HAL
open science

Propositions de méthodes d'analyse et de modalités d'assistances pédagogique et informatique aux activités créatives. Illustrations dans le domaine du design

Nathalie Bonnardel

To cite this version:

Nathalie Bonnardel. Propositions de méthodes d'analyse et de modalités d'assistances pédagogique et informatique aux activités créatives. Illustrations dans le domaine du design. La créativité en éducation et en formation. Perspectives théoriques et pratiques, 2016. hal-01778729

HAL Id: hal-01778729

https://hal.science/hal-01778729v1

Submitted on 26 Apr 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Propositions de méthodes d'analyse et de modalités d'assistances pédagogique et informatique aux activités créatives. Illustrations dans le domaine du design.

Nathalie Bonnardel
Professeure de Psychologie cognitive et ergonomique
Aix Marseille Université (AMU), Centre de recherche en Psychologie de la Connaissance, du Langage et de l'Emotion (PsyCLE, E.A. 3273)

Dans le cadre d'une approche de psychologie cognitive et ergonomique (Bonnardel, 2006), nous considérons que différentes étapes sont nécessaires pour parvenir à des modalités pédagogiques et à des dispositifs d'assistance informatique adaptés aux caractéristiques des individus dont on souhaite favoriser les compétences créatives. Afin de présenter la démarche que nous proposons, les étapes suggérées sont décrites puis illustrées dans le domaine du *design*. Il s'agit d'un domaine qui se prête particulièrement bien à l'étude de la créativité car (1) les activités de conception créatives sont omniprésentes dans notre société, (2) des professionnels (concepteurs ou « designers ») doivent explicitement réaliser des activités créatives, et (3) les étudiants en design qui suivent des formations spécialisées dans ce domaine doivent être préparés et formés à la réalisation d'activités créatives. Notre environnement quotidien comporte, en effet, une multitude de produits ou d'objets qui ont préalablement requis une activité de conception, qu'il s'agisse d'un site web, d'un produit "design", d'un véhicule, etc. En outre, de plus en plus d'entreprises chargées de la conception de produits ont pour objectif d'introduire sur le marché, de façon régulière et rapide, des produits innovants ou présentant une certaine créativité, afin de se démarquer des sociétés concurrentes. Or parvenir à des produits créatifs, c'est-à-dire à la fois novateurs et adaptés aux futurs utilisateurs, se révèle particulièrement complexe (Bonnardel, 2006, 2009). D'une part, même si les concepteurs ou les « designers » expriment leur volonté d'être créatifs et de parvenir à des propositions créatives, faire preuve de créativité n'est pas aisé, comme cela sera explicité dans ce chapitre. D'autre part, des productions qui seraient originales sans pour autant être adaptées aux utilisateurs pourraient entrainer des difficultés d'utilisation du produit qui a été conçu, voire un abandon de son utilisation. Compte tenu de ces enjeux, nous considérons qu'un double objectif doit être poursuivi : (1) concourir à une meilleure compréhension des activités de conception créatives, et (2) parvenir à des propositions en vue d'une assistance à de telles activités. Plus précisément, nous défendons l'idée que plusieurs étapes d'analyse sont nécessaires pour y parvenir :

1. Analyser la représentation mentale que des individus reconnus comme créatifs dans leur

domaine ont de leur processus créatif et confronter les résultats de cette analyse avec des modèles descriptifs des activités créatives.

2. Mettre en place des études expérimentales spécifiques afin d'approfondir certains micro-processus considérés comme importants dans le fonctionnement cognitif des individus créatifs.
3. Développer des modalités d'assistance pédagogique et/ou informatique adaptées aux individus dont on souhaite favoriser la créativité, puis analyser l'impact effectif de ces modalités d'assistance sur l'activité des individus considérés.

Dans ce chapitre, les différentes étapes de cette démarche vont être illustrées dans le contexte d'activités de conception de produits ou de *design*.

1. Représentations mentales des individus créatifs et modélisations des activités créatives

Afin d'étudier la façon dont les individus créatifs se représentent leur propre activité, un protocole de recherche (développé dans le cadre du contrat CREAPRO), associant la conduite d'un entretien semi-structuré et un questionnaire, a été mis en place auprès de 25 designers professionnels. La construction du guide d'entretien et celle du questionnaire ont été basées sur l'approche multivariée de la créativité (Lubart *et al.*, 2003).

Les principaux résultats issus de ces analyses nous ont permis de cerner trois processus que les concepteurs (ou « designers ») professionnels considèrent comme particulièrement importants dans leurs activités créatives : (1) la formulation et reformulation du problème créatif, (2) l'ouverture aux nouvelles expériences et aux nouvelles idées, et (3) l'"évaluation réflexive" (ou l'auto-évaluation) réalisée par les concepteurs eux-mêmes. Ces processus correspondent à des étapes importantes dans le processus créatif et ils rejoignent ainsi ce que Botella *et al.* (dans cet ouvrage) qualifient de macro-processus. De tels résultats peuvent être mis relation avec des modèles descriptifs des activités créatives. Aussi, ces trois processus vont être commentés en fonction d'éléments théoriques.

• Formulation et reformulation du « problème » créatif

Selon une approche cognitive, les activités de conception relèvent de la résolution de problème, mais l'acception de ce terme peut être plus large que dans le langage courant. Ainsi, nous adhérons à la proposition de Treffinger (1995) selon laquelle : « a 'problem' could be any "important, open-ended, and ambiguous situation for which one wants and needs new options

and a plan for carrying a solution successfully » (p. 304). Une des principales caractéristiques des problèmes de conception non routiniers ou créatifs est alors qu'ils sont "mal définis" (Reitman, 1964) et "mal structurés" (Simon, 1995). Le concepteur disposant initialement d'une représentation imprécise du produit à concevoir, il va devoir progressivement modifier sa représentation initiale. Chaque concepteur redéfinit donc en permanence le problème qu'il est en train de traiter, de même que "la" solution escomptée. Selon Dorst et Cross (2001), la résolution des problèmes de conception résulte d'une co-évolution du problème et de la solution. En outre, elle peut bénéficier d'échanges entre les différents acteurs impliqués dans le processus de conception (par exemple, entre des concepteurs, des ergonomes et des futurs utilisateurs). La formulation et la reformulation du problème de conception sont également facilitées par la mise en œuvre d'un processus d'externalisation, c'est-à-dire par la création et la modification de représentations externes, telles que des esquisses (cf. Schön, 1983).

• Ouverture de l'espace de recherche d'idées

L'ouverture de l'espace de recherche d'idées est notamment décrite dans le modèle A-GC (Bonnardel, 2000, 2006), qui souligne le rôle de deux principaux processus cognitifs pouvant agir dans des directions opposées : la réalisation d'analogies et la gestion de contraintes.

La réalisation d'analogies – dans une acception large, incluant aussi le raisonnement par cas - peut permettre, selon la nature des éléments qui sont évoqués et des analogies qui sont réalisées, aux créateurs (ou concepteurs) d'élargir leur espace de recherche d'idées. Ce processus peut ainsi concourir à la pensée divergente et au caractère novateur des idées évoquées pour concevoir le produit considéré. Selon Bonnardel (*Ibid.*), l'évocation de sources d'inspiration sert alors non seulement à la résolution du problème de conception, mais aussi à la construction et à l'évolution des représentations mentales. Pour comprendre les implications des exigences présentées dans le cahier des charges (ou le « brief »), le concepteur évoque des éléments de connaissance (par exemple, des objets qu'il connaît) qui satisfont, partiellement ou totalement, certaines des exigences spécifiées. De plus, pour progresser dans la résolution du problème et redéfinir le problème de conception, le concepteur évoque également des objets susceptibles de jouer le rôle de sources d'inspiration pour élaborer l'objet à concevoir.

La gestion de contraintes joue un rôle important à la fois lors de la formulation/reformulation du problème, lors de la génération d'idées et lors de leur évaluation, en permettant au concepteur de rechercher des solutions de conception adaptées au contexte. Selon Bonnardel (1999), certaines contraintes sont « externes » au concepteur et résultent d'un filtrage ou d'un

encodage sélectif de spécifications présentées dans l'énoncé du problème de conception (« brief » ou cahier des charges). Il s'agit alors de contraintes dites "prescrites" auxquelles le concepteur va rajouter des contraintes « internes », qui peuvent résulter d'une analyse des éléments courants de la situation (il s'agit alors de contraintes dites "déduites") ou qui sont générées par le concepteur en fonction de ses expériences antérieures et de ses préférences (contraintes dites "construites"). Ces différentes contraintes orientent la résolution du problème de conception et permettent de circonscrire progressivement l'espace de recherche.

• Evaluation des « solutions » de conception

Les options de conception ou les « solutions » de conception peuvent être considérées par le concepteur lui-même comme satisfaisant à la fois les critères et les contraintes qu'il s'est fixés et/ou qui lui ont été imposés, mais elles peuvent aussi s'avérer partiellement insatisfaisantes et, dans ce cas, nécessiter une redéfinition dans le cadre d'un cycle d'élaboration-évaluation (Bonnardel, 1999). Cette « évaluation réflexive » (ou auto-évaluation par le concepteur lui-même) permet en particulier de s'assurer que la ou les solutions envisagées sont adaptées aux futurs utilisateurs et au contexte considéré, conformément à un processus de pensée convergente. En résultent alors des retours en arrière ou des remises en cause de décisions antérieures, qui correspondent au caractère *opportuniste* des activités de conception (Hayes-Roth & Hayes-Roth, 1979 ; Visser, 1990). En outre, une telle auto-évaluation peut, également, être complétée par la réalisation de tests utilisateurs auprès de personnes représentatives des futurs utilisateurs visés.

• Mise en relation du modèle A-GC avec le macro-processus créatif

Si nous resituons les processus de réalisation d'analogies et de gestion de contraintes qui sous-tendent le modèle A-GC (Bonnardel, 2000, 2006) par rapport au macro-processu décrit par Botella et al (dans cet ouvrage), nous notons qu'ils interviennent tout au long des étapes du processus créatif. Ainsi, si nous nous référons au modèle princeps de Wallas (1926), les contraintes (au début prescrites mais ensuite complétées par d'autres types de contraintes) et les analogies interviennent, de façon consciente, lors de l'étape de *préparation* : les contraintes permettent d'orienter l'analyse et des analogies avec des objets existants peuvent être réalisées afin, par exemple, d'adapter des schémas pré-existants ou, sur la base de la définition de nouvelles contraintes (notamment, construites et déduites), de développer de nouveaux schémas de pensée, et ce faisant de définir et de poser le problème. Les contraintes et les analogies peuvent également intervenir, de façon inconsciente, lors de la période d'*incubation*, en

particulier, afin d'orienter les associations d'idées qui ont lieu au cours de cette phase jusqu'à ce qu'une idée pertinente émerge à la conscience, lors de l'*illumination* (ou "insight"). Ainsi, selon Koestler (1964), l'insight interviendrait dès que l'association de deux structures arrive à la conscience, ce qui peut être sous-tendu par la réalisation d'analogies. Enfin, les contraintes et les analogies interviennent aussi lors de l'étape de *vérification*, c'est-à-dire d'évaluation de l'idée, qui selon Bonnardel (1999) peut reposer sur au moins trois procédures évaluatives : (1) lors d'une procédure d'évaluation dite "analytique" afin de déterminer dans quelle mesure l'idée évoquée satisfait les contraintes et les critères qui sont considérés comme pertinents, (2) lors d'une procédure d'évaluation comparative pour comparer deux (ou plusieurs) idées alternatives en fonction des contraintes et des critères retenus, mais aussi (3) lors d'une procédure d'évaluation analogique pour comparer l'idée évoquée avec des objets pré-existants. En fonction du résultat de cette étape de vérificationou d'évaluation, le problème peut être redéfini et l'idée peut être soit modifiée, soit développée afin d'être, notamment, communiquée à autrui. Ainsi, la vérification "interne" ou (l'évaluation réflexive, selon Bonnardel, ibid.) effectuée par le créateur/concepteur pourra être complétée par une vérification "externe", notamment sur la base de tests utilisateurs mis en place lors d'interventions ergonomiques. Pour conclure à ce sujet, bien que ces étapes soient décrites de façon distincte, des interactions ont lieu entre chacune d'elles, ce qui sous-tend la démarche opportuniste qui a été décrite précédemment.

2. Analyse de micro-processus cognitifs spécifiques

Les résultats et les descriptions qui ont précédé ont permis d'identifier et de préciser les macro-processus impliqués dans les activités créatives. En accord avec les propositions de Botella *et al.* (dans cet ouvrage), il nous semble indispensable d'approfondir également certains micro-processus intervenant dans les activités créatives et, ainsi, de chercher à analyser et caractériser plus précisément certains mécanismes contribuant à l'émergence d'idées. Dans cette perspective, nous nous focalisons sur l'une des trois composantes identifiées précédemment : *l'ouverture de l'espace de recherche d'idées* (qui concourt à la pensée divergente). Il s'agit de la composante qui a été considérée comme la plus importante par les concepteurs professionnels lorsque nous leur avons demandé d'attribuer des scores d'importance aux facteurs impliqués dans leurs activités créatives.

Plusieurs études reposant sur une approche expérimentale ont été réalisées à la fois afin de comprendre comment les concepteurs parvenaient à des idées créatives et afin de déterminer s'il était possible – et, dans ce cas, comment - de les inciter à élargir leur espace de recherche

d’idées ou de sources d’inspiration (cf., par exemple, Bonnardel, 2009 ; Bonnardel & Marmèche, 2004, 2005). Notre hypothèse générale est que certains types spécifiques d'exemples ou de sources d'inspiration pourraient amener les concepteurs à élargir leur espace de recherche d'idées, cela contrairement à de nombreuses expériences antérieures ayant montré un effet de "design fixation" ou de conformité aux exemples fournis par l’expérimentateur (cf., par exemple, Jansson & Smith, 1991 ; Chrysikou & Weisberg, 2005).

Les études que nous avons réalisées ont été mises en place auprès de nombreux professionnels (57 professionnels au total) ainsi qu’auprès d’un grand nombre d’étudiants (78 étudiants au total). La tâche que nous leur avons proposée consistait à résoudre, en situation individuelle, un problème de conception tout en se conformant à une consigne de verbalisation concomitante à l'activité (ou de « pensée à haute voix »). De plus, selon les situations expérimentales, ces participants étaient placés soit dans des conditions « libres », dans lesquelles ils évoquaient spontanément des objets-sources d’inspiration pour traiter le problème de conception considéré, soit dans des conditions où ils étaient potentiellement « guidés » par la présentation d’exemples ou de sources d’inspiration. Plus précisément, les sources proposées à titre d’exemples relevaient ou non du même domaine conceptuel que l'objet à concevoir, c'est-à-dire consistaient, respectivement, en des sources intradomaines ou en des sources interdomaines. Selon les conditions expérimentales, elles étaient présentées soit sous la forme de représentations graphiques ou d’images, soit sous la forme de mots (Bonnardel, 2009, Bonnardel & Marmèche, 2004). En outre, dans certaines études, ces images et ces mots ont été choisis afin de susciter des émotions positives ou des émotions négatives (Bonnardel, 2011 ; Bonnardel & Moscardini, 2012 ; Bonnardel & Bouchard, 2014).

D’une façon générale, les résultats obtenus ont montré que les concepteurs professionnels évoquent significativement plus de nouvelles sources d'inspiration que les novices. Ainsi, les concepteurs s'inspirent de davantage d'objets-sources d'inspiration au fur et à mesure qu’ils acquièrent de l’expertise dans le domaine. 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". Nous avons également constaté des effets différenciés en fonction de la nature des exemples ou des sources d’inspiration proposé(e)s. Ainsi, pour les professionnels, la suggestion de sources intradomaines a suscité un effet de "design fixation" conformément aux résultats d’études antérieures (cf., notamment, Jansson & Smith, 1991) mais la suggestion de sources interdomaines (et, notamment, de sources à la fois interdomaines et à valence positive) a, par contre, permis de favoriser leur processus d’évocation. De plus, dans

de telles conditions expérimentales interdomaines, les professionnels ont évoqué de façon prépondérante de nouvelles sources interdomaines, ce qui montre un élargissement de leur espace de recherché d'idées, alors que les novices ont continué à évoquer principalement des sources intradomaines.

De tels résultats ont montré que le processus d'évocation dépend du niveau d'expertise des concepteurs et qu'il est possible d'inciter des créateurs disposant d'expertise dans le domaine à élargir leur espace de recherche d'idées.

3. Propositions de modalités d'assistance et analyse de leur impact

Compte tenu des résultats qui ont été présentés ci-dessus, nous nous centrons maintenant sur des modalités pédagogiques et sur des dispositifs informatiques qui sont susceptibles de contribuer à une ouverture de l'espace de recherche d'idées et, ce faisant, de favoriser l'émergence d'idées créatives.

3.1 Exemples de modalités pédagogiques

Dans la lignée du modèle A-GC (Bonnardel, 2000, 2006), nous avons voulu déterminer si nous pouvions amener, au moyen de modalités pédagogiques, des étudiants en design à se focaliser, soit sur la génération d'idées créatives, soit sur la gestion de contraintes. Nous nous attendions à ce qu'un entraînement focalisé sur l'évocation d'idées (inspiré du « brainstorming », Osborn, 1963) permette aux étudiants d'élargir leur espace de recherche d'idées et favorise ainsi l'évocation d'idées. Au contraire, un entraînement les incitant à prendre en compte et à hiérarchiser des contraintes devrait encourager les étudiants à analyser, hiérarchiser, développer les éléments du cahier des charges (contraintes externes) et à les compléter par des contraintes internes (liées, notamment, à leurs propres points de vue et à leurs préférences), et ce faisant leur permettre d'améliorer la gestion de contraintes liées au projet de conception. De ce fait, le 1er type d'activité se situe dans la lignée d'un processus de pensée divergente alors que le 2nd type se situe plutôt dans le cadre d'un processus de pensée convergente.

Une étude expérimentale a ainsi été mise en place sur le terrain, auprès 32 étudiants en fin de première année de BTS Design afin de déterminer l'impact des modalités pédagogiques sur le processus d'évocation mis en œuvre par ces étudiants (Bonnardel, Mazon & Wojtczuk, 2013). Nous avons proposé à la moitié des étudiants de réaliser un entraînement inspiré de la méthode du « brainstorming » (Osborn, 1963) les amenant à exprimer des idées (y compris les plus farfelues), et à l'autre moitié des étudiants de réaliser un entraînement - élaboré spécifiquement

pour cette étude – les amenant à exprimer des contraintes liées au problème de conception à traiter.

Tous les étudiants en design ont eu à traiter, de façon individuelle, le même problème de conception. Ils ont disposé de 10 minutes pour lire l'énoncé de ce problème, puis de 20 minutes pour effectuer l'entraînement qui leur a été affecté tout en notant par écrit toutes les propositions qui leur venaient à l'esprit, et enfin de 90 minutes pour représenter leur projet de conception.

Les résultats obtenus ont montré qu'un entraînement focalisé sur la génération d'idées ou sur la gestion de contraintes influence le processus d'évocation : conformément à nos hypothèses, les étudiants ayant suivi l'entraînement inspiré du brainstorming ont produit plus d'idées (décrivant les caractéristiques de la future solution de conception) que les autres étudiants, et ces derniers étudiants ont quant à eux proposé plus de contraintes (c'est-à-dire d'éléments qui spécifient certaines caractéristiques souhaitables ou, au contraire, à éviter pour le produit à concevoir). De plus, indépendamment du type d'entraînement proposé, le nombre total de contraintes proposées a été bien plus important que celui d'idées nouvelles. Ainsi, le processus d'évocation d'idées apparaît plus restreint que celui d'évocation de contraintes, ce qui peut s'expliquer par le fait qu'une idée donnée peut permettre de satisfaire plusieurs contraintes mais aussi par des difficultés inhérentes à l'évocation d'idées nouvelles. D'autres analyses sont actuellement en cours, en particulier, afin de déterminer les conséquences de l'évocation d'idées et/ou de contraintes sur le niveau de créativité des projets de conception produits par les étudiants en design. Les résultats complémentaires qui seront obtenus pourront permettre de définir des modalités pédagogiques contribuant à favoriser certains micro-processus en fonction des besoins des étudiants, d'assurer un suivi individualisé de ces étudiants et de cibler ainsi les exercices qui leur seront proposés.

3.2 Exemples de systèmes informatiques d'aide aux activités créatives

Compte tenu de l'étendue des possibilités offertes par les développements informatiques, de l'utilisation fréquente de tels systèmes par les professionnels et des possibilités de coopération humain-système qui peuvent être envisagées (cf. Lubart, 2005), il nous semble particulièrement intéressant de proposer et de développer des modalités d'assistance informatique adaptées aux activités de conception créatives. De ce fait, nous avons contribué à l'élaboration et à l'évaluation de plusieurs systèmes informatiques d'aide aux activités de conception créatives, visant à faciliter différentes composantes des activités créatives (cf., par exemple, Bonnardel & Zenasni, 2010). Dans ce chapitre, nous nous centrons ici sur deux systèmes, le système TRENDS et le système SKIPPI, qui ont été développés afin de favoriser l'ouverture de l'espace de recherche d'idées.

• Le fonctionnement du système TRENDS (Bouchard, Omhover, Mougenot, Aoussat & Westerman, 2008) est conforme à certaines recommandations découlant des études expérimentales évoquées dans l'étape 2 (« Analyse de micro-processus cognitifs spécifiques »). Lors de l'utilisation de ce système, les concepteurs peuvent notamment saisir des mots-clefs qu'ils associent à l'objet à concevoir, et l'environnement informatique leur propose des images plus ou moins distantes du domaine conceptuel de l'objet à concevoir (sources intra- et/ou interdomaines), dont ils peuvent s'inspirer pour concevoir l'objet souhaité (cf. Figure 1).

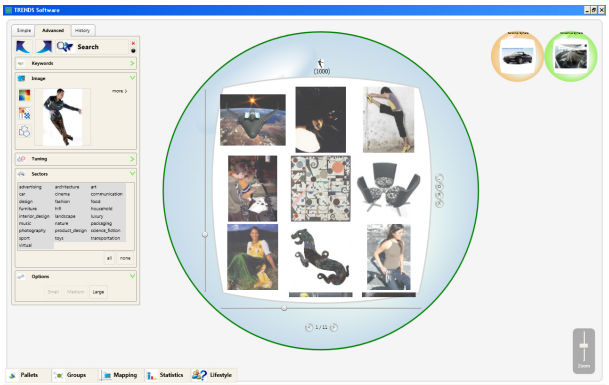

Figure 1 : Le système TRENDS *(source : www.trendsproject.org)*.

Conformément à la démarche que nous proposons, une étude a été mise en place afin d'analyser l'utilisation de ce système en fonction du niveau d'expertise des utilisateurs (Bonnardel & Bouchard, 2014). 30 étudiants ont ainsi participé à cette expérience et ils ont eu à traiter le même problème de conception tout en utilisant le système TRENDS. Les résultats obtenus ont montré que ce système permet à des utilisateurs disposant d'une certaine expérience en design d'élargir leur espace de recherche d'idées.

• D’autres travaux nous ont permis de proposer et de développer un autre système d’aide à l’émergence d’idées créatives visant, dans ce cas, à tirer profit de relations établies entre des données lexicales (ou des mots) structurées en un graphe (cf. Figure 2). A l’issue d’études en psychologie ergonomique réalisées auprès de designers professionnels, des relations ont été définies - et implémentées dans le système SKIPPI - entre des données lexicales reflétant des connaissances et des règles métiers couvrant les métiers du design, du marketing, et de l'ingénierie produit-process (i.e. comprenant des « paramètres produits » tels que la forme, le matériau ou la couleur, et des « paramètres process » liés au processus de fabrication). Ce système permet aux utilisateurs d’avoir accès à des mots et à des liens entre ces mots, en tenant compte à la fois des émotions qui peuvent être véhiculées par les produits et de la valeur de marque, ce qui peut enrichir considérablement leur espace de recherche d’idées ou de nouvelles sources d’inspiration.

Figure 2 : Le système SKIPPI *(source : www.skippiproject.com)*

Afin de déterminer l’apport de ce système mais aussi ses limites, nous avons demandé à 6 designers professionnels de participer à une étude préliminaire centrée sur l’utilisation de ce dispositif (cf. Bonnardel & Bouchard, 2014). Durant une première partie de cette étude, l’ensemble des fonctionnalités de SKIPPI a été rappelé aux participants puis chacun d’eux a utilisé, librement et individuellement, pendant une quinzaine de minutes, ce système. A l’issue de cette utilisation libre, chaque participant devait répondre à un questionnaire qualitatif ouvert portant sur l’utilité et l’utilisabilité des fonctions proposées par le système SKIPPI. Durant la seconde partie de l’étude, les participants ont été réunis afin de participer à un « focus group » (une discussion animée par un intervenant). Les résultats obtenus suggèrent que ce système est particulièrement utile en termes de "rebonds cognitifs" : les designers professionnels considèrent qu’il leur permet de sortir d’impasses créatives et que la prise en compte de mots clefs leur ouvre des pistes de recherche exploratoires. Ces participants ont également fait état de limites dans la mesure où ils considèrent que la base de données lexicales devrait être accrue

et que ce système devrait également les aider à établir des priorités parmi les mots qui sont sélectionnés. Il est à noter qu'une étude complémentaire est actuellement en cours afin de déterminer l'impact effectif de l'utilisation de ce système sur l'activité de concepteurs.

Conclusion

Nous avons proposé une démarche combinant, de façon imbriquée, des considérations théoriques, des études de terrain et des études expérimentales. Ainsi, les bénéfices de chacune de ces approches sont non seulement associés mais ils sont en plus à l'origine d'un enrichissement mutuel. En outre, comme cela a été montré, cette démarche concourt à la fois à une meilleure compréhension des activités créatives et à des finalités appliquées, telles que la proposition de modalités pédagogiques et de systèmes informatiques susceptibles d'exercer une influence sur le processus créatif et de favoriser la créativité. Les études qui ont été présentées afin d'illustrer cette démarche ont été réalisées aussi bien auprès de professionnels que d'étudiants car nous pensons qu'il sera possible ultérieurement de définir des modalités pédagogiques et des modalités d'assistance informatique adaptées à la fois au contexte et aux spécificités de chaque individu souhaitant ou devant faire preuve de créativité.

Remerciements

Certaines des recherches présentées ont été réalisées dans le cadre du contrat ANR CREAPRO (contrat ANR-08-CREA-038) et d'autres dans le cadre du contrat ANR SKIPPI (contrat ANR-10-SKIPPI). Aussi, nous souhaitons remercier les collègues (notamment, Todd Lubart et Carole Bouchard) et les doctorants (en particulier, Alicja Wojtczuk et Damien Lockner) ayant participé à ces projets. Nos remerciements vont également aux enseignants en design (et, notamment, à René Ragueb) ainsi qu'aux designers professionnels et aux étudiants qui ont participé aux études évoquées dans ce chapitre.

Références

Bonnardel, N. (1999). L'évaluation réflexive dans la dynamique de l'activité du concepteur. In J. Perrin (Ed.), *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. (2006). *Créativité et conception. Approches cognitives et ergonomiques.*

Bonnardel, N. (2009). Activités de conception et créativité : De l'analyse des facteurs cognitifs à l'assistance aux activités de conception créatives. *Le Travail Humain, 72*, 5-22.

Bonnardel, N. (2011). Cognition and emotion in creative design. In S. Masmoudi, D. Yun Dai & A. Naceur (Eds.). *Attention, Representation, and Human Performance: Integration of Cognition, Emotion, and Motivation* (pp. 187-200), New York: Psychology Press (Taylor & Francis Group).

Bonnardel, N., & Bouchard, C. (2014). Design, ergonomie et IHM : études complémentaires pour favoriser les activités de conception créatives. *Actes de la conférence ERGOIA'2014* (pp. 2-10), Biarritz, France : ACM Press.

Bonnardel, N., & Marmèche, E. (2004). Evocation processes by novice and expert designers: Towards stimulating analogical thinking. *Creativity and Innovation Management, 13(3),* 176-186.

Bonnardel, N., & Marmèche, E. (2005). Towards supporting evocation processes in creative design: A cognitive approach. *International Journal of Human-Computer Studies, 63,* 442-435.

Bonnardel, N., & Moscardini, L. (2012). Toward a situated cognition approach to design : Effect of emotional context on designers' ideas. *Proceedings of the 30th annual Conference of the European Association of Cognitive - ECCE 2012* (pp. 15-21). Edinburgh, U.K.

Bonnardel, N. & Zenasni, F. (2010). The impact of technology on creativity in design: An enhancement? *Creativity & Innovation Management, 19(2),* 180-191.

Bonnardel, N., Mazon, S., Wojtczuk, A. (2013). Impact of project-oriented educational methods on creative design *Proceedings of the 31st annual Conference of the European Association of Cognitive - ECCE 2013*. Toulouse, France.

Botella, M., Nelson, J., & Zenasni, F. (2015). Les macro et micro processus créatifs. In Capron-Puozzo, I. (Ed.). *La créativité en éducation et en formation. Perspectives théoriques et pratiques*. De Boeck.

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, U.S.A.

Chrysikou, E. G., & Weisberg, R. W. (2005). Following the wrong footsteps: Fixation effects of pictorial examples in a design problem-solving task. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition, 31*, 1134-1148.

Dorst, K., & Cross, N. (2001). Creativity in the design process: co-evolution of problem-solution. *Design Studies, 22*, 425-437.

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.

Koestler, A. (1964). The act of creation. New York: Macmillan.

Lubart, T. I. (2005). How can computers be partners in the creative process? *International Journal of Human Computer Studies, 63*, 365-369.

Lubart, T. I., Mouchiroud, C., Tordjman, S., & Zenasni, F. (2003). *Psychologie de la Créativité.* Paris : Armand Colin.

Osborn, A. F. (1963). *Applied Imagination: Principles and Procedures of creativity Thinking*. New York: Charles Scribiner's Son press.

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.

Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action.* New York: Basic Books.

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.

Treffinger D.J. (1995). Creative problem solving: Overview and educational implications. *Educational Psychology Review, 7,* 301–311.

Visser, W. (1994). Organisation of design activities: opportunistic, with hierarchical episodes. *Interacting with Computers, 6,* 235-238.

Wallas, G. (1926). The art of thought. New York: Harcourt, Brace and Company.

Référence de cette publication :

Bonnardel, N. (2016). Propositions de méthodes d'analyse et de modalités d'assistances pédagogique et informatique aux activités créatives. Illustrations dans le domaine du design. In I. Capron-Puozzo (Ed.). *La créativité en éducation et en formation. Perspectives théoriques et pratiques* (pp. 167-180). Bruxelles : De Boeck.