

Nathalie Nyffeler & Isabelle Capron Puozzo

7 | **Processus de conception collectif innovant**

Résumé

Ce chapitre se situe dans le cadre de la création de prototypes par des étudiants en master de la Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO) en innovation intégrée. Il présente les fondements théoriques de la créativité (Lubart *et al.*, 2015), en prenant en compte les processus aussi bien macro que micro, et se base sur l'approche multivariée de la créativité (Botella *et al.*, 2016) pour en faire l'évaluation. Les apprenants ont pu faire preuve d'inventivité, en groupe, dans le cadre d'activités de conception non routinières, pour trouver des solutions à une problématique complexe, donnée par une entreprise. Grâce au test psychométrique *Creative Profiler*, les chercheuses ont suivi l'évolution du profil créatif des groupes et leurs productions créatives (prototypes) tout au long du processus de conception. En se basant sur l'évaluation de différents aspects tels que notamment l'originalité, la pertinence et la qualité des idées générées, l'esprit d'ouverture, la motivation à créer et la propension à oser, il ressort des résultats variés selon la composition des groupes.

Introduction

Les injonctions à l'innovation, toujours plus fortes dans notre société, ont entraîné les entreprises dans une course folle au lancement de

produits à chaque fois plus innovants les uns que les autres pour dépasser leurs concurrents. Pour remporter cette compétition effrénée, les entreprises lancent des produits de plus en plus rapidement en essayant d'optimiser leurs processus de conception. Dans un tel contexte, la formation universitaire est aussi amenée à se renouveler pour préparer les étudiants à cette poursuite de l'innovation. Ainsi, basée sur les fondements théoriques du design de produit (Ulrich et Eppinger, 2016) et de l'ergonomie cognitive (Bonnardel, 2016), une formation universitaire en innovation intégrée a été conçue au sein de la Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO) afin d'immerger les étudiants dans un processus créatif continu sur une année. Après avoir décrit le cadre théorique, ce chapitre analyse les données récoltées de septembre 2015 à juin 2016 afin d'évaluer l'impact du développement des prototypes sur la créativité des étudiants. Si un test psychométrique (Lubart *et al.*, 2016) permet d'observer l'évolution du potentiel créatif des étudiants, il est également intéressant de comprendre le rôle de médiateur du prototype dans le processus d'apprentissage.

De la créativité à la conception

Deux concepts sont à la base de cette recherche ainsi que de l'ingénierie de formation du master au sein duquel elle a été menée : la créativité et les activités de conception. À l'instar de Bonnardel (2009), nous considérons qu'il existe des processus cognitifs communs à ces deux types d'activités, dont la mise en lien offre un regard nouveau sur les dispositifs de formation.

Qu'est-ce que la créativité ?

Il existe de nombreuses définitions de la créativité en fonction de la discipline considérée et de son ancrage épistémologique. Pour comprendre ce qu'est la créativité, la définition formulée par Lubart, Mouchiroud, Tordjman et Zenasni (2015), en psychologie différentielle, constitue un fondement théorique pertinent comme point de départ dans le cadre de cette recherche : « la créativité est la capacité à réaliser une production qui soit à la fois nouvelle et adaptée au contexte dans lequel elle se manifeste (Amabile, 1996 ; Anderson *et al.*, 2014 ; Barron, 1988 ; de Sousa, 2008 ; Lubart, 1994 ; MacKinnon, 1962 ; Ochse, 1990 ; Runco et Jaeger, 2012 ; Sternberg et Lubart, 1995) » (p. 23). Deux

aspects clés de cette définition sont à identifier : la nouveauté et l'adaptation. Une production est ainsi considérée comme créative dès lors qu'elle introduit une nouveauté, même mineure, dans le contexte et qu'elle répond (s'adapte) aux contraintes fixées. De plus, l'évaluation de la qualité créative d'une production n'est pas absolue, mais dépend d'un consensus social. Selon Lubart *et al.* (2015), la créativité d'une personne ne peut se mesurer sans prendre en compte le contexte social, professionnel et/ou artistique dans lequel elle s'insère.

Ceci étant, quelle est la définition de la créativité selon les ergonomes cognitivistes qui étudient les activités de conception ? On peut notamment citer celle de Bonnardel (2002), qui rejoint la définition consensuelle présentée ci-dessus, pour qui la créativité est considérée comme une « capacité à produire une idée exprimable sous une forme observable ou à réaliser une production, qui soit à la fois novatrice ou inattendue, adaptée à la situation et (dans certains cas) considérée comme ayant une certaine utilité ou de la valeur » (p. 95). On retrouve ainsi les notions de nouveauté et d'adaptation au contexte tel que le présentent Lubart *et al.* (2015), avec néanmoins l'apport de la question de l'utilité et de la valeur. Par rapport au premier concept, il implique qu'une production créative ait bien un sens clairement défini dans un contexte. Quant à la notion de valeur, elle est à interroger. Peut-on être créatif au cœur d'un processus si l'on ne partage pas les valeurs sous-jacentes à la conception du produit ? Est-ce donc une condition inéluctable ? Ou bien l'une des conditions est d'être au clair non seulement sur les finalités, mais aussi sur les valeurs d'un produit au-delà même des valeurs personnelles du concepteur ? Ces questions permettent de relever la notion de sens dans un processus créatif que l'on peut à présent aborder sous plusieurs angles, allant du plus général au plus particulier, qui offrent une vision plus complète de la créativité.

Macro- et microprocessus créatifs

La réalisation d'une production créative nécessite un travail non linéaire divisé en plusieurs phases qui permettent de comprendre les grandes étapes d'un processus créatif qui est, en conséquence, divisé en plusieurs sous-parties dont le nombre varie selon les auteurs analysés. Chacune de ces étapes est définie comme une succession de pensées et d'actions qui aboutissent à des créations originales et adaptées (Lubart, 2001; Lubart *et al.*, 2015). Le processus créatif peut ainsi être

décrit selon deux approches certes distinctes, mais non moins complémentaires : les macroprocessus qui visent à identifier les grandes étapes et les microprocessus qui permettent de caractériser les mécanismes de création des idées (Botella *et al.*, 2016).

Le premier et le plus connu des modèles traduisant les macroprocessus est celui de Wallas (1926), divisé en quatre étapes : 1) préparation, 2) incubation, 3) illumination et 4) vérification. La phase de préparation englobe la collecte d'informations et l'analyse initiale du problème afin de le définir correctement. Il s'agit ainsi de recueillir les indications nécessaires à la réalisation de la production créative. Suit la phase de l'incubation, qui est une phase complexe à analyser, car il s'y joue un jeu associatif qui peut être conscient ou inconscient. Elle est d'une durée variable selon les individus et consiste à générer des idées. L'étape d'incubation se termine lorsqu'une idée pertinente émerge. C'est le moment du déclic, la phase d'illumination. Finalement, le processus se termine par la validation qui permet d'évaluer la qualité de l'idée ou de la production créative imaginée. C'est la phase de vérification et d'examen critique de l'idée (Botella *et al.*, 2016 ; Lubart *et al.*, 2015). D'autres modèles ont été élaborés à la suite de ce dernier avec une amplification et une taxonomie certes différente de Wallas, mais qui traduisent les balises d'un processus créatif (voir notamment Botella *et al.*, 2016). Cette approche de la créativité permet d'avoir une vision large du processus. Néanmoins, à chaque étape se développent également des microprocessus (Botella *et al.*, 2016). Les plus connus sont les microprocessus cognitifs que sont les pensées divergentes et convergentes (la capacité à générer le plus d'idées possible pour en retenir une), la pensée analogique (la capacité à associer des images de domaines plus ou moins proches ou lointains) et la flexibilité (comme la possibilité d'envisager un même problème sous plusieurs angles). Toutefois, ces facteurs cognitifs ne sont pas les seuls à intervenir dans un processus créatif. En effet, des microprocessus, de nature conative, comme la prise de risque ou la persévérance sont également nécessaires à la réussite d'une démarche créative. À cela s'ajoutent des facteurs émotionnels ainsi que les facteurs environnementaux (qu'ils soient micro, méso ou macro). La réunion de ces différents facteurs, sous le modèle de l'approche multivariée (Lubart *et al.*, 2015), permet de soulever toute la complexité d'une approche créative (Piccardo, 2016), dont le suivi peut être mesuré sous différents angles.

Approche multivariée de la créativité et mesure de la créativité

La question de l'évaluation de la créativité est très ancienne et intéresse en premier lieu la communauté scientifique des psychologues, notamment depuis la célèbre interpellation de Guilford en 1950 (Brown, 2010) qui a donné naissance à des approches très psychométriques, initiées en particulier par Torrance. Depuis les années 1980, dans le domaine francophone, l'approche multivariée s'est développée autour de la recherche de différents outils permettant de mesurer la créativité. On distingue dès lors l'évaluation du potentiel créatif, dans la perspective d'un développement continu tout au long de la vie, de l'évaluation de l'accomplissement (qui est une production effective) (Besançon et Lubart, 2015). La première, l'évaluation du potentiel, est basée sur l'évaluation des ressources et des facteurs de créativité d'un individu ou d'un groupe en mesurant les facteurs cognitifs, conatifs et émotionnels de la créativité. Il s'agit ici non pas de mesurer les performances créatives, mais ce qui les conditionne (Lubart *et al.*, 2016). La seconde, l'évaluation de l'accomplissement, est plus centrée sur les processus et la production (par effet de comparaison, dans un contexte bien défini ou par analyse de la disruption lorsque l'on parle d'innovation). L'innovation peut concerner le domaine de l'art, de l'entreprise, de la société, etc. Nous l'utilisons donc dans un sens très large pour désigner ce que l'on appelle la créativité historique ou celle avec un grand C (Boden, 2005; Capron Puozzo, 2016c; Craft, 2005), reconnue par l'environnement au sein duquel elle est implantée. La disruption ou innovation disruptive décrit les changements importants qu'amènent de nouveaux entrants dans un marché donné. Ces derniers changent les règles du jeu et apportent ainsi une rupture par rapport au passé (Christensen *et al.*, 2015). Elle se distingue de l'innovation incrémentale qui renvoie à une évolution mineure d'un produit ou processus innovant.

Dans le monde francophone, le test EPOC (Évaluation du potentiel créatif des enfants) (Lubart *et al.*, 2011) offre la possibilité de mesurer le potentiel créatif des enfants. Toujours à partir des fondements théoriques de l'approche multivariée, Lubart, Zenasni et Barbot (2016) ont également développé un instrument d'évaluation psychométrique, le *Creative Profiler*, pour mesurer ce potentiel non plus chez l'enfant, mais chez l'adulte. Cet instrument de mesure permet de dresser un profil individuel sur dix dimensions réparties en deux domaines de facteurs (cognitifs et conatifs) (pour le détail, voir Lubart *et al.*, 2016). Le

domaine cognitif évalue la pensée divergente, la flexibilité mentale, la pensée convergente, la capacité à associer et la pensée analogique. Le domaine conatif comporte l'ouverture, la tolérance à l'ambiguïté, la pensée intuitive, la motivation à créer et la propension à oser. Le *Creative Profiler* (CP) mesure le profil créatif de l'interviewé en comparant la distance entre son profil et le profil optimal attendu pour une tâche créative spécifique. Ce calcul statistique compare le profil multivarié de la personne au profil moyen du groupe expert (Lubart *et al.*, 2016). Le test a une visée très large, il peut être utilisé dans des contextes variés (l'entreprise, la formation, l'université, etc.) et permet de suivre également l'évolution du potentiel créatif dans un environnement donné. En conséquence, dans le cadre de la production de prototypes, il est intéressant non seulement d'évaluer l'accomplissement, le développement final du produit, mais aussi le profil créatif des individus impliqués dans une telle démarche. Si les fondements théoriques de la créativité et de son évaluation ont été définis, reste à présent à expliciter ceux de l'activité de conception de prototypes.

Activités de conception et créativité

Les objets font partie de nos vies privées et professionnelles. Produits « tangibles » ou « intangibles » (services), ils sont issus de secteurs variés et ont envahi notre quotidien. Plusieurs définitions de l'activité de conception existent ; certaines mettent en évidence le lien avec la créativité, d'autres pas. Par exemple, la définition des activités de conception, proposée par Demailly et Le Moigne (1986), présente une approche de la conception où la créativité n'est pas mise en avant. Pour ces auteurs, la conception est une activité symbolique s'exprimant par un dessin, une forme ou toute autre production donnant accès à la construction d'un modèle symbolique afin d'inférer le réel.

Pour Simon (1995, cité par Bonnardel, 2009), la conception est à la fois le fait de concevoir des objets, des processus ou des idées en vue d'accomplir un objectif, mais elle inclut également le processus de réalisation de ces productions. En revanche, dans la perspective de l'ergonomie cognitive, « quels que soient les domaines considérés, les concepteurs doivent développer des produits à la fois novateurs et adaptés aux utilisateurs, et ainsi, faire preuve de créativité » (Bonnardel, 2009, p. 6). La créativité est donc impliquée dans toutes les phases de développement des objets. Dans le contexte de cette étude,

le terme de prototype désigne, en conséquence, l'objet à concevoir qui peut être un produit ou un service. Ce dernier est construit sur la base de boucles itératives passant de prototypes intermédiaires à une production finale qui spécifie complètement les fonctions à remplir ainsi que les besoins et buts qu'elle doit satisfaire (Visser, 2009).

Les définitions des activités de conception et celles de créativité se rejoignent, notamment lorsqu'elles font référence à l'importance du contexte et de la situation (adaptation au contexte selon Lubart *et al.*, 2015) qui se rapproche de l'idée de réaliser un prototype en vue d'atteindre un objectif/but en conception. Par contre, la notion de nouveauté, en lien avec la définition de la créativité, n'apparaît que très rarement dans les définitions de la conception. Ceci peut s'expliquer par la différenciation des activités de conception routinières des activités de conception non routinières (Bonnardel, 2006). Comment peut-on distinguer nouveauté et innovation? La nouveauté fait intrinsèquement partie de l'innovation puisque, pour être considérée comme une innovation, il faut que la nouveauté soit diffusée dans le domaine qui lui est destiné et que son environnement social la reconnaisse et l'accepte comme une production nouvelle (Capron Puozzo, 2016a).

Les activités routinières sont fort différentes des activités non routinières (Bonnardel, 2006): la complexité des informations à trouver en vue de résoudre le problème permet de distinguer les deux concepts. La résolution des problèmes non routiniers nécessite de trouver des solutions nouvelles alors que, pour les activités routinières, «le produit à concevoir ne diffère que légèrement des produits développés antérieurement: le concepteur peut adapter un schéma prédéfini afin de traiter le problème courant» (Bonnardel, 2006, p. 28). Les activités de conception non routinières peuvent être ainsi qualifiées de créatives. Elles font appel à des capacités cognitives spécifiques en vue de mettre sur le marché des produits/services novateurs. Bonnardel (2006) définit dès lors la conception en ces termes: «concevoir consiste à définir les caractéristiques d'un objet (ou d'une procédure) qui présente une certaine nouveauté et qui soit adapté à un ensemble évolutif de contraintes variées». Cette définition fait ainsi écho à celle de la créativité en intégrant clairement la notion de contrainte. La contrainte ouvre, en conséquence, des possibles dans l'activité de conception et de développement de prototypes, ce que Bonnardel (2016) appelle «l'ouverture de l'espace de recherche d'idées» (p. 170). Ses recherches dans une approche expérimentale, menées auprès de 32 étudiantes

qui suivent un brevet de technicien supérieur (BTS) design en France, avec un groupe générant des idées et un autre groupe générant des contraintes liées au même problème, ont montré que le nombre de contraintes était plus important que celui des idées. « Une idée donnée peut permettre de satisfaire plusieurs contraintes » (p. 175). Ainsi, développer la créativité des individus et ouvrir à cette recherche d'idées implique une réflexion sur le type de contrainte suffisamment complexe qui va favoriser le processus créatif dans une activité de conception non routinière.

Les fondements de ce cadre théorique sont à la base de la recherche menée dans le cadre d'un dispositif de formation universitaire qui permet de développer des prototypes au travers d'une démarche de créativité qui va être à présent décrite.

Une recherche-action sur le développement de prototypes et de la créativité auprès d'étudiants d'une Haute école

Contexte de la recherche : description du dispositif de formation

Le dispositif de formation analysé dans le cadre de cette recherche est le master de la Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO) en *Integrated Innovation for Product and Business Development* (appelé également master Innokick), lancé en septembre 2015. Ce master interdisciplinaire unique en Suisse est ouvert aux titulaires d'un bachelior/d'une licence issus de trois domaines, à savoir Économie et services (EetS), Ingénierie et architecture (IetA) et Design et arts visuels (DetA). Le dispositif innovant de ce master a été conçu sur la base d'un processus de conception non routinier (Gero et Mahler, 1993) (voir figure 7.1). Le programme du master comporte six modules théoriques (Processus d'innovation, Concept produit, Stratégie marketing, Implémentation, Gestion des talents, Management de l'innovation). Chacun d'eux (5 à 6 ECTS¹² par module) est décliné en plusieurs unités de cours qui sont dispensées, de manière centralisée, à l'ensemble des étudiants. Le « projet pratique d'application » (PPA, 24 ECTS) constitue le cœur du

¹² *European Credit Transfer System* (ECTS): les crédits ECTS sont une mesure relative de la charge de travail que les étudiants doivent fournir au cours d'une année d'études. Un crédit ECTS correspond à un volume de travail de 25 à 30 heures.

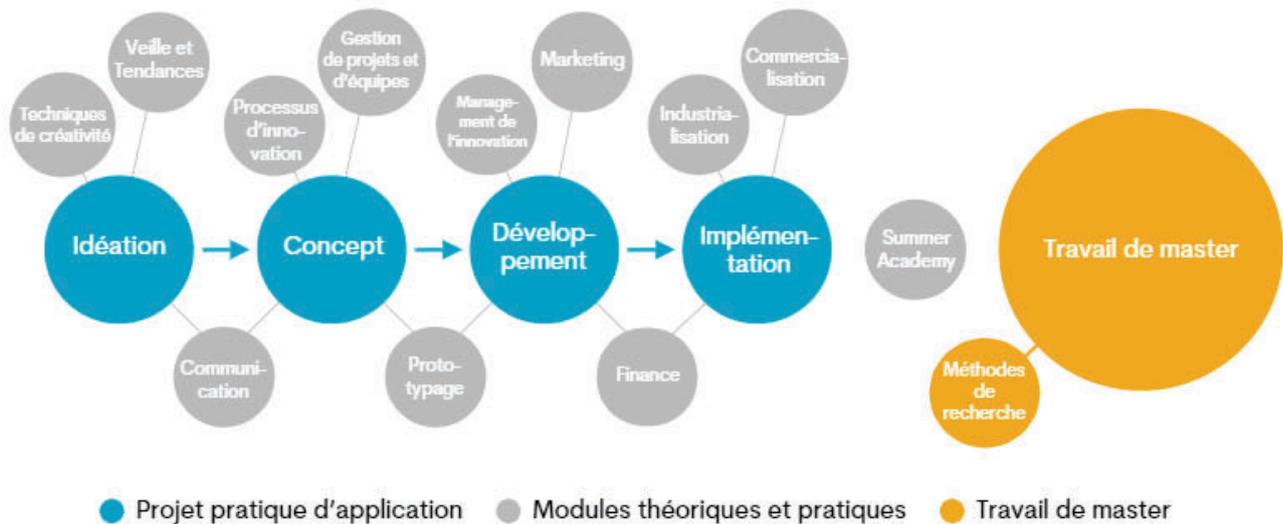


FIGURE 7.1 Schéma du plan d'études du master Innokick.

plan d'études et se construit tout au long de la formation. Pendant deux semestres, les étudiants vivent en groupes interdisciplinaires un processus de développement de produits et/ou services innovants tout en mettant en œuvre les outils acquis durant les cours théoriques. Pendant le PPA – appelé processus Innokick –, les étudiants mènent une démarche de conception innovante sur la base d'opportunités d'affaires confiées par des entreprises.

Le processus Innokick (figure 7.2) est divisé en quatre phases. Il s'inspire pour une part des micro- et macro-processus et pour une autre, des développements de produits tels qu'ils existent dans l'industrie. Chaque projet de développement proposé est suffisamment large, ouvert et complexe pour que les étudiants soient obligés de passer par une phase de définition, puis de redéfinition du problème couplée à un recueil d'informations nécessaires (Bonnardel, 2006, 2009; Chevalier, Anceaux et Tijus, 2009; Visser, 2009). Les apprenants vivent ainsi un processus de conception collectif non routinier proche de la réalité.

Lors de la première phase d'idéation, les étudiants, les organisations partenaires, les encadrants et les professeurs vivent un processus d'immersion créative appelé le « Marathon de la créativité », lors duquel plusieurs sessions de génération d'idées sont menées en utilisant différentes techniques créatives. Ce marathon dure deux jours en résidentiel et les idées sont recensées dans le « cahier des idées ».

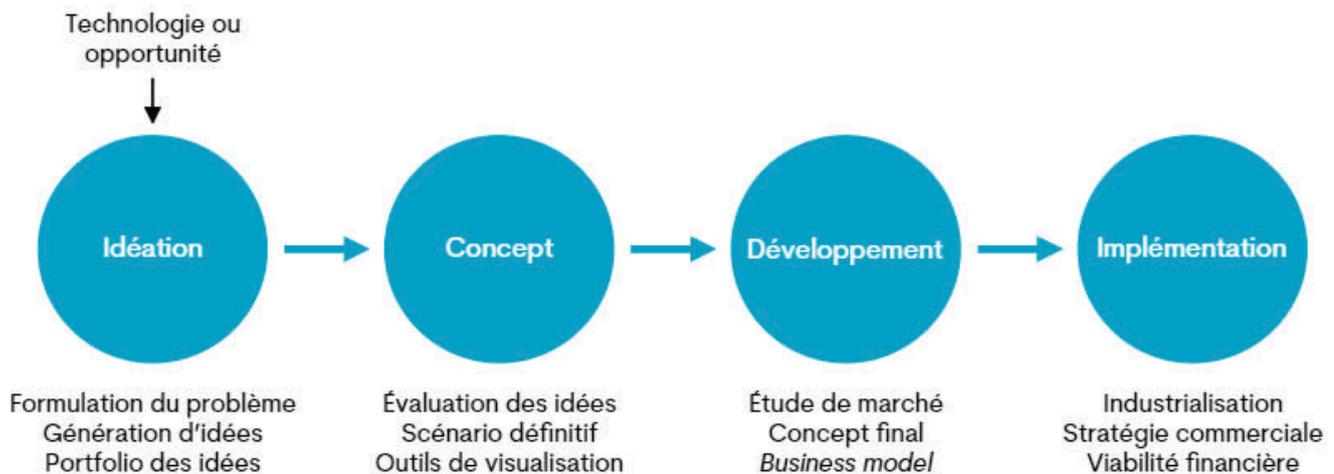


FIGURE 7.2 Description du projet pratique d'application Innokick.

Problématique et méthodologie de recherche

Cette recherche vise à évaluer la créativité de cinq groupes d'étudiants au sein d'un dispositif de formation interdisciplinaire en innovation et à comprendre l'impact des prototypes développés sur leur créativité. Elle s'inscrit dans le cadre d'une recherche-action (RA) ayant privilégié une approche mixte (Barbier, 1996; Cros, 2002). La finalité de cette approche est d'intervenir sur les pratiques en vue de les modifier, mais également de les rendre conscientes, de les analyser et de les comprendre (Montagne-Macaire, 2007).

À partir des observations théoriques précitées, la question de recherche est la suivante: quelle est l'évolution du profil créatif des groupes et de leurs productions créatives (prototypes) tout au long du processus de conception?

Cette étude analyse ainsi deux aspects: l'évolution du profil créatif de chaque groupe entre le début et la fin de la formation via le regroupement des profils psychographiques individuels et l'évolution de la production créative finale de chaque groupe dans le cadre du processus de conception.

C'est la méthode mixte de triangulation, proposée par Creswell *et al.* (2003), qui a été privilégiée dans le cadre de cette étude. Afin d'éviter de récolter des données dans la précipitation et de garder la distance entre les gestes et postures qu'impliquent les autres fonctions tenues par l'autrice principale de l'étude (responsable du master), la RA suit un protocole précis qui croise les outils de recueil et s'inscrit

dans un horizon de temps défini (Montagne-Macaire, 2007). C'est pourquoi, plusieurs données ont été récoltées sur une durée de plus de douze mois : d'une part, deux tests psychométriques (CP) sur le potentiel créatif (Lubart *et al.*, 2015) ont été réalisés à 9 mois d'intervalle (pré- et post-tests en début et en fin d'année) et d'autre part, les productions créatives collectives réalisées tout au long du processus et leurs évaluations ont fait l'objet d'un travail continu.

La présente étude se focalise sur la première volée d'étudiants ayant suivi le master. L'échantillon est composé de 34 étudiants : 12 étudiants issus du domaine IetA, 13 étudiants du domaine EetS et 9 du domaine DetA, âgés de 22 à 34 ans, comprenant 16 femmes et 18 hommes. Cinq groupes interdisciplinaires ont été formés par les professeurs en fonction des profils dès la fin de la première semaine de formation. La classe s'est répartie comme suit : six étudiants avec une PME industrielle (PME) ; sept étudiants avec une association à but non lucratif (Assoc) ; sept étudiants avec une start-up (STU) ; six étudiants avec une multinationale (Multi) et huit étudiants au sein d'une entreprise de transports publics (TP). Chaque groupe avait donc un mandat bien précis délivré par une organisation publique ou privée dans le but de développer un prototype.

Méthodologie d'analyse du corpus de données

En lien avec les concepts théoriques vus précédemment, nous proposons de combiner deux approches de l'évaluation de la créativité en vue de répondre à la question de recherche. La première évaluation est centrée sur la mesure des ressources et des facteurs de la créativité (Lubart *et al.*, 2015). Nous avons ainsi mesuré l'évolution du potentiel créatif des groupes entre le début et la fin du processus de conception en utilisant le test psychométrique *Creative Profiler* (CP) développé par Lubart. La seconde approche est une analyse centrée sur les processus et la production de ces prototypes (Lubart *et al.*, 2015). Cette évaluation mesure avec une note les productions créatives réalisées lors de situations standardisées. Dans ce cas, le potentiel créatif d'une personne ou d'un groupe est évalué en rapport avec les productions créatives de ses pairs placés dans les mêmes conditions (même technique de créativité, temps, lieu et encadrement identiques). Lubart *et al.* (2015) évoquent alors une évaluation dite relative. Il s'agit dès lors de comparer les productions créatives réalisées par groupe à chaque phase du processus de conception.

Comme Bonnardel (2006) le rappelle, l'évaluation des productions créatives à la fois nouvelles et adaptées à la situation est complexe. Dans le cadre du processus de conception que nous analysons, il convient d'évaluer un prototype qui évolue selon le stade du processus de conception. Il s'agit dès lors d'examiner d'autres critères que l'aspect uniquement créatif tels que l'originalité et le nombre d'idées générées, la veille concurrentielle et technologique et la pertinence des idées sélectionnées. Le processus Innokick est divisé en quatre phases et les prototypes sont notés à cinq reprises. Toutes les phases sont évaluées par les trois professeurs-encadrants et un collège d'experts issus des trois domaines concernés, la note finale étant une moyenne des notes attribuées individuellement par chaque juge. Lubart *et al.* (2015) rappellent que le fait de multiplier le nombre de juges dans le cadre de l'évaluation d'une production créative permet d'assurer une certaine validité, à la condition que le niveau de concordance entre les juges soit acceptable. Les notes évaluent les critères mentionnés plus haut pour chaque phase. Chaque évaluateur apprécie les productions sur la base d'une grille identique pour les cinq groupes portant sur : le contenu (qualité et pertinence), la forme du dossier (qualité de l'écriture) et la défense orale (qualité de la présentation). Les critères du contenu de l'évaluation sont adaptés à chaque étape du développement de prototypes en fonction des cours théoriques étudiés. Un poids plus conséquent est ainsi attribué aux aspects créatifs puis, durant le développement du prototype final, les critères liés à la commercialisation et à l'implémentation *per se* du produit/service prennent l'ascendant.

Relations entre le potentiel créatif, les productions créatives et les facteurs de créativité

Le potentiel créatif des groupes et leur évolution

Il convient de se pencher plus spécifiquement sur le potentiel créatif de chaque groupe. Le tableau ci-contre (tableau 7.1) récapitule les résultats obtenus selon les dix dimensions analysées aux pré- et post-tests. Les échelles utilisées pour les tests étant différentes, une manipulation statistique de normalisation (valeur Z) a été effectuée afin de comparer le profil multivarié du groupe au centre de gravité du profil moyen de la classe (Lubart *et al.*, 2016). Les variations entre le profil moyen sont exprimées en écart-type.

TABLEAU 7.1 Évolution des dimensions du Creative Profiler pour chaque groupe (valeur Z).

Groupe	Test	Pensée divergente	Flexibilité mentale	Pensée convergente	Capacité à associer	Pensée analogique	Ouverture l'ambiguïté	Tolérance à l'ambiguïté	Pensée intuitive	Propension à oser	Motivation à créer
PME	Prétest	-0,153	-0,218	0,085	0,153	-0,114	-0,445	0,150	-0,473	-0,483	0,307
	Post-test	-0,566	0,000	-1,169	0,051	-0,029	-1,037	0,300	-0,387	-0,137	-0,083
Start-up	Prétest	0,260	-0,554	0,368	-0,057	-0,049	0,762	-0,043	0,041	0,284	0,535
	Post-test	0,625	-0,058	0,095	-0,142	-0,164	0,759	-0,003	0,444	-0,035	0,798
Multinationale	Prétest	-0,038	-0,153	-1,055	-0,351	0,114	0,148	-0,008	-0,095	0,043	-0,676
	Post-test	-0,466	-0,799	-0,303	-0,442	0,034	0,004	-0,018	-0,404	0,481	-0,971
Association	Prétest	-0,194	-0,003	0,213	0,243	-0,244	-0,178	-0,438	-0,041	-0,348	-0,071
	Post-test	0,239	0,336	0,632	0,402	-0,074	0,070	-0,548	-0,002	-0,307	-0,160
TP	Prétest	0,086	0,738	0,220	-0,057	0,257	-0,330	0,333	0,426	0,386	-0,071
	Post-test	0,018	0,398	0,431	0,011	0,208	0,050	0,271	0,156	0,101	0,233

Que peut-on constater au début du processus de conception collective? Trois typologies de groupes semblent se dégager selon le CP: 1) potentiel plutôt créatif (TP et STU), 2) potentiel moyennement créatif (PME et Assoc) et 3) potentiel créatif plus faible (Multi) en regard de la classe.

Évaluation des productions créatives collectives lors de la phase d'idéation

Il s'agit à présent d'analyser la phase la plus créative du processus de conception, à savoir la phase d'idéation. Lors du marathon, chaque groupe a produit un certain nombre d'idées qui ont été ensuite triées, parfois combinées puis recensées dans un cahier des idées qui présente toutes celles qui ont été retenues et sont proposées au mandant. Lubart *et al.* (2015) rappellent qu'un moyen objectif d'évaluer le niveau de créativité d'un groupe ou d'un individu est de compter le nombre d'idées générées. Le tableau 7.2 présente ainsi les résultats obtenus par tous les groupes pour cette phase.

Sans surprise, le groupe le moins créatif (Multi) est celui qui a généré le moins d'idées (109) et a obtenu la moins bonne évaluation (4,0)¹³. La phase initiale de génération d'idées est très importante, car un nombre insuffisant d'idées à ce stade du processus peut impacter la qualité de toutes les phases suivantes.

Les groupes moyennement créatifs, PME et Assoc, ont généré respectivement 172 et 140 idées. Ils ont, en revanche, obtenu des évaluations différentes (5,5 pour PME et 4,5 pour Assoc). Les deux équipes ont ainsi eu une capacité divergente moins grande par rapport aux groupes jugés plus créatifs, mais ceci n'est pas un frein pour obtenir une évaluation très positive, comme le démontre la note obtenue par le groupe PME.

Nous remarquons que les équipes les plus créatives, selon le CP, sont celles qui ont généré le plus d'idées lors du « Marathon de la créativité » (groupes TP et STU). Le groupe STU a notamment généré 432 idées, montrant une capacité divergente impressionnante. Il convient de souligner que cette capacité peut avoir un revers handicapant que ce groupe a dû affronter tout au long du processus. La grande capacité à diverger et la forte motivation à créer de ce groupe ont été un frein car

¹³ Système d'évaluation: excellent 6; très bien 5,5; bien 5; satisfaisant 4,5; passable 4; légèrement insuffisant 3,5; échec < 3

les étudiants ont souvent peiné à converger lors du processus de développement de produits.

Deux groupes ont obtenu des notes nettement au-dessus des autres, à savoir TP et PME. Résultat sans surprise pour l'équipe TP dont le potentiel créatif est au-dessus de la moyenne de la classe. En revanche, le groupe PME – dont le potentiel mesuré par le CP est moyennement créatif – obtient un très bon résultat. Deux groupes obtiennent un résultat moyen, Assoc et STU, avec une note de 4,5. Il est intéressant de souligner que STU obtient un résultat mitigé alors que son potentiel créatif est élevé. Finalement, un résultat faible est obtenu pour le groupe Multi, ayant le potentiel créatif le moins élevé. Avoir un potentiel créatif positif (STU) n'implique dès lors pas automatiquement une note élevée, mais il y a un lien avec le nombre d'idées générées. Une réflexion identique peut être menée pour un groupe au potentiel créatif moyen (PME) qui obtient néanmoins de très bons résultats. Qu'en est-il des résultats des équipes dans la suite du processus ?

TABLEAU 7.2 Potentiel créatif des groupes et nombre d'idées générées lors de la phase d'idéation.

	Creative Profiler Pré-test	Creative Profiler Post-test	Évolution du groupe	Nombre idées générées non retenues au Marathon	Nombre d'idées présentées dans le Cahier des idées	Cahier des idées Notes obtenues
TP	++	++	Stable	228	15	5,5
STU	++	++	Stable	432	16	4,5
Assoc	+ -	+ -	Amélioration	140	23	4,5
PME	+ -	--	Négative	172	20	5,5
Multi	--	---	Négative	109	12	4,0

Note : 1 à 6. Excellent = 6 ; très bien = 5,5 ; bien = 5 ; satisfaisant = 4,5 ; passable = 4 ; légèrement insuffisant = 3,5 ; échec < 3.

Évaluation et évolution des productions créatives lors du processus Innokick

Les résultats obtenus par les cinq groupes montrent des évolutions intéressantes qui ne sont pas forcément liées au profil créatif des équipes. Le tableau 7.3 ci-après présente les notes obtenues à chaque étape pour les cinq groupes.

TABLEAU 7.3 Évaluations notées des productions créatives pour les cinq groupes.

	Assoc	PME	TP	STU	Multi
Cahier des idées – Semestre hiver	4,5	5,5	5,5	4,5	4,0
Cahier des scénarios – Semestre hiver	5,5	6,0	5,5	5,0	4,5
Concept produit préliminaire – Semestre hiver	4,5	5,5	5,5	5,0	4,0
Concept produit final – Semestre printemps	5,0	5,5	5,5	5,5	4,5
Business Concept – Semestre printemps	4,0	5,0	5,5	5,0	3,5

Sans surprise, à nouveau, les résultats du groupe Multi – dont le potentiel créatif baisse – sont restés faibles à très faibles tout au long du processus. Il s'agit du seul groupe dont le résultat final est en dessous de la moyenne. Malgré le suivi constant de la responsable du master et les interventions régulières, ce groupe a vécu des tensions fortes tout au long de la formation. Ces dissensions ont eu des impacts négatifs sur les résultats, impactant ainsi les apprentissages.

Le groupe Assoc, au potentiel moyennement créatif, a obtenu des résultats en dents de scie durant tout processus, avec un résultat final plutôt en baisse en ce qui concerne les évaluations, mais dont le potentiel créatif s'améliore à la fin du master. L'évolution des notes de l'autre groupe moyennement créatif, le groupe PME, mérite de s'y arrêter : un groupe étonnant aux résultats très élevés, mais qui baisse sensiblement sa note au dernier dossier et dont le potentiel créatif a diminué entre le début et la fin du processus.

Qu'en est-il des groupes les plus créatifs? Nous constatons que le groupe TP a eu des résultats stables pendant tout le processus. Ce groupe de huit personnes pouvait compter sur les compétences d'étudiants ayant déjà une expérience professionnelle pour transformer leurs idées en un concept innovant. L'autre équipe considérée comme la plus créative, STU, montre une progression au niveau des résultats. On constate ainsi des contrastes marqués entre les groupes : une stabilité des résultats pour TP et Multi, des variations importantes pour Assoc, une baisse pour PME et une amélioration pour STU.

Éléments de discussion : le prototypage comme passerelle vers une pédagogie de la créativité

Des groupes aux profils disparates ont vécu la conception de prototypes comme des expériences positives, mitigées ou négatives, selon les évaluations des professeurs. Les cinq groupes présentaient des profils et des évolutions fort différents. Il y a eu deux groupes plus créatifs que les autres (TP et STU) pour lesquels on observe une évolution positive en ce qui concerne certaines dimensions (voir tableau 7.4).

TABLEAU 7.4 Impact de l'approche multivariée sur le potentiel créatif des groupes.

	Creative Profiler Pré-test	Creative Profiler Post-test	Évolution CP (dimensions cognitives et conatives)	Facteurs environnementaux	Facteurs émotionnels	Moyenne des notes (S1-S2)	Note finale du produit
TP	++	++	Stable	Stabilité (++)	++	5,5	5,5
STU	++	++	Stable	Stabilité (++)	++	5,0	5,0
Assoc	+-	+-	Amélioration	Tensions (-)	+-	4,7	5,0
PME	+-	--	Négative	Dégradation (+-)	-	5,5	5,0
Multi	--	---	Négative	Fortes tensions (--)	--	4,1	3,5

Comme nous l'avons remarqué, lors d'un processus de conception collectif, la prise en compte de tous les facteurs identifiés par Lubart *et al.* (2015) dans son approche multivariée devient primordiale. Il convient néanmoins de ne pas sous-estimer les facteurs environnementaux et émotionnels qui peuvent être facilitateurs ou inhibiteurs du développement du potentiel créatif des étudiants et des groupes.

Les objectifs d'apprentissage au sein du master Innokick, dont la capacité à développer des produits innovants, sont ainsi réalisés à travers une forme médiatrice entre les objets d'apprentissage et les étudiants (Capron Puozzo, 2016b) que sont les prototypes. Ce transfert s'est concrétisé pour une grande partie des groupes. Les prototypes développés ont notamment permis aux étudiants de mieux comprendre la portée des cours théoriques et de les appliquer directement dans la phase projet, en repérant aussi leurs limites le cas échéant. Ils sont devenus plus autonomes et ont pu vivre un processus d'innovation

en intégrant son aspect itératif et en acceptant les constants allers-retours. Finalement, ils ont expérimenté la force de l'interdisciplinarité et les difficultés inhérentes au travail de groupe.

Il est intéressant de rappeler que le processus de conception fait appel à l'utilisation de différents artefacts, qu'il s'agisse de dessins, de graphiques, d'images, de maquettes ou de prototypes adaptés aux différentes étapes du processus (Darses, 2009). Ces prototypes évoluent au fur et à mesure du processus et ont des fonctions à la fois cognitives et collectives. Au niveau des fonctions cognitives, ces derniers « facilitent la résolution du problème » (*ibid.*). En ergonomie cognitive, les prototypes sont considérés non seulement comme des objets, mais également comme des instruments cognitifs qui matérialisent physiquement la pensée du concepteur. « Situer la représentation externe en une position intermédiaire et médiatrice entre le sujet et sa tâche s'applique à toutes les situations de résolutions de problème abordées par l'ergonomie cognitive, mais en particulier au domaine de la conception. » (*ibid.*, p. 54) Le prototype est ainsi une forme médiatrice dans le cadre de la formation Innokick, car il permet de matérialiser les apprentissages et devient ainsi une passerelle qui renforce le développement de la pensée créative chez l'étudiant, en plus de l'acquisition des savoirs en matière de développement de produits innovants. De plus, les prototypes développés ont une fonction collective qui va au-delà de la modélisation du futur produit ou service, car ils deviennent des objets de médiation. « Ils sont médiateurs parce qu'ils sont vecteurs de la coopération. (...) leur fonction est de présenter les différents points de vue, et de fournir aux acteurs des espaces référentiels communs qui soutiennent la communication. » (*ibid.*, p. 55) Les groupes qui n'ont pas réussi à construire ce référentiel commun n'ont pas réussi à développer des produits finaux de qualité.

Il convient de souligner que seuls les groupes STU, TP et PME ont réussi à utiliser les prototypes comme « forme médiatrice » tout au long du processus. Dans une moindre mesure, le groupe Assoc a eu des difficultés à matérialiser ses idées en un produit cohérent, probablement à cause de la difficulté à créer ce référentiel commun. Quant au groupe Multi, cette matérialisation a été difficile tout au long du processus et, dès la fin du premier semestre, les professeurs encadrants ont dû avoir recours à des intervenants externes pour les aider à développer leur concept qu'ils n'ont, par ailleurs, jamais réussi à s'approprier.

Certaines limites à cette étude méritent d'être soulignées. Même si nous avons pu constater des évolutions significatives sur certaines

dimensions cognitives et conatives entre le début et la fin du processus de conception, l'évolution du potentiel créatif des étudiants ne peut pas être imputée *stricto sensu* au fait d'avoir suivi le master. En effet, il n'a pas été possible de mettre en place un groupe de contrôle afin d'en mesurer les effets, pour des raisons organisationnelles et pratiques. Le fait d'avoir réalisé cette RA sur un terrain réel oblige à prendre en compte tout l'environnement et les variables impliquées ne peuvent pas être isolées aussi aisément que lors d'une recherche expérimentale en laboratoire. C'est à la fois la faiblesse et la richesse de cette étude.

Dans la poursuite de cette recherche-action, le dispositif de formation a été revu compte tenu des conclusions obtenues notamment: en renforçant la partie réflexive, en introduisant un accompagnement systématique individuel et des groupes via des espaces de dialogue et en proposant de la formation interne auprès des intervenants et professeurs afin de les sensibiliser aux difficultés et aux enjeux relationnels que peuvent rencontrer les étudiants dans un tel dispositif de formation.

Conclusion

Cette recherche a permis d'analyser les liens de cause à effet entre les prototypes développés dans un processus de conception non routinier et les facteurs de créativité selon l'approche multivariée décrite par Lubart *et al.* (2015).

Les compétences nécessaires pour le développement d'un prototype, d'une idée à un produit/service commercialisable sont plurielles. Si la créativité est primordiale pour le début du processus de conception, c'est la capacité à innover qui est essentielle par la suite. Comme nous l'avons identifié, certains étudiants ont mieux apprécié le début du processus de conception alors que d'autres ont privilégié la seconde partie où il est question de commercialiser et d'industrialiser le prototype imaginé. Les compétences ne sont pas les mêmes et les profils différents.

Cette recherche-action a également eu l'avantage de mettre en exergue les points forts de cette formation en conception collective en innovation. Par son approche expérientielle et son caractère interdisciplinaire, ce master peut être considéré en soi comme une innovation pédagogique (Cros, 2002). Il convient dès lors de développer et de renforcer son positionnement scientifique en déployant une stratégie de recherche appliquée spécifique.