

Cet article est disponible en ligne à l'adresse :

http://www.cairn.info/article.php?ID_REVUE=TH&ID_NUMPUBLIE=TH_721&ID_ARTICLE=TH_721_0005

Activités de conception et créativité : de l'analyse des facteurs cognitifs à l'assistance aux activités de conception créatives

par N. BONNARDEL

| Presses Universitaires de France | *Le travail humain*

2009/1 - Volume 72

ISSN 0041-1868 | ISBN 9782130573227 | pages 5 à 22

Pour citer cet article :

– Bonnardel N., Activités de conception et créativité : de l'analyse des facteurs cognitifs à l'assistance aux activités de conception créatives, *Le travail humain* 2009/1, Volume 72, p. 5-22.

Distribution électronique Cairn pour Presses Universitaires de France .

© Presses Universitaires de France . Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

RECHERCHES EMPIRIQUES
EMPIRICAL STUDIES

ACTIVITÉS DE CONCEPTION ET CRÉATIVITÉ :
DE L'ANALYSE DES FACTEURS COGNITIFS
À L'ASSISTANCE AUX ACTIVITÉS
DE CONCEPTION CRÉATIVES

par N. BONNARDEL*

SUMMARY

DESIGN ACTIVITIES AND CREATIVITY : FROM THE ANALYSIS OF COGNITIVE FACTORS
TO CREATIVE DESIGN SUPPORT

A challenge for designers is to reach design solutions and to define products that are both new and adapted to the context and to future users or consumers. Indeed, to be competitive, companies have to regularly propose new products to consumers. Moreover, we can consider that there is « something » more than technical knowledge and expertise in design activities : the designers' creativity. We especially argue that non routine design activities are situated on a continuum going from minor creative activities to major creative activities. In line with this view, we first describe examples observed in real-life situations, which show the role of analogies in creative design activities. We also compare cognitive processes described in models of design and in models of creativity. A crucial objective is then pursued : to enhance the emergence of creative ideas from designers. Towards this end, we present experimental results about designers' evocation processes, which suggest how to support professional designers in extending their research space of ideas. Finally, we describe computational systems, whose functioning is derived from such results, and we propose new directions for supporting complementary processes involved in creative design activities.

Key words : *Design Activities, Creativity, Cognitive Processes, Computational Support.*

I. INTRODUCTION

Les activités de conception créatives sont omniprésentes dans notre société. Notre environnement quotidien comporte une multitude d'objets qui ont préalablement requis une activité de conception, qu'il s'agisse

* d'Aix-Marseille Université & Institut Universitaire de France, Centre de recherche en Psychologie de la Connaissance, du Langage et de l'Émotion (EA 3273), 29, avenue Robert-Schuman, 13621 Aix-en-Provence. E-mail : nathalie.bonnardel@univ-provence.fr.

d'un produit « design », d'un site web, d'un véhicule... Ces activités ont lieu dans des domaines professionnels extrêmement variés, allant de secteurs techniques pointus à des secteurs artistiques. Quels que soient les domaines considérés, les concepteurs doivent développer des produits à la fois novateurs et adaptés aux utilisateurs et, ainsi, faire preuve de créativité (Bonnardel, 2006). Lors du processus de conception, la créativité joue un rôle crucial dans les étapes initiales ou conceptuelles (*conceptual design*), au cours desquelles le concepteur définit, dans les grandes lignes, les caractéristiques du produit qu'il doit élaborer. La créativité exerce également une influence sur les autres phases de développement du produit – par exemple, en ayant des répercussions sur les méthodes et les dispositifs qui devront être utilisés pour fabriquer ce produit. Le fait de parvenir à des solutions de conception présentant une certaine créativité peut constituer un atout par rapport à des produits concurrents. Ainsi, une part substantielle des futurs revenus des sociétés dépendrait de la conception de produits créatifs (Eppinger, Whitney, Smith, & Gebula, 1994) : pour être compétitives, les sociétés auraient comme enjeu d'introduire sur le marché, de façon régulière et rapide, des produits à la fois novateurs et adaptés aux utilisateurs.

Bien que l'on ait tendance à associer créativité et nouveauté (ou originalité), la recherche de nouveauté doit intervenir parallèlement à une recherche de satisfaction d'autres exigences, telle l'adaptation au contexte et aux utilisateurs. En effet, les enjeux d'une conception novatrice mais qui serait inadaptée sont majeurs : difficultés d'utilisation du produit conçu (voire abandon de son utilisation), risques économiques pour les entreprises... Compte tenu, à la fois, de la complexité des activités de conception créatives et des enjeux qui leur sont associés, deux objectifs sont primordiaux dans le cadre d'une approche d'ergonomie cognitive :

- comprendre comment se manifeste la créativité et caractériser les processus cognitifs mis en œuvre dans les activités de conception ;
- favoriser l'émergence de solutions de conception créatives.

Cet article vise à présenter des travaux contribuant à ces deux axes.

II. SITUATIONS DE CONCEPTION ET CRÉATIVITÉ

Il est généralement admis que les activités créatives se manifestent dans différents domaines, tels l'art, la littérature, les sciences, etc. (cf. Lubart, Mouchiroud, Tordjman, & Zenasni, 2003). De notre point de vue, les activités de conception (ou, en anglais, de *design*) relèvent également des activités créatives et constituent l'un des domaines privilégiés dans lesquels la créativité peut être étudiée. En effet, ces activités requièrent des connaissances techniques et une expertise dans le domaine, mais aussi, ce qui est plus énigmatique, la « créativité » de la personne qui conçoit (Borillo & Goulette, 2002). Afin de fournir des arguments en faveur de cette position, les similitudes et les différences existant entre les

notions de conception et de créativité vont tout d'abord être soulignées, puis deux situations illustrant le caractère créatif des activités de conception seront décrites.

II. 1. ACTIVITÉS CRÉATIVES ET ACTIVITÉS DE CONCEPTION

Les notions de créativité et de conception peuvent être comparées tant en ce qui concerne l'évolution historique de ces notions que sur la base de leurs définitions.

D'un point de vue historique, nous constatons une évolution commune dans la façon d'appréhender les notions de créativité et de conception. Ainsi, la créativité a été, initialement, considérée de façon mystique, comme en rendent compte l'expression « être inspiré » et les assertions d'auteurs ou d'artistes, évoquant le rôle des Muses ou d'un pouvoir divin. De façon similaire, les activités de conception ont, au départ, été interprétées comme le fruit de l'activité d'un « magicien » (Jones, 1969). Puis, à l'issue d'une évolution de points de vue, un « modèle économique de la production créative » a progressivement été proposé (Rouquette, 1973) et aussi bien les activités créatives que la conception (ou *design*) sont devenues l'objet de nombreuses recherches. Une conséquence de ces changements de points de vue est que la créativité est maintenant appréhendée non seulement dans le cadre d'activités créatives majeures, compte tenu de leur impact sur notre société, mais également dans le cadre d'activités créatives plus communes, observables dans des actes quotidiens. Il s'agit, selon les auteurs, respectivement de créativité historique et de créativité psychologique (Boden, 1990) ou de créativité C-majuscule et de créativité c-minuscule (Gardner, 2001). De ce fait, nous défendons l'idée que les activités de conception, tout au moins celles considérées comme « non routinières » (cf. ci-dessous), se situent sur un continuum allant de la créativité mineure à la créativité majeure (Bonnardel, 2006). Néanmoins, quel que soit le domaine dans lequel la créativité se manifeste, il peut être difficile de déterminer si les conséquences d'une activité créative sont temporaires et limitées à la personne qui a fait preuve de créativité ou si des répercussions seront observées au niveau de la société. Ce n'est parfois qu'après plusieurs années qu'une activité créative peut être qualifiée de majeure ou de mineure.

Les définitions de la créativité et celles des activités de conception présentent, à première vue, certaines différences, mais les points communs deviennent prépondérants si l'on se limite aux activités de conception non routinières, comme c'est le cas dans cet article.

Bien que des centaines de définitions de la créativité aient été proposées, un grand nombre d'auteurs s'accorde à considérer qu'il s'agit de la capacité à avoir une idée ou à réaliser une production à la fois *nouvelle* et *adaptée au contexte* dans lequel elle se manifeste (cf., notamment, Amabile, 1996 ; Bonnardel, 2002 ; Lubart, 1994 ; Lubart *et al.*, 2003 ; Sternberg, 1999).

Si l'on se réfère aux définitions des activités de conception, on constate que la composante créative n'est pas nécessairement mise en

exergue : « Concevoir (*to design*), c'est dessiner, exprimer un dessein par un dessin ou par une forme ou par un système de symboles (...) c'est créer, ou construire, quelque modèle symbolique à l'aide duquel on inférera ensuite le réel » (Demailly & Lemoigne, 1986, p. 435-436). De façon complémentaire, pour Simon (1995), il s'agit de « concevoir des objets, des processus, des idées pour accomplir des buts, et montrer comment ces objets, processus ou idées peuvent être réalisés » (p. 246). Ces définitions mettent donc l'accent sur l'expression d'une idée, d'un processus ou la réalisation d'une production en vue d'atteindre certains buts, ce qui correspond à *l'adaptation à la situation ou au contexte*. Le trait majeur de la créativité que constitue la *nouveauté* n'apparaît, par contre, pas explicitement dans de telles définitions. Cela s'explique par la distinction proposée entre deux types d'activités de conception (Brown & Chandrasekaran, 1989 ; Gero & Maher, 1993) : les activités routinières et celles considérées comme non routinières. Dans le cas d'activités de conception routinières, le produit à concevoir étant peu différent des produits développés antérieurement, le concepteur peut adapter un schéma prédéfini afin de traiter le problème considéré. Dans le cas d'activités de conception non routinières, aucun schéma prédéfini ne peut être adapté au problème et le concepteur doit faire preuve d'une certaine créativité. Ce dernier type d'activités de conception aboutit à des objets nouveaux, notamment par une extension de produits préexistants ou par la combinaison de traits issus de différents produits existants de façon à en constituer un nouveau. C'est le cas, par exemple, de nouveaux modèles de téléphone mobile associant les fonctionnalités d'un téléphone, d'un agenda électronique, d'un appareil photo et d'un caméscope tout en permettant une connexion à l'Internet.

Cet article porte spécifiquement sur les activités non routinières, qui sont également qualifiées de créatives (ou *creative design*). De ce fait, nous proposons la définition suivante de la créativité qui s'applique aussi aux activités de conception non routinières (Bonnardel, 2002) : la créativité est la capacité à générer une idée, une solution ou une production qui soit à la fois nouvelle et adaptée à la situation et, dans certains cas, considérée comme ayant une certaine utilité ou valeur. Les productions en question peuvent être de nature variée. Dans le cas des activités de conception, il s'agit principalement d'objets de la vie quotidienne et d'objets techniques.

II.2. EXEMPLES DE SITUATIONS DE CONCEPTION CRÉATIVES

Deux situations de conception illustrant l'émergence de créativité vont être décrites : l'une rend compte de la conception d'un dispositif ayant marqué notre société car il s'est substitué aux dispositifs antérieurs ; l'autre correspond à l'extension d'une gamme de produits existants au sein d'une entreprise actuelle.

Le premier exemple de situation de conception créative est celui de l'invention, par Gutenberg, de la presse à imprimer. Avant lui, l'impression se faisait d'un seul bloc, en gravant chaque texte sur une planche en

bois. Les descriptions de cette invention (cf., notamment, Lubart *et al.*, 2003) relatent que, un jour où Gutenberg assistait à une démonstration de pressoir à vin, il a remarqué à la fois le mécanisme du pressoir et les chevalières (bagues avec des lettres gravées) que portaient certaines personnes. La combinaison de traits issus de ces deux types d'objets lui a permis d'avoir l'idée de concevoir une presse à imprimer comportant de nombreux petits blocs de bois, chacun avec un caractère, comme c'était le cas pour les chevalières. Grâce à cette exploitation de connaissances n'ayant *a priori* pas de lien avec le domaine de l'imprimerie, Gutenberg a permis l'impression de documents dont le texte était composé rapidement à partir de blocs comportant des caractères isolés.

Le second exemple de situation de conception créative résulte d'observations conduites, pendant plusieurs mois, auprès de concepteurs travaillant au sein d'un bureau d'étude de l'Aérospatiale (Bonnardel, 1992). Ils devaient élaborer un réflecteur dont les dimensions excédaient largement ceux habituellement développés dans l'entreprise. En outre, ce réflecteur devait être placé dans un espace limité, sous la coiffe de la fusée Ariane. Malgré maintes réflexions individuelles et collectives, les concepteurs ne parvenaient pas à déterminer comment procéder pour concevoir l'objet demandé. Ils sont sortis de cette « impasse » lorsque l'un des concepteurs experts dans le domaine (bénéficiant d'une trentaine d'années d'expérience) a subitement pensé au principe de fonctionnement d'un parapluie. Ce principe a été retenu comme solution de conception conceptuelle car il permettait de plier le réflecteur sur Terre puis de le déplier en orbite. Néanmoins, un second problème se posait : la surface réfléchissante du réflecteur (une surface très fine) risquait de s'accrocher dans la structure métallique, lors du pliage du réflecteur. Plusieurs concepteurs ont alors cherché à élaborer un système permettant à la surface réfléchissante de rester tendue tout au long du pliage. Seul un concepteur expert a observé, dans son environnement de travail, des objets quotidiens qui ont permis la mise en œuvre d'un raisonnement par analogie : les rideaux qui étaient placés devant les fenêtres de son bureau. Ce concepteur a procédé à un « transfert analogique » entre la « source » constituée par le système de tension des rideaux et la « cible » constituée par le système recherché pour le réflecteur déployable.

Ces deux situations de conception créatives, l'une historique et l'autre contemporaine, montrent que la réalisation d'analogies joue un rôle majeur dans ces activités de conception. Ainsi, l'émergence d'idées créatives repose sur la prise en considération d'objets connus, physiquement présents ou non dans l'environnement de conception, et qui n'entretiennent pas nécessairement de lien direct avec l'objet à concevoir. Une caractéristique des individus créatifs apparaît également dans les situations qui viennent d'être décrites : ils seraient en mesure de « voir ce que les autres ne voient pas » et, selon Guilford (1967), de développer un « style de pensée divergent ». Ce style de pensée est mis en œuvre par des individus qui sont capables de faire varier les perspectives ou les points de vue qu'ils adoptent et d'utiliser des registres de connaissances très différents de ceux habituellement mobilisés. De tels exemples montrent tout l'intérêt d'une mise en relation des travaux sur la créativité et de ceux portant sur les activités de conception créatives.

III. PROCESSUS CRÉATIF ET ACTIVITÉS DE CONCEPTION

Comme cela a été le cas dans les exemples ci-dessus, la créativité se manifeste tout particulièrement au cours des étapes initiales de conception. L'émergence d'idées créatives résultant tout particulièrement de la réflexion d'un concepteur (même si elles sont l'objet de discussions ultérieures), nous allons caractériser les processus cognitifs considérés comme prépondérants à la fois dans les descriptions des activités créatives et dans

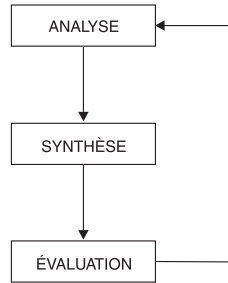


Fig. 1 a. — Processus de conception décrit par Asimov (1962)
Design process described by Asimov (1962)

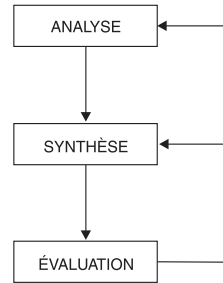


Fig. 1 b. — Processus remanié par McNeill, Gero & Warren (1998)
Process revised by McNeill, Gero & Warren (1998)

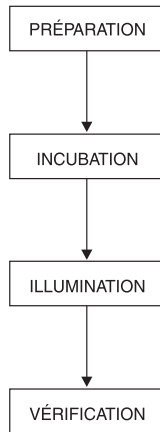


Fig. 2 a. — Processus créatif décrit par Wallas (1926)
Creative process described by Wallas (1926)

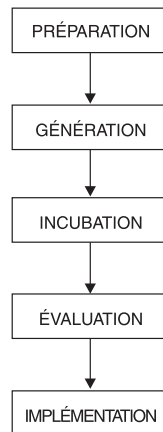


Fig. 2 b. — Processus créatif décrit par Gelb (1996)
Creative process described by Gelb (1996)

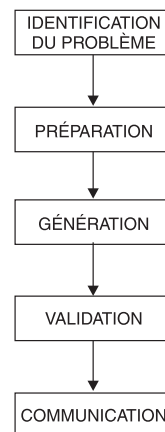


Fig. 2 c. — Processus créatif décrit par Amabile (1996)
Creative process described by Amabile (1996)

celles des activités de conception. En effet, de grandes similitudes ont été soulignées entre les étapes successives mises en œuvre dans le processus de conception et les étapes décrites pour le processus créatif (cf. Bonnardel, 2006, et fig. 1 et 2). Ainsi, trois étapes similaires et ayant un rôle majeur peuvent être identifiées : la formulation/reformulation du problème, la recherche de solutions créatives et l'évaluation des idées ou solutions créatives.

III.1. FORMULATION ET REFORMULATION DU PROBLÈME

Bien qu'Amabile (1996) décrive explicitement une étape préalable d'identification du problème, la première étape majeure figurant dans les différentes descriptions est celle de *préparation* ou d'*analyse*. Ces termes, utilisés respectivement dans les travaux sur la créativité et dans ceux portant sur les activités de conception, correspondent au recueil d'informations pertinentes et à la formulation-reformulation ou à la définition-redéfinition du problème. En effet, l'une des caractéristiques majeures des problèmes de conception est d'être « mal structurés » ou « mal définis » (Reitman, 1964 ; Eastman, 1969 ; Simon, 1973, 1995) : le concepteur dispose au départ d'une représentation mentale incomplète et imprécise du produit à concevoir. Selon Dorst et Cross (2001), la résolution des problèmes de conception résulte d'une co-évolution du problème et de la solution. Par conséquent, la phase de construction de la représentation du problème est indissociable de celle de résolution proprement dite du problème. Chaque concepteur se construit donc sa propre représentation du problème qui va évoluer tout au long de la résolution du problème. Cette représentation dépend de divers facteurs, tels les spécificités du problème à résoudre, les compétences et le niveau d'expertise dans le domaine. Chaque concepteur traite ainsi un problème qui lui est devenu spécifique, ce qui le conduit à élaborer une solution qui lui est également spécifique. De ce fait, les problèmes de conception n'admettent pas une solution optimale mais de nombreuses solutions appréciables sur une échelle de qualité relative.

III.2. RECHERCHE DE SOLUTIONS CRÉATIVES

La recherche de solution associée à la proposition effective d'une solution est décrite sous les termes de *génération* ou de *synthèse*. Des auteurs analysant la créativité font, en outre, état d'étapes spécifiques, telles l'« incubation » au cours de laquelle de nombreuses associations d'idées sont créées de façon inconsciente et l'« illumination » qui correspond à la prise de conscience soudaine d'une idée intéressante (Gelb, 1996 ; Wallas, 1926).

En ce qui concerne les activités de conception créatives, des modèles contribuant à expliquer l'émergence d'idées créatives ont été proposés. C'est, en particulier, le cas du modèle *A-GC – Analogies et Gestion de Contraintes* (Bonnardel, 2000, 2006). Selon ce modèle, la dynamique des

activités de conception créatives s'explique notamment par deux processus cognitifs pouvant agir dans des directions opposées : la réalisation d'analogies et la gestion de contraintes.

La *réalisation d'analogies* a pour effet d'ouvrir ou, dans certains cas, de restreindre l'espace de recherche d'idées ou de sources d'inspiration (Bonnardel, 2000 ; Bonnardel & Marmèche, 2004 ; Bonnardel & Rech, 1998). Cet espace de recherche d'idées ou de sources d'inspiration est à rapprocher de la notion d'espace-problème proposée par Newell et Simon (1972), qui correspond à l'ensemble des choix auxquels est confronté un individu à chaque étape de la résolution d'un problème. Ici, nous nous intéressons plus spécifiquement aux objets sources d'inspiration qui sont évoqués par les concepteurs.

Comme cela sera développé par la suite (section IV), nous défendons l'idée que, selon la nature des sources évoquées, les concepteurs élargissent ou non leur espace de recherche d'idées et parviennent à des solutions de conception plus ou moins créatives. Cette position est étayée par le fait que les participants seraient d'autant plus créatifs qu'ils s'éloigneraient des premières sources évoquées (Ward, Patterson, Sifonis, Dodds, & Saunders, 2002).

L'évocation de sources d'inspiration peut servir à la résolution proprement dite de problèmes de conception lorsque les concepteurs transfèrent certains traits des sources évoquées à l'objet cible à concevoir (lors d'un raisonnement par analogie ou par cas). Cependant, il est important de noter qu'à notre avis les traits ou les propriétés des sources évoquées peuvent aussi être utilisés par le concepteur dans d'autres buts :

- construire et modifier sa représentation mentale – et, ce faisant, redéfinir le problème (Bonnardel, Didierjean, & Marmèche, 2003). Ainsi, afin de comprendre les implications des exigences présentées dans le cahier des charges, le concepteur évoque des objets sources d'inspiration qu'il connaît et qui satisfont certaines des exigences spécifiées ;
- inférer de nouvelles contraintes qui définissent des propriétés similaires à celles des objets sources évoqués et qui sont recherchées pour l'objet à concevoir ;
- définir des propriétés qui sont au contraire opposées, partiellement ou totalement, à celles identifiées dans les objets évoqués.

La *gestion de contraintes* permet d'orienter la réalisation d'analogies et de circonscrire progressivement l'espace de recherche en fonction des connaissances du concepteur et du contexte ou de la situation courante. Les différentes contraintes prises en considération jouent ainsi le rôle de buts courants et elles interviennent de façon déterminante dans la définition (et la redéfinition) du problème de conception et dans sa résolution. En effet, pour que la résolution du problème de conception soit efficace, le concepteur doit non seulement rechercher de la nouveauté (et, pour cela, élargir, dans un premier temps, son espace de recherche), mais il doit aussi parvenir à une solution adaptée aux contraintes de la situation (et donc restreindre progressivement son espace de recherche). Dans ce but, le concepteur se construit une représentation mentale intégrant des

contraintes variées (cf. Bonnardel, 1992, 1999 ; Darses, 1997 ; et, pour une revue de question, Chevalier & Cégarra, 2008). Elle dépend, tout d'abord, de contraintes « prescrites » résultant d'un filtrage ou d'un encodage sélectif des spécifications présentées dans l'énoncé du problème de conception. Elle évolue ensuite au fur et à mesure de la prise en considération de nouvelles contraintes et du choix d'options de conception. Ainsi, selon Bonnardel (1992), des contraintes sont rajoutées par le concepteur sur la base de ses connaissances et de son expérience, à l'issue d'une analyse des implications de contraintes déjà définies ou encore d'une analyse des éléments courants de la situation, tels que le concepteur les perçoit. Ces éléments peuvent, notamment, être inférés à partir des dessins de l'objet à concevoir que le concepteur réalise.

III.3. L'ÉVALUATION D'IDÉES OU DE SOLUTIONS CRÉATIVES

La génération d'idées ou de solutions est associée à une étape dite d'*évaluation* (Bonnardel, 1999 ; Eastman, 1969 ; Gelb, 1996 ; Malhotra, Thomas, Carroll & Miller, 1980) de *vérification* (Wallas, 1926) ou de *validation* (Amabile, 1996). Cette étape peut, en outre, se poursuivre par une phase de communication de la solution à d'autres personnes (Amabile, 1996).

L'issue du processus créatif peut correspondre à une réussite, un échec ou un progrès par rapport au but poursuivi. Selon les cas de figure, une ou plusieurs phases du processus sont réitérées. Ainsi, pour Wallas (1926), si une idée est jugée comme présentant des imperfections lors de l'étape de vérification, une autre idée pourra « incubé » pour tenter d'éliminer cette difficulté. Les phases peuvent donc se chevaucher. De même, dans les activités de conception, un cycle d'élaboration et d'évaluation de solutions permet au concepteur de décider de développer la solution courante, de la redéfinir partiellement ou d'en rechercher une autre en réitérant le cycle d'élaboration-évaluation (Bonnardel, 1999).

Des retours en arrière, des remises en cause de décisions antérieures ou encore des reports à plus tard d'autres décisions sont donc possibles (Bonnardel, Lanzone, & Sumner, 2003 ; Hayes-Roth & Hayes-Roth, 1979 ; Visser, 1994). Il s'agit là d'une caractéristique de la dynamique des activités de conception et, à notre avis, de toute activité créative : elles sont *opportunistes*, bien qu'elles puissent inclure des épisodes organisés hiérarchiquement (pour une revue de question, cf. Visser, 1994). Elles sont qualifiées d'opportunistes car « chaque décision est motivée par la ou les décisions qui précèdent plutôt que par un programme exécutif de haut niveau » (Hayes-Roth *et al.*, 1979, p. 381). Les décisions prises au fur et à mesure de la résolution de problèmes de conception peuvent ainsi résulter d'une démarche descendante (*top-down*) ou ascendante (*bottom-up*).

Bien que décrits dans des paragraphes distincts, les processus cognitifs présentés ci-dessus interviennent en réalité en constante interaction et ils sous-tendent le caractère opportuniste des activités créatives.

IV. ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DE L'ÉMERGENCE D'IDÉES EN CONCEPTION

IV.1. HYPOTHÈSES ET TRAVAUX ANTÉRIEURS

Dans la perspective de favoriser l'évocation d'idées créatives, notre premier objectif a été de déterminer s'il était possible d'amener les concepteurs à élargir leur espace de recherche d'idées ou de sources d'inspiration. Compte tenu des observations effectuées en situations de conception réelles (cf. II.2), nous avons émis l'hypothèse que la réalisation d'analogies et, en particulier, d'analogies interdomaines pourrait favoriser l'évocation d'idées créatives.

Contrairement à de nombreuses expériences antérieures qui ont montré un effet de *design fixation* ou de conformité aux exemples fournis par l'expérimentateur (Chrysikou & Weisberg, 2005 ; Jansson & Smith, 1991 ; Purcell & Gero, 1996 ; Smith, Ward, & Shumacher, 1993), nous défendons l'idée que certains types d'exemples ou de sources d'inspiration inciteront les concepteurs à élargir leur espace de recherche d'idées. En particulier, dans les expériences antérieures, les exemples fournis aux participants relevaient du même domaine conceptuel que l'objet à concevoir et ils consistaient en des représentations graphiques. Au contraire, dans les études expérimentales que nous avons réalisées, des sources d'inspiration de nature variée ont été proposées à titre d'exemples aux concepteurs (Bonnardel *et al.*, 2004 ; Bonnardel *et al.*, 1998). Plus précisément, il s'agit de sources qui relèvent ou non du même domaine conceptuel que l'objet à concevoir, c'est-à-dire respectivement de sources intradomaines ou interdomaines. En outre, selon les conditions expérimentales, elles sont présentées soit sous la forme de représentations graphiques (ou images), soit sous la forme d'intitulés (ou mots). Ces derniers pourraient permettre aux participants d'évoquer une catégorie d'objets correspondant à l'intitulé, contrairement à une représentation graphique qui présente une instance de la catégorie considérée. Il est à noter que ces conditions expérimentales, reposant sur la proposition de sources d'inspiration, rejoignent des processus identifiés auprès de créateurs ayant effectué des tâches réelles (cf. Tijus, 1988). Par ailleurs, à la différence des expériences antérieures, nous nous intéressons aux nouvelles sources d'inspiration évoquées par les participants pour traiter le problème de conception (*i.e.*, autres que celles suggérées), puisque l'hypothèse défendue est qu'il est possible d'inciter les participants à élargir leur espace de recherche d'idées. Nous allons nous focaliser sur certaines données obtenues par Bonnardel *et al.* (2004), car cette hypothèse est susceptible d'être modulée en fonction de l'expertise en conception.

IV.2. PARTICIPANTS ET PROCÉDURE EXPÉRIMENTALE

75 concepteurs ont participé à cette étude : 25 designers professionnels et 50 participants n'ayant pas suivi de formation en design (désignés par le terme de « novices »).

Leur tâche consistait à résoudre, en un laps de temps limité (au maximum 50 min), un problème de conception : concevoir un siège de cybercafé respectant certaines contraintes, tout en se conformant à une consigne de verbalisation concomitante à l'activité.

Les participants étaient placés soit dans une condition « libre » (ou contrôle), leur permettant de résoudre le problème comme ils le souhaitent, soit dans l'une des quatre conditions « guidées » résultant du croisement du facteur « nature des sources suggérées » (intra- *vs* interdomaines) avec le facteur « format de présentation des sources » (représentations graphiques *vs* intitulés). Deux sources d'inspiration étaient proposées à titre d'exemples aux participants de chacune des quatre conditions guidées. Dans les conditions intradomaines, nous leur présentions l'image d'un siège de bureau et celle d'un rocking-chair ou les intitulés « siège de bureau » et « rocking-chair ». Dans les conditions interdomaines, il s'agissait de l'image d'une position d'escalade et d'un logotype ou des intitulés correspondants.

Les effectifs des participants affectés à chacune des cinq conditions (une contrôle et quatre guidées) étaient différents selon le niveau d'expertise : 14 novices et 5 professionnels par groupe (en raison de la disponibilité restreinte de ces derniers).

IV.3. ANALYSE DES DONNÉES RECUEILLIES

Une principale difficulté, inhérente à toute recherche portant sur des activités créatives, réside dans la « mesure » de la créativité des participants. Plusieurs méthodes sont possibles :

- analyser l'écart entre les traits caractéristiques d'une solution de référence (ou d'un exemple) et ceux présents dans les solutions produites par les participants (cf., par exemple, Chrysikou *et al.*, 2005) ;
- analyser les réponses proposées par les participants afin de déterminer leur fluidité (nombre d'idées émises), leur flexibilité (nombre de catégories d'idées) et leur originalité (fréquence statistique des idées), comme c'est le cas lors des tests de pensée divergente (cf. Torrance, 1976) ;
- faire estimer par des juges le niveau de créativité des productions (Amabile, 1996).

Ces différentes méthodes s'appliquent aux productions (solutions ou réponses) qui sont obtenues à l'issue de la résolution de problèmes créatifs. Or, pour notre part, nous nous intéressons au *processus créatif* mis en œuvre dans les activités de conception et non aux productions finales. Aussi, une retranscription des verbalisations des participants a été effectuée. Trois juges ont comptabilisé les objets évoqués par les concepteurs et ils ont catégorisé, séparément, ces objets comme correspondant à des sources d'inspiration intra- ou interdomaines (un coefficient d'accord de 0.95 a été obtenu). Cette analyse a porté sur l'ensemble des *nouvelles* sources d'inspiration évoquées et non sur les objets sources d'inspiration proposés à titre d'exemples. Deux types d'indices ont été retenus : le nombre et la nature (intra- ou interdomaine) des nouvelles sources d'inspiration évoquées par les concepteurs.

IV.4. RÉSULTATS

Les résultats obtenus montrent tout d'abord que les concepteurs professionnels ont évoqué significativement plus de nouvelles sources d'inspiration que les novices : en moyenne, respectivement, 6,4 *vs* 2,9 ($F_{(1,73)} = 10,33$; $p < .01$). Ainsi, avec l'acquisition d'expertise, les concepteurs s'inspirent de davantage d'objets sources d'inspiration. Ce résultat s'explique par l'habitude des professionnels à réaliser des analogies dans leurs activités professionnelles et à recourir à de larges « bibliothèques de cas ». Par contre, nous n'avons pas pu observer d'effet significatif du format de présentation des sources d'inspiration suggérées.

Une interaction significative a été constatée entre la nature des sources *suggérées* à titre d'exemples et le niveau d'expertise des concepteurs ($F_{(2,71)} = 13,33$; $p < .001$; cf. fig. 3 a). En ce qui concerne les novices, la suggestion de sources d'inspiration n'a pas eu d'influence notable sur l'évocation de nouvelles sources, par comparaison avec la condition libre. En ce qui concerne les professionnels, une limitation du *nombre de sources évoquées* a été constatée lorsque des sources intradomaines leur étaient suggérées. Ce résultat est compatible avec ceux obtenus par les auteurs ayant montré un effet de « design fixation » (cf., notamment, Jansson *et al.*, 1991). Néanmoins, notre étude a également mis en évidence un nouvel effet constaté auprès de concepteurs professionnels : la suggestion de sources interdomaines a nettement favorisé leur processus d'évocation (en moyenne, respectivement, 10,5 nouvelles sources évoquées dans la condition interdomaine *vs* 3,5 dans la condition intradomaine).

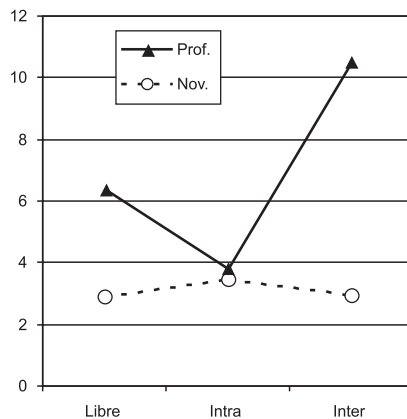


Fig. 3 a. — Nombre moyen de nouvelles sources d'inspiration évoquées
Mean number of new evoked sources of inspiration

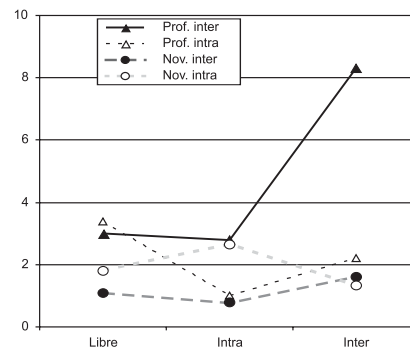


Fig. 3 b. — Nature des nouvelles sources d'inspiration évoquées en fonction de la nature des sources suggérées et du niveau d'expertise des concepteurs
Nature of new evoked sources of inspiration according to the nature of suggested sources and the designers' level of expertise

Une interaction significative a également été observée entre la nature des nouvelles sources *évoquées* et le niveau d'expertise des concepteurs ($F_{(2,71)}=26.71$; $p < .001$; cf. fig. 3 b). En condition libre, quel que soit leur niveau d'expertise, les concepteurs ont tendance à évoquer légèrement plus de sources intradomaines que de sources interdomaines. Cependant, à la différence des novices, les professionnels sont parvenus à éviter ce comportement spontané lorsque des sources interdomaines leur ont été suggérées : ils ont dans ce cas évoqué largement plus de nouvelles sources interdomaines que de sources intradomaines. Leur espace de recherche s'est ainsi révélé tout particulièrement élargi dans cette condition expérimentale interdomaine.

Ces résultats montrent clairement l'influence de l'expertise en conception sur le processus d'évocation, tant en situation spontanée (ou libre) qu'en situation guidée. Ainsi, il est apparu possible d'inciter les professionnels, mais pas les novices, à élargir leur espace de recherche d'idées.

V. CONCLUSION : VERS UNE ASSISTANCE AUX ACTIVITÉS DE CONCEPTION CRÉATIVES

Compte tenu des difficultés inhérentes aux activités de conception et des enjeux qui leur sont associés, plusieurs formes d'assistance aux activités de conception sont envisageables :

- la mise en œuvre de méthodes de conception destinées à faciliter le processus de développement de produits (Araujo, 1996 ; Schneider & Lindemann, 2005) ou centrées sur la compréhension des attentes et des besoins des utilisateurs (Wharton, Rieman, Lewis, & Polson, 1994) ;
- la prise en compte de recommandations ergonomiques (Norman, 1993 ; Nogier, 2003) et de critères ergonomiques (Scapin & Bastien, 1997) ;
- l'utilisation de systèmes informatiques d'aide à la conception (Fischer, Giacardi, Eden, Sugimoto, & Ye, 2005).

En raison de l'étendue des possibilités offertes par les développements informatiques et de l'utilisation fréquente de tels systèmes par les concepteurs, c'est cette dernière forme d'assistance qui est abordée ici : l'assistance informatique aux activités de conception créatives. Bien que de nombreux systèmes de conception assistée par ordinateur existent, nous nous centrons sur ceux qui favorisent la mise en œuvre de deux processus centraux dans les activités créatives : l'émergence d'idées et l'évaluation de solutions de conception.

V.1. FAVORISER L'ÉMERGENCE D'IDÉES CRÉATIVES

Les résultats expérimentaux qui ont été décrits sont particulièrement informatifs en vue du développement d'environnements d'aide aux activi-

tés de conception créatives. Ainsi, le système TRENDS (Bouchard, Omhover, Mougenot, Aoussat, & Westerman, 2008) vient d'être développé afin de favoriser la réalisation d'analogies, comme cela a été le cas dans la recherche présentée précédemment (cf. section IV). Lors de l'utilisation de ce système, les concepteurs doivent saisir des mots clés qu'ils associent à l'objet à concevoir. Sur de telles bases, l'environnement informatique leur propose des images intra- et/ou interdomaines dont ils peuvent s'inspirer pour concevoir l'objet demandé (cf. fig. 4 a). Nous réalisons actuellement des recherches afin d'étudier l'impact de ce système sur l'activité créative des concepteurs.



Fig. 4 a. — Le système d'aide à la conception TRENDS

The design environments TRENDS



Fig. 4 b. — Le système d'aide à la conception T'nD

The design environments T'nD

V.2. FAVORISER L'ÉVALUATION DE SOLUTIONS DE CONCEPTION

Comme cela a été mis en exergue précédemment, la production à laquelle doivent parvenir les concepteurs impliqués dans des situations non routinières doit être à la fois nouvelle et adaptée au contexte (cf. définitions de la créativité, section II.1). Dans la lignée du modèle *A-GC* (Bonnardel, 2006) et compte tenu des processus cognitifs qui sont apparus essentiels dans les activités de conception créatives (cf. section III), l'adaptation au contexte dépend en particulier du respect de contraintes. Aussi, il apparaît nécessaire de faciliter non seulement l'émergence d'idées créatives, mais aussi l'évaluation des solutions de conception. C'est ce que permettent les « systèmes critiques » (Bonnardel & Sumner, 1996 ; Fischer, Lemke, Mastaglio, & Morch, 1991) : ils sont destinés à assister les concepteurs dans leur activité d'évaluation de solutions. Leur principal intérêt est d'offrir aux utilisateurs la possibilité de créer la solution qu'ils souhaitent tout en les aidant à identifier les inconvénients de cette solution. En effet, le système analyse la solution en cours de construction, il

identifie les incompatibilités existant entre cette solution et différentes contraintes, puis il communique au concepteur les inconvénients identifiés sous la forme de « messages critiques ».

V.3. VERS DES ENVIRONNEMENTS INFORMATIQUES FAVORISANT PLUSIEURS PROCESSUS COGNITIFS

En complément des systèmes qui viennent d'être évoqués, il nous semble utile de proposer aux concepteurs un environnement informatique comportant plusieurs modules, tels que les suivants :

- un module de spécification permettant la prise en compte des préférences des concepteurs ainsi que des particularités (ou contraintes) de la situation ou du contexte ;
- un module leur fournissant des images intra- et interdomaines susceptibles de servir de sources d'inspiration pour l'objet à concevoir ;
- un module critique aidant les concepteurs à évaluer et à améliorer leurs solutions, ce qui favorise en outre un apprentissage contextuel des contraintes à prendre en considération dans la situation courante ;
- un module d'argumentation remplissant deux fonctions : 1 / permettre un accès aux explications sous-jacentes aux messages critiques présentés, et 2 / permettre aux concepteurs de rajouter, dans la base de connaissances du système, des arguments personnels justifiant leurs décisions éventuelles d'enfreindre certaines contraintes (par exemple, lors de cas d'exception).

En outre, les modalités d'interactions entre le concepteur et le système pourraient être facilitées afin de favoriser l'« externalisation d'idées ». Ce processus d'externalisation se manifeste par l'élaboration de représentations externes qui sous-tendent une « conversation réflexive » entre le concepteur et ses représentations externes (Schön & Wiggins, 1992). De telles représentations externes facilitent aussi la transmission d'informations à d'autres personnes, puisque le concepteur doit « montrer » comment les objets, processus ou idées auxquels il est parvenu peuvent être réalisés (Simon, 1995). Aussi, le principe d'un autre système d'aide à la conception récent, le système T'nD – Touch and Design – (Bonnardel & Cugini, 2007), pourrait être exploité de façon enrichissante pour l'activité des concepteurs. En effet, ce système vise à permettre une interaction basée sur le geste entre le concepteur et le système informatique (cf. fig. 4 b), à la place d'interactions reposant sur la souris et le clavier.

L'association de ces modalités d'assistance informatique pourra favoriser les différentes facettes des activités de conception créatives.

BIBLIOGRAPHIE

- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context*. Boulder, Col. : Westview Press.
Araujo, C. S. (1996). The utilisation of product development methods : A survey of UK industry. *Journal of Engineering Design*, 7, 265-277.

- Asimov, M. (1962). *Introduction to Design*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.
- Boden, M. (1990). *The Creative Mind : Myths and Mechanisms*. London : Weidenfeld & Nicolson.
- Bonnardel, N. (1992). *Le processus de l'évaluation dans les activités de conception*, thèse de doctorat de l'Université de Provence. Aix-en-Provence, France & Rocquencour : INRIA.
- Bonnardel, N. (1999). L'évaluation réflexive dans la dynamique de l'activité du concepteur. In J. Perrin (Éd.), *Pilotage et évaluation des activités de conception* (pp. 87-105). Paris : L'Harmattan.
- Bonnardel, N. (2000). Towards understanding and supporting creativity in design : Analogies in a constrained cognitive environment. *Knowledge-Based Systems*, 13, 505-513.
- Bonnardel, N. (2002). Entrée : Créativité. In G. Tiberghien (Éd.), *Dictionnaire des sciences cognitives* (pp. 95-97). Paris : Armand Colin - VUEF.
- Bonnardel, N. (2006). *Créativité et conception : approches cognitives et ergonomiques*. Marseille : Solal.
- Bonnardel, N., & Cugini, U. (2007). *Test Case Evaluation Report. Deliverable 14*. Research contract FP6-IST-2002-001996.
- Bonnardel, N., & Marmèche, E. (2004). Evocation processes by novice and expert designers : Towards stimulating analogical thinking. *Creativity and Innovation Management*, 13, 176-186.
- Bonnardel, N., & Rech, M. (1998). Les sources d'inspiration en conception. *Sciences et Techniques de la Conception*, 6, 37-53.
- Bonnardel, N., & Sumner, T. (1996). Supporting evaluation in design. *Acta Psychologica*, 91, 221-244.
- Bonnardel, N., Didierjean, A., & Marmèche, E. (2003). Analogie et résolution de problèmes. In C. Tijus (Éd.), *Métaphores et analogies* (pp. 115-149). Paris : Hermès.
- Bonnardel, N., Lanzone, L., & Sumner, S. (2003). Designing web sites : Opportunistic actions and cognitive effort of lay-designers. *Cognitive Science Quarterly*, 3, 25-56.
- Borillo, M., & Goulette, J. P. (2002). *Cognition et création. Explorations cognitives des processus de conception*. Sprimont : Mardaga.
- Bouchard, C., Omhover, J.-F., Mougenot, C., Aoussat, A. & Westerman, S. (2008). TRENDS : A content-based information retrieval system for designers. *Proceedings of the 3rd International Conference on Design Computing and Cognition*. Atlanta, USA.
- Brown, D. C., & Chandrasekaran, B. (1983). An approach to expert systems for mechanical design. *Proceedings of the Conference on Trends and Applications* (pp. 173-180), Gathersburg : IEEE.
- Chevalier, A., & Cégarra, J. (2008). Une approche psychologique de la notion de contrainte en résolution de problèmes. *Le Travail Humain*, 71 (2), 173-198.
- Chryssikou, E. G., & Weisberg, R. W. (2005). Following the wrong footsteps : Fixation effects of pictorial examples in a design problem-solving task. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 31, 1134-1148.
- Darses, F. (1997) Contraintes & gestion des contraintes. In M. de Montmollin (Éd.). *Vocabulaire de l'ergonomie* (pp. 99-106). Toulouse : Octarès.
- Demailly, A. & Lemoigne, J.-L. (1986). Théories de la conception. In A. Demailly & J.-L. Lemoigne (Éd.), *Sciences de l'intelligence, sciences de l'artificiel* (pp. 435-446). Lyon : PUL.
- Dorst, K., & Cross, N. (2001). Creativity in the design process : Co-evolution of problem-solution. *Design Studies*, 22, 425-437.
- Eastman, C. M. (1969). Cognitive processes and ill-defined problems : A case study from design. *Proceedings of the 1st International Joint Conference on IA* (pp. 669-690). Washington, DC.

- Eppinger, D. S., Whitney, E. D., Smith, P. R., & Gebula, A. D. (1994). A model based method for organizing tasks in product development. *Research in Engineering Design*, 6, 1-13.
- Fischer, G., Giaccardi, E., Eden, H., Sugimoto, M., & Ye, Y. (2005). Beyond binary choices : Integrating individual and social creativity. *International Journal of Human-Computer Studies*, 63, 482-512.
- Fischer, G., Lemke, A. C., Mastaglio, T., & Morch, A. I. (1991). Critics : An emerging approach to knowledge-based human computer interaction. *International Journal of Man-Machine Studies*, 35, 695-721.
- Gardner, H. (2001). *Les formes de la créativité*. Paris : Odile Jacob.
- Gelb, M. (1996). *Thinking for a change : Discovering the power to create, communicate and lead*. New York : Crown Books.
- Gero, J. S., & Maher, M. L. (1993). Introduction. In J. S. Gero & M. L. Maher (Eds.), *Modeling creativity and knowledge-based design* (pp. 1-6). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York : McGraw-Hill.
- Hayes-Roth, B., & Hayes-Roth, F. (1979). A cognitive model of planning. *Cognitive Science*, 3, 275-310.
- Jansson, D. G., & Smith, S. M. (1991). Design fixation. *Design Studies*, 12, 3-11.
- Jones, J. C. (1969). The State-of-the art in design methods. In G. Broadbent & A. Ward (Eds.), *Design methods in architecture*. London : AApapers.
- Lubart, T. I. (1994). Creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Thinking and problem solving* (pp. 289-332). New York : Academic Press.
- Lubart, T. I., Mouchiroud, C., Tordjman, S., & Zenasni, F. (2003). *Psychologie de la créativité*. Paris : Armand Colin.
- Malhotra, A., Thomas, J. C., Carroll, J. M., & Miller, L. A. (1980). Cognitive processes in design. *International Journal of Man-Machine Studies*, 12, 119-140.
- McNeill, T., Gero, J. S., & Warren, J. (1998). Understanding conceptual electronic design using protocol analysis. *Research in Engineering Design*, 10, 129-140.
- Newell, A., & Simon, H. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.
- Nogier, J.-F. (2003). *Ergonomie du logiciel et design web*. Paris : Dunod.
- Norman, D. A. (1993). *The design of everyday things*. New York : Basic Books (Perseus).
- Purcell, A. T., & Gero, J. S. (1996). Design and other types of fixation. *Design Studies*, 17, 363-383.
- Reitman, W. R. (1964). Heuristic decision procedures, open constraints and the structure of ill-defined problems. In M. W. Shelly & G. L. Bryan (Eds.), *Human Judgments and Optimality* (pp. 282-315). New York : Wiley & Sons.
- Rouquette, M.-L. (1973). *La créativité*. Paris : PUF, « Que sais-je ? ».
- Scapin, D. L., & Bastien, J. M. C. (1997). Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems. *Behaviour & Information Technology*, 16, 220-231.
- Schön, D. A., & Wiggins, G. (1992). Kinds of seeing and their functions in designing. *Design Studies*, 13 (2), 135-156.
- Simon, H. A. (1973). The structure of ill structured problems. *Artificial Intelligence*, 4, 181-201.
- Schneider, S., & Lindemann, U. (2005). Usage of methods in student works. In J. S. Gero & N. Bonnardel (Eds.), *Studying Designers'05* (pp. 267-275). Sydney : University of Sydney.
- Simon, H. A. (1995) Problem forming, problem finding and problem solving in design. In A. Collen & W. Gasparski (Eds.), *Design & Systems* (pp. 245-257). New Brunswick : Transaction Publishers.

- Smith, S. M., Ward, T. B., & Schumacher, J. S. (1993). Constraining effects of examples in a creative generation task. *Memory & Cognition*, 21, 837-845.
- Sternberg, R. J. (Ed.) (1999). *Handbook of Creativity*. New York : Cambridge University Press.
- Tijus, C. A. (1988). Cognitive processes in artistic creation : Toward the realization of a creative machine. *Leonardo*, 21, 167-172.
- Torrance, E. P. (1976). *Tests de pensée créative*. Paris : Éd. du Centre de psychologie appliquée.
- Visser, W. (1994). Organisation of design activities : Opportunistic, with hierarchical episodes. *Interacting with Computers*, 6, 235-238.
- Ward, T. B., Patterson, M. J., Sifonis, C. M., Dodds, R. A., & Saunders, K. N. (2002). The role of graded category structure in imaginative thought. *Memory & Cognition*, 30, 199-216.
- Wallas, G. (1926). *The art of thought*. New York : Harcourt-Brace.
- Wharton, C., Rieman, J., Lewis, C. & Polson, P. (1994). The cognitive walkthrough method : A practitioner's guide. In J. Nielsen & R. L. Mack (1994). *Usability inspection methods* (pp. 105-140). New York : John Wiley & Sons.

RÉSUMÉ

Cet article propose un nouvel éclairage des activités de conception non routinières. L'idée défendue est qu'elles se situent sur un continuum allant des activités créatives mineures aux activités créatives majeures. De ce fait, la créativité est comparée aux activités de conception non routinières. Cela permet de caractériser les principaux processus cognitifs mis en œuvre dans les situations créatives. Des conditions stimulant l'émergence d'idées créatives de la part de concepteurs sont ensuite identifiées au moyen de résultats expérimentaux. Sur de telles bases, ont été développés des systèmes informatiques qui semblent particulièrement appropriés pour favoriser les activités de conception créatives. Ainsi, conformément à une approche d'ergonomie cognitive, la compréhension des facteurs cognitifs impliqués dans les activités de conception créatives contribue à la proposition de modalités d'assistance à ces activités.

Mots-clés : *Activités de conception, Créativité, Processus cognitifs, Assistance informatique.*

Manuscrit reçu : juin 2008.

Accepté après révision par les coordinateurs : novembre 2008.