

Play & Pulse : Une démarche outillée pour guider l'élève ingénieur vers la prise en compte des utilisateurs

Play & Pulse: A tool-based approach to help engineering students take users into consideration

Florence Bazzaro¹, Marjorie Charrier²

¹ Univ. Bourgogne Franche Comté, UTBM, FEMTO-ST/RECITS, Belfort, France, florence.bazzaro@utbm.fr

² Univ. Bourgogne Franche Comté, UTBM, Innovation Crunch Lab, Belfort, marjorie.charrier@utbm.fr

RESUME. Concevoir des produits adaptés aux utilisateurs demande des compétences méthodologiques mais également d'adopter une démarche empathique et collaborative envers l'utilisateur. Une grande diversité d'outils issus de nombreux champs disciplinaires sont traditionnellement utilisés en design thinking ou en conception centrée utilisateur ce qui rend parfois difficile la formation à ces outils. Dans le cadre de nos travaux de recherche et de nos activités pédagogiques, nous avons proposé une démarche outillée (Play & Pulse – P&P) pour guider les élèves-ingénieurs vers une meilleure prise en compte de l'utilisateur lors de la conception de nouveaux produits. La démarche outillée est utilisée depuis plusieurs semestres et a fait l'objet d'une évaluation auprès d'étudiants. Les résultats mettent en évidence l'utilité des outils et de la démarche ainsi que le soutien qu'elle apporte à la prise en compte de l'utilisateur, à l'adoption d'une démarche empathique et au travail pluridisciplinaire. Les résultats soulignent une différence d'appropriation en fonction des profils d'élèves-ingénieurs. Ces résultats nous permettent de conclure sur la pertinence de la démarche P&P d'un point de vue pédagogique et sur des pistes d'amélioration.

ABSTRACT. Designing user-friendly products requires methodological skills but also an empathetic and collaborative approach towards the user. A wide variety of tools from many disciplinary fields are traditionally used in design thinking or user-centred design, which sometimes makes it difficult to choose and train in these tools. Within the framework of our research and educational activities, we have proposed a tool-based approach to guide the engineering student towards a better consideration of the user when designing a new product. The tool-based approach has been used for several semesters and has been evaluated by students. The results highlight the usefulness of the tools and the approach as well as the support it provides for taking the user into account, adopting an empathic approach and multidisciplinary work. The results also highlight a difference in appropriation according to the profiles of engineering students. These results allow us to conclude on the relevance of the P&P approach from a pedagogical point of view and on ways of improving the approach.

MOTS-CLÉS. Design Thinking, Conception centrée utilisateur, Conception collaborative, Pédagogie, Outils.

KEYWORDS. Design Thinking, User-Centred Design, Collaborative Design, Education, Tools.

1. Introduction

Le design thinking est une méthode de résolution de problèmes, c'est aussi un état d'esprit qui se caractérise par un ensemble de grands principes, d'attitudes et de valeurs [KIM 11]. En design thinking, l'un des objectifs principaux est de favoriser une conception de produit induisant des expériences utilisateurs de qualité lors de leur utilisation. Il requiert empathie et compréhension de l'utilisateur, créativité pour rechercher des solutions, prototypage et itération avec les utilisateurs pour valider les résultats obtenus [BRO 09]. Ainsi, il utilise la sensibilité, les outils et méthodes des designers pour soutenir l'innovation en favorisant la conception d'expériences de qualité pour les utilisateurs [BRO 09]. Cette recherche de l'expérience utilisateur est aussi présente en innovation centrée utilisateur [BIS 10], en conception centrée utilisateur [ISO 19], en conception pour tous [KEA 03], etc. Ces courants visent à garantir l'acceptabilité, l'utilisabilité et l'utilité du produit ou système en se concentrant sur les utilisateurs, leurs besoins, leurs souhaits et leurs capacités. Ils s'appuient sur la participation active de l'utilisateur au processus de conception et la collaboration entre différents experts métiers (ingénieurs, marketeurs, ergonomes, designers, sociologues, anthropologues, etc.)

[NEL 13][LOB 17][AOU 00]. Ainsi, l'équipe de conception doit s'intéresser aux besoins des utilisateurs, aux expériences vécues et à celles qu'ils souhaitent vivre. Il s'agit, dès lors, d'élargir la notion d'utilisabilité ou de facilité d'usage du produit au-delà de ses dimensions pragmatiques [HAS 03][BAR 09], l'expérience sous-entend alors un impact émotionnel cumulé à un bénéfice rationnel. L'expérience utilisateur caractérise alors l'expérience vécue par une personne lorsqu'elle interagit avec un produit et accorde ainsi une place centrale aux affects en prenant en compte le ressenti des personnes. Ainsi, le produit se doit d'être utile et utilisable [NIE 99][ISO 19], signifiant, faisant sens pour l'utilisateur [NOR 13], et doit lui procurer amusement [MON 02][HAZ 04], plaisir [JOR 00], émotions [NOR 13], etc. Pour Mahlke, [MAL 07] la perception des qualités instrumentales, telles que l'utilité et utilisabilité associées à la perception des qualités non-instrumentales telles que les aspects esthétiques, symboliques et motivationnels, influencent directement les réactions émotionnelles de l'utilisateur, ses sentiments subjectifs, ses expressions motrices, ses tendances comportementales, ses réactions physiologiques ou encore ses jugements cognitifs. Ainsi, si le terme expérience utilisateur est souvent employé au singulier, la pluralité des facteurs l'impactant soulignée par Mahlke en 2007 nous amène à proposer plusieurs typologies d'expériences propres à chaque utilisateur, à chaque projet, à chaque produit, service développé :

- les expériences émotionnelles relatives aux émotions brutes ressenties par les personnes avant, pendant et après l'utilisation du produit ;
- les expériences sensorielles correspondant aux sensations positives ou négatives perçues au niveau des sens : la douceur du toucher, l'agressivité d'un son, d'une odeur, d'un goût ravivant des souvenirs ;
- les expériences cognitives et psychologiques directement liées aux simulations cognitives, aux apprentissages, aux plaisirs de la découverte ;
- les expériences de bien-être, santé et qualité de vie qui font référence au bien-être physique, au confort des personnes et au respect de leur santé ;
- les expériences sociales et culturelles ou le plaisir, déplaisir d'être seul, en famille, entouré d'un réseau amical ou social ;
- les expériences responsables relatives aux sentiments des utilisateurs lorsqu'ils utilisent des produits responsables et solidaires respectueux de leur éthique.

Ces différentes expériences peuvent bien entendues se combiner. Certains produits visent à provoquer une seule expérience, tandis que d'autres visent à les combiner. Par exemple, un kit de construction d'une cabane en bois pour des enfants à monter en famille, mêle expériences sociales et culturelles, expériences responsables et expériences cognitives et psychologiques du fait du défi de montage.

Cette multiplicité des expériences et la volonté de concevoir des expériences utilisateur soulève nécessairement des questionnements sur les méthodes et outils à déployer pour y parvenir. Le design thinking, la conception centrée utilisateur, la conception participative proposent une multitude d'outils visant à mieux comprendre l'utilisateur, à développer l'empathie envers ce dernier, à comprendre le contexte et les scénarios possibles et probables d'usages, mais également à coconcevoir les solutions à développer. Plusieurs auteurs proposent des recueils d'outils issus de multiples champs disciplinaires pour guider cette démarche [MAR 12][LAL 18]. Charrier en 2016 [CHAR 16] propose notamment, suite à une enquête conduite auprès d'expert métiers, une analyse des outils utilisés par les designers, par les ergonomes ou les deux pour garantir la prise en compte de l'utilisateur dans le processus de conception de produits. Cette étude met notamment en évidence la diversité des outils utilisés et leur transversalité disciplinaires. Ainsi, il apparaît que des méthodes comme le maquettage, le sondage, les tests utilisateurs, la scénarisation de l'activité ou les parcours utilisateurs, les focus group, les personae, l'analyse et le recueil de traces, les jeux de rôles ou les chroniques d'activités sont aussi bien utilisées par des designers produit que par les ergonomes spécialisés en ergonomie de produits, de postes de production ou d'interfaces.

Dans le même temps, Liedtka en 2017 [LIE 17], identifie que les principaux outils utilisés en design thinking, sont les outils de mapping, les analyses ethnographiques, les techniques de prototypage rapide et la cocreativité. Néanmoins, la diversité de ces outils et des approches possibles ne semblent pas permettre de répondre aux constats des travaux antérieurs de Cupps, qui dès 2014, mettait en évidence un déficit de formations permettant de favoriser l'empathie et la collaboration [CUP 14]. En effet, des travaux sur l'enseignement du design thinking ou du design produit ont mis en évidence la nécessité de mettre en œuvre des supports de formation spécifique notamment pour les phases de découvertes de l'utilisateur, de construction du cahier des charges [WOR 11][DEV 10] mais également pour développer les capacités collaboratives et empathiques [AFL 17]. De plus de nombreux travaux en didactique se sont intéressés à ces questionnements sur le transfert entre ce qui est appris en situation de formation, le « knowing that » et ce qui est mis en pratique le « know how » [BRO 89]. Nous pouvons notamment retenir des travaux sur la pratique en ergonomie [BEA 12] qui propose à la suite des travaux de Noulin [NOU 99] que la pratique ergonomique s'apparente à une approche clinique fondée sur l'étude de situations de travail singulières et uniques. Ainsi, des solutions apprises, toutes faites, des procédures uniques et universelles ne peuvent pas être transmises aisément [LAN 06].

Pour guider les élèves dans l'acquisition de compétences collaboratives et d'empathie lors de l'apprentissage du design thinking, de ces méthodes et de ces outils, nous avons proposé la démarche outillée de conception de produits centrée sur l'utilisateur « Play & Pulse ». Cette démarche est le fruit de plusieurs semestres d'enseignements auprès d'élèves ingénieurs en conception de produits. Elle vise à guider la mise en œuvre d'une démarche de conception de produits centrée sur les utilisateurs et donc à faciliter les acquisitions théoriques et pratiques de connaissances et compétences en conception de produits. Dans la section suivante, nous présentons la démarche outillée. Nous reviendrons dans un second temps sur son utilisation et son évaluation en contexte pédagogique.

2. Proposition d'une démarche outillée

En nous appuyant sur le modèle du design thinking (repris par Hillen en 2014 [HIL 14]) et sur le modèle de conception centrée utilisateur [ISO 19], nous avons proposé une démarche outillée « Play & Pulse (P&P) » [CHA 18], présentée sur la Figure 1, permettant de guider les élèves ingénieurs en conception de produits dans la prise en compte des utilisateurs. Cette démarche est notamment outillée grâce à des fiches outils qui permettent essentiellement de préparer des séquences de travail (séquences d'observation sur le terrain, d'expérimentation, de cocreativité, etc.) des cartes conseils qui rappellent les principales postures à adopter en fonction des situations étudiées, de la vie du projet et des cartes heuristiques qui rappellent à des fins d'analyse, d'évaluation, de création, les principales règles et heuristiques de la conception centrée utilisateur, de la conception pour tous et de la conception durable. Ces différents outils sont présentés par phase principale d'utilisation dans le Tableau 1. Les outils, proposés sous licence creative commons, sont disponibles sur le site internet P&P [CHA 18]. Ces différents outils, couplés à d'autres outils spécifiques à chaque phase, peuvent s'utiliser sur les quatre étapes de P&P que nous détaillons succinctement.

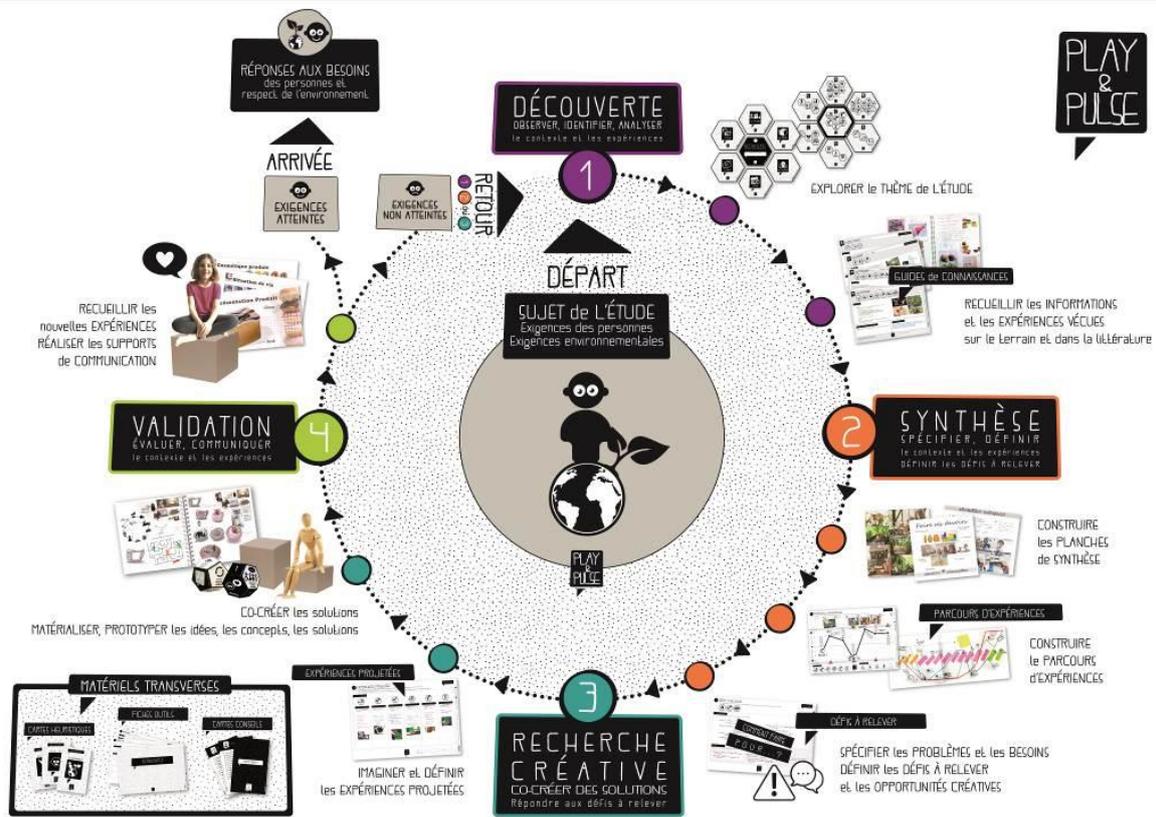


Figure 1. Démarche outillée Play & Pulse pour guider l'élève ingénieur vers la prise en compte des utilisateurs

Phase de la démarche P&P	Principaux outils associés
Phase de découverte	Plateau de jeu Guide de connaissances Fiche immersion Fiche entretien
Phase de synthèse	Fiche parcours d'expériences Fiche défis à relever
Phase de recherches créatives	Fiche travail collectif/cocréativité Fiche expériences projetées Fiche cycle de vie projeté Dés de créativité
Phase de validation	Fiche simulation, expérimentation
Outils transverses aux différentes phases	Cartes conseils Cartes heuristiques

Tableau 1. Principaux outils construits pour P&P associés à la phase d'utilisation dans la démarche

a. La phase de découverte

La phase de découverte vise à s'immerger dans la problématique, à comprendre et spécifier le contexte d'utilisation, l'environnement et à comprendre et connaître l'utilisateur. C'est une phase de questionnement, de maturation, de curiosité, d'exploration et d'immersion qui permet de définir et comprendre l'univers du projet et d'identifier les besoins, attentes et souhaits des personnes (utilisateurs, usagers, etc.). Elle se déroule en deux étapes, la première permet d'explorer le thème de l'étude, la deuxième de recueillir les informations sur le terrain et dans la littérature.

Pour guider l'exploration du thème de l'étude, un plateau de jeu est proposé. Il représente les sept éléments à considérer pour étudier le contexte d'étude : les personnes, les produits, les lieux et espaces, les univers, le temps et les usages. Ce plateau sert de support pour lancer une première séance d'exploration du thème étudié grâce à des outils de type brainstorming (Figure 2). L'objectif de cette première étape est d'identifier le maximum de mots clés, d'idées en lien avec le projet pour chacune des composantes à considérer afin d'étudier la problématique de départ. Ce plateau reprend également les différentes typologies d'expériences utilisateur afin de guider le questionnement sur chacune de ces expériences.

Suite à cette première étape, il convient de recueillir et d'organiser l'ensemble des informations et connaissances relatives à l'objet d'étude. L'ensemble de ces informations et connaissances sont synthétisées dans des guides de connaissances [CHA 18b]. Ces guides de connaissances sont construits pour permettre de répertorier l'ensemble des connaissances à rechercher, pour guider les acteurs de l'équipe projet dans leur recherche et garantir une certaine exhaustivité. Ce recueil peut être réalisé par différentes méthodes : analyse de la littérature, analyse des tendances, observation terrain, entretien, etc. Des fiches outils peuvent servir de supports à la réalisation de cette étape. Les différentes parties des guides de connaissances peuvent être complétées par des expertises métiers différentes. Ainsi, ces guides de connaissances peuvent favoriser la prise en compte des expertises et la culture de chacun et la mise en commun des informations. La synthèse des connaissances recueillies doit permettre d'identifier les expériences observées et de les noter sur l'élément central du plateau (Figure 2).



Figure 2. Plateau et guides de connaissances Play & Pulse complétés par les élèves ingénieur

b. La phase de synthèse

L'ensemble des informations recueillies précédemment sont illustrées et résumées dans des planches de synthèse [MAR 12]. Ces référentiels communs tel que définis par Darses [DAR 04] rassemblent en un tout cohérent, structuré et homogène les éléments de connaissance identifiés dans la phase de découverte. Elles permettent de rendre les connaissances liées au projet compréhensibles à tous, ainsi elles facilitent le partage et le transfert de connaissances entre les acteurs du projet, y compris les utilisateurs. Elles visent à expliquer succinctement et clairement les découvertes. Elles présentent les informations pertinentes en liens avec : les personnes, les usages, les produits, les lieux, les expériences, les besoins, les souhaits des personnes et les problèmes identifiés (sensoriels, émotionnels, socioculturels, fonctionnels, ergonomiques, techniques, éthiques, écologiques, esthétiques,...). Chaque élève ingénieur est libre de présenter graphiquement l'ensemble des connaissances selon ses méthodes et habitudes de travail (liste d'information, mapping produit, planches de tendances, personae, parcours utilisateur, etc.). Aucun outil spécifique n'est proposé dans P&P pour soutenir la construction de ces planches de synthèse.

Pour compléter ces planches de synthèse, des parcours d'expériences peuvent également être construits. Le parcours d'expériences désigne la chronologie des actions réalisées par l'utilisateur lors des différentes situations de vie liées au contexte d'étude et aux différentes expériences vécues par les personnes associées à chacune de ces actions. Ce dernier peut être représenté sous forme d'une

« cartographie » présentant de façon chronologique, d'une part les actions réalisées lors de la situation de vie, d'autre part les expériences vécues. Ces expériences vécues peuvent être agréables, liées à des facilités, des stratégies, des solutions mises en place par les personnes, les actions sont alors indiquées sur la partie haute du parcours ou désagréables, car liées à des obstacles, problèmes rencontrés par les personnes, les actions sont alors indiquées sur la partie basse. Ces expériences peuvent être sensorielles, physiques, psychologiques, etc. Cette cartographie doit s'appuyer sur les données et connaissances recueillies pendant la phase de découverte et peut être illustrée par des verbatims, des illustrations, des photographies récoltées durant cette phase. L'objectif de la matérialisation de ce parcours d'expérience doit être de permettre de relever les expériences positives afin de les conserver et d'identifier les expériences négatives afin de les considérer comme des leviers, des opportunités pour concevoir une solution répondant positivement à ces expériences négatives. La construction des planches de synthèse et des parcours d'expériences vise à identifier clairement les expériences souhaitées afin de pouvoir reformuler les problèmes (ou avantages), les manques, en opportunités créatives ou en défis à relever : « Comment faire pour ... ? » « Comment faire pour que les personnes, fassent ceci ou cela, de telle ou telle « meilleure » manière ? » « Comment faire pour que les personnes vivent telle ou telle expérience de manière positive ? »

c. Phase de recherche créative

Durant la phase de recherche créative, des solutions de conception sont imaginées en s'appuyant notamment sur des scénarios d'usage prospectifs. A partir des parcours d'expériences construits précédemment, des parcours prospectifs peuvent être cocréés et matérialisés à l'aide de supports tangibles. Très rapidement, les concepts et solutions sont maquetés et prototypés avec des outils de prototypage rapide, agile et frugale – carton, papier, pâte à modeler. Des outils sont proposés pour guider ces recherches créatives telles que des dés de stimulation créative, supports aux séances d'idéation et de créativité collectives ou individuelles. Les thématiques des dés sont variées et orientées sur les différentes typologies d'expériences utilisateur et la conception durable.

d. Phase de validation

La dernière phase vise à tester et simuler, l'utilité, l'utilisabilité, l'acceptabilité et la désirabilité des solutions de conception proposées. Cette phase repose sur la confrontation des exigences attendues en fin de phase de découverte avec les exigences atteintes par la solution retenue en termes de satisfaction de la personne et respect de la santé. L'objectif de cette phase vise, en conséquence, à valider les expériences créées. Elle repose sur la mise en œuvre d'expérimentations auprès des utilisateurs ou d'analyses expertes à base d'heuristiques.

La démarche P&P, que nous venons de présenter, a été construite pour aider les élèves-ingénieurs à adopter une démarche empathique et collaborative envers l'utilisateur et à les guider vers une meilleure prise en compte de ce dernier lors de la conception de nouveaux produits. Elle permet de donner un cadre méthodologique et les outils associés pour concevoir des produits permettant aux utilisateurs de vivre des expériences variées et de qualité. Dans la section suivante, nous proposons une évaluation de la démarche.

3. Evaluation de la démarche

a. Contexte et outil d'évaluation

Pour évaluer la démarche proposée, un questionnaire a été soumis auprès d'une promotion de trente élèves-ingénieurs en dernier semestre de formation d'ingénieurs en mécanique et ergonomie de l'Université de Technologie de Belfort Montbéliard au cours du semestre d'Automne 2019 dans le cadre de deux unités d'enseignement en design thinking. La première est majoritairement suivie par

des étudiants ayant une formation en conception mécanique et en ergonomie. La seconde est suivie par des étudiants ayant une formation en conception mécanique et design produit. Les élèves ingénieurs sollicités ont donc, soit une première expérience en ergonomie soit une première expérience en design produit. L'unité d'enseignement proposée vise à approfondir et compléter les acquis d'apprentissage dans ces domaines et à ajouter les dimensions propres au design thinking, notamment l'empathie envers les utilisateurs et le travail collaboratif et participatif. Les élèves-ingénieurs devaient conduire en groupe de deux ou trois, des projets de conception de produits responsables ou pour tous. Ainsi les sujets proposés aux élèves ingénieurs se focalisaient sur des problématiques de conception pour tous : par exemple concevoir des produits pour jouer dans les arbres pour les enfants, pour faciliter la prise de repas des personnes en situation de handicap moteur des membres supérieurs, etc. ou sur des problématiques environnementales telles que ramasser les déchets sur une plage en famille, favoriser la biodiversité en ville, etc. Dans le cadre de ces unités d'enseignement, les élèves-ingénieurs étaient sensibilisés aux approches méthodologiques et outils du design thinking. P&P servait de support à ces enseignements et de guide méthodologique tout au long du semestre, cependant, l'utilisation de l'ensemble des outils n'étaient pas obligatoires, et les élèves-ingénieurs étaient encouragés à choisir les outils pertinents en fonction de leurs besoins et de leurs avancées dans leurs travaux. Les outils de P&P étaient également présentés comme des guides et les élèves-ingénieurs étaient encouragés à détourner les outils à leur convenance s'ils le jugeaient nécessaire. Des enseignements spécifiques, sur chaque outil de P&P étaient dispensés aux élèves-ingénieurs. Les élèves avaient déjà eu l'occasion dans leur cursus antérieur de formation d'utiliser des outils similaires à ceux proposés dans P&P comme les planches de synthèse, les grilles d'observation, les entretiens ou les questionnaires, par contre, d'autres outils comme les parcours d'expériences, les cartes heuristiques, les guides de connaissances des utilisateurs étaient nouveaux pour eux.

Le questionnaire a été proposé aux élèves-ingénieurs lors du dernier enseignement du semestre sous un format papier permettant de garantir l'anonymat des répondants. Il est composé de deux parties. La première partie se focalise sur l'utilité des différents outils proposés dans P&P pour conduire le projet au cours du semestre et sur leur pertinence pour conduire des futurs projets. Ainsi, par exemple, il était demandé aux élèves-ingénieurs, s'ils avaient trouvé l'outil « Guide de connaissances » utile au cours de leur projet et s'ils pensaient l'utiliser dans le cadre de futurs projets. Pour chaque outil, les réponses attendues étaient binaires : « Oui » ou « Non » afin d'encourager les élèves ingénieurs à se positionner de manière claire sur l'utilité de l'utilisaiton de l'outil, soit ils souhaitent utiliser l'outil, soit ils ne le souhaitent pas. La deuxième partie du questionnaire correspondait à des assertions permettant de définir les caractéristiques de P&P pour lesquelles les élèves-ingénieurs devaient indiquer leur degré d'accord sur une échelle de Likert en quatre points. Ainsi, les élèves-ingénieurs étaient interrogés sur le fait que P&P répond à leurs besoins, les aide à prendre en compte l'utilisateur, à avoir de l'empathie envers ce dernier, mais également sur ses contraintes d'utilisation et sur son impact sur la créativité, sur l'innovation, sur le travail collectif et pluridisciplinaire. Des formulations positives et négatives étaient proposées pour éviter les effets de halo. Les réponses ont été recodées afin de faciliter l'interprétation, plus la note est élevée, plus les élèves-ingénieurs considèrent que P&P remplit cette fonction.

b. Résultats

Les effectifs de chaque modalité pouvant être faibles du fait de la taille réduite de l'échantillon et donc diminuer la fiabilité des tests statistiques, nous adopterons une approche descriptive de nos résultats. Dans un premier temps, nous nous focalisons sur l'utilité des différents outils de P&P. Les outils considérés comme les plus utiles sont les guides de connaissances par 96,67 % des élèves-ingénieurs et les parcours d'expérience par 90 % d'entre eux. Le plateau de jeu permettant de poser le contexte d'étude initial et les fiches expérimentations et simulations guidant la mise en œuvre des évaluations sont également jugés particulièrement utiles par respectivement 80 et 83,33 % des élèves-ingénieurs. Enfin plus de 75 % des élèves-ingénieurs trouvent utiles les fiches pour organiser le travail collectif et la cocreativité, ou pour concevoir les expériences projetées ou le cycle de vie projeté. Ces résultats sont exprimés dans le Tableau 2.

Les outils précédemment identifiés sont également les cinq outils jugés utiles pour de futurs projets par plus de 75 % des élèves-ingénieurs : les guides de connaissances, les fiches expérimentation et le parcours d'expériences, la fiche travail collectif/cocréativité et la fiche cycle de vie projeté. Pour compléter ces résultats, nous pouvons noter que tous les outils sont jugés utiles pour de futurs projets exceptés les dés jugés inutiles. Ces résultats sont détaillés dans le Tableau 3.

Phase de la démarche P&P	Principaux outils associés	% élèves trouvant outil inutile	% élèves trouvant outil utile
Phase de découverte	Plateau de jeu	20	80
	Guide de connaissances	3,33	96,67
	Fiche immersion	30	70
	Fiche entretien	48,28	51,72
Phase de synthèse	Fiche parcours d'expériences	10	90
	Fiche défis à relever	33,33	66,67
Phase de recherche créatives	Fiche travail collectif / cocréativité	23,33	76,67
	Fiche expériences projetées	23,33	76,67
	Fiche cycle de vie projeté	25	75
	Dés de créativité	70	30
Phase de validation	Fiche simulation, expérimentation	16,67	83,33
Outils transverses aux différentes phases	Cartes conseils	33,33	66,67
	Cartes heuristiques	33,33	66,67

Tableau 2. Répartition des élèves-ingénieurs trouvant les outils de P&P utiles vs. Inutiles

Phase de la démarche P&P	Principaux outils associés	% élèves trouvant outil inutile	% élèves trouvant outil utile
Phase de découverte	Plateau de jeu	40	60
	Guide de connaissances	16,67	83,33
	Fiche immersion	46,67	53,33
	Fiche entretien	48,28	51,71
Phase de synthèse	Fiche parcours d'expériences	16,67	83,33
	Fiche défis à relever	43,33	56,67
Phase de recherches créatives	Fiche travail collectif / cocréativité	20	80
	Fiche expériences projetées	40	60
	Fiche cycle de vie projeté	25	75
	Dés de créativité	56,67	43,33
Phase de validation	Fiche simulation, expérimentation	23,33	76,67
Outils transverses aux différentes phases	Cartes conseils	43,33	56,67
	Cartes heuristiques	40	60

Tableau 3. Répartition des élèves-ingénieurs trouvant les outils de P&P utiles vs. Inutiles pour de futurs projets

Enfin, nous avons étudié le degré d'accord des élèves-ingénieurs vis-à-vis des caractéristiques de P&P. Pour faciliter l'interprétation, nous considérons que les réponses 1 et 2 correspondent à un désaccord avec les caractéristiques citées, les réponses 3 et 4 correspondent à un accord avec ces dernières. L'ensemble des résultats montre que les élèves-ingénieurs sont en accord avec l'ensemble des caractéristiques étudiées. Ainsi, tous les élèves-ingénieurs considèrent que P&P favorise la prise en compte de l'utilisateur, pour 93,33 % d'entre eux. Il favorise également l'innovation et le travail collectif pour 90 % des élèves. 86,67 % pensent que l'outil favorise la créativité, pour 80 % il soutient le travail collectif et transdisciplinaire. Pour 76,67 % des élèves ingénieurs il soutient l'empathie et pour 73,33 % il correspond à leurs besoins d'usage dans la conduite du projet. Enfin, 66,67 % d'entre eux considèrent que P&P n'est pas contraignant à utiliser. Ces résultats sont détaillés par catégorie des échelles de Likert sur la Figure 3.

L'étude détaillée des outils jugés utiles en fonction des formations antérieures : mécanique et ergonomie ou mécanique et design produit met en évidence des résultats extrêmement riches. Ainsi, les outils sont considérés utiles par 74,51 % des élèves avec une formation en design produit, contre seulement 65,38 % des élèves avec une formation en ergonomie. Les premiers considèrent comme particulièrement utiles le plateau de jeu (93,75 %), les guides de connaissances (93,75 %), les parcours d'expériences (100 %), les cartes conseils (81,25%) et les cartes heuristiques (81,25%). Pour les élèves sensibilisés à l'ergonomie, les outils jugés particulièrement utiles sont les guides de connaissances (par 100 % d'entre eux), les fiches expérimentations (par 92,85 % d'entre eux), viennent ensuite pour plus de 78 % d'entre eux les fiches parcours d'expérience et travail collectif. Les cartes conseils et heuristiques, quant à elles, ne sont jugées utiles que par 50 % des élèves-ingénieurs sensibilisés à l'ergonomie. Les résultats sont similaires pour les outils que les élèves-ingénieurs déclarent vouloir utiliser ultérieurement, à 70,19 % des élèves formés au design produit déclarent qu'ils utiliseront les outils dans leur futur projet tandis que seulement 56,55 % des élèves formés à l'ergonomie pensent utiliser les outils ultérieurement.

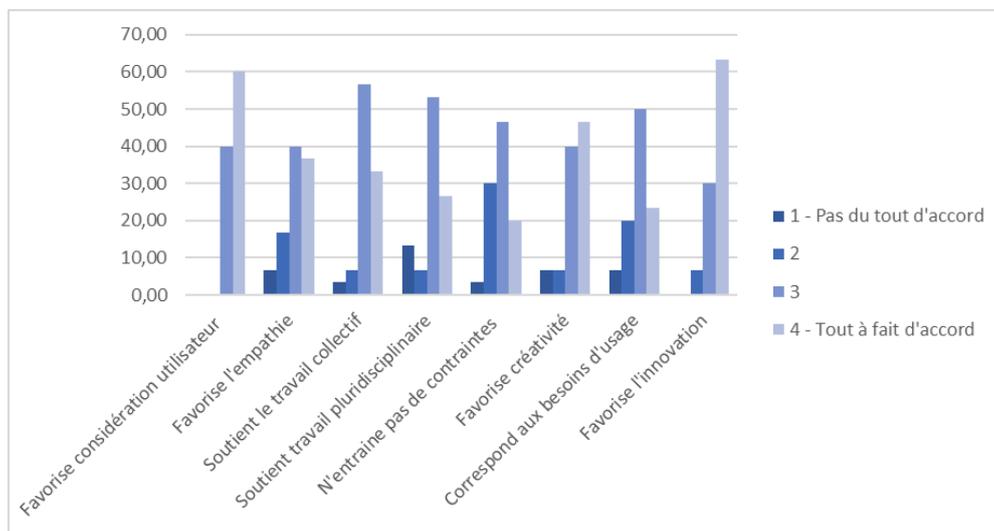


Figure 3. Degré d'accord des élèves-ingénieurs sur les caractéristiques de P&P

De même, l'étude détaillée des degrés d'accord des élèves-ingénieurs sur les caractéristiques de P&P met en évidence des scores moyens supérieurs pour les élèves sensibilisés au design produit que pour ceux ayant une sensibilité à l'ergonomie comme l'indique la Figure 4. Ainsi 93,75 % des élèves sensibilisés au design industriel considèrent que P&P favorisent l'empathie contre seulement 57,14 % des élèves sensibilisés à l'ergonomie. De même, 93,75 % des élèves sensibilisés au design produit considèrent que les outils favorisent le travail pluridisciplinaire contre seulement 64,29 % des élèves formés à l'ergonomie. Enfin, autre résultat notable, 87,50 % des élèves formés au design produit considèrent l'outil adapté à leurs besoins contre seulement 57,14 % des élèves formés à l'ergonomie.

c. Résultats complémentaires

Pour compléter ces résultats, nous pouvons noter que sur la quarantaine de projets de conception de produits réalisés par les étudiants au cours des différentes années d'enseignement de P&P. Six d'entre eux ont été jugés par deux experts métiers en design thinking comme étant suffisamment innovants pour faire l'objet d'un dépôt d'enveloppe Soleau.

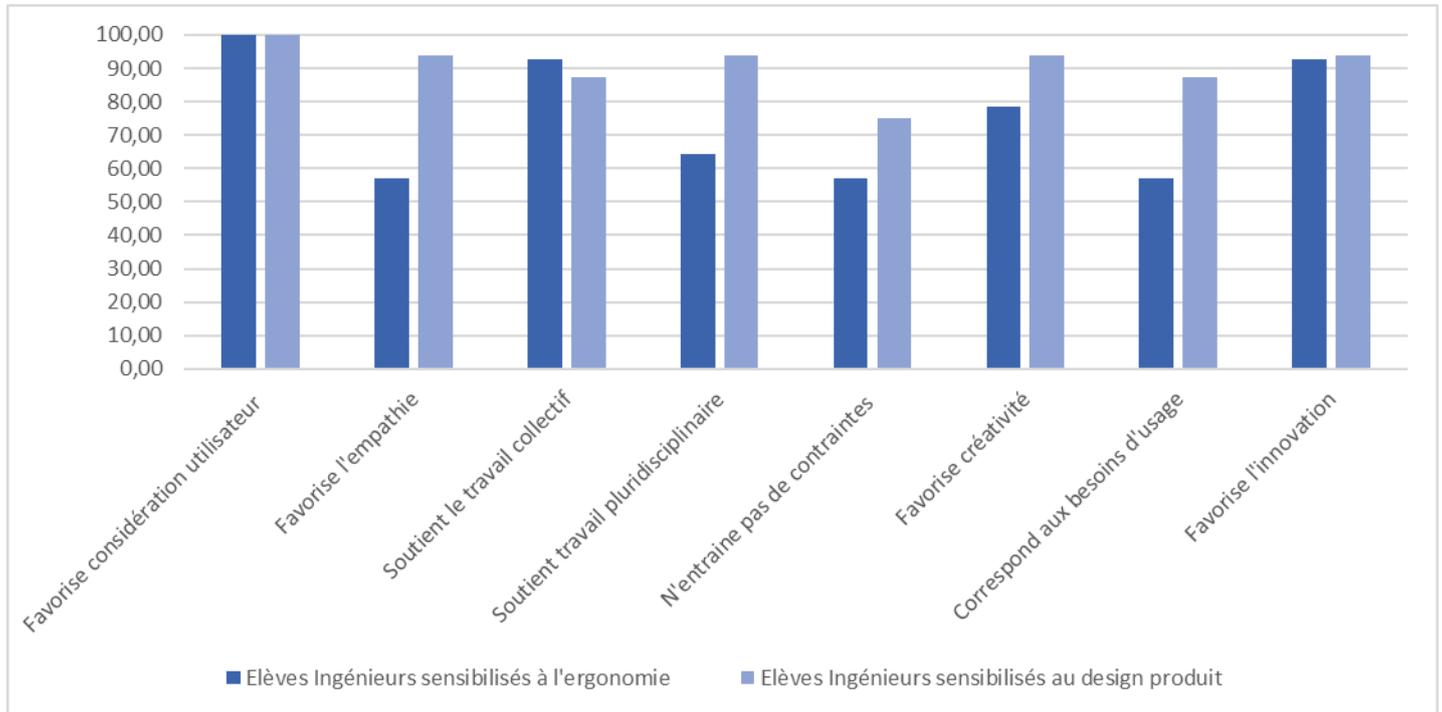


Figure 4. Pourcentage d'élèves ingénieurs indiquant leur accord avec les caractéristiques de P&P.

4. Discussion

La démarche outillée P&P est une démarche de conception alliant des méthodes et outils de la conception centrée utilisateur et du design thinking visant à soutenir la conception d'expériences de qualité pour les personnes et à guider la formation d'élèves-ingénieurs, au travail collaboratif et à l'empathie. Nos résultats mettent en évidence une disparité dans les outils jugés comme utiles par les élèves-ingénieurs pour conduire leur projet pédagogique, mais également en fonction des profils de formations des élèves. Des différences peuvent également être identifiées sur la volonté des élèves de poursuivre l'utilisation de ces outils dans leur carrière professionnelle. Nous détaillons et discutons ces différents points.

a. Utilité des outils de la démarche P&P pour un projet pédagogique

Pour chaque phase de la démarche P&P, a minima un outil proposé est jugé utile par plus de 75 % des élèves-ingénieurs. Ainsi les principaux outils considérés comme utiles peuvent être résumés selon le **Error! Reference source not found.**. Ces outils sont plébiscités quel que soit le cursus antérieur des élèves-ingénieurs.

Phase de la démarche P&P	Principaux outils associés
Phase de découverte	Plateau de jeu Guide de connaissances
Phase de synthèse	Fiche parcours d'expériences
Phase de recherches créatives	Fiche travail collectif / cocreativité

Tableau 4. Principaux outils utilisés en fonction des phases de la démarche P&P

Ainsi, bien que plusieurs outils soient proposés pour chaque phase de la démarche P&P, il apparaît que certains outils sont jugés plus pertinents que d'autres. Ces résultats sont cohérents avec les travaux de Liedtka en 2017 qui identifie les outils de mapping donc les parcours d'expériences comme particulièrement utilisés en design thinking [LIE 17]. Cependant, si les fiches entretiens et immersions qui permettent l'analyse ethnographique sont jugées comme utiles, l'outil permettant de récolter les informations fournies, c'est-à-dire les guides de connaissances, semblent l'outil le plus utile de la phase de découverte. Si les outils de prototypage rapide et de cocreativité sont utilisés par nos étudiants comme le nécessite toute approche en design thinking ou en conception centrée utilisateur [MAR 12], ils trouvent particulièrement utile la proposition de fiche à compléter leur permettant de préparer des séances de travaux collectif et de cocreativité. La participation active des utilisateurs au processus de conception nécessite la mise en œuvre de techniques de facilitation, d'intelligence collective, qui dépassent le seul brainstorming surtout quand il s'agit de cocréer, coconcevoir avec l'utilisateur [BIS 17] [SEE 17]. Des outils permettant de guider la réflexion préalable aux séances sont donc considérés comme particulièrement utiles par les étudiants. D'un point de vue pédagogique, ces différents résultats sont riches car ils peuvent permettre d'épurer les outils proposés parfois considérés comme trop nombreux dans des retours informels des élèves-ingénieurs pour nous focaliser sur certains outils et ainsi perfectionner la formation au design thinking.

b. Impact du profil des élèves sur l'évaluation des outils

Pour compléter notre analyse des outils, l'impact du profil des élèves sur le jugement de l'utilité d'un outil est étudié. Une différence importante apparaît sur les outils transverses comme les cartes conseils et heuristiques. Ainsi ces dernières sont jugées utiles par les élèves avec un parcours en design produit, et pas utiles par ceux ayant un parcours en ergonomie. Les cartes conseils et heuristiques dans leur modalité d'utilisation reposent sur une vision plus ludique que normative pour soutenir l'analyse des produits existants, la créativité ou l'évaluation des solutions. Certains étudiants utilisent ces cartes pour les transformer en tableau multicritères là où d'autres les tirent au hasard et s'en servent d'outils rebonds pour leur réflexion. Ces pratiques sont fortement corrélées aux antécédents de formation en ergonomie et design produit. Cette remarque peut être généralisée à l'ensemble de P&P. Le format plus souple des outils proposés s'il correspond bien aux étudiants ayant un cursus avec une première formation en design produit, semble moins convenir aux étudiants ayant une formation en ergonomie. Ainsi, nos propositions d'outils semblent être plus adaptés à des profils plus créatifs. La présentation des outils comme guide, qu'il est possible d'adapter, de détourner, de personnaliser n'est pas nécessairement adaptée à tous les profils d'étudiants. Certains ont clairement signifié préférer des outils normatifs et formels guidant de manière plus stricte les étapes à conduire. Ces préférences sont cohérentes avec les travaux sur les relations entre créativité et caractéristiques interindividuelles [AMA 82][CSI 06][FIS 16]. Le design thinking, comme toutes activités de conception, est une activité créative [DUC 99], ainsi les processus cognitifs, l'expérience, la personnalité des concepteurs va impacter le processus créatif [AMA 82][CSI 06][FIS 16] et donc nécessairement les choix et préférences dans les outils utilisés. Du point de vue de notre méthode outillée, elle semble donc d'avantages adapter à des élèves ayant déjà un profil créatif. Des travaux complémentaires doivent encore être conduits pour optimiser nos outils pour permettre aux profils moins créatifs d'utiliser le plein potentiel de la méthode proposée.

c. Utilisation future des outils en contexte professionnel

Nos résultats mettent également en évidence des différences quant aux outils qui sont jugés utiles dans le cadre d'un projet pédagogique et ceux potentiellement utiles dans leur futur parcours

professionnel. Ces résultats sont à relier avec les faibles scores obtenus sur les contraintes liées à l'utilisation de P&P. L'un des retours réalisés par les élèves-ingénieurs est relatif au temps nécessaire, notamment pour les phases d'analyse, de co-créativité et d'évaluation pour conduire la démarche de manière complète. En effet le projet est rythmé par de nombreuses itérations, d'étapes d'immersion, de co-créativité et d'évaluation, qui impliquent la participation active des utilisateurs [CHA 16]. Les élèves émettent des doutes quant à la possibilité réelle de pouvoir consacrer le temps nécessaire à la mise en pratique de ces étapes itératives avec les utilisateurs, en milieu industriel. La volonté de passer rapidement aux phases de matérialisation est souvent prépondérante. L'apprentissage du design thinking et de la conception centrée utilisateur doit donc également permettre de lever ce frein et de mettre en évidence les apports de la méthodologie sur le long terme pour la conception de produits centrée utilisateur. Des activités pédagogiques spécifiques à cette dimension doivent donc compléter la méthode P&P pour en assurer le transfert en contexte professionnel.

Les résultats sur les caractéristiques de P&P sont très encourageants sur le fait de considérer que notre démarche outillée répond, au besoin de formation en design thinking, en effet les étudiants semblent considérer que P&P permet de soutenir la prise en compte de l'utilisateur, des usages et favorisent l'empathie et le travail pluridisciplinaire donc la collaboration.

Bibliographie

- [AFL 17] AFLATOONY, L., WAKKARY, R. NEUSTAEDTER, C., « Becoming a Design Thinker: Assessing the Learning Process of Students in a Secondary Level Design Thinking Course », *International Journal of Art and Design Education*, n°35(1): 16, 2017.
- [AMA 82] AMABILE, T. M., « Social psychology of creativity: a consensual assessment technique ». *Journal of Personality and Social Psychology*, n°43, p. 997–1013. 1982.
- [AOU 00] AOUSSAT A., CHRISTOFOL H., COQ M., « The new product design - a transverse approach », *Journal of Engineering Design*, n°11(4), p. 399-417, 2000.
- [BAR 09] BARCELLINA, J., BASTIEN, J. M., « L'acceptabilité des nouvelles technologies : quelles relations avec l'ergonomie, l'utilisabilité et l'expérience utilisateur ? », *Le Travail Humain*, n°72(4), p. 311-331, 2009.
- [BEA 12] BEAUJOUAN, J., DANIELLOU, F., « Les récits professionnels dans une formation d'ergonomes ». *Le travail humain*, 75(4), p 353-376., 2012.
- [BIS 10] BISGAARD T., HØGENHAVEN C., *Creating new concepts, products and services with user driven innovation*. Nordic Council of Ministers, 2010.
- [BIS 17] BISKJAER, M. M., DALSGAARD, P., HALSKOV, K., « Understanding Creativity Methods in Design ». In *Proceedings of the 2017 Conference on Designing Interactive Systems (DIS '17)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 839–851. 2017.
- [BRO 09] BROWN T., *Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires Innovation*. Harper Business, New York, 2009.
- [BRO 89] BROWN J., DUGUID, P., « Situated cognition and the culture of learning ». *Educational Researcher*, n°18(1), pp 32-42.
- [CHA 18] CHARRIER M., BAZZARO F., Play & Pulse. <http://openlab.utbm.fr/ressources/play-n-pulse/>, 2018.
- [CHA 18b] CHARRIER M., BAZZARO, F., SAGOT, J-C., Mieux prendre en compte les personnes en situation de handicap : soutenir l'interdisciplinarité entre design et ergonomie. *Sciences du Design*, 08, 2018.
- [CHA 16] CHARRIER M., Ergonomie et Design dans une démarche de conception de produits centrée sur les personnes. Thèse de Doctorat de l'Université de Technologie Belfort Montbéliard - 21 Novembre 2016
- [CSI 06] CSIKSZENTMIHALYI, M., *La créativité : psychologie de la découverte et de l'invention*. Paris: Laffont. 2006.
- [CUP 14] CUPPS E. J., *Introducing Transdisciplinary Design Thinking in Early Undergraduate Education to Facilitate Collaboration and Innovation*. Master of Fine Arts, Ames : Iowa State University, 2014.
- [DAR 04] DARSE DE MONTMOLLIN F., « La conception participative: vers une théorie de la conception centrée sur l'établissement d'une intelligibilité mutuelle ». Dans J. Caelen (dir.), *Le consommateur au coeur de l'innovation* [en ligne] (pp. 25-41), CNRS Edition, Paris, 2004.

- [DEV 10] DEVERE, I., MELLES, G. & KAPOOR, A., « Product design engineering: a global education trend in multidisciplinary training for creative product design », *European Journal of Engineering Education*, 2010, n°35(1), p. 33–43.
- [DUC 99] DUCHAMPS, R., *Méthode de conception des produits nouveaux*. Paris: Hermès-Lavoisier. 1999.
- [FIS 16] FISCHER, S., OGET, D., CAVALLUCCI, D. «The evaluation of creativity from the perspective of subject matter and training in higher education: Issues, constraints and limitations». *Thinking Skills and Creativity*, 19, 123-135. 2016.
- [HAS 03] HASSENZAHL M., « The Thing and I : Understanding the Relationship Between User and Product. » Dans *Funology, Human-Computer Interaction Series* de Blythe, M., Overbeeke, K., Monk, A., & Wright, P. (éds.), 31-42. Netherlands: Springer, 2003.
- [HAZ 04] HASSENZHAL, M., « Emotions can be quite ephemeral; we cannot design them ». *Interactions*, 11(5), 46-48. 2004.
- [HIL 14] HILLEN V., *101 repères pour innover*. d.school, Paris Est, 2014.
- [ISO 19] ISO 9241-210. *Ergonomics of human-system interaction - Part 210: Human-centred design for interactive systems*. AFNOR, Paris, 2019.
- [JOR 00] JORDAN, P. W., *Designing of Pleasurable Products: An Introduction to the New Human Factors*. London: Taylor & Francis. 2000.
- [KEA 03] KEATES S., CLARKSON P., *Countering Design Exclusion: An introduction to inclusive design*. Springer, London, 2003.
- [KIM 11] KIMBELL L., « Rethinking Design Thinking : Part 1 ». *Design and Culture*, 3(3), 285-306. 2011.
- [LAL 18] LALLEMAND C., GRONIER G., *Méthodes de design UX : 30 méthodes fondamentales pour concevoir des expériences optimales*. Eyrolles, 2018.
- [LAN 06] LANCERY, A., LEDUC, S., VALLERY, G., « Le lien générationnel dans la formation et la pratique des ergonomes ». In G. Valléry, & R. Amalberti (Eds.), *L'analyse du travail en perspectives. Influences et évolutions* (pp. 229-237). Toulouse : Octarès Édition. 2006.
- [LIE 17] LIEDTKA J., « Evaluating the Impact of Design Thinking in Action», *Academy of Management Proceedings 2017*, n°1, 2017.
- [LOB 17] LOBBÉ J., BAZZARO F., CHARRIER M., SAGOT J.-C., « Taking into account life situation during a co-creativity session: an exploratory study », *Actes 21 st International Conference of Engineering Design (ICED17)*. Vancouver, 2017.
- [MAL 07] MAHLKE S., « User experience: usability, aesthetics and emotions in human-technology interaction. » Dans *Towards a UX Manifesto - COST294-MAUSE affiliated workshop* de Law, E.C., Vermeeren, A., Hassenzahl, M., et Blythe, M., 26-30, 2007.
- [MAR 12] MARTIN B., HANINGTON B., *Universal Methods of Design: 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions*, Eyrolles, Ed. Rockport Publishers, 2012.
- [MON 02] MONK, A., HASSENZAHL, M., BLYTHE, M., REED, D., « Funology: designing enjoyment ». *Proceedings of CHI'02 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 924-925). Minneapolis: ACM. 2002
- [NEL 13] NELSON J., BUISINE S., AOUSSAT A., « Anticipating the use of future things: Towards a framework for prospective use analysis in innovation design projects », *Applied Ergonomics*, n° 44(6), p. 948-956, 2013.
- [NIE 99] NIELSEN, J. *Designing web usability: The practice of simplicity*. Thousand Oaks: New Riders Publishing. 1999.
- [NOR 13] NORMAN, D. A. *The Design of Everyday Things* (Revised and Expanded ed.). New York: Basic Books. 2013.
- [NOU 99] NOULIN, M. « Formation et construction des compétences des futurs ergonomes ». *Actes des Journées de Bordeaux sur la Pratique de l'Ergonomie* (pp. 122-130). Bordeaux : Éditions du Laboratoire d'Ergonomie des Systèmes Complexes de l'Université Bordeaux 2. 1999.
- [SEE 17] SEELIG, T. *Creativity Rules: Get Ideas Out of Your Head and into the World* . HarperOne. 2017.
- [WOR 11] WORMALD, P. W., « Positioning industrial design students to operate at the ‘fuzzy front end’: investigating a new arena of university design education», *International Journal of Technology and Design Education*. 2011, n°21(4), p. 425-447.