 – 15 pages maximum.
- Les couleurs du site doivent être en harmonie avec les couleurs du logo de la marque X.
- 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.).
- Présenter les services en ligne : prise de R.D.V., questions à poser, etc.
- Présenter les services de X pour l'achat d'un véhicule neuf.
- Le budget accordé est de 23 000 Francs T.T.C. (hébergement, nom de domaine, mise à jour pendant 1 an).

Certains documents sont fournis par le concessionnaire :

- plan de Aix-en-Provence avec l'emplacement de la concession
- photographies de la concession
- photographies (et tarifs) des 3 véhicules à promouvoir
- historique bref de X
- historique de Bernier
- article concernant la baisse de la consommation de voitures neuves
- dépliants des 3 véhicules concernés
- présentation des principaux services offerts par X pour l'achat d'un véhicule neuf : (voir dépliants)
 - * garantie 2 ans (ou 60 000 km) : pièces et main d'œuvre
 - * prêt d'une voiture pendant d'éventuelles réparations pendant 2 ans
 - * dépannage sur autoroute au même tarif que sur les routes nationales ou départementales pendant 2 ans.
 - * reprise de votre ancien véhicule quelle qu'en soit la marque et l'année
 - * possibilité de crédit à taux très faible et ajusté à chaque client

2. Cahier des charges restreint

Le concessionnaire de la marque X localisé à Aix-en-Provence, Bernier-A.G.A., désire présenter trois de ses derniers modèles : la 106, la 206 et la 306.

Par ailleurs, il souligne qu'il désire ce site car le marché des voitures neuves est depuis quelques années en baisse.

Le concessionnaire souhaite que le concepteur élabore une première maquette de son futur site.

Les mêmes documents que ceux donnés dans le cahier des charges spécifié sont fournis aux concepteurs.

Annexe 2 : Contraintes prises en compte par les concepteurs

Tableau 1

Nombre moyen de contraintes prescrites par le commanditaire prises en compte par les concepteurs confrontés au cahier des charges spécifié (CCS) et inférées par les concepteurs confrontés au cahier des charges restreint (CCR)

Contraintes prescrites	N- CCS	P- CCS	N- CCR	P- CCR
Intégrer la présentation de la marque X	1	1	1	1
Indiquer l'adresse et le plan d'accès	1	1	1	1
Présenter les 3 nouvelles générations de voitures : 106 206 306 (ainsi que les séries spéciales)	1	1	1	1
Le logo de la marque doit apparaître sur toutes les pages	0.75	0.66	0.25	0.66
Le temps de réalisation doit être rapide, car le concessionnaire souhaite être dans deux mois (au plus tard) sur le Web	0	0.33	0	0
Le site doit être court : 10 – 15 pages maximum	0.75	0.66	0	1
Les couleurs du site doivent être en harmonie avec les couleurs du logo de X	1	1	1	1
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.)	0.5	0.66	0	0
Présenter les services en ligne : prise de R.D.V., questions à poser.	0.5	0	0	0.33
Présenter les services offerts par X pour l'achat d'un véhicule neuf	0.75	1	1	1
Le budget accordé est de 23 000 Francs T.T.C. (hébergement, nom de domaine, mise à jour pendant 1 an)	0.25	0.66	0	0
Nombre moyen total de contraintes prescrites prises en compte	7.5	8	5.25	7
Ecart-types	1.041	1.528	0.25	0.577

Légende : P : concepteurs professionnels
CCS : cahier des charges spécifié

N : concepteurs novices
CCR : cahier des charges restreint

Tableau 2

Nombre moyen de contraintes inférées liées au commanditaire par les concepteurs (en plus de celles prescrites dans le CCS et de celles inférées identiques aux prescrites pour les concepteurs confrontés au CCR)

Contraintes inférées/construites	N- CCS	P- CCS	N- CCR	P- CCR
Il faut mettre en avant ce concessionnaire par rapport à la marque qu'il représente	0	0.33	0.25	0
Il faut mettre en avant les intérieurs de ses voitures pour que ce concessionnaire se démarque des autres	0	0	0	0.33
Il faut plus de texte sur ce concessionnaire	0	0.33	0	0.33
Il faut mettre de suite des informations sur ce concessionnaire en page d'accueil	0	0	0	0.33
Il faut vérifier si ce concessionnaire existe déjà sur le Web	0	0	0	0.66
La photographie de la devanture de la concession doit bien montrer qu'il s'agit de ce concessionnaire	0.25	1	1	0.66
Il faut mettre beaucoup de photographies spécifiques à ce concessionnaire	0	0	0.5	0
Donner un cachet historique au site avec de vieilles photographies	0	0	0.25	0.33
La plaquette 206 ne dégage pas d'atmosphère particulière, il va falloir y remédier	0	0	0	0.33
Faire des liens vers les autres sites de la marque	0.25	1	0.5	0.66
Il faut aller chercher d'autres informations sur les sites de la marque	0.25	0.66	0.75	0.33
Le site doit respecter les dépliants de la marque	0	0.33	0	0
La charte graphique de la marque doit être respectée	0	1	0.5	1
Utiliser quelque chose de personnel à la marque	0	0	0.25	0.66
Il faut se faire une image de la marque	0	0.33	0	0.66
Respecter les typographies de la marque	0.25	0.66	0	0.66
La page d'accueil ne doit pas trop être marquée par les modèles de voitures (car elles ont une durée de vie relativement courte)	0	0.33	0	0
Il faudra retravailler le texte avec le concessionnaire pour qu'il soit plus commercial	0.25	1	0.5	0.66

Le site doit doper les ventes	0	0	0.5	0.33
Il faut mettre en avant les prix des voitures	0	0	0	0.66
Il faut montrer tout son show-room	0	0.33	0	0
Le public visé par le concessionnaire doit être régional et non national ni international	0	0.33	0	0.66
Pour la promotion de ce site, le concessionnaire devra aller directement vers les gens, en distribuant un support papier	0	0	0	0.33
Le contact est à mettre dès la première page	0	0.66	0	0
Il faut une page par voiture	0	0.33	0	0
Mettre certaines images scannées	0	0.66	0	0
Le site ne doit pas être complexe, i.e. grand (selon le budget accordé)	0	0	0	0.33
Il faudra indiquer les partenaires du concessionnaire	0	0	0.25	0.33
Il faudra que le concessionnaire prévoit quelqu'un en interne pour gérer les services	0	0	0	0.33
Nombre moyen total de contraintes inférées	1.25	9.5	5.25	10.7
Ecarts-types	0.75	0.667	1.031	1.7

Légende : P : concepteurs professionnels
CCS : cahier des charges spécifié

N : concepteurs novices
CCR : cahier des charges restreint