

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.

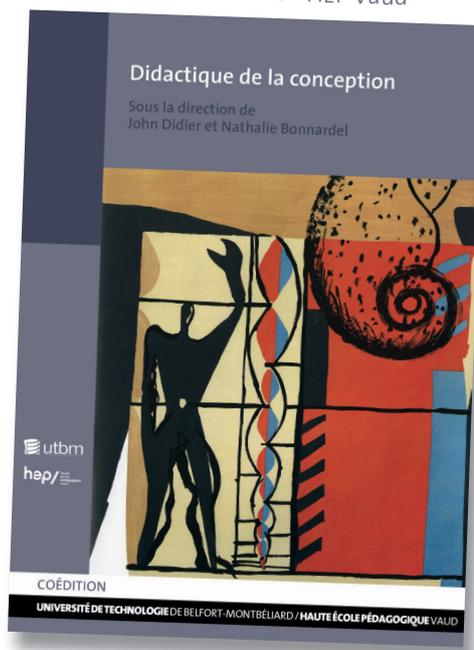
Les travaux portant sur la didactique de la conception, menés en contextes de formation, soutiennent que cette activité complexe peut être un levier participant au développement et à l'apprentissage de l'individu. Cette activité permettrait d'associer approches créative, pragmatique et intellectuelle. 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

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

Introduction

John Didier et
Nathalie Bonnardel

L'activité de conception
et sa didactisation

Introduction : L'activité de conception et sa didactisation

John Didier et Nathalie Bonnardel

Cet ouvrage collectif se veut, à l'instar de la conception, dans l'oscillation plurielle entre sciences et arts, irrigué par plusieurs 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 utiles 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 qui mérite d'être enseigné dès le plus jeune âge. En partant du constat d'Herbert Simon (1974), « les ingénieurs ne sont pas les seuls concepteurs professionnels : quiconque imagine quelques dispositions visant à changer une situation existante en une situation préférée, est un concepteur. L'activité intellectuelle par laquelle sont produits les artefacts matériels n'est pas fondamentalement différente de celle par laquelle on imagine un nouveau plan de vente pour une société, voire une politique sociale pour un État. Ainsi considérée, la conception est au cœur de toute formation professionnelle. Les écoles d'ingénieurs, comme les écoles d'architecture, de droit, de gestion, de médecine ou les écoles normales d'enseignement sont toutes concernées au premier chef par le processus de conception » (p. 73). L'élargissement de la posture de concepteur posée par Simon (1974) aux autres contextes professionnels a su trouver une résonance marquée dans le contexte de la formation des enseignants et des étudiants ou des élèves (BONNARDEL et DIDIER, 2016, 2020 ; DIDIER et LEUBA, 2011 ; DIDIER et BONNARDEL, 2017),

prolongeant ainsi cette « démocratisation » de l'activité de conception à des publics variés (DIDIER, LEQUIN et LEUBA, 2017). Cet ouvrage s'intéresse à ces différents acteurs qui mobilisent la conception lorsqu'ils sont amenés à effectuer des tâches complexes sans procédure préétablie et tout en prenant en compte différents types de contraintes liées à la conception d'un artefact ou d'un système et à ses interactions avec celui-ci. Dans cette perspective, nous soutenons que la conception doit être considérée comme une activité cognitive essentielle au développement de l'être humain et omniprésente dans tout acte de création.

Choulier (2008) nous rappelle que la définition de la conception est relative à l'auteur qui l'emploie et elle n'est pas indépendante de son domaine de recherche. Dès lors, les éclairages théoriques auxquels nous nous référons vont situer cette démarche dans le champ de la formation et de l'enseignement, mais aussi en relation avec les artefacts que nous fabriquons et la manière dont ils nous forment et nous transforment (SIMONDON, 1989). Aussi, le point de vue que nous adoptons sur la conception confère une place importante au développement de l'humain et à sa capacité à apprendre et à se former lors de ce moment de création d'un artefact, à savoir un système artificiel conçu et créé par l'être humain (FOREST, MÉHIER et MICAËLLI, 2005 ; LEBAHAR, 2007 ; LUTZ, HOSTEIN et LÉCUYER, 2004). Pour reprendre les propos de Lebahar (2007), « l'homme conçoit et utilise des artefacts, c'est-à-dire des objets artificiels, depuis les mots qu'il emploie pour désigner les choses ou communiquer ses pensées, jusqu'aux ordinateurs portables, en passant par le peigne, la peinture qui teint et protège les murs de sa maison » (p. 15). Si nous prolongeons cette définition de Lebahar (2007), la conception semblerait se situer au cœur de tout acte de création organisé et planifié en regard des systèmes artificiels que nous créons et avec lesquels nous interagissons.

Imaginer les artefacts et les systèmes d'aujourd'hui et de demain exige de pouvoir les représenter en vue de les matérialiser progressivement. Pour reprendre la définition de 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). La conception induit un geste d'externalisation de la pensée qui peut être observé chez des apprenants (mobilisé de manière intuitive et spontanée) ou chez des professionnels ou des experts en devenir (qui possèdent alors les techniques de représentation appropriées). En d'autres termes,

concevoir des objets, des systèmes, des artefacts nécessite d'apprendre à organiser et à structurer sa pensée, à l'extraire de soi pour la rendre visible et compréhensible pour soi-même et pour autrui.

La conception mobilise des phases de recherche, de questionnement, de génération d'idées, de gestion des contraintes, de création d'hypothèses, d'anticipation et de résolution de problèmes, souvent mal définies, qui nécessitent de la part du concepteur la construction progressive d'une représentation mentale de plus en plus complète et précise (ZEISEL, 1981). Les activités de conception requièrent l'expression d'une idée, d'un processus ou la réalisation d'une production qui font intervenir différentes ressources matérielles et symboliques (BONNARDEL, 2006). Elles sont également considérées comme des activités de résolution de problèmes non routiniers, sans aucune procédure prédéfinie de résolution de problèmes et nécessitant l'élaboration d'une procédure nouvelle (BONNARDEL, 2006). Cette activité recèle donc une part de créativité et d'inventivité, reconnues comme complexes et même critiques, compte tenu de leur importance pour définir les caractéristiques principales d'un futur objet (BONNARDEL, 2012 ; CHOULIER, 2008). Le concepteur doit en effet exprimer une idée ou proposer un processus ou la réalisation d'une production, afin de respecter un double critère de nouveauté et d'adaptation au contexte (BONNARDEL, 2000, 2006). Le fait de penser et de représenter les objets et les systèmes qui n'existent pas encore mobilise une activité complexe qui a été observée en contextes professionnels (BONNARDEL, 2009 ; CHOULIER, 2008 ; LEBAHAR, 2007 ; FOREST *et al.*, 2005). Aussi, cet ouvrage ouvre des pistes vers d'autres publics qui sont amenés à concevoir des artefacts et des systèmes dans des contextes de formation.

ACTIVITÉS DE CONCEPTION EN CONTEXTE DE FORMATION

Les travaux portant sur la didactisation de la conception, menés en contextes de formation (BONNARDEL et DIDIER, 2016, 2020 ; DIDIER, LEQUIN et LEUBA, 2017 ; LEBAHAR, 2004), 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 (STERNBERG et GRIGORENKO, 2004). Plus encore, la conception déployée en contexte de formation mobiliserait 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. Apprendre à concevoir des artefacts et des systèmes artificiels en débutant par la reconception d'objets du quotidien permettrait d'ouvrir de

nouvelles perspectives dans la formation d'acteurs amenés à prendre des décisions et à faire face à des situations complexes associées à de l'incertitude (DIDIER, 2017a). Dans cette logique de « démocratisation » de l'activité de conception, nous proposons de former des élèves, étudiants ou professionnels en cours de formation à la réalisation d'activités de conception dans différents contextes. Pour ce faire, il convient d'orienter les dispositifs de formation, que ce soit dans le cadre de l'école obligatoire, des écoles professionnelles ou de la formation universitaire, afin de former des acteurs capables de modifier, d'améliorer et de repenser des artefacts et des systèmes (simples ou complexes). En cela, être concepteur implique une logique de création de savoirs – et non plus seulement de restitution (GIACCO, DIDIER et SPAMPINATO, 2017 ; DIDIER, GIACCO et CHATELAIN, 2018) – mais aussi d'apprendre à créer des systèmes à l'aide d'une logique de projet (BOUTINET, 2015). Se positionner en concepteur, c'est devenir auteur d'un projet individuel et/ou collectif (DIDIER, 2015a, 2017b ; LEBAHAR, 2004). C'est aussi s'impliquer et être responsable de l'artefact et/ou du système que l'on génère (DIDIER, LEQUIN et LEUBA, 2017).

Parler de didactisation de la conception nécessite dès lors de revenir sur la relation complexe entre les savoirs professionnels et les pratiques sociales de référence. Pour reprendre les propos de Pierre Pastré (2006), le processus de didactisation se spécifie en quatre traits : « Premièrement, l'inscription dans l'institution ; deuxièmement, la progression dans les apprentissages ; troisièmement, la décomposition et la recombinaison de la pratique de référence ; quatrièmement, la production d'un savoir théorique sur la pratique » (HABBOUB, LENOIR et TARDIFF, 2008, p. 23). Les pratiques professionnelles qui mobilisent l'activité de conception peuvent donc être abordées au gré de ces différents chapitres en vue de mieux identifier et développer des savoirs professionnels. Au niveau de l'enseignement professionnel et technique, la spécificité des contenus des enseignements consiste à se dissocier des disciplines scolaires traditionnelles, car celles-ci n'évoluent pas assez rapidement (PELPEL, 1996). Les savoirs spécifiques mobilisés lors de la démarche de conception nous amènent donc à privilégier une centration sur l'activité plutôt que sur les savoirs, « parce que la manière habituelle que nous avons de concevoir les rapports entre activité et savoir est généralement calquée sur la manière dont on comprend les rapports entre théorie et pratique – la pratique comme simple application de la théorie –, ce qui revient à ignorer toute la dimension constructive et créatrice de l'activité humaine. Si on pense que la pratique ne sert qu'à appliquer une théorie préalablement constituée, on risque de négliger la dimension constructive et créatrice de l'activité, même si celle-ci reste

par bien des côtés énigmatique, car elle échappe en grande partie à la conscience des acteurs » (PASTRÉ, 2008, p. 56). La mise en évidence de la dimension constructive et créatrice de l'activité de conception offre de nouvelles clés de compréhension pour la formation à la conception. De plus, elle concourt à mieux cerner cette « conscientisation » des différents acteurs amenés à concevoir. En cela, cette centration sur l'activité nécessite de revenir sur le rôle majeur de la didactique professionnelle. Celle-ci positionne son cadre conceptuel, à côté du constructivisme piagétien et du socioconstructivisme vygostkien, complété par les apports de la didactique disciplinaire, de la psychologie du travail et de l'ergonomie cognitive (HABBOUB, LENOIR et TARDIFF, 2008, p. 30). En complément, cet ouvrage donne également la parole aux sciences de l'ingénieur, à la philosophie, à l'histoire, au design, à l'architecture et à la poïétique qui questionnent à leur tour cette relation entre activité de conception, formation et transmission des savoirs professionnels et des pratiques sociales de référence. Un autre aspect prépondérant qui a participé à l'orientation de nos travaux de recherche sur l'activité de conception nous a permis de mettre en lumière le rôle de sa dimension créative. En effet, la dimension créative de l'activité de conception a particulièrement été approfondie dans certains de nos travaux (BONNARDEL 2000, 2004, 2006, 2009) qui souligne le fait que : ces activités sont orientées vers l'atteinte d'objectifs de départ peu spécifiés (SIMON, 1973) ; se développent dans des situations où différents types de contraintes doivent être respectées (BONNARDEL, 1989) ; dépendent du contexte dans lequel elles ont lieu (GERO, 1998) ; requièrent une certaine créativité (BONNARDEL, 2000 ; BONNARDEL et LUBART, 2019) ainsi que l'affinement progressif de la représentation mentale du problème de conception (SIMON, 1995) ; sollicitent une activité mentale qui intervient en interaction avec l'élaboration d'une représentation externe, telle qu'un dessin ou une maquette (SCHÖN, 1983) ; peuvent être mises en œuvre différemment selon le niveau d'expertise dans le domaine (BONNARDEL et MAMÈCHE, 2004, 2005). De plus, afin de favoriser l'introduction des activités de conception créatives en contexte de formation, il convient d'être attentif à un enseignement propice au développement de la créativité.

QUEL ENSEIGNEMENT PRIVILÉGIER POUR FORMER DES CONCEPTEURS ?

Traditionnellement associée aux sciences de l'ingénieur, la conception renvoie à une démarche construite autour de modèles, tout en se définissant comme l'étude des processus par lesquels un sujet produit une connaissance spécifique à partir de son projet (SIMON, 1974). Aussi, le

besoin de contextualiser la conception en regard d'un champ de connaissances nous rappelle qu'une partie de la démarche de conception ne relève pas de la science, mais d'une « composante artistique » de la conception qui permet de rendre compte de l'émergence et de la structuration de cette démarche (PERRIN, 2001). La démarche de conception nous renvoie à la fois au processus de pensée mobilisé par l'humain, à son externalisation à l'aide d'esquisses et d'artefacts, mais également à sa relation directe avec la réalisation. L'introduction des activités de conception créatives dans des contextes de formation nous amène à mettre en évidence son caractère constructif pour l'apprenant qui doit mobiliser différentes capacités transversales lors de la conception et de la réalisation d'artefacts ou de systèmes. Le développement de la créativité à travers les activités de conception mobilise en effet différentes capacités transversales, telles que la création d'hypothèses, l'anticipation, la gestion de contraintes, la prise de décision et la communication (BONNARDEL et DIDIER, 2016 ; DIDIER et BONNARDEL, 2017).

L'implémentation des activités de conception créatives dans la formation des enseignants s'est effectuée en fonction du modèle théorique « Conception – Réalisation – Socialisation » (DIDIER et LEUBA, 2011 ; DIDIER, 2017b, 2018) dans le cadre de la formation. Selon ce modèle théorique, l'activité de conception constitue une phase d'analyse et de recherche, centrale dans le processus de création, qui entraîne l'apprenant à anticiper la réalisation d'un produit. Ce modèle se caractérise par trois temporalités distinctes : la conception, la réalisation et la socialisation. L'activité de conception amène l'individu à anticiper la phase de socialisation du produit, où celui-ci va être reçu et utilisé par un usager, en s'implantant dans un contexte précis. Nous considérons cette phase comme une activité de « socialisation » du produit ou du projet. En lien avec ce modèle théorique, l'individu est amené à se familiariser avec l'analyse fonctionnelle d'un artefact ou d'un système technique à concevoir et à réaliser.

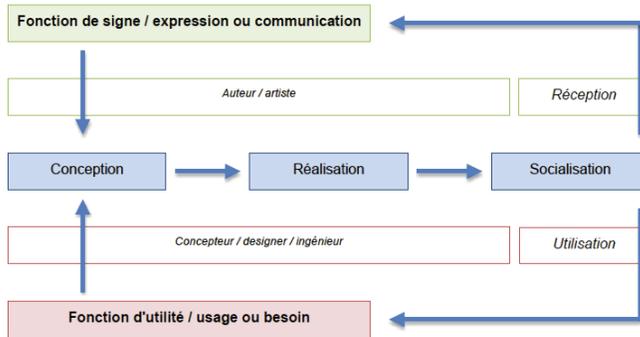


Figure 1. Modèle théorique : Conception – Réalisation – Socialisation.

La plus-value de ce modèle se fonde sur une anticipation de l'action (PASTRÉ, 2011 ; PIAGET, 1974). L'anticipation de l'activité de socialisation comme point de départ de l'activité de conception permet à l'individu de comprendre et de définir le contexte de réception et/ou d'utilisation du produit. L'individu s'habitue ainsi à identifier les caractéristiques de tout système complexe. Selon ce modèle, en accord avec Deforge (1990), ce modèle propose une distinction fonctionnelle entre le processus de fabrication et la démarche employée : « Il y a œuvre quand la fonction de signe l'emporte sur la fonction d'utilité et/ou quand il y a apparence pour le consommateur de singularité, il y a produit quand la fonction d'utilité l'emporte sur la fonction de signe et/ou quand il y a apparence (pour le consommateur) de banalité » (DEFORGE, 1990, p. 20). En effet, la conception d'objets ou de systèmes techniques induit la gestion d'environnements qui évoluent en fonction de leur dynamique propre (PASTRÉ, 2011). Il n'est pas possible de procéduraliser l'ensemble des tâches complexes qui interviennent et, de ce fait, l'action du concepteur suppose un haut degré de conceptualisation qui implique notamment de l'anticipation et du diagnostic (PASTRÉ, 2011).

À partir de cette distinction, deux démarches sont spécifiées dans ce modèle théorique pour pouvoir développer une créativité appliquée dans des contextes précis. La démarche d'auteur/artiste qui élabore un objet avec une fonction de signe répondant à une expression ou en vue d'une communication à autrui. La démarche de concepteur/designer/ingénieur qui conçoit un objet à fonction d'utilité répondant à un usage ou à un besoin.

Les deux spécificités de ces postures professionnelles alimentent l'activité de conception, de réalisation et de socialisation de l'œuvre ou du produit (DIDIER, 2015b). Dans les contextes de formation, la mise en application de ce modèle permet à l'apprenant de s'approprier une posture de concepteur et d'identifier à la fois les contraintes du produit, lors de sa réception, mais également de son usage. La boucle de ce modèle orientée sur la fonction de signe (DEFORGE, 1990) de l'objet amène l'individu à endosser une démarche plus artistique et donc à s'exprimer en exploitant un langage expressif, symbolique et esthétique, en lien avec le contexte de réception et les effets qu'il souhaite provoquer chez l'utilisateur. La dimension symbolique transitant par les différents sens est employée sciemment dans le but de provoquer un contexte de réception paramétré par l'individu. Les facteurs expressifs, communicationnels, du produit sont donc conçus, planifiés, anticipés, décidés et exprimés dans la boucle du haut. La boucle du bas fait référence aux démarches professionnelles liées à l'ingénierie, au design, aux fonctions d'utilité et d'usage (DEFORGE, 1990) et elles s'inscrivent dans une activité technologique (LUTZ, HOSTEIN et LÉCUYER, 2004). Les contraintes liées au choix des techniques, des matériaux et à la dimension ergonomique sont pensées dans cet espace du modèle. La démarche du concepteur/designer se situe à mi-chemin entre les deux boucles étant donné que la conception d'un projet en design prend en compte les deux types de démarches. Le produit doit se démarquer des autres par sa dimension communicationnelle et exprimer un point de vue singulier en fonction du contexte de réception. De même, toute la dimension ergonomique du produit intégrant les facteurs liés à la réalisation et à son usage doit être pleinement réfléchie. La mise en application de ce modèle permet à l'individu de mobiliser des processus de pensée divergente, de pensée convergente et de flexibilité cognitive, en fonction des différentes contraintes induites par les différentes phases et par les deux boucles. De cette manière, l'apprenant apprend à se confronter à la création de systèmes, qu'ils soient simples ou complexes.

CONCEPTION ET CONCEPTUALISATION

L'introduction des activités de conception dans le cadre de la formation introduit une centration sur l'activité de réflexion située en amont de la réalisation (BONNARDEL et Didier, 2016, 2020 ; DIDIER et BONNARDEL, 2015, 2017). Dans cette phase, l'analyse et la problématisation du problème induisent une phase de représentation et de modélisation des différents éléments de la situation à traiter. L'activité constructive, orientée sur l'apprentissage

intentionnel (PASTRÉ, 2006) lors de la production de l'objet technique, sert de support aux apprentissages dans une visée intentionnelle. Celle-ci oriente la mobilisation des ressources vers une transformation en savoirs qui peuvent être mobilisés et transférés dans d'autres situations. Dans cette logique, nous pourrions postuler que l'activité de conception associée à une conceptualisation dans l'action (PASTRÉ, 2006, 2008, 2011 ; PIAGET, 1974) donnerait lieu à un « *learning by designing* » (*apprentissage par la conception*). Les indices permettant de parler de conceptualisation se caractérisent par : des processus d'équilibration de l'action ; l'importance du but et des résultats qui permettent de corriger les opérations antérieures ; l'importance des échecs qui amènent à poursuivre la recherche de la coordination de l'action ; l'importance des réussites en vue de les rendre renouvelables et durables (PASTRÉ, 2011). En d'autres termes, conscientiser l'anticipation précédant la réalisation permet d'aller au-delà de la réussite de l'action pour accéder à une compréhension de celle-ci (PIAGET, 1974). De ce fait, l'analyse *a posteriori* des activités de conception engendre une coordination conceptuelle, une mise en évidence de schèmes opérationnels (organisation des invariants et généralisation), une transformation du réel ainsi que de sa représentation qui participe à une anticipation du futur, du lointain et du virtuel (PASTRÉ, 2006, 2011). La conception induit de la part du concepteur un phénomène de représentation mentale qui constitue pour Piaget (1945) une réelle construction active de la part du sujet, voire l'élaboration d'images opératives (OCHANINE, 1981). Cette coordination conceptuelle peut être abordée dans le cadre de l'anticipation liée à la prévision des différents usages de l'artefact ou des systèmes à concevoir. La conception devient un levier pour apprendre à conceptualiser dans des situations concrètes où l'apprenti-concepteur apprend à effectuer des tâches complexes.

Les différents auteurs de cet ouvrage collectif et interdisciplinaire vont se saisir de cette activité complexe et proposer des clés de lecture pour mieux expliciter les relations entre production, formation, transmission et développement professionnel.

CHAPITRE 1. Denis Choulier nous rappelle la complexité et la difficulté pour définir la conception et il établit un référentiel des compétences en conception. Les compétences multiples mobilisées pendant l'activité de conception sont abordées aux niveaux macro-, méso- et microscopique du processus en s'appuyant sur un modèle descriptif de cette activité. La plus-value en termes d'apprentissages, quel que soit le domaine ou l'ampleur du projet de conception, est aussi diverse que la créativité, la matérialisation

d'idées, l'évaluation et la prise de décision, la communication sous ses dimensions techniques et sociales, les techniques de représentation, la résolution de problèmes, le pilotage de projets en situation d'incertitude, le management opérationnel et la réflexivité (métacognitive).

CHAPITRE 2. John Didier et Nathalie Bonnardel utilisent les activités de conception créatives pour développer la créativité des enseignants en contexte de formation. En s'appuyant sur des techniques d'idéation dérivées de la technique princeps proposée par Osborn (1963), ils analysent les facteurs cognitifs mobilisés par de futurs enseignants généralistes pendant la phase de conception d'un objet technique. Ainsi, en articulant les apports de la psychologie cognitive, de l'ergonomie et de la didactique, ils investiguent l'activité de conception comme un espace de recherche et de réflexion au moment de la phase d'idéation de l'apprenti-concepteur. Dans cette étude, la mise en application du modèle « Analogie et Gestion de Contraintes » (A-GC) favorise la génération des idées et la gestion des contraintes dans un contexte de réalisation d'une tâche complexe. Ce chapitre ouvre de nouvelles perspectives concernant l'utilisation des activités de conception créatives, habituellement mobilisées par des professionnels ou de futurs professionnels de la conception. Dans cette étude, les auteurs identifient les conditions qui favorisent la créativité chez de futurs enseignants généralistes positionnés en posture d'apprentis-concepteurs d'un objet technique.

CHAPITRE 3. Marianne Chouteau, Joëlle Forest et Céline Nguyen privilégient un enseignement de la conception dans la formation des ingénieurs en investiguant le sens de l'innovation des objets et des systèmes techniques. Les auteurs présentent leur approche « Penser le Sens de l'Innovation » (P.S.I.) qui se caractérise comme une approche philosophique de l'innovation. Cette approche utilise la réflexion sur la technique en amont de la fabrication pour engendrer de l'innovation. En abordant la relation entre technique, innovation et imaginaire, les auteurs reviennent sur l'importance de l'observation dans le processus de conception. Apprendre aux futurs concepteurs à penser le sens de l'innovation, c'est expérimenter et vivre la démarche d'observation. Pour ce faire, l'apprenti-concepteur est amené à interroger, analyser et comprendre le sens des pratiques et les comportements des usagers.

CHAPITRE 4. Éric Tortochot, Christophe Moineau et Sophie Farsy investiguent l'énonciation et le dialogue au sein de l'activité de conception auprès d'étudiants en design. En revenant sur les différentes tâches prescrites par les enseignants et sur les activités de conception réelles des

apprenants, ils analysent la production du discours, des dialogues et des monologues qui participent à la conduite du projet du concepteur. Dans cette perspective, les différents participants (enseignants et apprenants) sont amenés à se positionner face à leur propre discours. Par l'étude des carnets de projets et sur la base d'entretiens semi-directifs, les auteurs mettent en évidence les mécanismes cognitifs et symboliques sous-jacents à l'activité de conception chez l'apprenant. Pour l'étudiant en design, l'acquisition de compétences de conception par l'énonciation requiert :

- 1) l'emploi stratégique de représentations et de discours choisis à dessein ;
- 2) le dialogue et le monologue participant à assimiler et à conscientiser ;
- 3) le partage des connaissances pour une méta-conception ;
- 4) l'argumentation liée à la négociation pour valider les étapes du projet.

CHAPITRE 5. Daniel Martin et Anne Clerc-Georgy privilégient une entrée métacognitive sur l'activité de conception en contexte de formation des enseignants généralistes. Cette étude analyse le dispositif de formation consacré à la mise en œuvre d'une séquence d'enseignement-apprentissage centré sur la conception d'un objet par des étudiants dans leur classe de stage. La particularité de ce dispositif d'apprentissage des activités créatrices et manuelles, centrées sur la conception d'un objet propose un certain nombre d'apprentissages de processus fondamentaux comme l'anticipation, la planification, l'évaluation ou la régulation. Les auteurs s'intéressent à la nature du guidage des processus de pensée des élèves, mis en œuvre par les futurs enseignants, et à leur capacité à développer la métacognition des élèves. Les différentes études de cas mettent en évidence une tendance pour ces enseignants stagiaires à privilégier une absence d'explication des modes de pensée et de questionnement métacognitifs chez leurs élèves. Dès lors, les auteurs proposent des pistes d'amélioration du dispositif en questionnant les élèves et en revenant sur la conception de l'enseignement, de l'apprentissage, de la créativité et de la conception en tant que processus de pensée véhiculé tant par les personnes qui ont initié le dispositif que par les stagiaires.

CHAPITRE 6. Grégory Munoz et Olivier Villeret questionnent le rapport entre conception et formation à l'aide de la problématisation en tant que dispositif de formation. Les auteurs présentent deux études de cas afin d'analyser la place de la conception en vue de développer la conceptualisation chez l'apprenant. Dans deux contextes professionnels différents, le dispositif didactique se fonde sur la problématisation. Celui-ci demande aux acteurs de constituer une situation-problème, de la mettre en œuvre, puis de l'analyser par un retour réflexif à partir d'observations basées sur

des traces vidéos ou audios de l'activité. Le premier contexte professionnel concerne des professeurs de musique et le second une école d'application qui reçoit des patients en institut de formation de podologie. En se fondant sur les cadres théoriques de la didactique professionnelle, les auteurs reviennent sur les connaissances techniques et scientifiques construites au cours de l'expérience qui permet à l'individu d'orienter son action. Par l'analyse des situations-problèmes qui interviennent dans des situations de travail réel, les acteurs apprennent à accéder aux « concepts en acte ».

CHAPITRE 7. Alex Sandro Gomes et Grégory Munoz mettent en évidence la notion de système d'instruments en formation dans la conception d'artefacts numériques. Former à la conception en s'appuyant sur la notion de système d'instruments consiste, pour le concepteur, à adopter l'artefact en regard des besoins des usagers. L'approche instrumentale se constitue d'un couplage schème-artefact dans lequel la partie schème renvoie aux structures d'actions de l'individu. La structuration de l'action, dont est porteur l'artefact, ouvre de nouvelles possibilités pour le concepteur en termes d'organisation de son action au niveau du renouvellement des conditions d'implications et de l'enchaînement des buts, des moyens et du contrôle de son action. Pour les auteurs, la notion de système d'instruments apporte une double perspective au niveau de la formation. D'un point de vue ergonomique, elle vise à former des « agents ergonomiques » capables de transformer leur situation de travail à partir de leur analyse. Du point de vue de la didactique professionnelle, elle vise à rendre les acteurs, auteurs de leur propre développement professionnel et de leurs propres ressources pour l'action.

CHAPITRE 8. Marjolaine Chatoney et Fabrice Gunther abordent la compréhension des processus de conception et de production industrielle en privilégiant une entrée par l'enseignement de la technologie en France. L'étude des objets et des systèmes techniques vise à comprendre la complexité des systèmes techniques dans leur dimension pluri-technologique. Pour l'apprenant, l'analyse fonctionnelle des objets ou des systèmes techniques permet de prendre en considération la relation entre les humains et les machines ainsi que l'interdépendance entre les différentes fonctions et solutions techniques. Cette approche se définit comme un ensemble dynamique et complexe d'interactions. En privilégiant une approche systémique, ceci conduit à une nouvelle façon de concevoir l'éducation technologique. À partir d'un questionnaire proposé aux

enseignants français de technologie, les auteurs analysent les connaissances et leurs pratiques enseignantes relatives à certains outils de l'analyse fonctionnelle utilisés au collège.

CHAPITRE 9. Patrice Laisney et Jean-François Hérold analysent l'activité d'élèves lors d'une tâche de conception d'objet en éducation technologique. Leur recherche se centre, dans un premier temps, sur l'usage des imprimantes 3D par les professeurs enseignant la technologie au collège dans l'académie d'Aix-Marseille (France). Dans un second temps, leur recherche permet d'analyser une séquence d'enseignement dans laquelle des élèves de 14-15 ans doivent résoudre un problème de conception en ayant recours à l'imprimante 3D. Les premiers résultats de cette étude montrent que le dessin à main favorise, de la part de ces élèves, une exploration plus large lors de la résolution du problème de conception en réponse à un cahier des charges fonctionnel. Néanmoins, l'introduction des imprimantes 3D dans le cadre de cette séquence d'enseignement ne semble pas favoriser le processus de reconception suite à l'impression 3D, ni le processus de recherche de solutions par les élèves.

CHAPITRE 10. Raquel Becerril Ortega analyse, auprès de huit étudiants en génie mécanique, l'activité de conception et de réalisation de pièces métalliques à l'aide de machines-outils à commande numérique (MOCN). À partir de cette étude de cas, l'auteur privilégie trois regards complémentaires relatifs aux activités de conception en contexte de formation. Sa première lecture revient sur la transposition didactique qui remet les différents savoirs convoqués par les professionnels du domaine et les étudiants au centre des situations-problèmes observées. La seconde questionne l'usage et les contraintes de réalisation du projet en tant qu'éléments constitutifs de l'activité de conception. La troisième lecture privilégie le registre de technicité qui associe les connaissances à caractère technique lors de la conception et de la réalisation d'un artefact. Cette étude propose une piste théorique pour analyser les variabilités pédagogiques et didactiques en mettant en évidence les aspects techniques et l'épaisseur épistémologique des situations observées. Dès lors, l'auteur préconise un dépassement disciplinaire nécessaire aux activités de conception en contexte de formation.

CHAPITRE 11. Pierre Litzler interroge l'activité de conception en revenant sur le langage visuel des signes, des formes et des modèles symboliques à l'aide d'une approche poétique. En s'appuyant sur l'œuvre architecturale de Le Corbusier, il nous rappelle la fonction première de la didactique qui vise à l'explication méthodique d'un art, d'une science où le but est

d'instruire, d'informer et d'enseigner. L'auteur propose une analyse des représentations : schémas, croquis, plans, de différentes architectures de Le Corbusier, en privilégiant une poésie des rapports. Ainsi, sa lecture dépasse la fonction utilitaire de l'artefact pour devenir un objet de contemplation et d'interprétation à la fois artistique et symbolique. Par cette analyse, l'architecture est envisagée en fonction d'une série de rapports : architectonique et symbolique, dedans et dehors, au corps... autant d'évocations par un langage poétique qui permettent de convoquer une pensée démonstrative. L'auteur énonce, par ces rapports, des principes conceptuels (espacement, lumière, mouvement) qui exposent les fondements essentiels d'une pensée en œuvre dans l'architecture de Le Corbusier. Dès lors, ce texte nous permet d'entrer dans une compréhension de la conception comme une ordonnance de signes sensibles qui conduit le passage de la sensation à la perception puis à l'intellection.

CHAPITRE 12. Yves-Claude Lequin propose une analyse plurielle de la conception en privilégiant plusieurs entrées, historique, politique, éthique et citoyenne, relatives aux techniques. Pour comprendre les systèmes techniques, il revient sur le rôle du citoyen et le pouvoir qu'il peut exercer sur le système politique et il nous rappelle sa potentielle implication pour exercer des choix stratégiques dans les domaines techniques à grande portée. Dès lors, l'auteur convoque le principe de démocratie technique en renouant l'apprentissage de la conception aux implications civiques. De plus, il propose une « démocratisation » de l'activité de conception dans la formation du citoyen afin de développer sa capacité à décider et à entrer dans une logique de conception d'objets ou de projets. Pour y parvenir, il nous rappelle que la reconception d'objets banals et simples permet de favoriser cette logique de prises de décision et de gestion de contraintes. Yves-Claude Lequin propose ainsi une épistémologie de la conception et adresse un message aux différents acteurs de la formation : « Apprendre à reconcevoir des objets réels pour devenir ensuite un citoyen décideur, capable de réorienter l'État et les méga-systèmes techniques, sans être soumis à des impératifs présentés comme "incontournables", parce que "techniques". »

Références

- BONNARDEL, N. (1989). *L'évaluation de solutions dans la résolution de problèmes de conception. Rapport de recherche n° 1072*. Rocquencourt : INRIA.
- BONNARDEL, N. (2000). Towards understanding and supporting creativity in design: Analogies in a constrained cognitive environment. *Knowledge-Based Systems*, 13, 505-513.
- BONNARDEL, N. (2004). *Conception et créativité : Approches cognitive et ergonomique*. Synthèse d'habilitation à diriger des recherches de l'Université de Provence. Aix-en-Provence, France.
- BONNARDEL, N. (2006). *Créativité et conception : Approches cognitives et ergonomiques*. Marseille : Solal.
- BONNARDEL, N. (2009). Activités de conception et créativité : de l'analyse des facteurs cognitifs à l'assistance aux activités de conception créatives. [Activities Design and Creativity: From the analysis of cognitive factors to assistance to creative design activities] *Le Travail Humain*, 72(1), 522.
- 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 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. et MARMÈCHE, E. (2005). Towards supporting evocation processes in creative design: A cognitive approach. *International Journal of Human-Computer Studies*, 63, 442-435.
- BONNARDEL, N. et MARMÈCHE, E. (2004). Evocation processes by novice and expert designers: Towards stimulating analogical thinking. *Creativity and Innovation Management*, 13(3), 176-186.
- BOUTINET, J.-P. (2015). *Anthropologie du projet*. Paris : Quadrige.
- CHOUILLER, D. (2008). *Comprendre l'activité de conception*. Belfort-Montbéliard : UTBM.
- DEFORGE, Y. (1990). *L'œuvre et le produit*. Seyssel : Champ Vallon.
- DEMAILLY, A. et LEMOIGNE, J. L. (1986). Théories de la conception. Dans A. DEMAILLY et J. L. LEMOIGNE (dir.), *Sciences de l'intelligence, sciences de l'artificiel* (p. 435-446). Lyon : PUL.
- DIDIER, J. (2015a). La pédagogie du projet et la posture d'auteur de l'élève. Dans N. GIAUQUE et C. TIÈCHE CHRISTINAT (dir.), *La pédagogie Freinet : Concepts, valeurs, pratiques de classe* (p. 135-144). Lyon : Chronique sociale.
- DIDIER, J. (2015b). Concevoir et réaliser à l'école. Culture technique en Suisse romande. Dans Y. LEQUIN et P. LAMARD (dir.), *Éléments de démocratie technique* (p. 227-238). Belfort-Montbéliard : UTBM.
- DIDIER, J. (2017a). 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.
- DIDIER, J. (2017b). De la démarche anthropologique à la posture d'auteur en didactique. Dans G. GIACCO, J. DIDIER et F. SPAMPINATO (dir.), *Didactique de la création artistique : Approches et perspectives de recherche* (p. 91-104). Louvain : EME.
- DIDIER, J. (2018). Technical culture and innovation culture: reconciling through design. Dans M. Chouteau, J. Forest et C. Nguyen (dir.), *Science, Technology and Innovation Culture* (vol. 3, p. 117-135). London, UK : ISTE Ltd. Repéré à <http://hdl.handle.net/20.500.12162/1963>.
- 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. et BONNARDEL, N. (2015). Activités créatives et innovations pédagogiques dans le domaine du design. Dans N. BONNARDEL, L. PELLEGRIN et H. CHAUDET (dir.), *Actes du 8e colloque de Psychologie ergonomique – EPIQUE 2015* (p. 165-173). Paris, France : Arpege Science Publishing.
- DIDIER, J., GIACCO, G. et CHATELAIN, S. (2018). *Culture et création, approches didactiques*. Belfort-Montbéliard : UTBM.
- DIDIER, J. et LEUBA, D. (2011). La conception d'un objet : un acte créatif. *Prismes*, 15, 32-33.
- DIDIER, J., LEQUIN, Y. C. et LEUBA, D. (2017). L'enseignement de la technologie, une construction historique et sociale. Dans J. DIDIER, Y. LEQUIN et D. LEUBA (dir.), *Devenir acteur dans une démocratie technique. Pour une didactique de la technologie* (p. 19-46). Belfort-Montbéliard : UTBM.
- FOREST, J., MÉHIER, C. et MICAËLLI, J. P. (2005). *Pour une science de la conception*. Belfort-Montbéliard : UTBM.
- GERO, J. S. (1998). Towards a model of designing which includes its situatedness. Dans H. GRABOWSKI, S. RUDE et G. GREIN (Eds), *Universal design theory* (p. 47-56). Aachen : Shaker Verlag.
- GIACCO, G., DIDIER, J. et SPAMPINATO, F. (dir.). (2017). *Didactique de la création artistique : Approches et perspectives de recherche*. Louvain : EME.
- HABBOUB, E. M., LENOIR, Y. et TARDIF, M. (2008). La didactique professionnelle et la didactique des savoirs professionnels dans la documentation scientifique : un essai de synthèse des travaux francophones. Dans Y. LENOIR et P. PASTRÉ (dir.), *Didactique professionnelle et didactiques disciplinaires en débat* (p. 21-52). Toulouse : Octarès.
- 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.
- LUTZ, L., HOSTEIN, B. et LÉCUYER, É. (2004). *Enseigner la technologie à l'école élémentaire*. Bordeaux : SCEREN-CRDP Aquitaine.
- OCHANINE, D. (1981). *L'image opérative, recueil de textes, doc ronéo*. Paris : Laboratoire de psychologie du travail.
- OSBORN, A. F. (1963). *Applied imagination: Principles and procedures of creativity thinking*. New York : Charles Scribner's Son press.
- PASTRÉ, P. (2006). Que devient la didactisation dans l'apprentissage des situations professionnelles ? Dans Y. LENOIR et M.-H. BOUILLIER-OUODOT (dir.), *Savoirs professionnels et curriculum de formation professionnel* (p. 321-344). Québec : Presses de l'Université Laval.
- PASTRÉ, P. (2008). Apprentissage et activité. Dans Y. LENOIR et P. PASTRÉ (dir.), *Didactique professionnelle et didactiques disciplinaires en débat* (p. 53-79). Toulouse : Octarès.
- PASTRÉ, P. (2011). *La didactique professionnelle. Approche anthropologique du développement chez les adultes*. Paris : PUF.
- PELPEL, P. (1996). Les formateurs de terrain : crise d'identité et évolution du modèle de formation. *Recherche et formation*, 22, 65-80.
- PERRIN, J. (2001). *Conception entre science et art. Regards multiples sur la conception*. Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes.
- PIAGET, J. (1945). *La formation du symbole chez l'enfant*. Neuchâtel : Delachaux & Niestlé.
- PIAGET, J. (1974). *Réussir et comprendre*. Paris : PUF.
- SCHÖN, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. New York : Basic Books.
- SIMON, H. A. (1973). The structure of ill structured problems. *Artificial Intelligence*, 4, 181-201.
- SIMON, H. A. (1974). *Les sciences de l'artificiel* (traduction française par Jean-Louis Lemoigne). Paris : Éditions Gallimard.

- SIMON, H. A. (1995). Problem forming, problem finding and problem solving in design. Dans A. COLLEN et W. GASPARI (Eds.), *Design & Systems* (p. 245-257). New Brunswick : Transaction Publishers.
- SIMONDON, G. (1989). *Du mode d'existence des objets techniques*. Lonrai : Aubier Philosophie.
- STERNBERG, R. J. et Grigorenko, E. (2004). Successful Intelligence in the Classroom. *Theory Into Practice*, 43(4), 274-280.
- ZEISEL, J. (1981). *Inquiry by design, tools for environmental behavior research*. Cambridge, M.A. : Cambridge University Press.