

# Didactique de la conception

Sous la direction de John Didier et Nathalie Bonnardel

Cet ouvrage collectif présente des travaux portant sur la conception d'un artefact, d'un objet ou d'un système, fondés sur des ancrages scientifiques complémentaires, à savoir la psychologie cognitive, l'ergonomie, la didactique, les sciences de l'ingénieur, la philosophie, les sciences de l'éducation, l'histoire, le design, l'architecture et la poïétique. Il propose des éclairages spécifiques de l'activité de conception, considérée ici comme une activité complexe qui mobilise différents savoirs particulièrement précieux pour repenser la formation des individus à différents niveaux. Que l'on parle d'experts, de spécialistes en devenir, de novices ou de profanes de la conception, cette activité complexe recèle un potentiel pour le développement de l'humain et mérite d'être enseignée dès le plus jeune âge.

Les travaux portant sur la didactique de la conception, menés en contextes de formation, soutiennent que cette activité complexe peut être un levier participant au développement et à l'apprentissage de l'individu. Cette activité permettrait d'associer approches créative, pragmatique et intellectuelle. Plus encore, la conception déployée en contexte de formation mobilise des capacités participant à l'émancipation de l'individu, en le rendant capable de modifier ses points de vue ainsi que sa manière de s'approprier le savoir.

utbm  
hep/

Collectif

Didactique de la conception

utbm

hep/  
haute école  
pédagogique  
vaud



12 €

# Didactique de la conception

Sous la direction de  
John Didier et Nathalie Bonnardel



COÉDITION

COÉDITION

UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE BELFORT-MONTBÉLIARD / HAUTE ÉCOLE PÉDAGOGIQUE VAUD

# Didactique de la conception

Sous la direction de John Didier et Nathalie Bonnardel

Prix de vente livre papier : 17 euros

Prix de vente livre PDF : 12 euros

Prix de vente livre papier & PDF : 19 euros

Parution : à paraître en mars 2010

livre papier

ISBN 979-10-91901-38-3



9 791091 901383

livre PDF

ISBN 979-10-91901-39-0



9 791091 901390

livre papier & PDF

ISBN 979-10-91901-40-6



9 791091 901406

## Contenu

Cet ouvrage collectif présente des travaux portant sur la conception d'un artefact, d'un objet ou d'un système, fondés sur des ancrages scientifiques complémentaires, à savoir la psychologie cognitive, l'ergonomie, la didactique, les sciences de l'ingénieur, la philosophie, les sciences de l'éducation, l'histoire, le design, l'architecture et la poïétique. Il propose des éclairages spécifiques de l'activité de conception, considérée ici comme une activité complexe qui mobilise différents savoirs particulièrement précieux pour repenser la formation des individus à différents niveaux. Que l'on parle d'experts, de spécialistes en devenir, de novices ou de profanes de la conception, cette activité recèle un potentiel pour le développement de l'humain et mérite d'être enseignée dès le plus jeune âge.

Les travaux portant sur la didactique de la conception, menés en contextes de formation, soutiennent que cette activité complexe peut être un levier participant au développement et à l'apprentissage de l'individu. Cette activité permettrait d'associer approches créative, pragmatique et intellectuelle. Plus encore, la conception déployée en contexte de formation mobilise des capacités participant à l'émancipation de l'individu, en le rendant capable de modifier ses points de vue ainsi que sa manière de s'approprier le savoir.

## Auteurs

Raquel Becerril Ortega, Nathalie Bonnardel, Anne Clerc-Georgy, Marjolaine Chatoney, Denis Choulier, Marianne Chouteau, John Didier, Sophie Farsy, Joëlle Forest, Fabrice Gunther, Jean-François Hérold, Patrice Laisney, Yves-Claude Lequin, Pierre Litzler, Daniel Martin, Grégory Munoz, Christophe Moineau, Céline Nguyen, Alex Sandro Gomes, Éric Tortochot, Olivier Villeret,

COÉDITION DU PÔLE ÉDITORIAL DE L'UTBM ET DE LA HAUTE ÉCOLE PÉDAGOGIQUE DU CANTON DE VAUD (SUISSE)

Coédition UTBM – HEP Vaud



## Caractéristiques techniques

Format 16 x 22 cm / 276 pages

## Edition

Coédition du Pôle éditorial de l'UTBM et de la Haute École Pédagogique du canton de Vaud (Suisse)

## Diffusé-Distribué par

- Le Comptoir des presses d'universités (pour les particuliers)  
86, rue Claude Bernard – 75005 Paris  
Horaires : du lundi au vendredi de 10h à 19h et le samedi de 11h à 19h  
Tél. +33 (0)1 47 07 83 27  
<http://www.lcdpu.fr/editeurs/utbm/>
- CiD (pour les professionnels)  
18-20, rue Robert Schuman  
94220 Charenton-le-Pont  
Tél. +33 (0)1 53 48 56 30
- En librairies

## Pour plus d'informations

### Directeur de publication

Ghislain Montavon, directeur de l'UTBM

Pôle éditorial de l'université de technologie de Belfort-Montbéliard  
Site de Sevenans – 90010 Belfort cedex  
Tél. +33 (0)3 84 58 32 72  
Contact : [editions@utbm.fr](mailto:editions@utbm.fr)

### Notre catalogue accessible sur :

<https://www.utbm.fr/editions/>

## Présentation des auteurs

- **Raquel Becerril Ortega**, Université de Lille, Laboratoire TRIGONE-CIREL, Centre Interuniversitaire de Recherches en Éducation de Lille, (TRIGONE, UR 4354)
- **Nathalie Bonnardel**, Aix-Marseille Université, Centre de recherche en Psychologie de la Connaissance, du Langage et de l'Émotion (PSYCLE, UR 3273) & Institut Créativité et Innovation d'Aix-Marseille (InCIAM)
- **Anne Clerc-Georgy**, Haute Ecole Pédagogique Vaud, Unité d'enseignement et de recherche, enseignement, apprentissage et évaluation, Groupe Intervention et Recherche sur les Apprentissages fondamentaux (GIRAF)
- **Marjolaine Chatoney**, Aix-Marseille Université, Laboratoire Apprentissage, Didactique, Évaluation, Formation (ADEF, UR 4671)
- **Denis Choulier**, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Département IMSI/Spécialité systèmes industriels, Pôle industrie 4.0
- **Marianne Chouteau**, INSA Lyon, Centre des Humanités S2HEP (EA 4148)
- **John Didier**, Haute Ecole Pédagogique Vaud, Unité d'enseignement et de recherche didactiques de l'art et de la technologie, Laboratoire Création et Recherche dans l'Enseignement des Arts et de la Technologie (CREAT)
- **Sophie Farsy**, Aix-Marseille Université, Laboratoire Apprentissage, Didactique, Évaluation, Formation (ADEF, UR 4671), Université de Nîmes, PROJEKT (UR 7447)
- **Joëlle Forest**, INSA Lyon, Centre des Humanités S2HEP (EA 4148)
- **Fabrice Gunther**, Aix-Marseille Université, Laboratoire Apprentissage, Didactique, Évaluation, Formation (ADEF, UR 4671)
- **Jean-François Hérold**, Aix-Marseille Université, Laboratoire Apprentissage, Didactique, Évaluation, Formation (ADEF, UR 4671)
- **Patrice Laisney**, Aix-Marseille Université, Laboratoire Apprentissage, Didactique, Évaluation, Formation (ADEF, UR 4671)
- **Yves-Claude Lequin**, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, Laboratoire REcherches sur les Choix Industriels, Technologiques et Scientifiques (RECITS)
- **Pierre Litzler**, Université de Strasbourg, Faculté des Arts, Laboratoire Approche Contemporaine de la Création et de la Réflexion Artistique (ACCRA, UR 3402)
- **Daniel Martin**, Haute Ecole Pédagogique Vaud, Unité d'enseignement et de recherche, enseignement, apprentissage et évaluation, Laboratoire Lausannois Lesson Study (3LS)
- **Grégory Munoz**, Université de Nantes, Centre de Recherche en Education de Nantes (CREN, UR 2661)
- **Christophe Moineau**, Aix-Marseille Université, Laboratoire Apprentissage, Didactique, Évaluation, Formation (ADEF, UR 4671), Université de Nîmes, PROJEKT (UR 7447)
- **Céline Nguyen**, INSA Lyon, Centre des Humanités S2HEP (EA 4148)
- **Alex Sandro Gomes**, Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Informática (CIn UFPE)
- **Éric Tortochot**, Aix-Marseille Université, Laboratoire Apprentissage, Didactique, Évaluation, Formation (ADEF, UR 4671), Université de Nîmes, PROJEKT (UR 7447)
- **Olivier Villeret**, Structure fédérative Opéen & ReForm : Observation des pratiques éducatives et enseignantes, de la recherche à la formation

# Didactique de la conception

Sous la direction de John Didier et Nathalie Bonnardel

TABLE DES MATIÈRES	<b>Introduction : L'activité de conception et sa didactisation</b> John Didier et Nathalie Bonnardel
	<b>Chapitre 1 : Proposition d'un référentiel de compétences en conception</b> Denis Choulier
	<b>Chapitre 2 : Activités de conception créatives : nouvelles perspectives dans la formation des enseignants</b> John Didier et Nathalie Bonnardel
	<b>Chapitre 3 : Concevoir en donnant du sens à l'innovation : l'approche P.S.I.</b> Marianne Chouteau, Joëlle Forest et Céline Nguyen
	<b>Chapitre 4 : L'énonciation et le dialogue : processus d'apprentissage et compétence professionnelle de conception</b> Éric Tortochot, Christophe Moineau et Sophie Farsy
	<b>Chapitre 5 : Concevoir en activités créatrices manuelles : un levier pour générer des gains développementaux et des habiletés métacognitives chez les élèves ?</b> Daniel Martin et Anne Clerc-Georgy
	<b>Chapitre 6 : Dialectique activité et développement dans la conception de situation-problème en formation</b> Grégory Munoz et Olivier Villeret
	<b>Chapitre 7 : La notion de système d'instruments en formation de conception d'artefacts</b> Alex Sandro Gomes et Grégory Munoz
	<b>Chapitre 8 : Les outils de l'analyse fonctionnelle : Artefacts pour comprendre les systèmes techniques</b> Marjolaine Chatoney et Fabrice Gunther
	<b>Chapitre 9 : Analyse de l'activité d'élèves dans une tâche de conception d'objet en éducation technologique</b> Patrice Laisney et Jean-François Hérold
	<b>Chapitre 10 : Les activités de conception en formation : Analyse micro-didactique de deux séances de conception-réalisation en enseignement de codes opératoires en génie mécanique</b> Raquel Becerril Ortega
	<b>Chapitre 11 : Poésie des rapports et instauration métaphysique dans l'architecture de Le Corbusier</b> Pierre Litzler
<b>Chapitre 12 : Apprendre à codécider souverainement dans une société complexe</b> Yves-Claude Lequin	



Coédition du Pôle éditorial de l'université de technologie de Belfort-Montbéliard (UTBM) et de la Haute École pédagogique du canton de Vaud (Suisse)

# Chapitre 2

John Didier et  
Nathalie Bonnardel

Activités de conception créatives :  
nouvelles perspectives dans la  
formation des enseignants

# Activités de conception créatives : nouvelles perspectives dans la formation des enseignants

John Didier et Nathalie Bonnardel

## INTRODUCTION

Ce chapitre présente une recherche portant sur l'introduction des activités de conception créatives dans la formation des enseignants, dans le but de favoriser leur créativité à l'aide de techniques d'idéation basées sur l'approche Analogie et Gestion de Contraintes – A-GC (BONNARDEL, 2000, 2006 ; BONNARDEL et DIDIER, 2016 ; DIDIER et BONNARDEL, 2017). L'activité de conception, généralement étudiée en contexte professionnel (BONNARDEL, 2006 ; LEBAHAR, 2004, 2007) est mise en œuvre ici dans le cadre de la formation des futurs enseignants en école primaire. La recherche que nous présentons investigate le développement d'idées à la fois nouvelles et adaptées au contexte et, de ce fait, considérées comme créatives (LUBART, MOUCHIROUD, TORDJMAN et ZENASNI, 2015 ; BONNARDEL, 2006), proposées lors de la conception et de la réalisation d'objets techniques. Notre objectif est plus précisément d'analyser l'impact de techniques d'idéation lors de la mise en œuvre d'une activité de conception créative au cours de la formation d'enseignants généralistes. Nous proposons aux futurs enseignants de mettre en application des variantes du « *brainstorming* » (BONNARDEL, MAZON et WOJTCZUK, 2013 ; BONNARDEL et DIDIER, 2016, 2020) qui incitent les participants à se centrer soit sur la génération d'idées (censée favoriser la pensée divergente), soit sur la gestion de contraintes (censée favoriser à la fois la structuration et l'évaluation des idées) lors de la résolution d'un problème de conception créatif. Il est à noter que la mise en œuvre d'activités de conception créatives en contexte pédagogique devrait susciter la mobilisation de

processus cognitifs complexes, tels que la problématisation d'une tâche délicate, la construction de représentations mentales, l'évocation d'idées, la réalisation d'analogies, la gestion de différents types de contraintes, la prise de décision et l'évaluation de solutions de conception. Dans ce contexte, notre question générale de recherche peut être formulée de la façon suivante : quelles sont les conditions qui permettent de développer la créativité des enseignants en formation – et par la suite de leurs élèves – dans le cadre d'un enseignement pour la créativité fondé sur les activités de conception créatives ? Plus précisément, dans ce chapitre, nous présentons une étude visant à identifier des conditions permettant de favoriser la créativité à l'aide de modalités spécifiques qui pourront également favoriser, chez les enseignants, une approche analytique, créative et pratique du savoir. Il s'agit en effet d'une approche centrée sur l'articulation entre l'activité de conception (qui mobilise la pensée créative du concepteur) et l'activité de réalisation (qui confronte la génération d'idées à des situations concrètes et réelles).

## **CRÉATIVITÉ ET ACTIVITÉS DE CONCEPTION EN CONTEXTE DE FORMATION**

### **La créativité en contexte de formation**

La créativité est souvent définie comme la capacité à générer des solutions nouvelles et adaptées au contexte (BONNARDEL, 2002 ; LUBART *et al.*, 2015). Elle requiert la combinaison de différents types de facteurs (LUBART *et al.*, 2015 ; BONNARDEL et LUBART, 2019) : des facteurs cognitifs (intelligence, connaissances), conatifs (personnalité, motivation), émotionnels et environnementaux. Elle est souvent décrite comme dépendant à la fois de l'individu qui crée les nouveaux produits, et de l'environnement et de la société dans lesquels ces produits sont introduits (MACKINNON, 1978 ; CSÍKSZENTMIHÁLYI, 1996 ; NIU et STERNBERG, 2001 ; LUBART *et al.*, 2015). La créativité est, en outre, reconnue comme une compétence nécessaire et indispensable au XXI<sup>e</sup> siècle, permettant de « revitaliser » l'économie mais également différents secteurs du domaine public (TEPPER et KUH, 2011). Selon Miller et Dumford (2014), le monde professionnel requiert l'arrivée d'individus à la fois créatifs, flexibles et compétents, capables de faire face à des tâches complexes sans procédures préétablies. Aussi, il apparaît nécessaire de développer la créativité dans les contextes de formation et d'éducation (OECD, 2014).

Dans le contexte éducatif, la créativité, qu'elle concerne les adultes ou les enfants, peut être axée sur l'enseignement créatif (« *creative teaching* », GIBSON, 2010), sur l'enseignement de la créativité (« *teaching for creativity* », JEFFREY et CRAFT, 2004) ou sur l'apprentissage créatif (« *creative learning* », LUCAS, 2001), ce qui a conduit à développer et à tester en classe divers programmes de formation à la créativité (TSAI, 2014). Selon le rapport NACCCE (1999), l'enseignement créatif se définit comme l'utilisation d'approches imaginatives pour rendre l'apprentissage plus intéressant et plus efficace. L'enseignement de la créativité se définit comme une forme d'enseignement destinée à développer le comportement créatif des élèves. Par ailleurs, l'enseignement de la créativité implique un enseignement créatif (NACCCE, 1999). L'apprentissage créatif est, quant à lui, focalisé sur le point de vue de l'apprenant et l'apprentissage qu'il réalise (LUCAS, 2001).

Selon Jeffrey et Craft (2004), l'enseignement créatif se caractérise par un enseignement qui donne la priorité aux stratégies qui engagent l'apprenant à s'investir dans les apprentissages de façon créative, en tenant compte de stratégies d'apprentissage liées à l'âge de l'apprenant, au contexte d'apprentissage ainsi qu'à l'individu lui-même. L'enseignement de la créativité intègre non seulement les aspects pédagogiques proprement dits, mais aussi la transmission de valeurs, telles que le sens des responsabilités en matière d'apprentissage et l'autonomie de l'apprenant pour se fixer des objectifs ou s'auto-évaluer. Ce type d'enseignement vise à valoriser et à encourager l'« identité créative » de l'apprenant (par exemple, sa sensibilité et sa curiosité) et à favoriser le développement de capacités créatives dans des situations pratiques (JEFFREY et CRAFT, 2004). Il devrait aussi amener l'apprenant à questionner et à évaluer le processus d'apprentissage lors de la réalisation de tâches complexes et lui permettre de réinvestir les savoirs dans des situations nouvelles et inédites. L'apprentissage créatif, focalisé sur l'apprenant, vise également le développement de la pensée créative en valorisant les idées, les pensées et les produits créatifs.

Selon Sternberg et Williams (1996), pour favoriser le développement du potentiel créatif dans le cadre de la formation des apprenants, il convient de privilégier un environnement qui permette de consacrer un temps suffisant à la pensée créative, de développer des idées et des produits créatifs pertinents, d'encourager la prise de risques, de favoriser l'imagination sous diverses perspectives et de formuler des hypothèses dans le cadre de questionnements. De même, Starko (1995) insiste sur l'apport pour l'apprenant d'être engagé dans une activité de résolution de problèmes lui permettant de générer plusieurs hypothèses alternatives.

En accord avec ces propositions, nous allons présenter une étude qui se situe dans le cadre général d'un enseignement orienté sur le développement de la créativité, en combinant enseignements et apprentissages créatifs. Plus précisément, cette étude porte sur l'utilisation de deux techniques spécifiques d'idéation (visant à favoriser l'évocation d'idées ou la gestion de contraintes liées au problème créatif) qui amènent les apprenants à mettre en œuvre des capacités créatives dans des situations pratiques. Ces techniques de développement de la pensée créative ont initialement été mises en place dans un contexte de formation en design (BONNARDEL et DIDIER, 2016 ; BONNARDEL et DIDIER, 2020) et, dans le cadre de la recherche présentée ici, nous avons étendu leur mise en application auprès d'enseignants en formation.

## Les activités de conception en contexte de formation

### *Caractéristiques principales des problèmes de conception*

Selon Demailly et Lemoigne (1986), « concevoir, 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 » (p. 435-436). De façon similaire, pour Simon (1995), l'activité de conception consiste à concevoir des objets, des processus, des idées pour accomplir des buts, et montrer comment ces objets, processus ou idées peuvent être réalisés (p. 246). Aussi, proposer la réalisation d'activités de conception dans la formation revient à permettre à l'apprenant d'apprendre à réaliser des tâches complexes, basées sur des situations ouvertes et concrètes, qui l'entraînent à conscientiser les différents savoirs mobilisés pour traiter ce type de situation (ROGIERS, 2010).

Les activités de conception constituent des situations de résolution de problèmes dans la mesure où le concepteur ne dispose d'aucune procédure directement applicable pour atteindre le but recherché. Ainsi, pour résoudre un problème de conception, le concepteur doit définir un produit/un artefact ayant une fonctionnalité particulière et en se conformant à certaines spécifications (MALHOTRA, THOMAS, CAROLL et MILLER, 1980). Selon les auteurs, les problèmes de conception sont qualifiés d'« astucieux » (« *wicked problems* » ; RITTEL et WEBER, 1984), de « mal définis » (i.e. manquant de spécifications ou spécifiés de façon subjective ; EASTMAN, 1970) ou encore de problèmes « ouverts » (i.e. admettant plusieurs solutions ; FUSTIER, 1989). De ce fait, la résolution de problèmes de conception créatifs apparaît particulièrement complexe (pour plus de précisions cf. BONNARDEL, 2012 ; BONNARDEL et BOUCHARD, 2017 ; BONNARDEL, WOJTCZUK, GILLES et MAZON, 2018).



### Résolution de problèmes de conception et modèle AGC

Dans le cadre de la conception et de la réalisation d'artefacts destinés à un usager et s'inscrivant dans un contexte prédéfini, le concepteur va devoir déployer une phase de recherche d'idées dans laquelle il va mobiliser des capacités d'encodage, de comparaison et de combinaison sélectives<sup>1</sup> ainsi que des capacités lui permettant de prélever dans l'environnement des informations en rapport avec le problème créatif à résoudre (LUBART *et al.*, 2015). Le modèle A-GC (BONNARDEL, 2000, 2006) permet de rendre compte de la résolution de problèmes de conception en soulignant l'articulation entre pensée analogique – et associations d'idées – et gestion de contraintes :

- La réalisation d'analogies, et de façon plus générale d'associations d'idées, concourt à l'émergence d'idées créatives plus ou moins éloignées du domaine conceptuel de l'objet à concevoir, et donc à la pensée divergente ;
- La gestion de contraintes concourt, quant à elle, à la fois à la pensée divergente et à la pensée convergente, car les contraintes jouent un rôle important lors de la définition-redéfinition du problème, lors de la génération d'idées et lors de leur évaluation, et permettent aux concepteurs de rechercher des solutions de conception adaptées au contexte et aux utilisateurs des futurs produits.

Plusieurs types de contraintes ont été identifiés : 1) les contraintes issues de l'énoncé du problème qui constituent une interprétation des données initiales – dites « contraintes prescrites » (EASTMAN, 1970 ; BONNARDEL, 1992 ; LEBAHAR, 1996) ; 2) les contraintes rajoutées par le concepteur qui sont issues de ses connaissances et de son expérience-contraintes qualifiées de « construites » (BONNARDEL, 1992, 2006) ; 3) les contraintes dites « déduites » qui découlent de l'analyse des contraintes déjà définies ou de l'état de résolution du problème (BONNARDEL, 1992, 2006). En outre, des contraintes implicites peuvent être inférées par l'individu sur la base d'une activité de compréhension des contraintes explicites (RICHARD et TIJUS, 1998 ; BONNARDEL, 1992). Les contraintes fonctionnant comme des limites portant sur différents aspects (fonction, forme, matériaux) de l'artefact ou du dispositif à concevoir (RESS et YOUNG, 1988) vont spécifier les propriétés de la solution recherchée et permettre au concepteur de définir et redéfinir le problème de conception, de se construire des représentations mentales progressivement plus complètes et plus précises, et d'élaborer et

1. La comparaison sélective se caractérise comme la capacité à observer des similitudes entre des domaines différents tandis que la combinaison sélective fait référence à la capacité à réunir des éléments de connaissances éloignés pour former de nouvelles combinaisons (LUBART *et al.*, 2015).

d'évaluer les solutions de conception (BONNARDEL, 1992, 1995). Il est à noter que les activités de conception créatives requièrent la construction de représentations mentales, mais également de représentations externes de l'objet en cours de conception (BONNARDEL, 2009, 2012 ; GOLDSCHMIDT, 2001 ; SCHÖN, 1983), par exemple sur la base d'esquisses puis de maquettes virtuelles (réalisées avec un logiciel de CAO – conception assistée par ordinateur) et/ou de maquettes physiques de l'artefact (ou d'une partie de l'artefact).

La conception et la réalisation d'artefacts au cours de la formation devraient ainsi permettre aux apprenants (élèves, étudiants ou futurs enseignants) de développer un capital d'expérience en ce qui concerne les processus cognitifs et les gestes professionnels qui pourront être directement exploités dans leurs pratiques ultérieures.

## **RECHERCHE DANS UN CONTEXTE DE FORMATION DE FUTURS ENSEIGNANTS**

### **Objectif et hypothèse générale**

L'objectif de cette recherche est de déterminer si des conditions de conception spécifiques peuvent faciliter la proposition de solutions en vue de la conception d'objets techniques dans un contexte de formation. Nous émettons l'hypothèse générale que la pensée créative de l'apprenant peut être stimulée de façon différenciée en fonction de facteurs environnementaux consistant, en l'occurrence, en des consignes à suivre lors de la phase d'idéation.

### **Procédure**

Cette étude comprend deux phases successives de recueil de données. Dans un premier temps, trois groupes de participants ont eu à concevoir et à réaliser un objet technique tout en se conformant à des techniques d'idéation dérivées de l'approche A-GC (pour deux groupes expérimentaux) ou en procédant comme ils le souhaitaient (pour le groupe « contrôle »). Dans un second temps, les productions de ces participants ont été soumises à des spécialistes en activités créatives afin que ces derniers portent des jugements sur ces productions en fonction de critères spécifiques.

## Techniques d'idéation CQFD et CQHD

Au cours de la première phase de cette étude, un premier groupe de participants a été confronté à un système de règles inspiré de la méthode du *brainstorming* proposée par Osborn (1963). Cette technique d'idéation, intitulée CQFD (BONNARDEL, MAZON et WOJTCZUK, 2013 ; BONNARDEL et DIDIER, 2016), amène chaque participant à se conformer aux règles suivantes :

- C : fait référence à la censure en rejetant toute autocensure,
- Q : renvoie à la quantité afin d'inciter chaque participant à générer un maximum d'idées,
- F : fait référence à la prolifération d'idées farfelues ou inhabituelles,
- D : renvoie à la démultiplication ou à la combinaison d'idées en vue d'en générer de nouvelles.

Un deuxième groupe de participants a été confronté à la technique d'idéation dite CQHD, qui a été proposée afin d'amener les participants à se focaliser sur la hiérarchisation de contraintes liées au problème de conception (BONNARDEL, MAZON, et WOJTCZUK, 2013 ; BONNARDEL et DIDIER, 2016). Dans ce cas, chaque participant devait se conformer aux règles suivantes :

- C : fait référence aux contraintes liées au problème de conception,
- Q : renvoie à la quantité afin d'inciter chaque participant à générer un maximum de contraintes,
- H : fait référence à la hiérarchisation des contraintes,
- D : renvoie à la démultiplication ou à la combinaison des contraintes afin d'en générer de nouvelles.

Les deux techniques, construites sur une base commune, devraient inciter les participants à se focaliser sur des aspects différents lors de la résolution du problème de conception.

## Participants

### *Participants pour la tâche de conception*

Lors de la première phase de la recherche, les participants ayant à effectuer une tâche de conception sont 34 étudiants en « bachelor primaire » qui se destinent à l'enseignement du cycle 2 hamos (8-11 ans) en Suisse romande. Ces étudiants sont en deuxième année de formation et, pendant leurs stages, ils apprennent à concevoir et à réaliser des objets techniques avec leurs élèves. Les mises en situation ciblées sur les activités de conception ont lieu dans le cadre de séminaires de « didactique en activités créatrices et manuelles ».

Lors de cette étude, les participants ont été répartis en trois groupes : un premier groupe de douze étudiants a disposé du cahier des charges relatif à l'objet à concevoir ainsi que des règles CQFD ; un second groupe de douze étudiants a disposé du cahier des charges ainsi que des règles CQHD ; le troisième groupe (groupe « contrôle »), composé de dix étudiants, a disposé uniquement du cahier des charges sans aucune règle, ni précision supplémentaire.

### *Participants pour la tâche d'évaluation*

Lors de la deuxième phase de cette recherche, le jury procédant à l'évaluation des productions créatives recueillies dans la première phase de cette recherche est composé de 16 enseignants ayant suivi une spécialisation « post-grade » dans la discipline des activités créatrices et manuelles.

### *Tâche de conception*

Les participants à la première phase de ce travail ont eu à développer un projet portant sur la conception et la réalisation d'un objet technique (un porte-clés) en regard d'un contexte précis et tout en anticipant la réalisation de l'objet technique et de son utilisation. Quels que soient les groupes, les participants ont eu à concevoir et à réaliser un porte-clés en feutrine rembourré de ouatine. Le cahier des charges de cet objet technique est volontairement simple (cf. document 1) afin de faciliter son appropriation par les apprenants, et donc ici les futurs enseignants, en vue d'une éventuelle mise en œuvre ultérieure avec leurs élèves.

Consigne présentée aux participants :

Vous devez concevoir et réaliser un porte-clés en feutrine et rembourré de ouatine en utilisant le matériel à votre disposition. Pour cela, vous disposez de deux périodes de 45 minutes, sachant que le porte-clés doit respecter les contraintes prescrites suivantes :

- Il doit pouvoir être facilement manipulable.
- Il doit pouvoir tenir dans une poche ou dans un sac.
- Il doit être de qualité de boutique (ce qui signifie dans ce contexte une bienfacture de qualité).
- Il doit être résistant et durable (résister à un usage fréquent au quotidien).
- Il doit intégrer un anneau métallique pour les clés et être solide.

### **Document 1. Cahier des charges remis aux participants.**

Les participants devaient concevoir leurs propres porte-clés en les représentant à l'aide d'esquisses, de schémas et de croquis, puis les réaliser en feutrine en les rembourrant de ouatine.

## Évaluation des productions créatives

Tous les projets de conception recueillis ont ensuite été soumis de façon anonyme et dans un ordre aléatoire aux spécialistes de la discipline des activités créatrices et manuelles. Ces derniers ont eu à les évaluer (sur la base d'une échelle de Likert) en fonction de différents critères fournis dans un questionnaire : 1) le niveau de satisfaction globale du projet de conception ; 2) le caractère adapté du projet de conception par rapport au cahier des charges ; 3) la faisabilité du projet ; 4) la dimension novatrice du projet ; 5) la dimension inattendue du projet.

Ces différents critères ont été choisis afin de refléter à la fois des exigences liées à la pensée divergente et à la pensée convergente (cf. BONNARDEL et DIDIER, 2016) et, donc, pour évaluer le caractère à la fois novateur et adapté au cahier des charges des projets de conception des participants.

## RÉSULTATS

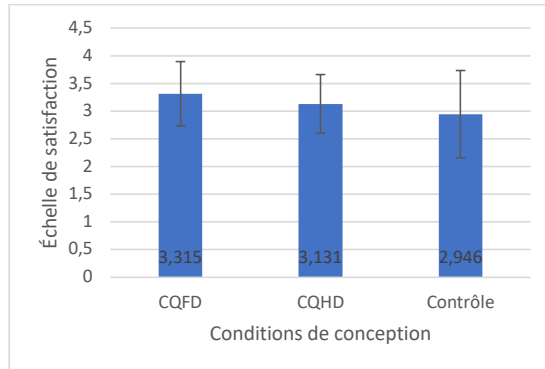
Afin de déterminer si les notes attribuées aux projets de conception dépendaient des conditions de réalisation de la tâche (CQFD, CQHD, ou contrôle), une analyse statistique a été réalisée sur la base du modèle *Generalized Estimating Equations* (GEE) (ZEGER et LIANG, 1986). De plus, pour prendre en compte le fait que ce sont les mêmes juges qui ont évalué les projets de conception produits dans chacune des trois conditions de conception (CQFD, CQHD et contrôle), une analyse statistique de type ANOVA à mesures répétées a été effectuée, puis nous avons utilisé des *t* de *Student* pour échantillons appariés pour les mêmes raisons.

Les résultats obtenus montrent des différences significatives entre les groupes en fonction de quatre critères d'évaluation parmi les cinq pris en compte : la satisfaction globale du projet de conception, le caractère adapté du projet conception par rapport au cahier des charges, la dimension novatrice du projet et la dimension inattendue de ce projet. Seul le critère de *faisabilité des projets de conception* n'a pas permis d'observer de différence significative entre les trois conditions de conception.

### Satisfaction globale des projets

Les résultats relatifs à la satisfaction globale du projet de conception (cf. figure 1) ont permis de montrer une différence de moyenne significative entre les projets des participants produits en condition CQFD (évocation d'idées) ( $M=3.32$  ;  $E.T.=0.6$ ) et ceux des participants en condition CQHD

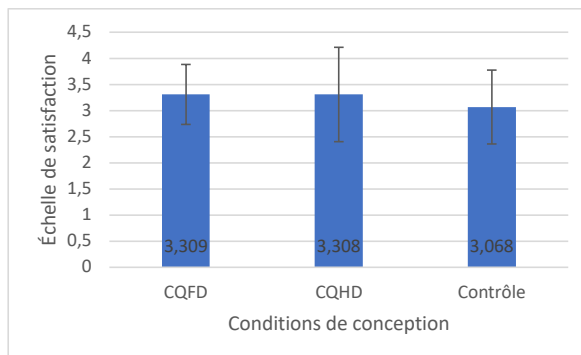
(hiérarchisation de contraintes) ( $M=3.13$  ;  $E.T.=0.5$ ) ( $p=0.02$ ). Nous observons également une différence de moyenne significative entre les projets de conception des participants en condition CQFD (évoation d'idées) ( $M=3,32$  ;  $E.T.=0.6$ ) et ceux des participants du groupe « contrôle » ( $M=2.95$  ;  $E.T.=0.8$ ) ( $p=0.005$ ).



**Figure 1. Résultats obtenus dans les conditions CQHD, CQFD et contrôle en ce qui concerne la satisfaction globale du projet de conception.**

### Caractère adapté au cahier des charges

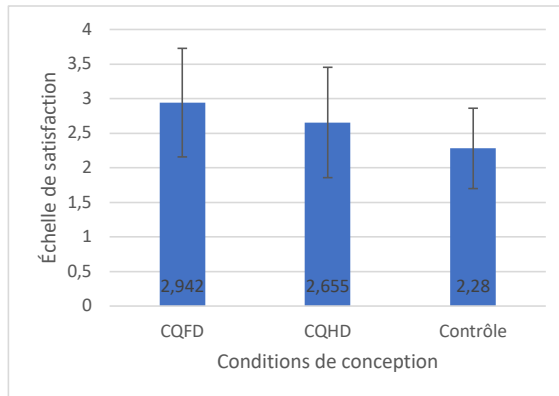
Les résultats relatifs au caractère adapté du projet par rapport au cahier des charges (cf. figure 2) montrent une différence de moyenne significative entre les productions des participants en condition CQFD (évoation d'idées) ( $M=3.31$  ;  $E.T.=0.6$ ) et celles du groupe « contrôle » ( $M=3.07$  ;  $E.T.=0.7$ ) ; ( $p=0.04$ ).



**Figure 2. Résultats obtenus dans les conditions CQHD, CQFD et contrôle en ce qui concerne le caractère adapté du projet en fonction du cahier des charges.**

## Dimension novatrice du projet de conception

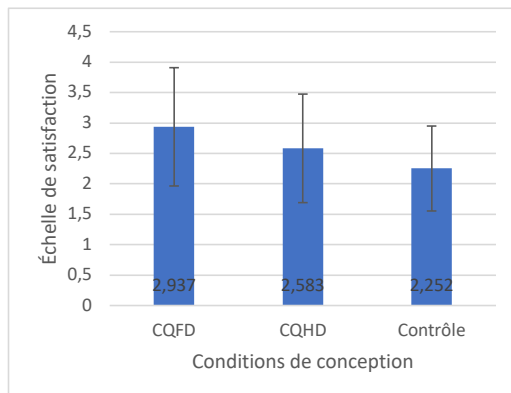
Les résultats relatifs à la dimension novatrice du projet de conception (cf. figure 3) montrent une différence de moyenne significative entre les projets de conception des participants en condition CQFD (évocation d'idées) ( $M=2.94$  ;  $E.T.=0.8$ ) et ceux des participants en condition CQHD (hiérarchisation de contraintes) ( $M=2.66$  ;  $E.T.=0.8$ ) ; ( $p=0.001$ ). Nous relevons également une différence de moyenne significative entre les projets de conception des participants en condition CQFD (évocation d'idées) ( $M=2.94$  ;  $E.T.=0.8$ ) et ceux du groupe « contrôle » ( $M=2.28$  ;  $E.T.=0.6$ ) ; ( $p=0.0002$ ). De plus, nous observons une différence de moyenne significative entre les projets de conception des participants en condition CQHD (hiérarchisation de contraintes) ( $M=2.66$  ;  $E.T.=0.8$ ) et ceux du groupe « contrôle » ( $M=2.28$  ;  $E.T.=0.6$ ) ; ( $p=0.01$ ).



**Figure 3. Résultats obtenus dans les conditions CQHD, CQFD et contrôle en ce qui concerne la dimension novatrice du projet de conception.**

## Dimension inattendue du projet de conception

Les résultats relatifs à la dimension inattendue du projet de conception (cf. figure 4) mettent en évidence une différence de moyenne significative entre les projets des participants en condition CQFD (évocation d'idées) ( $M=2.94$  ;  $E.T.=0.9$ ) et ceux des participants du groupe « contrôle » ( $M=2.25$  ;  $E.T.=0.7$ ) ; ( $p=0.0001$ ). Nous observons également une différence significative entre les projets de conception des participants en condition CQHD (hiérarchisation des contraintes) ( $M=2.58$  ;  $E.T.=0.8$ ) et ceux du groupe contrôle ( $M=2.25$  ;  $E.T.=0.7$ ) ; ( $p=0.01$ ).



**Figure 4. Moyennes des résultats obtenus dans les conditions CQHD, CQFD et contrôle en ce qui concerne la dimension inattendue du projet de conception.**

## DISCUSSION

Dans un premier temps, les résultats obtenus dans le cadre de cette étude sont synthétisés et commentés, puis nous discuterons de façon plus générale de la mise en œuvre de techniques d'idéation et d'activités créatives dans des contextes de formation.

### Synthèse des résultats

L'étude présentée dans ce chapitre a tout d'abord permis de montrer que les projets des participants en *condition de conception centrée sur l'évocation d'idées* (CQFD) ont été jugés :

- davantage *satisfaisants* que les projets réalisés par les participants en condition de conception centrée sur la gestion de contraintes (CQHD) ( $p=0,02$ ) et que ceux des participants du groupe contrôle ( $p=0,05$ ) ;
- *plus novateurs* que ceux produits par les participants centrés sur la prise en compte de contraintes (condition CQHD) ( $p=0,001$ ) et que ceux produits dans la condition contrôle ( $p=0,0002$ ) ;
- *plus inattendus* que ceux du groupe « contrôle » ( $p=0,0001$ ) ;
- *plus adaptés* par rapport au cahier des charges que ceux du groupe « contrôle » ( $p=0,04$ ).

La condition de conception centrée sur l'évocation d'idées (CQFD) semble donc être particulièrement appropriée pour de futurs enseignants puisque les projets produits dans cette condition ont été considérés par



les juges non seulement comme les plus novateurs et les plus inattendus, mais aussi comme les plus satisfaisants et les plus adaptés au cahier des charges. Cette condition de conception CQFD semble en effet favoriser la génération d'idées nouvelles et inattendues – se manifestant dans les productions réalisées par les participants – tout en permettant également la prise en compte de contraintes (qu'il s'agisse de contraintes prescrites figurant dans le cahier des charges ou rajoutées par les participants dans le cas de contraintes construites ou déduites), ce qui expliquerait que les projets réalisés dans cette condition soient également considérés comme adaptés au cahier des charges et globalement les plus satisfaisants.

Les résultats obtenus dans cette étude ont également permis de montrer que la *condition centrée sur la gestion de contraintes* (CQHD) était préférable à une absence de consignes ou de règles spécifiques pour l'activité de conception, comme cela est le cas dans la condition contrôle. En effet, les projets réalisés dans la condition CQHD ont été considérés comme plus novateurs ( $p=0,01$ ) et plus inattendus ( $p=0,01$ ) que les projets du groupe « contrôle ». Ainsi, même des règles amenant les participants à gérer et hiérarchiser des contraintes liées au problème de conception semblent favoriser la production d'idées nouvelles et inattendues, se manifestant dans les projets de conception réalisés en condition CQHD, par comparaison aux projets réalisés dans la condition contrôle.

En regard de notre problématique de recherche, nous avons pu montrer que des techniques d'idéation basées sur l'approche A-GC semblent offrir des conditions propices à la proposition d'idées créatives lors de la réalisation d'une tâche de conception.

### **Effets différenciés des techniques d'idéation dans des contextes de formation**

Malgré des différences dans les performances créatives auxquelles elles donnent lieu, les deux techniques d'idéation CQFD et CQHD semblent présenter un intérêt lors de tâches de conception réalisées dans un contexte de formation. Ainsi, si la technique centrée sur l'évocation d'idées (CQFD) semble être la plus adaptée pour de futurs enseignants, la technique centrée sur la gestion de contraintes (CQHD) s'est révélée, lors d'une étude antérieure, la plus adaptée pour des étudiants en design (BONNARDEL et DIDIER, 2016). Cette divergence de résultats peut s'expliquer par des objectifs pédagogiques spécifiques dans ces formations, auxquels peuvent se rajouter des traits de personnalité différents selon les profils des étudiants. Ceux qui deviendront des enseignants ne sont généralement pas formés dans une perspective de développement des capacités créatives, ni de recherche de créativité, et il se peut que cela ne

correspond pas particulièrement à leurs aspirations ou à leurs traits de personnalité. Aussi, inciter ces étudiants à évoquer des idées originales et même farfelues peut les amener à sortir du « cadre scolaire » habituel et, de ce fait, à parvenir à des solutions jugées les plus créatives, car satisfaisant à la fois le caractère nouveau et le caractère adapté au contexte. Les étudiants en design se sont généralement engagés dans cette formation en fonction d'une aspiration à exercer un métier créatif (qui peut refléter certains de leurs traits de personnalité) et les enseignements qui leur sont délivrés visent en partie à favoriser la réalisation d'activités créatives. Aussi, inciter ces étudiants à gérer des contraintes liées au problème de conception au moyen de la technique CQHD – avant de se lancer dans la génération d'idées – peut les aider à définir et redéfinir le problème de conception et ainsi à parvenir à des productions jugées les plus créatives.

Enfin, il se peut que la difficulté des tâches de conception proposées à ces deux types de participants explique également les différences dans les résultats obtenus dans ces deux études : la tâche de conception qui a été proposée aux étudiants en design (élaboration d'un dispositif pour un environnement urbain) apparaît plus complexe que celle demandée aux futurs enseignants (conception d'un porte-clés). Ainsi, des participants confrontés à une tâche de conception relativement simple peuvent directement évoquer des idées nouvelles et adaptées afin de les mettre en application dans leurs projets. Au contraire, une tâche de conception plus complexe peut requérir un travail plus approfondi portant sur les contraintes à respecter avant que les participants soient en mesure d'évoquer des idées qui seront jugées à la fois nouvelles et adaptées au problème de conception.

### **Introduction d'activités créatives en contexte de formation**

La réalisation d'activités de conception peut permettre aux apprenants (élèves, étudiants ou enseignants en formation) de développer une approche analytique, créative et pratique dans la construction du rapport au savoir. En effet, l'activité de conception requiert une phase de recherche et de génération d'idées tout en mobilisant et en associant différents savoirs liés à un objet (notamment, technique). Cette activité de conception engendre ainsi une génération d'idées créatives qui permet au concepteur de proposer des solutions pour satisfaire différents types de contraintes relatives à l'objet, incluant la prise en compte des aspects utilitaires, fonctionnels, communicationnels et esthétiques (DIDIER, 2017) ainsi que sa réalisation ultérieure. En effet, cette centration sur l'activité de conception facilite également l'anticipation des différentes étapes de production d'un objet technique ainsi que l'anticipation de son usage

ultérieur, conformément au modèle théorique « Conception-Réalisation-Socialisation » (BONNARDEL et DIDIER, 2016 ; DIDIER et BONNARDEL, 2017 ; DIDIER, 2017). Les capacités créatives de l'apprenant peuvent ainsi être mobilisées dans des situations concrètes et, en particulier, lors de la conception d'objets simples ne nécessitant pas d'expertise particulière.

Les recherches que nous avons réalisées montrent en outre que la mise en application de techniques d'idéation basées sur le modèle A-GC (BONNARDEL, 2000, 2006) contribue à favoriser le développement d'une « créativité contextualisée », qui amène l'apprenant à évoquer des idées dans le cadre d'un « environnement cognitif contraint » (BONNARDEL, 2000, 2006) – ce dernier étant, comme nous l'avons indiqué, constitué de contraintes nombreuses et variées (EASTMAN, 1970 ; LEBAHAR, 1996 ; BONNARDEL, 1992, 2006).

L'introduction d'activités de conception dans un contexte de formation, notamment lorsqu'elle est associée à des techniques d'idéation telles que celles proposées dans cette étude, suscite la mise en œuvre par l'apprenant de processus cognitifs, tels que la construction de représentations mentales, l'évocation d'idées et la prise de décision en lien avec la gestion de contraintes. De telles activités favoriseraient l'acquisition de compétences transversales qui sont requises si l'on souhaite privilégier à la fois (1) un enseignement pour la créativité qui valorise la prise de risques et la production d'idées et de produits créatifs, (2) un enseignement créatif qui favorise l'imagination de l'apprenant et la résolution de problèmes ouverts présentant plusieurs solutions, et (3) des apprentissages créatifs qui requièrent des questionnements métacognitifs travaillés à l'aide de la formulation d'hypothèses et de la mise en œuvre de techniques de créativité (JEFFREY et CRAFT, 2004 ; GIBSON, 2010 ; LUCAS, 2001).

En conclusion, nous pouvons considérer qu'un enseignement s'irriguant des apports théoriques issus des approches didactiques et des approches cognitives et ergonomiques, et sous-tendu à la fois par les modèles « Conception-Réalisation-Socialisation » (DIDIER, 2017) et « Analogies et Gestion de Contrainte » (BONNARDEL, 2000, 2006), peut contribuer à développer un nouveau type de rapport au savoir, fondé sur l'analyse et la réalisation de tâches complexes et sur la mobilisation de la pensée créative en contexte pratique (STERNBERG et GRIGORENKO, 2004).

## Références

BONNARDEL, N. (1992). Les référents évaluatifs dans les activités de conception. *Technologie Idéologie Pratiques*, 10, 147-159.

- BONNARDEL, N. (1995). L'évaluation dans les activités de conception : vers une assistance ergonomique. *Psychologie Française*, 40, 99-110.
- 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. Dans G. TIBERGHIE (dir.), *Dictionnaire des Sciences cognitives* (p. 95-97). Paris : Armand Colin/VUEF.
- BONNARDEL, N. (2006, réédition 2012). *Créativité et conception : Approches cognitives et ergonomiques*. Marseille : Solal/De Boeck.
- 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(1), 5-22.
- BONNARDEL, N. (2012). Designing future products: What difficulties do designers encounter and how can their creative process be supported? *Work, A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*, 41, 5296-5303.
- BONNARDEL, N. et BOUCHARD, C. (2017). Creativity in Design. Dans J. C. KAUFMAN, V. P. GLAVEANU et J. BAER (Eds.), *Cambridge Handbook of Creativity Across Different Domains* (p. 403-427). New York : Cambridge University.
- BONNARDEL, N. et DIDIER, J. (2016). Enhancing creativity in the educational design context: An exploration of the effects of design project-oriented methods on students' evocation processes and creative output. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 15(1), 80-101.
- BONNARDEL, N. et DIDIER, J. (2020). Brainstorming variants to favor creative design. *Applied Ergonomics*, 83, 102987 [doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102987]
- BONNARDEL, N. et LUBART, T. (2019). La créativité : approches et méthodes en psychologie et en ergonomie. *RIMHE - Revue Interdisciplinaire, Management, Homme & Entreprise*, 37, 79-98.
- BONNARDEL, N., MAZON, S. et WOJTCZUK, A. (2013). Impact of project-oriented educational methods on creative design. *Proceedings of the 31st European Conference on Cognitive Ergonomics – ECCE 2013*, Toulouse, France, article n° 6. New York : ACM Press.
- BONNARDEL, N., WOJTCZUK, A., GILLES, P.Y et MAZON, S. (2018). The creative process in design. Dans T. Lubart (Ed.), *The Creative Process: Perspectives from multiple domains* (p. 229-254). New York : Palgrave Macmillan.
- CRAFT, A., JEFFREY, B. et LEIBLING, M. (Eds.) (2001). *Creativity in education*. London, New York : Continuum.
- CSIKSZENTMIHÁLYI, M. (1996). *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*. New York : Harper Collins.
- DEMAILLY, A. et LEMOIGNE, J.L. (1986). *Sciences de l'intelligence, sciences de l'artificiel*. Lyon : PUL.
- DIDIER, J. et BONNARDEL, N. (2017). Développer la créativité à l'aide d'activités de conception créatives dans le domaine de la formation. *Actes de la Recherche*, 11, 45-61.
- DIDIER, J. (2017). Didactique de la conception et démocratie technique. Dans J. DIDIER, Y. LEQUIN et D. LEUBA (dir.), *Devenir acteur dans une démocratie technique. Pour une didactique de la technologie* (p. 135-154). Belfort-Montbéliard : UTBM.
- EASTMAN, C. M. (1970). On the analysis of intuitive design processes. Dans G. Moore (Ed.), *Emerging Methods in Environmental Design and Planning* (p. 21-37). Cambridge, MA : PIT Press.
- FUSTIER, M. (1989). *La résolution de problème : méthodologie de l'action*. Paris : Éditions ESF & Librairies Techniques.
- GIBSON, R. (2010). The "art" of creative teaching: Implications for higher education. *Teaching in Higher Education*, 15(5), 607-613. Repéré à <http://dx.doi.org/10.1080/13562517.2010.493349>.
- GOLDSCHMIDT, G. (2001). Is a figure concept binary argumentation pattern inherent in visual design reasoning? Dans J. S. Gero, B. Tversky et T. Purcell (Eds), *Visual and Spatial Reasoning in Design II* (p. 177-206). Sydney : University of Sydney.
- JEFFREY, B. et CRAFT, A. (2004). Teaching creatively and teaching for creativity: distinctions and relationships. *Educational Studies*, 30(1), 77-87.

- LEBAHAR, J. C. (1996). L'activité de simulation d'un dessinateur CAO dans une tâche de conception. *Le Travail Humain*, 59, 253-275.
- LEBAHAR, J. C. (2004). Didactique de la conception : le cahier des charges évolutif. Dans R. SAMURÇAY et P. PASTRÉ, *Recherches en didactique professionnelle* (p. 137-158). Toulouse : Octarès.
- LEBAHAR, J. C. (2007). *La conception en design industriel et en architecture : désir, pertinence, coopération et cognition*. Paris : Lavoisier.
- LUBART, T. (2017). The 7 C's of Creativity. *The Journal of Creative Behavior*, 51, 293-296.
- LUCAS, B. (2001). Creative teaching, teaching creativity and creative learning. Dans A. CRAFT, B. JEFFREY et M. LEIBLING (Eds.), *Creativity in education* (p. 35-44). New York, NY: Continuum.
- LUBART, T., MOUCHIROUD, C., TORDJMAN, S. et ZENASNI, F. (2015). *Psychologie de la créativité*. Paris : Armand Colin.
- MACKINNON, D. W. (1978). *In search of human effectiveness: Identifying and developing creativity*. Buffalo, NY: Creative Education Foundation.
- MALHOTRA, A., THOMAS, J. C., CAROLL, J. M. et MILLER, L. A. (1980). *Cognitive process in design*. *International Journal of Machine Studies*, 12, 119-140.
- MILLER, A. et DUMFORD, A. (2014). Creative Cognitive Processes in Higher Education. *The journal of Creative Behavior*, 50(4), 282-293.
- NACCCE (1999). *All our futures: creativity, culture and education*. London : DfEE.
- NIU, W. et STERNBERG, R. J. (2001). Cultural influences on artistic creativity and its evaluation. *International Journal of Psychology*, 36(4), 225-241.
- OECD (2014). *PISA 2012 Results: Creative Problem Solving: Students' Skills in Tackling Real-Life Problems (volume V)*, PISA, OECD Publishing. Repéré à <http://dx.doi.org/10.1787/9789264208070-en>.
- OSBORN, A. F. (1963). *Applied Imagination: Principles and Procedures of creativity Thinking*. New York: Charles Scribner's Son Press.
- RESS, D. A. et YOUNG, R. E. (1998). A distributed fuzzy constraint satisfaction system with context-based reasoning. *International Journal of Human-Computer Studies*, 48, 393-407.
- RICHARD, J.F. et TIJUS, C. (1998). Modelling the affordances of objects in problem solving. Dans A. C. QUELHAS et F. PEREIRA (Eds.), *Cognition and Context* (p. 293-316). Lisbona : ISPA.
- RITTEL, H. et WEBBER, M. M. (1984). Planning problems are wicked problems. Dans N. CROSS (Ed.), *Developments in Design Methodology* (p. 135-144). New York : John Wiley & Sons, Inc.
- ROGIER, X. (2010). *Une pédagogie de l'intégration. Compétence et intégration des acquis dans l'enseignement*. Bruxelles : De Boeck Université.
- SCHÖN, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in actions*. New York : Basic Books.
- SIMON, H. A. (1995). Problem forming, problem finding and problem solving in design. Dans A. Collen et W. Gasrparski (Eds.), *Design & Systems* (p. 245-257). New Brunswick : Transaction Publishers.
- STARKO, A. (1995). *Creativity in the classroom*. White Plains, NY: Longman.
- STERNBERG, R. J. et GRIGORENKO, E. (2004). Successful Intelligence in the Classroom. *Theory Into Practice*, 43(4), 274-280.
- STERNBERG, R. et WILLIAMS, W. (1996). *How to develop student creativity*. ALEXANDRIA, VA : Association for Supervision and Curriculum Development.
- TEPPER, S. J. et KUH, G. D. (2011). Let's get serious about cultivating creativity. *The Chronicle of Higher Education*. Repéré à <http://chronicle.com/>.
- TSAI, K. T. (2014). A Review of the effectiveness of creative training on adult learners. *Journal of Social Sciences Studies*, 1(1), 1730.
- ZEGER, S. et LIANG, K-Y. (1986). Longitudinal data analysis for discrete and continuous outcomes. *International Biometric Society*, 42(1), 121-130.