

Revue des Interactions Humaines Médiatisées

Journal of Human Mediated Interactions

Rédacteurs en chef

Sylvie Leleu-Merviel & Khaldoun Zreik

Vol 17 - N° 2 / 2016



© europia, 2017
15, avenue de Ségur,
75007 Paris - France
<http://europia.org/RIHM>
rihm@europia.org

Revue des Interactions Humaines Médiatisées

Journal of Human Mediated Interactions

Rédacteurs en chef / *Editors in chief*

- Sylvie Leleu-Merviel, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, Laboratoire DeVisu
- Khaldoun Zreik, Université Paris 8, Laboratoire Paragraphe

Comité éditorial / *Editorial Board*

- Thierry Baccino (Université Paris8, LUTIN - UMS-CNRS 2809, France)
- Karine Berthelot-Guiet (CELSA- Paris-Sorbonne GRIPIC, France)
- Pierre Boulanger (University of Alberta, Advanced Man-Machine Interface Laboratory, Canada)
- Jean-Jacques Boutaud (Université de Dijon, CIMEOS, France)
- Aline Chevalier (Université Paris Ouest Nanterre La Défense, CLLE-LTC, France)
- Yves Chevalier (Université de Bretagne Sud, CERSIC -ERELLIF, France)
- Didier Courbet (Université de la Méditerranée Aix-Marseille II, Mediasic, France)
- Viviane Couzinet (Université de Toulouse3, LERASS, France)
- Milad Doueïhi (Université de Laval - Chaire de recherche en Cultures numériques, Canada)
- Pierre Fastrez (Université Catholique de Louvain, GReMS, Belgique)
- Pascal Francq (Université Catholique de Louvain, ISU, Belgique)
- Bertrand Gervais (UQAM, Centre de Recherche sur le texte et l'imaginaire, Canada)
- Yves Jeanneret (CELSA- Paris-Sorbonne GRIPIC, France)
- Patrizia Laudati (Université de Valenciennes, DeVisu, France)
- Catherine Loneux (Université de Rennes, CERSIC -ERELLIF, France)
- Marion G. Müller (Jacobs University Bremen, PIAV, Allemagne)
- Marcel O'Gormann (University of Waterloo, Critical Média Lab, Canada)
- Serge Proulx (UQAM, LabCMO, Canada)
- Jean-Marc Robert (Ecole Polytechnique de Montréal, Canada)
- Imad Saleh (Université Paris 8, CITU-Paragraphe, France)
- André Tricot (Université de Toulouse 2, CLLE - Lab. Travail & Cognition, France)
- Jean Vanderdonckt (Université Catholique de Louvain, LSM, Belgique)
- Alain Trognon (Université Nancy2, Laboratoire InterPsy, France)

Revue des Interactions Humaines Médiatisées

Journal of Human Mediated Interactions

Vol 17 - N°2 / 2016

Sommaire

Editorial

Sylvie LELEU-MERVIEL, Khaldoun ZREIK (Rédacteurs en chef) 1

WoDoMoLEID : un langage de modélisation de domaines de travail pour la conception d'interfaces écologiques

WoDoMoLEID: Work Domain Modeling Language for Ecological Interface Design
Alexandre MOÏSE (1), Jean-Marc ROBERT 3

REMINd : une méthode pour comprendre la micro-dynamique de l'expérience des visiteurs de musées

REMINd : a method to understand the micro-dynamics of the museum visitors experience
Daniel SCHMITT (1), Olivier AUBERT 43

Supports technologiques collaboratifs à la méthode des Personas

Collaborative technological supports to assist Persona method
Jessy BARRE, Stéphanie BUISINE, Jérôme GUEGAN, Frédéric SEGONDS,
Fabrice MANTELET, Améziane AOUSSAT 71

Le virtuel, miroir des représentations du sujet

Virtual reality: a reflection of one's representations
Sophie MALTHET (1), Raphaële MILJKOVITCH 95

Editorial

R.I.H.M., *Revue des Interactions Humaines Médiatisées*, qualifiante en sciences de l'information et de la communication, continue à creuser le sillon de l'interdisciplinarité en croisant les méthodologies et les protocoles autour d'objets partagés. Ainsi ce nouveau numéro propose-t-il une fois encore un empan qui va de la conception des interfaces écologiques aux socialités virtuelles, en passant par l'exposé de deux méthodes originales : une méthode d'enquête qualitative pour comprendre la micro-dynamique de l'expérience d'une personne, et la mise en œuvre de la méthode des Personas.

Le premier article nous vient à nouveau de l'Université de Sherbrooke et complète le travail initial paru dans RIHM volume 16 N° 2 en 2015 concernant les interfaces écologiques. Ce deuxième opus présente cette fois le langage WoDoMoLEID comme nouvelle technique de représentation de domaines de travail pour la conception de telles interfaces. L'article démontre comment cette technique solutionne les deux problèmes associés à la hiérarchie d'abstraction et de décomposition, d'une part, en soutenant la conception d'interfaces écologiques et, d'autre part, en établissant une correspondance directe entre les contraintes du domaine de travail et des composants visuels réutilisables.

Le deuxième article expose REMIND, une méthode d'enquête qualitative pour comprendre la micro-dynamique de l'expérience d'une personne. L'expérience y est abordée en tant que construction de sens et vécu émotionnel. Mise en œuvre et testée sur le terrain de la visite de musée, cette méthode est applicable dans d'autres contextes comme la sécurité et la santé où la construction de sens et les émotions jouent un rôle important dans la prise de décision.

Le troisième article présente deux expérimentations visant à tester l'impact des technologies collaboratives sur l'efficacité de la méthode des Personas. Il en ressort que les technologies support agissent positivement sur la collaboration et la créativité autour de la méthode des Personas, ce qui permet d'optimiser la phase d'anticipation des besoins des utilisateurs. Sont alors discutés les avantages et les inconvénients de l'usage de ces technologies dans les projets de conception.

Enfin, le dernier article considère les réseaux sociaux virtuels et les jeux en ligne massivement multijoueurs sous l'angle de l'attachement. Il examine ainsi la manière dont la psychologie peut éclairer et aider à comprendre ce qui détermine les modes d'utilisation de ces nouveaux médias. Les hypothèses posées ont été mises à l'épreuve à travers une recherche sur Facebook parmi un échantillon d'adolescents et de jeunes adultes.

Nous vous souhaitons à toutes et à tous une très bonne lecture et nous vous remercions de votre fidélité.

Sylvie **LELEU-MERVIEL** et Khaldoun **ZREIK**
Rédacteurs en chef

Supports technologiques collaboratifs à la méthode des Personas

Collaborative technological supports to assist Persona method

Jessy BARRE (1), Stéphanie BUISINE (2), Jérôme GUEGAN (3), Frédéric SEGONDS (1), Fabrice MANTELET (1), Améziane AOUSSAT (1)

(1) Arts et Métiers ParisTech, LCPI, 151 boulevard de l'Hôpital, Paris, France
jessy.barre@gmail.com

(2) EL.CESI Paris-Nanterre, 93 boulevard de la Seine, Nanterre, France

(3) Université Paris Descartes, LATI, 71 avenue Edouard Vaillant, Boulogne Billancourt, France

Résumé. Nous présentons dans cet article deux expérimentations visant à tester l'impact des technologies collaboratives sur l'efficacité de la méthode des Personas. Dans une première expérimentation, 24 concepteurs ont utilisé la méthode des Personas pour anticiper les besoins utilisateurs relatifs à la conception d'un objet communicant. Ces participants étaient affiliés à l'une ou l'autre des conditions expérimentales suivantes : avec ou sans Table Interactive. Dans une seconde expérimentation, nous avons demandé à 12 concepteurs de l'entreprise Alstom Transport de générer des besoins utilisateurs relatifs à l'introduction des Smart Windows dans les transports en commun. Les sessions de travail ont été réalisées dans un Environnement Virtuel Collaboratif (ou MUVE en Anglais) : Second Life. Il ressort de ces expérimentations que les technologies support agissent positivement sur la collaboration et la créativité autour de la méthode des Personas, ce qui permet d'optimiser la phase d'anticipation des besoins des utilisateurs. Nous discutons les avantages et les inconvénients de l'usage de ces technologies dans les projets de conception.

Mots-clés. Anticipation des besoins, Persona, Technologie, Table Interactive, MUVE.

Abstract. In this paper, we present two experiments to test the impact of collaborative technology to support the Persona method. In the first experiment, 24 designers used the Persona method to anticipate user needs for the design of an ambient device. These participants were affiliated with one or other of the following experimental conditions: with or without interactive Tabletop. In a second experiment, we asked at 12 designers of Alstom Transport company to generate user requirements related to the introduction of the Smart glass in public transportation. The working sessions were conducted in a multi-user virtual environments (MUVE): *Second Life*. It appears from these experiments that the technological supports positively affect collaboration and creativity with the

Persona method, and optimized the Requirements analysis phase and particularly the collection of user needs. Finally, we discuss of the advantages and disadvantages of the use of these technologies in design projects.

Keywords. Requirements analysis, Persona, Technology, Tabletop, MUVE.

1 Introduction

Selon le cabinet d'étude Gartner, il y aura dans chaque foyer plus de 500 objets connectés à l'horizon 2020-2025, ce qui représente des milliards d'objets connectés à travers le monde et une réelle opportunité de croissance (Jones, 2014). Les objets connectés, ou *Smart Objects* en Anglais, sont des nouveaux objets de la vie quotidienne (Bouhaï & Saleh, 2017). Il peut s'agir d'innovations de ruptures qui n'existaient pas avant (ex : capteur pour plantes de Parrot), mais également des produits relevant d'innovations incrémentales, c'est-à-dire qu'ils intègrent une évolution vis-à-vis de leurs prédécesseurs (ex : frigo *T9000* de Samsung). Ces objets représentent une véritable opportunité d'innovation dans de nombreux secteurs économiques (Le Nagard, Manceau & Morin-Delerm, 2015). Dans le monde des loisirs, on peut citer le dernier né de la firme Sphero conçu en partenariat avec Walt Disney, le *Droïde BB-8* contrôlable avec un Smartphone, qui a été un des Best-seller de Noël 2015 (Robertson, 2015). Les *Smart Objects* peuvent également être dédiés aux services en proposant par exemple un contrôle énergétique de l'habitat ou une aide à la personne, comme le projet ROMEO de la firme Aldebaran qui propose un robot humanoïde destiné à l'assistance aux personnes âgées ou en perte d'autonomie (ex : aide à la prise de médicaments, alerte en cas de chute...). Enfin, les *Smart Objets* sont aussi susceptibles d'apporter une aide à l'activité dans de nombreux secteurs professionnels, comme la maintenance, le commerce, le transport (Gubbi, Buyya, Marusic & Palaniswami, 2013), ou encore la gestion de crise (Deak, Curran, Condell, Asimakopoulou & Bessis, 2013). La stratégie d'innovation des entreprises est alors primordiale pour concevoir ces objets qui n'existent pas encore. Au niveau stratégique, nous pouvons observer trois profils qui caractérisent l'approche de l'innovation au sein des différentes structures : les *Technology Drivers*, les *Market Readers* et les *Need Seekers* (Jaruzelski, Staack & Goehle, 2014). La dernière stratégie d'innovation, présente chez Apple ou Procter & Gamble, est la plus récente. Elle est actuellement reconnue comme la plus performante en atteignant des performances financières supérieures au fil du temps (Péladeau, Romac, Rozen & Sevin, 2013). Cette stratégie suppose d'adopter une démarche anthropocentrée en anticipant notamment les besoins futurs afin d'encourager le développement d'innovations, mais également d'optimiser les méthodes ou les outils existant jusqu'alors. L'anticipation des besoins et usages des utilisateurs vis-à-vis des nouveaux produits comme les objets connectés, devient donc un atout pour les entreprises. La démarche de conception de produits peut être synthétisée en 4 phases : l'analyse du besoin, la conception générale, la conception détaillée et la fabrication (Pahl & Beitz, 1996). En conception innovante, les phases amont sont importantes car elles se répercutent sur le déroulement du projet, sur la qualité du système développé et sur les utilisateurs finaux (Koen *et al.*, 2002 ; Von Hippel, 2005). L'analyse des besoins est alors considérée comme une étape charnière pour le développement de nouveaux produits (Anastassova, 2006 ; Rejeb, 2008), c'est également dans cette phase que l'équipe de conception possède une liberté d'action importante (Ullman, 1992). Les méthodes et les outils utilisés dans cette étape peuvent être divisés en deux catégories : le recueil des besoins

connus (Analyse de marché, Analyse Fonctionnelle, Benchmarking...) et la génération de nouveaux besoins (Méthode de créativité, Personas, Jeux de Rôles...). La méthode des Personas a été créée par Cooper (1999), puis développée notamment par Pruitt et Grudin (2003) ainsi que Pruitt et Adlin (2006). Un Persona est un archétype d'utilisateur à qui on a donné un nom et un visage, et qui est décrit avec attention en termes de besoins, de buts et de tâches (Blomquist & Arvola, 2002). Cette méthode repose sur un mécanisme d'empathie qui aide les concepteurs à générer des besoins et des concepts adaptés aux utilisateurs cibles. Le processus d'empathie qui résulte de l'analyse des Personas, permettrait au concepteur de ressentir et d'interpréter les comportements et les émotions des utilisateurs (Antle, 2006 ; Bornet & Brangier, 2013). Des informations sur les utilisateurs et les situations existantes ou analogues sont récupérées en amont puis catégorisées afin de créer les profils des Personas. On y intègre également des détails fictifs afin de rendre le Persona plus complet et vivant (nom, photographie, adresse postale...). Les Personas sont généralement représentés par des fiches comprenant des informations sur les utilisateurs cibles du produit en développement. Ces fiches sont alors utilisées par les concepteurs comme source d'inspiration afin d'identifier les besoins utilisateurs, les fonctions du produit et les futurs usages. La génération des idées peut par exemple être menée à la manière d'un Brainstorming, les idées étant transcrites sur papier ou directement sur un fichier Excel. Certains auteurs proposent également de créer des « goodies », comme des tasses à café, des Tee-shirts, ou encore des silhouettes en carton autour de leur Personas qui seront intégrés dans l'environnement de l'équipe de conception (Pruitt & Adlin, 2006). La méthode des Personas est principalement utilisée dans les projets de conception de produit, en permettant de stimuler la créativité des participants et d'anticiper de nouvelles idées (Bornet-Christophe, 2014). Mais cette méthode peut également être utile dans les projets de conception des situations de travail. Bornet, Tribbia et Brangier (2013), utilisent la méthode des Personas dans une démarche de prévention des TMS dans une entreprise de BTP. Cette méthode aurait permis d'obtenir des résultats intéressants concernant les formations et l'aspect organisationnel du travail. Nous proposons dans cet article d'utiliser des supports technologiques collaboratifs, une Table Interactive et un Environnement Virtuel Collaboratif, afin d'assister les concepteurs lors de l'utilisation de la méthode des Personas.

2 Etat de l'art

Les équipes de conception sont généralement pluridisciplinaires (Aoussat, 1990), avec des métiers transverses à la conception (ingénieurs, designers, ergonomes, experts marketing) et des spécialités (informatique, science des matériaux, qualité...). Chaque domaine possède ses propres compétences : théories, méthodologies, méthodes et outils (Garrigou, Thibault, Jackson & Mascia, 2001 ; Lahonde, 2010). Cette particularité est un vecteur d'innovation pour ces équipes de conception (Duchamp, 1999 ; Cagan & Vogel, 2002), notamment grâce à la collaboration entre ces différents métiers (Riboulet, Marin & Leon, 2002 ; Maranzana, Gartiser & Caillaud, 2008). Pour Darses et Falzon (1996), les concepteurs peuvent suivre un même but et donc travailler conjointement (on parlera alors de co-conception), ou bien les concepteurs travaillent simultanément mais en suivant des objectifs différents (on parlera alors de conception simultanée ou distribuée). Mais dans ces deux situations, le travail est collectif puisque la coopération et la communication entre les métiers ponctuent chaque étape du

processus de conception. Pour Soubie, Buratto et Chabaud (1996), la coopération est le processus de raisonnements et/ou de mise en commun de connaissances dans le cadre de la résolution de problèmes. La communication (Darses & Falzon, 1996 ; Favier, 1998), concerne quant à elle le dialogue et/ou l'interaction entre deux ou plusieurs individus, directement (face à face) ou indirectement (ex : communication médiée), verbale ou non-verbale (ex : activité gestuelle). Les TIC dans leur ensemble permettent de soutenir cette collaboration en favorisant les échanges entre les concepteurs (Vacherand-Revel, 2007). Les technologies participent donc à la mutation des activités professionnelles dans tous les domaines socioéconomiques : les tablettes tactiles pour l'enseignement (Eduscol, 2012), les projets de télémédecine (Demartinesa *et al.*, 2000) etc.. En effet, les artefacts graphiques, mécaniques ou encore numériques sont utilisés comme des supports de cognition externalisée (Rogers, 2004) afin d'améliorer la performance dans une activité donnée. Ces technologies permettent donc d'améliorer la collaboration, présente ou à distance. Des collaborateurs éloignés géographiquement peuvent communiquer et travailler ensemble dans le cadre d'équipes distribuées (Michinov, 2008). Pour Burkhardt et Lubart (2010), le support informatique et le développement des nouvelles technologies permettraient également de soutenir l'activité créative. Des logiciels, comme les systèmes de Brainstorming électronique (Gallupe, Dennis, Cooper, Valacich, Bastianutti & Nunamaker, 1992), des tableaux ou écrans électroniques (Gericke, Gumienny & Meinel, 2012), ou encore des tables interactives (Hilliges *et al.*, 2007) ont été développés et sont régulièrement testés dans le cadre de projet collaboratifs et/ou créatifs. Les *groupwares* du type *electronic meeting rooms* et *group decision systems* (Ellis, Gibbs & Rein, 1991 ; Caelen, Jambon, & Vidal, 2005) sont utilisés depuis plusieurs années pour dépasser les limites de la communication humaine, et notamment le phénomène de blocage de la production (Diehl & Stroebe, 1987 ; Michinov & Primois, 2005). Certains types d'interfaces ont été conçus pour augmenter les leviers sociocognitifs de la créativité : par exemple la visualisation des associations d'idées pour augmenter la stimulation cognitive (Afonso Jaco, Buisine, Barré, Aoussat & Vernier, 2013) ou encore le feedback de performance en temps réel pour augmenter la comparaison sociale (Schmitt, Buisine, Chaboissier, Aoussat & Vernier, 2012).

Les Environnements Virtuels sont également de nouveaux dispositifs permettant de soutenir le travail collaboratif mais également d'impacter la créativité de l'individu ou du groupe. La collaboration dans un monde virtuel, aussi appelé Environnement Virtuel Collaboratif, *Multi-Users Virtual Environment* (MUVE) ou *Metaverse technology*, permet aux utilisateurs d'interagir dans un univers en trois dimensions à travers l'utilisation d'avatars (Davis, Murphy, Owens, Khazanchi & Zigurs, 2009 ; Boughzala, De Vreede & Limayem, 2012). Le développement d'environnements virtuels, tels que *Second Life*, a permis de faire émerger des études visant à améliorer la collaboration interne à l'entreprise (entre concepteurs ; Maher, Rosenman, Merrick, Macindoe & Marchant, 2006), mais aussi externe avec la participation des utilisateurs finaux comme source potentielle d'innovation (Kohler, Fueller, Stieger & Matzler, 2011). Plusieurs avantages sont cités comme la flexibilité de l'outil (travail à distance, création d'environnement et d'avatars personnalisés...), l'amélioration de l'interaction entre les individus (Churchill & Snowdon, 1998) ou encore les effets positifs sur la créativité, notamment concernant les effets des environnements virtuels et des avatars (Uribe Larach & Cabra, 2010 ; Pepler & Solomou, 2011 ; Alahuhta, Nordbäck, Sivunen & Surakka, 2014). L'apparence des représentations digitales de soi (avatars) peut moduler les comportements des utilisateurs et impacter leurs performances créatives ; les avatars pourraient alors

modifier la représentation de l'utilisateur afin de se conformer à l'identité de l'avatar, c'est ce que l'on appelle le *Proteus Effect* (Yee & Bailenson, 2007 ; Guegan, Buisine & Collange, 2017). Le *Proteus Effect* se base sur les théories sociales de l'auto-perception de (Bem, 1972) et de la déindividuation (Festinger, Pepitone & Newcomb, 1952). Dans la première, l'individu développe des attitudes en observant son propre comportement et ses propres émotions, il est donc considéré comme un observateur extérieur. Quant à la seconde, elle se caractérise par un affaiblissement de la conscience de soi au profit des attentes du groupe. Dans l'idée d'une représentation virtuelle de l'individu, la désindividuation accentue l'auto-perception, ce qui amène le sujet à s'auto-influencer et rationaliser ses comportements en lien avec l'identité constituée par l'avatar et les attentes des interlocuteurs (Guegan & Michinov, 2011). Le recours à des avatars particuliers comme des inventeurs dans les sessions de travail collaboratives et créatives permettrait aux concepteurs de générer davantage d'idées innovantes (Guegan, Buisine, Mantelet, Maranzana & Segonds, 2016).

Concernant le recours à une Table Interactive pour la génération de nouveaux besoins, plusieurs travaux ont démontré l'influence bénéfique de son utilisation lors des phases de créativité, notamment concernant la divergence (Buisine, Besacier, Najm, Aoussat & Vernier, 2007 ; Buisine, Besacier, Aoussat & Vernier, 2012 ; Afonso Jaco, Buisine, Barré, Aoussat & Vernier, 2013). Ces travaux révèlent une augmentation de l'originalité des idées énoncées, tout en favorisant la motivation et la satisfaction des participants. Un des avantages conséquents des Tables Interactives concerne également la flexibilité de leurs interfaces, ces dernières peuvent proposer des évolutions de design, d'organisation ou encore de fonctionnalités. Pour les Environnements Virtuels Collaboratifs, de récentes recherches estiment qu'ils sont engageants et attractifs pour les participants (Franceschi, Lee & Hinds, 2008 ; Boughzala, De Vreede & Limayem, 2012), notamment grâce à la crédibilité et/ou le réalisme du monde virtuel et des avatars. Il semblerait qu'ils aient un impact sur le sentiment d'immersion et de présence (Burkhardt, Bardy & Lourdeaux, 2003 ; Brogni, Vinayagamoorthy, Steed & Slater, 2007 ; Carr & Oliver, 2010). L'engagement vis-à-vis de ces technologies pourrait s'expliquer par la notion de *Flow* (Csikszentmihalyi, 1996 ; Franceschi, Lee & Hinds, 2008 ; Boughzala, De Vreede & Limayem, 2012), qui se caractérise par une hyperconcentration, un sentiment de contrôle, une perte de la notion du temps et de la conscience de soi. Pour atteindre cet état, il faut que l'activité soit autotélique, c'est-à-dire motivante de façon intrinsèque, que ses objectifs soient clairs et qu'il y ait un bon équilibre entre le challenge à relever et ses propres compétences (Csikszentmihalyi, 1997). Les activités ludiques en général permettent de créer les conditions du *Flow*, et celles-ci sont ensuite susceptibles d'améliorer les performances à la tâche. Le *Flow* est également fréquemment mesuré dans les interactions hommes/machines (Ghani, 1995 ; Hoffman & Novak, 1996) et permet de favoriser la communication, l'apprentissage ou encore la satisfaction (Finneran & Zhang, 2005).

Nous présentons dans cet article deux expérimentations visant à développer deux innovations de *Smart Object* pour nos partenaires industriels : un objet communicant pour favoriser l'adoption de gestes éco-responsables pour l'entreprise E3D-Environnement et une vitre connectée pour l'entreprise Alstom Transport qui sera intégrée dans leurs véhicules de transports en commun. Pour cela, nous avons utilisé la méthode des Personas sur deux supports technologiques collaboratifs, une Table Interactive favorisant la motivation et la collaboration, ainsi qu'un Environnement Virtuel Collaboratif, favorisant l'immersion. Sur la base des

différents éléments de notre état de l'art, nous pensons que l'utilisation de tels supports technologiques permettrait d'améliorer la phase d'anticipation des besoins pour le développement des *Smart Objects* de nos partenaires industriels. En effet, comme la dimension ludique est une caractéristique intrinsèque des technologies numériques et interactives (Vial, 2014), nous supposons donc que ces supports peuvent être des vecteurs d'innovation adaptés à ce type de projet.

3 Expérimentation 1

L'objectif de cette expérimentation est d'associer la méthode des Personas à une Table Interactive, afin d'augmenter l'efficacité de l'anticipation des besoins. Cette expérimentation a été menée dans le cadre du développement d'un objet communicant pour aider les citoyens à adopter des gestes éco-responsables. Cet objet, développé par l'entreprise E3D-Environnement, s'inscrit dans la continuité du projet GD6D™, une plate-forme internet visant à aider les citoyens dans l'adoption de gestes éco-responsables (conseils sur le tri des déchets, réutilisation des sacs plastiques...). L'objectif est de créer un objet, qui serait un prolongement de la plateforme, à intégrer dans l'environnement familial des citoyens/utilisateurs.

3.1 Participants

Nous avons demandé à 24 concepteurs (étudiants, doctorants, chercheurs ou praticiens en ingénierie, design et ergonomie), d'anticiper les besoins des futurs utilisateurs (matérialisés en Personas) de l'objet communicant. Il y avait 15 hommes et 9 femmes, âgés de 22 à 37 ans (27 ans en moyenne). Les participants ont été répartis en 8 équipes de 3 concepteurs : 4 équipes ont généré les besoins des Personas sur une Table Interactive et les 4 autres équipes sur des Post-It papier. Nous avons veillé à composer des groupes mixtes, avec la présence de deux profils métiers différents dans chaque groupe : ingénieur(s)/ergonome(s), ingénieur(s)/designer(s) ou designer(s)/ergonome(s).

3.2 Matériel et procédure

Les sessions de génération d'idées étaient réalisées sur un support de Post-It papiers, ou sur un support de Post-It digitaux via la Table Interactive (voir Figure 1). Ces deux supports constituaient les deux conditions expérimentales de notre étude.



Figure 1. L'interface de notre Table Interactive lors d'une session de travail

En amont à la génération des besoins, nous avons récolté des informations sur les utilisateurs de la plateforme GD6D auprès de notre partenaire E3D-Environnement afin de créer nos Personas. Ces utilisateurs sont susceptibles d'être les futurs clients du produit. Des questionnaires avaient été réalisés par E3D-Environnement auprès de ses clients pour constituer une base de données relative à leurs caractéristiques et habitudes (habitudes de tri du plastique ou du verre, achat de produits écologiques, consommation d'eau ou d'électricité...). Nous avons constitué 5 Personas : Emilie une étudiante, Hugo un mécanicien, Pierre un médecin, Danielle une employée et Jean un retraité (voir Figure 2). Ces Personas étaient présentés aux participants sur des feuilles imprimées A4 dans les deux conditions expérimentales. Les sessions de travail ont eu lieu dans une salle d'expérimentation de notre laboratoire où était installée la Table Interactive. Les participants devaient lire les profils et générer les besoins relatifs à chaque Persona pendant une durée de 60 minutes (12 minutes par Persona). Les idées étaient notées sur des Post-It papiers (condition Post-It) ou digitaux (condition Table Interactive), une idée par Post-it. L'ordre de présentation des Personas a été contrebalancé sur l'ensemble des groupes.

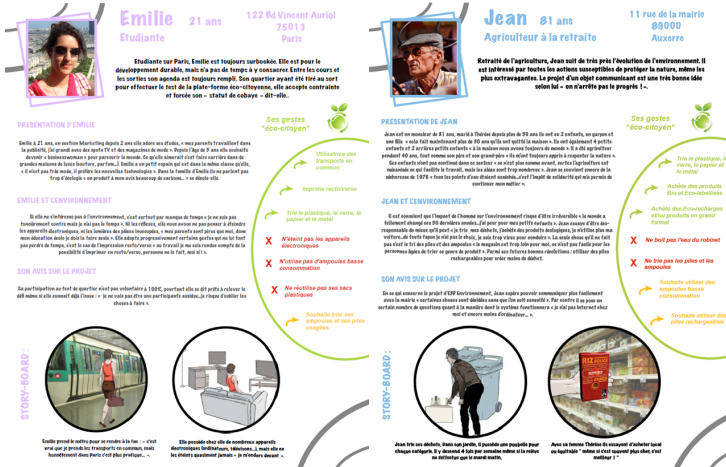


Figure 2. Emilie, une étudiante de 21 ans, et Jean, un agriculteur à la retraite de 81 ans : deux des Personas créés pour l'expérimentation

3.3 Evaluation

Pour évaluer l'efficacité des deux conditions expérimentales, nous avons retenu quatre variables : la Fluence (c'est-à-dire le nombre d'idées générées sans les répétitions intragroupes), l'Originalité (c'est-à-dire les besoins qui apparaissent une seule fois dans l'ensemble du corpus de tous les groupes, c'est le facteur de rareté statistique), l'Utilité (qui représente l'avantage significatif de ce besoin en termes d'efficacité, de coût etc.) et la Faisabilité technique des idées (qui représente la possibilité pour l'entreprise d'implémenter une fonction qui répondra à ce besoin). Ces variables s'inspirent des critères fréquemment utilisés dans la littérature pour l'évaluation de la production créative (Osborn, 1963 ; Torrance, 1966 ; Casakin &

Kreitler, 2005 ; Bonnardel, 2006). Pour les deux derniers critères, l'évaluation des items a été réalisée *a posteriori* sur une échelle de Likert en 5 points. Cette évaluation a été réalisée par E3D-Environnement, sur la base de leur stratégie d'entreprise et de la connaissance de leurs clients.

Enfin, un questionnaire de satisfaction a été distribué à chacun des participants afin de relever leur impression sur l'exercice réalisé : satisfaction de la méthode utilisée, auto-évaluation de la session de travail, comparaison de l'efficacité de la méthode utilisée vis-à-vis des autres méthodes connues et évaluation globale de la méthode utilisée.

3.4 Résultats

Nous avons obtenu un corpus final de 1223 besoins. Après avoir supprimé les répétitions intra-groupes, le corpus contenait 1083 items, avec 734 besoins générés pour la condition Table Interactive (183.5 en moyenne par session) et 349 besoins générés pour la condition Post-It (87.25 en moyenne par session). Nous avons réalisé un test T de Student pour vérifier notre hypothèse. La différence entre les deux conditions expérimentales se révèle significative ($t(6) = 5.708 ; p < .001$) pour la variable de Fluence (voir Figure 3). Parmi les besoins les plus énumérés par les participants, nous pouvons citer les items suivant : « Donner sa consommation énergétique en temps réel », « Donner des recettes avec légumes et fruits de saison », « pouvoir commander des médicaments à distance » ou encore « Être nomade/transportable ». Le nombre d'idées originales s'élevait à 825 items, avec 570 besoins originaux pour la condition Table Interactive (142.5 en moyenne par session) et 255 besoins originaux pour la condition Post-It (63.75 en moyenne par session). La différence entre nos deux conditions expérimentales est également significative pour la variable Originalité ($t(6) = 5.292 ; p < .01$; voir Figure 3). Pour les variables qualitatives (Utilité et Faisabilité Technique), nous avons comptabilisé les besoins évalués comme très utiles (score d'utilité supérieur ou égal à 4), car ils vont permettre à l'entreprise de structurer sa stratégie d'innovation à long terme, ainsi que les besoins qui sont à la fois très utiles et très faisables (score ≥ 4 sur les deux dimensions) car ceux-ci peuvent être intégrés au produit à court terme. 562 besoins très utiles ont été générés (soit environ 52% du corpus), avec parmi eux 426 besoins très faisables (soit 39% du corpus). Ces items proviennent en majorité de la condition Table Interactive : 360 besoins très utiles (90 en moyenne par session) contre 202 (50.5 en moyenne par session) dans la condition Post-It ($t(6) = 3.388 ; p < .05$). Le nombre de besoins à la fois très utiles et très faisables s'élève à 280 dans la condition Table Interactive (70 en moyenne) et 146 (36.5 en moyenne) dans la condition Post-It ($t(6) = 3.289 ; p < .05$).

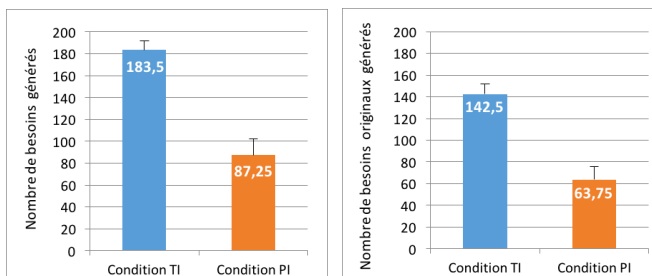


Figure 3. Moyenne et erreur-type du nombre de besoins générés pour les variables de Fluence (à gauche) et d'Originalité (à droite) pour nos deux conditions expérimentales : TI (Table Interactive) et PI (Post-It)

Concernant les questionnaires de satisfaction, l'analyse des résultats laisse apparaître de grandes similarités entre les deux conditions expérimentales. L'évaluation sur une échelle en 5 points de la méthode utilisée, laisse ressortir une égalité parfaite entre les deux conditions (3.91/5). Pour les questions ouvertes (ex : « *Avez-vous apprécié cette méthode ?* »), les participants ont évoqué la possibilité de « *projection sur les futurs utilisateurs* » ainsi que « *l'anticipation des besoins pour les projets d'innovation* », d'un côté comme de l'autre car ils font référence à la méthode des Personas commune aux deux conditions. Les adjectifs tels que « *Efficace* », « *Simple* » et « *Pertinent* » sont également fréquemment énumérés dans les deux conditions expérimentales. Cependant l'aspect « *Ludique* » est évoqué 5 fois dans la condition Table Interactive contre 2 fois dans la condition Post-It, ce qui nous laisse supposer que l'aspect ludique est amplifié lorsque les participants utilisent la Table Interactive.

3.5 Discussion

Les résultats révèlent une augmentation significative du nombre d'idées produites dans la condition Table Interactive par rapport à la condition Post-It. Cette différence se retrouve également pour la variable Originalité avec davantage d'idées uniques générées sur le support technologique. De plus, la Table Interactive a permis de générer significativement plus d'items stratégiques, très Utiles et Très faisables, deux caractéristiques indispensables pour l'acceptation du futur produit par les utilisateurs et pour le bon déroulement du processus de conception. Ces résultats font de la Table Interactive un outil plus efficace pour l'anticipation des besoins. Cependant le niveau de satisfaction des participants ne reflète pas cet avantage car l'appréciation générale est positive dans les deux conditions expérimentales. Soit la méthode des Personas, qui est considérée dans la littérature comme une méthode agréable à utiliser (Pruitt & Adlin, 2006), a rendu les deux exercices ludiques pour les participants, soit son influence s'initie de manière implicite sans que les participants n'en aient pleinement conscience. Peut-être que si les participants avaient expérimenté les deux conditions, des différences plus franches seraient apparues. En effet, les participants viennent plus volontiers donner de leur temps et contribuer à une séance de travail lorsque celle-ci se déroule sur une Table Interactive, la motivation individuelle des participants est donc plus importante d'entrée de jeu. Cette technologie joue donc sur le caractère autotélique de l'activité, lié au sentiment de *Flow* : son utilisation constitue en quelque sorte une récompense pour le participant lié à son investissement dans l'activité. La collaboration entre les participants a également été plus importante dans la condition Table Interactive, avec davantage d'échanges verbaux et de rebondissements sur les idées des autres. Des études antérieures menées dans notre laboratoire (Buisine, Besacier, Aoussat & Vernier, 2012), montrent que le support de Table Interactive aide les participants à créer une dynamique de groupe notamment avec une collaboration plus démocratique et l'instauration d'une cohésion de groupe. Les participants découvrent ensemble les fonctionnalités de la Table Interactive, discutent entre eux des éléments de l'interface qui leur plaisent ou ne leur plaisent pas. Automatiquement ils brisent la glace, ce qui constitue un point d'entrée primordial dans les sessions de travail de groupes lorsque les participants ne se connaissent pas. Ce partage d'informations, entre les participants, aurait donc permis de favoriser la stimulation cognitive (Dugosh, Paulus, Roland & Yang, 2000). Le caractère ludique de cet exercice a donc permis de développer des besoins novateurs pour notre partenaire industriel. Pour Van Gundy (2005), un environnement amusant provoquant gaieté et humour affecte la quantité et l'originalité des idées produites. Le support de Table Interactive aurait donc

renforcé voire décuplé le caractère ludique de l'activité. En effet, ce type de supports est considéré comme plus attractif, à l'image du concept de « *Playsir* » développé par Vial (2014), ce qui pourrait donc agir sur l'anticipation de nouveaux besoins et la créativité de l'équipe de conception. Il nous semble donc que le support technologique soit bien la principale source d'amélioration des performances dans cette expérimentation, grâce à sa ludogénéité qui agit positivement sur le comportement individuel et collectif. Cependant, notre population se situe dans une tranche d'âge qui pourrait être sensible à l'aspect ludique (jeunes étudiants). Nous pourrions vérifier cela avec notre seconde expérimentation puisque la tranche d'âge est plus large (39 ans en moyenne).

Nous avons souhaité dans une seconde expérimentation évaluer un autre support technologique pour l'anticipation des besoins utilisateurs, notamment afin d'approfondir les questions relatives à l'apparition du *Flow* chez les participants.

4 Expérimentation 2

L'objectif de cette seconde expérimentation est de tester la pertinence de l'utilisation d'avatars pour la méthode des Personas, mais aussi d'explorer l'influence des Environnements Virtuels Collaboratifs sur l'anticipation des besoins utilisateurs, à travers la mesure du *Flow* des participants. En effet, une des conclusions de notre première expérimentation était que le caractère ludique de la technologie avait pu jouer un rôle important dans l'augmentation de la performance notamment grâce à l'apparition du *Flow* chez les participants (Csikszentmihalyi, 1996). Nous avons alors souhaité dans cette seconde expérimentation contrôler la présence et l'intensité de cet état mental chez les participants à travers l'utilisation d'un Environnement Virtuel Collaboratif, *Second Life*. Par ailleurs, nous souhaitons analyser l'influence des avatars sur la production des concepteurs lors d'un projet industriel. Comme nous l'avons vu précédemment, de récentes recherches nous indiquent que l'apparence de l'avatar influence les comportements et la représentation de soi des participants, c'est ce qu'on appelle l'effet *Proteus* (Yee & Bailenson, 2007 ; Guegan, Buisine, Mantelet, Maranzana & Segonds, 2016). Nous souhaitons tester ici deux déclinaisons de cet effet : un *Proteus* créatif, opérationnalisé en proposant des avatars d'inventeurs aux participants (Guegan, Buisine, Mantelet, Maranzana & Segonds, 2016), et un *Proteus* empathique, en proposant des avatars de Personas aux participants. Cette expérimentation a été réalisée dans le cadre d'un projet pour la société Alstom Transport afin d'imaginer les applications et usages potentiels de la technologie des *Smart Windows* (ou verre intelligent) dans les trains, tramway et métros.

4.1 Participants

Deux sessions de travail, avec deux groupes de concepteurs d'Alstom Transport, ont été menées dans le but d'imaginer les besoins des utilisateurs de transports en commun vis-à-vis de la technologie des *Smart Windows*. Il y avait 12 hommes âgés de 22 à 59 ans (39 ans en moyenne) représentant les métiers de l'innovation (5 participants), de l'ingénierie système (3 participants), de l'ergonomie (2 participants), de la R&D (1 participant) et des ventes (1 participant).

4.2 Matériel

Nous avons attribué un avatar à chaque concepteur (voir Figure 4). Deux catégories d'avatars ont été constituées, un groupe d'avatars représentant des inventeurs (Condition Inventeurs) et un autre groupe d'avatars représentant des utilisateurs finaux (Condition Personas).



Figure 4. Avatars représentant des Inventeurs (à gauche) et des Utilisateurs/Personas (à droite), que nous avons utilisés dans notre étude

Les avatars représentant les utilisateurs finaux ont été créés à partir de profils de Personas réalisés en amont de l'étude. Des observations ouvertes dans le métro, le tramway et les trains ont été réalisées afin de récolter des informations sur les usagers de transports en commun que nous avons croisés avec des données internes de chez Alstom. 6 Personas ont alors été constitués : Anne une mère de famille, Joseph un retraité (voir Figure 5), Baptiste un étudiant en pharmacie, Jonathan un chef de projet informatique, Noa une petite fille en classe de CM2 et Eric un contrôleur SNCF.

Anne - 33 ans
Responsable marketing
 88 rue Saint-Pierre
 13008
 Marseille

Anne est responsable marketing dans une grande entreprise située à Marseille. Elle a deux enfants, Noa (10 ans) et Zoé (6 mois), ce qui ne l'empêche pas d'être active dans chaque rôle - j'ai toujours aimé les défis - plaisants-ils.

Anne et les transports

Pour se rendre sur son lieu de travail elle prend une des deux lignes qui coupe le métro de Marseille, ce métro n'est pas très grand mais il est très utile aux marseillais - Pour son travail il lui arrive de prendre également le TGV pour monter sur la capitale, - arrive deux fois par mois - Anne est une collégue de travail prenant le plus souvent un car pour pouvoir discuter tout au long du trajet.

En dehors de cadre professionnel, Anne rend régulièrement visite à sa famille restée sur la région Provençale, - dans le cadre de son travail prendre le train n'est pas compliqué mais c'est une autre histoire le week end... En effet lorsque toute la famille embarque dans le train, entre les enfants et la myriade de bagages ce n'est pas toujours très facile, - un vrai casse-tête - selon elle. Mais le plus dur semble être de gérer la petite dernière pendant les trois heures de trajet. Les roules de train, le bruit et la température du wagon, le soleil qui tape sur les fenêtres...

*Voyager régulier
 Métro/TGV
 Dans autobus (avec Transport Costo dérivé)*

Joseph - 83 ans
Retraité du secteur Bancaire
 18 rue de la
 Tour
 76018 Paris

Joseph a 83 ans, il a travaillé plus de 40 ans dans le secteur bancaire et 80 ans dans la même agence, - je suis né dans le quartier et il me plaisait bien, je n'avais donc aucune raison de le quitter - d'ailleurs il le nous raconte, Joseph est marié et a 5 enfants et 8 petits enfants.

Joseph et les transports

La première fois que Joseph est monté dans un transport en commun, c'était le tramway Parisien, j'avais 9 ans et c'était le dernier tramway en circulation dans la capitale avant leur disparition totale à la fin des années 20 - Joseph a connu de voir qu'actuellement ce moyen de transport se développe de nouveau depuis quelques années dans la région parisienne. Pour lui le tramway est le transport en commun le plus agréable, - souvent en surface, aucune accousses ni aucun bruit -.

Il aime aussi beaucoup prendre le train, notamment pour rendre visite à ses enfants ou à ses anciens amis qui ont quitté la capitale - j'ai malheureusement de plus en plus de mal à me déplacer, je me vite essouffé et j'ai mal aux jambes - Plus jeune il prenait également le métro, - j'ai essayé il n'y pas si longtemps mais l'attente dehors et les accousses ont fait mal faire perdre l'équilibre, ce n'est plus trop de mon âge...

*Voyager occasionnel
 Métro/Tramway
 TGV/TGV
 Dans autobus*

Figure 5. Deux des Personas développés pour cette étude : Anne et Joseph

Les avatars évoluaient alors dans un environnement virtuel représentant un Paris virtuel (voir Figure 6). Les deux sessions se sont déroulées dans notre laboratoire, sauf pour deux participants qui n'ont pas pu se déplacer (un dans chaque groupe) et qui ont réalisé l'exercice à distance depuis leur bureau. Pour les participants présents, des boxes individuels ont été aménagés : pour garantir la déindividuation, il est en effet nécessaire que les participants ne sachent pas « qui est qui » pour que l'effet *Protens* s'active. Dans chaque boxe était installé un PC de bureau et un guide papier a été distribué à chaque participant, comprenant les codes d'accès au compte de leur avatar, un tutoriel pour l'utilisation de *Second Life*, les profils des Personas (pour la condition Personas) et une présentation synthétique de la technologie de *Smart Windows*. Un premier animateur virtuel était présent afin de guider les participants dans le monde virtuel et leur fournir les consignes de l'exercice. Un second animateur était également là en cas de problème (ex : participant ayant perdu le groupe, déconnexion imprévue... etc.). A la fin de la session, un questionnaire d'évaluation subjective été distribué aux participants. Le

même questionnaire était également redistribué plusieurs semaines après la session afin de vérifier la pérennité des effets dans le temps. Ce questionnaire comprenait des items d'auto-évaluation vis-à-vis de la qualité et de la quantité des idées générées, des items concernant la motivation et la satisfaction des participants et des items visant à vérifier la présence du *Flow* durant la tâche. A partir d'une recherche bibliographique sur les questionnaires de mesure du *Flow* (Ghani, Supnick, & Rooney, 1991 ; Webster, Trevino & Ryan, 1994 ; Ghani, 1995 ; Bakker, 2008), nous avons intégré six questions afin de pouvoir le mesurer le plus finement possible : « *L'outil était ludique* », « *j'ai dû faire des efforts pour rester concentré sur l'activité* », « *lorsque je réalisais l'activité, je ne pensais à rien d'autre* », « *j'étais content de réaliser cette activité* », « *j'ai trouvé cette activité intéressante* », « *j'ai eu des difficultés pour réaliser cette activité* » et « *cette activité m'a permis d'être créatif* ».

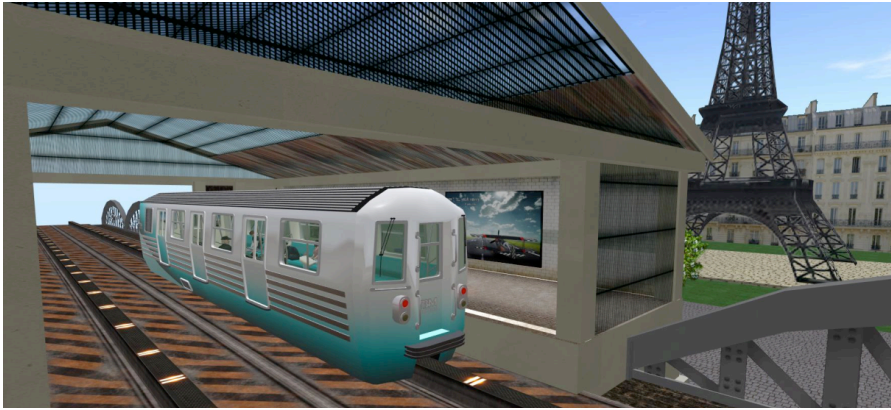


Figure 6. Environnement virtuel représentant un Paris Virtuel. Les participants prenaient place dans le métro afin de réaliser la session de génération d'idées

4.3 Procédure

Chacune des sessions a duré 1h30 : 20 minutes de préparation (présentation, familiarisation avec *Second Life*, déplacements dans les environnements...), 60 minutes de génération d'idées (à travers le chat textuel de *Second Life*) et 10 minutes pour le débriefing et le remplissage du questionnaire d'évaluation subjective. Une fois la phase de préparation terminée, les participants étaient invités à suivre l'animateur dans le monde virtuel. Les avatars prenaient alors place dans un métro afin de passer à la phase de génération des idées dans le chat. Les consignes étaient les suivantes : « *Vous devez trouver des applications de Smart Windows pour l'intimité, la confidentialité, le bien-être, la sécurité et l'activité des utilisateurs de transport en commun (train, tramway, métro...)* ». Les participants étaient alors invités à y répondre pour les six utilisateurs identifiés en amont : une mère de famille, un contrôleur SNCF, un homme d'affaire, un sénior, un étudiant et une petite fille pour la condition Inventeur. Anne, Eric, Jonathan, Joseph, Baptiste et Noa pour la condition Personas. Les groupes consacraient 10 minutes de génération d'idées par utilisateur/persona.

4.4 Evaluation

Notre objectif est ici de comparer la production des deux groupes de participants. L'apparition du *Flow* devrait s'observer dans les deux conditions

expérimentales, tout comme son intensité. Mais nous faisons également l'hypothèse que l'apparence des avatars (Inventeurs *vs* Personas) peut influencer la nature des idées. Comme pour l'expérimentation précédente, nous avons en premier lieu mesuré la Fluence et l'Originalité des idées produites dans les deux groupes (Osborn, 1963 ; Torrance, 1966). Nous avons également évalué l'Utilité des items générés (Casakin et Kreitler, 2005 ; Bonnardel, 2006). Cette dernière variable a été mesurée de deux manières différentes : par le service Innovation d'Alstom Transport selon leurs propres critères, et par 15 utilisateurs finaux sur une échelle en 5 points : 3 mères de famille, 3 hommes d'affaires, 3 étudiants, 3 petites filles, 2 personnes âgées et 1 contrôleur RATP ont alors évalué les items du corpus. Pour cela, nous avons créé 6 questionnaires représentant chaque catégorie d'utilisateur, incluant les items du groupe Inventeurs et les items du groupe Personas afin que les utilisateurs réels puissent évaluer les items de leur propre catégorie.

Enfin dans un dernier temps, le corpus des données a été évalué de manière qualitative, en réalisant une catégorisation des items et en analysant le vocabulaire et la grammaire utilisés par les participants. Rappelons également qu'à la fin des séances, il a été demandé aux participants de réaliser une évaluation subjective à travers un questionnaire de 20 questions (sur une échelle en 7 points), visant notamment à mesurer le *Flow* (ex : l'outil était ludique ; j'ai dû faire des efforts pour rester concentré sur l'activité ; cette activité m'a permis d'être créatif ; etc.).

4.5 Résultats

Les deux séances ont abouti à corpus total de 398 idées, avec 208 idées pour la condition Personas et 190 idées pour la condition Inventeurs. Le nombre moyen d'idées par participant n'apparaît pas différent entre la condition Personas ($m=34,7$) et la condition Inventeurs ($m=31,7$; $t(10)=0,32$; $p=0,755$). L'ensemble des idées ont alors été classées en trois catégories : les « Besoins » utilisateurs (idées mettant l'accent sur le besoin de l'utilisateur, qui ont été exprimées sans faire référence au produit à concevoir ni à la manière de satisfaire ces besoins. Par exemple « *Etre au calme pour regarder un film* »). Les « Fonctions » produit (idées faisant référence à des caractéristiques visées du futur produit, qui font cependant abstraction des solutions concrètes pour atteindre ces caractéristiques. Par exemple « *Système de contrôle de bruit dans les wagons* »), et les « Solutions » techniques (idées faisant directement référence à des propositions concrètes, à l'intégration de composants ou d'applications. Par exemple, « *Les vitres pourraient faire du contrôle actif de bruit* »). La condition Personas a abouti à une répartition relativement équilibrée entre les trois catégories, avec une majorité de Besoins utilisateurs (43% de Besoins, 21% de Fonctions, 37% de Solutions ; voir Figure 7) alors que la condition Inventeurs se caractérise par peu de Besoins et davantage de Solutions (9% de Besoins, 29% de Fonctions, 62% de Solutions ; voir Figure 7). Les participants de la condition Personas ont produit significativement plus de Besoins que ceux de la condition Inventeurs ($t(10)=3,67$; $p=0,004$). Cependant, le nombre de Fonctions et le nombre de Solutions produites ne sont pas significativement différents entre les deux conditions ($t(10)=0,86$; $p=0,412$; $t(10)=1,07$; $p=0,309$).

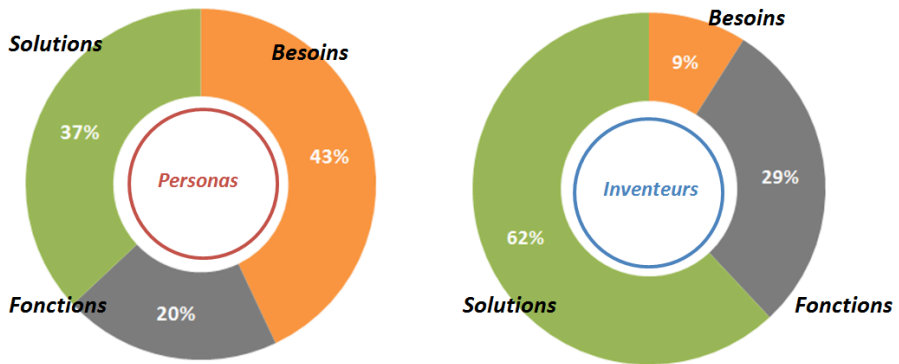


Figure 7. Répartition des items générés (Besoins, Fonctions et Solutions) pour la condition Personas et Inventeurs (en pourcentage)

Pour la variable Originalité, nous pouvons remarquer que ce sont les participants du groupe Inventeurs qui ont généré davantage d'idées uniques. En effet nous avons comptabilisé 94 idées uniques dans la condition Inventeurs contre 48 dans la condition Personas. En ce qui concerne l'évaluation de l'Utilité (jugée sur une échelle de Likert en 5 points) réalisée par les 15 utilisateurs finaux, l'analyse nous révèle que les items générés dans la condition Personas tendent à être jugés comme plus utiles ($F(1/14) = 3,38$; $p = 0,087$). La qualité des idées a également été analysée par l'entreprise partenaire, celle-ci ayant défini ses propres critères d'évaluation en fonction de ses priorités stratégiques. Alstom Transport aura retenu 23 idées qui ont été intégrées dans leur cahier des charges pour un développement à court ou moyen terme de cette technologie. Concernant l'analyse qualitative du corpus, la condition Inventeurs se caractérise par un vocabulaire plus technique : on relève un total de 51 idées comportant du vocabulaire technique en condition Inventeurs, contre seulement 6 idées de ce type en condition Personas. La condition Personas avait pour objectif de favoriser l'empathie chez les concepteurs (Antle, 2006 ; Bornet & Brangier, 2013), ce qui se vérifie avec la formulation de nombreuses idées et commentaires à la première personne : on peut noter 48 idées formulées à la première personne (17 de plus que la condition Inventeurs) et 59 emplois de pronoms et adjectifs personnels comme « je », « mon » ou « nous » (11 de plus que la condition Inventeurs). Cependant, de nombreuses idées ont aussi été formulées à la troisième personne, lorsqu'elles concernaient un Persona incarné par un autre participant. Il s'avère par ailleurs que les participants ne produisent pas plus d'idées pour eux-mêmes, c'est-à-dire pour le Persona qu'ils incarnent, que pour les autres Personas ($m = 6,5$ idées pour son propre Persona et $m = 5,6$ idées pour chacun des autres Personas ; $t(5) = 0,879$; $p = 0,420$).

Les questionnaires de fin de séance remplis par l'ensemble des participants montrent un niveau de satisfaction globalement élevé. L'auto-évaluation de la créativité est considérée comme importante par les participants ($m = 5/7$, pour la quantité et la qualité des idées produites). La motivation à la tâche a été notée comme très forte ($m = 5,8/7$), la méthode utilisée est jugée plus satisfaisante que les autres méthodes de créativité ($m = 5,4/7$) et donne envie de continuer à l'utiliser (m

= 5,2/7). Nous pensons que les activités ludiques permettent de créer chez les participants un état mental proche du *Flow* qui pourrait améliorer la performance de la tâche et rendre l'activité plus attractive. Pour les mesures spécifiques du *Flow*, il est ressenti comme très fort par les participants avec une moyenne de 6,04/7, sur les 6 échelles d'estimation du *Flow* et ce pour l'ensemble des participants. Le *Flow* est également corrélé avec la motivation ($r=0,606$) ainsi qu'avec la fluence ($r=0,645$). Enfin, aucune des variables précédentes ne fait apparaître de différences significatives entre les deux conditions expérimentales.

4.6 Discussion

Les résultats que nous avons obtenus avec la mesure du *Flow* peuvent être rapprochés des études que nous avons citées dans notre état de l'art et qui suggèrent que les Environnements Virtuels Collaboratifs sont considérés comme une technologie engageante et attractive pour les participants (Franceschi, Lee & Hinds, 2008 ; Boughzala, De Vreede & Limayem, 2012). Ce sont également des supports intéressants pour le travail collectif, permettant d'améliorer les interactions entre les individus (Chandra, Theng, Lwin & Foo Shou-Boon, 2010) et favorisant la créativité de groupe (Uribe Larach & Cabra, 2010 ; Pepler & Solomou, 2011). La collaboration et la communication dépendraient alors des objectifs de la tâche qui doivent être clairs afin d'améliorer l'immersion ou le sentiment de présence des participants (Nilsson, Axelsson, Heldal & Schroeder, 2002). La phase de familiarisation proposée en début de séance et la présence d'un animateur ont permis de faciliter la navigation dans les environnements virtuels afin d'engager pleinement l'utilisateur dans la tâche proposée (Witmer & Singer, 1998 ; Elmqvist, Tudoreanu & Tsigas, 2008), car il n'est pas toujours aisé d'utiliser *Second Life* pour des novices (Sanchez, 2009). Nous avons également testé la possibilité d'orienter la production des participants en fonction de l'apparence de leurs avatars. A partir de la théorie du *Protéus Effect* (Yee & Bailenson, 2007 ; Guegan, Buisine, Mantelet, Maranzana & Segonds, 2016), nous avons montré que les concepteurs pouvaient générer des idées différentes, orientées produit ou orientées utilisateurs. Les concepteurs utilisant des avatars d'inventeurs ont généré davantage d'idées uniques (facteur d'innovation) avec un vocabulaire plus technique. Alors que les concepteurs ayant utilisé des avatars Personas ont généré des idées plus utiles et plus personnelles. Ces résultats peuvent être rapprochés de ceux identifiés par Clarke (2012), où les utilisateurs de *Second Life* éprouvent un sentiment de projection sur les avatars incarnés : « lorsque vous incarnez longtemps un personnage, vous vous sentez faisant partie du personnage ». L'empathie générée par l'incarnation de l'avatar est également renforcée par l'association avec les profils de Personas distribués dans la condition Personas. En effet, une des questions de l'évaluation subjective était : « je considère que j'incarnais mon avatar ». Les scores de cette question ont été significativement plus élevés dans la condition Personas, l'association avatar/persona permettrait de renforcer la projection des participants sur leurs avatars. Cette association avatar/persona peut également être considérée comme originale à la lumière de la littérature. Les Personas sont en effet des représentations généralement figées (fichier Excel, fiche papier, silhouette dans l'environnement de travail, goodies...), alors que nous avons eu recours à une représentation dynamique dans cette expérimentation : les participants du groupe Personas devaient lire les profils créés mais aussi et surtout incarner ces Personas dans un environnement virtuel. Ces Personas Virtuels (Thalen & van der Voort, 2014), pourraient permettre d'aider les concepteurs à générer des idées plus en adéquation avec les véritables besoins des utilisateurs finaux. L'empathie des concepteurs vis-à-

vis des utilisateurs aura peut-être été amplifiée. Cette possibilité ouvre de nouvelles perspectives de recherche concernant la méthode des Personas. Cette représentation dynamique mériterait d'être évaluée afin de la comparer aux représentations passives généralement observées dans la littérature à l'image de l'étude de Bonnardel, Forens, et Lefevre (2016). Enfin, il est possible également que l'environnement virtuel lui-même puisse jouer un rôle sur la production créative (Fuller, Muller, Hutter, Matzler & Hautz, 2012). Notre environnement virtuel, un métro Parisien, a été choisi en fonction de notre thématique, à la manière des Jeux de rôles, nous voulions plonger les concepteurs dans le futur contexte d'utilisation. Mais l'impact de cet environnement n'a pas été évalué, cela reste une piste intéressante à suivre pour de futurs travaux.

5 Conclusion

Un des objectifs de notre première expérimentation était de montrer que le support technologique collaboratif, et en particulier une Table Interactive, pouvait améliorer l'anticipation des besoins utilisateurs par la méthode des Personas. Il est ressorti de cette expérimentation que le caractère ludique de la technologie avait pu jouer un rôle important dans l'augmentation de la performance, notamment par le biais du *Flow* (Csikszentmihalyi, 1996). Nous avons voulu dans notre seconde expérimentation explorer un nouveau support technologique collaboratif pouvant soutenir la méthode des Personas, *Second Life* qui peut être considéré comme un Environnement Virtuel Collaboratif. Nous voulions y mesurer l'apparition et l'intensité du *Flow* mais aussi l'influence des avatars sur la production des participants. Chacune des technologies utilisées repose sur des ressorts cognitifs assez différents, mais qui se révèlent efficaces : la stimulation cognitive et la comparaison sociale pour la Table Interactive (Dugosh, Paulus, Roland & Yang, 2000 ; Schmitt, Buisine, Chaboissier, Aoussat & Vernier, 2012), l'effet *Proteus* (Yee & Bailenson, 2007) et l'identité sociale associée à l'utilisation des avatars (Kim, 2011 ; Lee, 2004) pour l'Environnement Virtuel. Il ressort de ces expérimentations que l'usage de la technologie, en tant que support de la méthode des Personas, possède un certain nombre d'avantages vis-à-vis des supports plus traditionnels.

Le premier avantage est la flexibilité de l'outil informatique. Sur la Table Interactive, nous pouvons contrôler un certain nombre de fonctionnalités sur l'interface comme l'ajout d'un compteur d'idées pour la comparaison sociale ou d'un *Timer* pour agir sur la pression temporelle (Schmitt, Buisine, Chaboissier, Aoussat & Vernier, 2012). L'esthétisme et le design de l'interface peut également être modifié ce qui peut avoir un impact sur la génération d'idées (Afonso Jaco, Buisine, Barré, Aoussat & Vernier, 2013). Pour les Environnements Virtuels Collaboratifs, la flexibilité des plateformes permet de choisir ou de concevoir un monde virtuel sur-mesure (ici un métro Parisien virtuel), mais également les avatars. Cependant, cet avantage amène aussi un inconvénient majeur puisqu'un travail de préparation important en amont des sessions de travail est requis, surtout si le monde virtuel et/ou les avatars n'existent pas et doivent être développés sur-mesure. En effet, pour réaliser notre seconde expérimentation, nous avons eu un temps de préparation beaucoup plus important que les sessions de travail de la première expérimentation, où nous devions simplement choisir l'interface de Table Interactive qui nous convenait. Pour pallier cette limite, nous souhaitons dans de futurs travaux développer un *Creative Toolkit* visant à accélérer la mise à disposition de la technologie dans les projets de conception. Nous prévoyons le développement d'un catalogue d'avatars et de mondes virtuels propices aux séances de travail en

conception et/ou innovation afin de contourner cette limite temporelle. *A contrario*, concernant l'accessibilité matérielle, la Table Interactive nécessite un investissement financier de départ afin de s'équiper d'un tel dispositif (environ 10k€), alors que *Second Life* est gratuitement en ligne et peut fonctionner sur n'importe quel ordinateur de bureau. Notons également que, dans les deux cas, le traitement des résultats est simplifié car les idées sont notées par les participants et récupérées dans un fichier Excel, il n'y a donc pas de retranscription à faire.

Les autres avantages des technologies supports sont les effets positifs sur la collaboration et la créativité. Nous avons pu relever un certain nombre d'effets positifs comme l'importance des échanges verbaux (expérimentation 1) ou textuels (expérimentation 2) entre les participants, la présence de rebonds sur les idées des autres, une collaboration relativement équitable entre les participants, la possibilité de travailler à distance (expérimentation 2), etc. Cette collaboration est d'autant plus importante qu'elle peut être un vecteur d'innovation technologique mais également d'innovation pour les usages. Pour autant la collaboration entre nos deux supports reste différente, puisque l'une se déroule en présentiel (la Table Interactive) et l'autre à distance (l'Environnement Virtuel), tout dépendra du contexte du projet. Le support informatique permet également d'agir sur la créativité individuelle et de groupe (Buisine, Besacier, Najm, Aoussat & Vernier, 2007 ; Alahuhta, Nordbäck, Sivunen & Surakka, 2014). Nous avons pu observer dans nos travaux que les conditions expérimentales ayant utilisé une technologie support permettaient d'obtenir des résultats créatifs supérieurs : davantage d'idées, davantage d'idées originales, et davantage d'idées utiles.

Ces supports technologiques peuvent donc être considérés comme « ludogènes » (capacité intrinsèque d'un dispositif technique à engendrer une attitude ludique dans un psychisme) car ils possèdent un *gameplay* s'initiant naturellement : bonne humeur et attitudes positives sont alors des sentiments faisant leur apparition chez les utilisateurs (Vial, 2014). La satisfaction et la motivation des participants sont alors plus importantes dans les conditions technologiques, le support lui-même pourrait donc favoriser l'émergence de la créativité. En effet, pour l'ensemble des expérimentations, les participants ont eu un ressenti positif envers les activités réalisées, ils étaient motivés avec un niveau de satisfaction élevé dans les deux expérimentations. Les outils utilisés étaient pour eux ludiques et ils avaient envie de pouvoir les réutiliser dans de nouveaux projets, et ce pour l'ensemble des tranches d'âges des participants. Cependant, nous pouvons évoquer la question de l'usage à long terme pour de tels outils, est-ce que le caractère ludique perdure dans le temps ? Le fait d'utiliser régulièrement un support interactif pourrait peut-être lui faire perdre de son intérêt. Ce sont des questions qui mériteraient d'être analysées dans de futurs travaux.

Nous terminons cet article en rappelant qu'au-delà de l'objectif de recherche, ces expérimentations avaient pour objectif de générer des besoins et des fonctions pour des *Smart Objects* (un objet communicant et une application de *Smart Window*). Une partie importante des idées générées lors de ces séances de travail ont été intégrées au cahier des charges des entreprises partenaires pour leur réalisation ou leur application future. Ces différents éléments permettent de généraliser notre réflexion à l'ensemble des projets de conception et d'innovation (loisirs, santé/sécurité...) afin d'optimiser la collaboration entre les concepteurs, et ce à toute les phases du processus (analyse des besoins, session de créativité, Focus Group...). L'originalité et l'utilité des besoins générés dans ces expérimentations représentent deux variables importantes pour la production d'innovation. Les supports technologiques utilisés permettent d'optimiser la prospection des besoins

utilisateurs et des futurs usages, et donc de concevoir des produits potentiellement plus acceptés et satisfaisants.

Bibliographie

Afonso Jaco, A., Buisine, S., Barré, J., Aoussat, A. & Vernier, F. (2013). Trains of thought on the tabletop: visualizing association of ideas improves creativity. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(5), 1159-1167.

Alahuhta, P., Nordbäck, E., Sivunen, A. & Surakka, T. (2014). Fostering Team Creativity in Virtual Worlds. *Journal For Virtual Worlds Research*, 7(3), 1-22.

Anastassova, M. (2006). *L'analyse ergonomique des besoins en amont de la conception de technologies émergentes : Le cas de la Réalité Augmentée pour la formation à la maintenance automobile*. Thèse de doctorat. Université Paris Descartes, France.

Antle, A.N. (2006). Child-personas: fact or fiction?. In *Proceedings of the 6th conference on Designing Interactive systems* (pp. 22-30). ACM.

Aoussat, A. (1990). *La pertinence en innovation : nécessité d'une approche plurielle*. Thèse de doctorat. Arts et Métiers ParisTech, France.

Bakker, A.B. (2008). The work-related flow inventory: Construction and initial validation of the WOLF. *Journal of vocational behavior*, 72(3), 400-414.

Bem, D.J. (1972). Self-perception theory. *Advances in experimental social psychology*, 6, 1-62.

Blomquist, A. & Arvola, M. (2002). Personas in Action: Ethnography in an Interaction Design Team. In *Proceedings of the second Nordic conference on Human-computer interaction* (pp. 197-200). ACM.

Bonnardel, N. (2006). *Créativité et Conception. Approches Cognitives et Ergonomiques*. Marseille : SOLAL Editeur.

Bonnardel, N., Forens, M. & Lefevre, M. (2016). Enhancing Collective Creative Design: An Exploratory Study on the Influence of Static and Dynamic Personas in a Virtual Environment. *The Design Journal*.

Bornet, C. & Brangier, E. (2013). La Méthode des Personas : Principes, Intérêts et Limites. *Bulletin de psychologie*, 524(2), 115-134.

Bornet-Christophe, C. (2014). *Evaluation de la méthode des personas en intervention corrective, préventive et prospective*. Thèse de doctorat. Université de Lorraine, France.

Bornet, C., Tribbia, M. & Brangier, E. (2013). La méthode des personas comme démarche de prévention des TMS. In Kouabenan, R., Dubois, M., Bobillier Chaumon, M.E., Sarnin, P. & Vacherand-Revel, J. (Eds), *Conditions de travail, évaluation des risques, résilience et management de la sécurité*. Paris : L'Harmattan.

Boughzala, I., De Vreede, G.J. & Limayem, M. (2012). Team collaboration in virtual worlds: editorial to the special issue. *Journal of the Association for Information Systems*, 13(10), 714-734.

Bouhaï, N. & Saleh, I. (2017). *Internet des objets : Évolutions et Innovations*. Londres : ISTE Éditions.

- Brogni, A., Vinayagamoorthy, V., Steed, A. & Slater, M. (2007). Responses of Participants During an Immersive Virtual Environment Experience. *The International Journal of Virtual Reality*, 6(2), 1-10.
- Buisine, S., Besacier, G., Aoussat, A. & Vernier, F. (2012). How do interactive tabletop systems influence collaboration? *Computers in Human Behavior*, 28(1), 49–59.
- Buisine, S., Besacier, G., Najm, M., Aoussat, A. & Vernier, F. (2007). Computer-supported creativity: Evaluation of a tabletop mind-map application. In *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics* (pp. 22-31). Springer Berlin Heidelberg.
- Burkhardt, J-M. & Lubart, T. (2010). Creativity in the age of emerging technology: Some issues and perspectives in 2010. *Creativity and innovation management*, 19(2), 160-166.
- Burkhardt, J-M., Bardy, B. & Lourdeaux, D. (2003). Immersion, Réalisme et Présence dans la conception et l'évaluation des environnements virtuels. *Psychologie française*, 48(2), 35-42.
- Caelen, J., Jambon, F. & Vidal, A. (2005). Conception participative : des " Moments " à leur instrumentation. *Revue d'Interaction Homme-Machine*, 6(2), 1-29.
- Cagan, J. & Vogel, C.M. (2002). *Creating breakthrough products: Innovation from product planning to program approval*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Carr, D. & Oliver, M. (2010). Second Life, Immersion, and learning. In P. Zaphiris and C.S. Ang (Eds.), *Social computing and virtual communities* (pp. 205-222). CRC Press.
- Casakin, H. & Kreidler, S. (2005). The Nature of Creativity in Design. In J.S. Gero and N. Bonnardel (Eds.), *Studying Designers'05* (pp. 87-100). Sydney: University of Sydney.
- Chandra, S., Theng, Y.L., Lwin, M.O. & Foo Shou-Boon S. (2010). Understanding Collaborations in Virtual World. In *Proceedings of PACIS 2010* (pp. 973-984). AIS Electronic Library.
- Churchill, E.F. & Snowdon, D. (1998). Collaborative virtual environments: an introductory review of issues and systems. *Virtual Reality*, 3(1), 3-15.
- Clarke, C.P. (2012). Second Life in the library: an empirical study of new users' experiences. *Program*, 46(2), 242-257.
- Cooper, A. (1999). *The Inmates Are Running the Asylum*. New York: Macmillan.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*. New York: Harper Perennial.
- Csikszentmihalyi, M. (1997). *Finding Flow: The psychology of engagement with everyday life*. New York: Harper Collins.
- Darses, F. & Falzon, P. (1996). La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive. In G. de Terssac and E. Friedberg (Eds.), *Coopération et conception* (pp. 123-135). Toulouse : Octarès.
- Davis, A., Murphy, J., Owens, D., Khazanchi, D. & Zigurs, I. (2009). Avatars, people, and virtual worlds: Foundations for research in metaverses. *Journal of the Association for Information Systems*, 10(2), 91-117.

- Deak, G., Curran, K., Condell, J., Asimakopoulou, E. & Bessis, N. (2013). IoTs (Internet of Things) and SfPL (Device-free Passive Localisation) in a disaster management scenario, *Simulation Modelling Practice and Theory*, 35, 86-96.
- Demartinesa, N., Battegayb, E., Liebermannc, J., Oberholzerd, M., Ruffie, T. & Hardera, F. (2000). Télémédecine: perspectives et approche pluridisciplinaire. *Schweiz Med Wochenschr*, 130(9), 314-23.
- Diehl, M. & Stroebe, W. (1987). Productivity loss in brainstorming groups: Toward the solution of a riddle. *Journal of personality and social psychology*, 53(3), 497-509.
- Dugosh, K.L., Paulus, P.B., Roland, E.J. & Yang, H.C. (2000). Cognitive stimulation in brainstorming. *Journal of Personality and Social Psychology*, 79(5), 722-735.
- Duchamp, R. (1999). *Méthodes de conception de produits nouveaux*. Paris : Hermès Science Publications.
- Eduscol, (2012). *Tablette tactile et enseignement*. Dossier Documentaire. Repéré à : <http://eduscol.education.fr/numerique/dossier/apprendre/tablette-tactile>
- Ellis, C.A., Gibbs, S.J. & Rein, G. (1991). Groupware: some issues and experiences. *Communications of the ACM*, 34(1), 39-58.
- Elmqvist, N., Tudoreanu, M.E. & Tsigas, P. (2008). Evaluating motion constraints for 3D wayfinding in immersive and desktop virtual environments. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1769-1778). ACM.
- Favier, M. (1998). *Le travail en groupe à l'âge des réseaux*. Paris : Economica.
- Festinger, L., Pepitone, A. & Newcomb, T. (1952). Some consequences of de-individualization in a group. *The Journal of Abnormal and Social Psychology* 47, 382-389.
- Finneran, C.M., & Zhang, P. (2005). Flow in computer-mediated environments: promises and challenges. *Communications of the association for information systems*, 15(1), 82-101.
- Franceschi, K.G., Lee, R.M. & Hinds, D. (2008). Engaging e-learning in virtual worlds: Supporting group collaboration. In *Hawaii International Conference on System Sciences, Proceedings of the 41st Annual* (pp. 7-7). IEEE.
- Fuller, J., Muller, J., Hutter, K., Matzler, K. & Hautz, J. (2012). Virtual worlds as collaborative innovation and knowledge platform. In *45th Hawaii International Conference on System Science* (pp. 1003-1012). IEEE.
- Gallupe, R.B., Dennis, A.R., Cooper, W.H., Valacich, J.S., Bastianutti, L.M. & Nunamaker, J.F. (1992). Electronic brainstorming and group size. *Academy of Management Journal*, 35(2), 350-369.
- Garrigou, A., Thibault, J. F., Jackson, M. & Mascia, F. (2001). Contributions et démarche de l'ergonomie dans les processus de conception. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, (3-2).
- Gericke, L., Gumienny, R. & Meinel, C. (2012). Tele-board: Follow the traces of your design process history. In H. Plattner, C. Meinel and L. Leifer (Eds.), *Design thinking research* (pp. 15-29). Springer Berlin Heidelberg.

- Ghani, J. A., Supnick, R. & Rooney, P. (1991). The Experience of Flow in Computer-Mediated and on Face-To-Face groups. In *Proceedings of the International Conference on Information Systems* (pp. 229-237). New York, USA.
- Ghani, J.A. (1995). Flow in human computer interactions: Test of a model. In JM. Carey (Eds.), *Human Factors in Information Systems: Emerging Theoretical Bases* (pp 291-311). NJ: Ablex Publishing.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29, 1645-1660.
- Guegan, J., Buisine, S. & Collange, J. (2017). Effet Proteus et amorçage : Ces avatars qui nous influencent. *Bulletin de Psychologie*.
- Guegan, J., Buisine, S., Mantelet, F., Maranzana, N. & Segonds, F. (2016). Avatar-mediated creativity: When embodying inventors makes engineers more creative. *Computers in Human Behavior*, 61, 165-175.
- Guegan, J. & Michinov, E. (2011). Communication via Internet et dynamiques identitaires : une analyse psychosociale. *Psychologie française*, 56(4), 223-238.
- Hilliges, O., Terrenghi, L., Boring, S., Kim, D., Richter, H. & Butz, A. (2007). Designing for collaborative creative problem solving. In *Proceedings of the 6th ACM SIGCHI conference on Creativity & cognition* (pp. 137-146). ACM.
- Hoffman, D.L. & Novak, T.P. (1996). Marketing in hypermedia computer-mediated environments: conceptual foundations. *The Journal of Marketing*, 60(3), 50-68.
- Jaruzelski, B., Staack, V. & Goehle, B. (2014). Proven paths to innovation success. *Strategy+business*, 77, 1-18.
- Jones, N. (2014). *The Future Smart Home: 500 Smart Objects Will Enable New Business Opportunities*. Rapport de Gartner.
- Kim, J. (2011). Two routes leading to conformity intention in computer mediated groups: Matching versus mismatching virtual representations. *Journal of Computer Mediated Communication*, 16(2), 271-287.
- Koen, P.A., Ajamian, G.M., Boyce, S., Clamen, A., Fisher, E., Fountoulakis, S., Johnson, A., Pushpinder, P. & Seibert, R. (2002). Fuzzy front end: Effective methods, tools, and techniques. In P. Belliveau, A. Griffin and S. Somermeyer (Eds.), *The PDMA ToolBook 1 for New Product Development* (pp. 5-34). New York: Wiley.
- Kohler, T., Fueller, J., Stieger, D. & Matzler, K. (2011). Avatar-based innovation: Consequences of the virtual co-creation experience. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 160-168.
- Lahonde, N. (2010). *Optimisation du processus de conception : proposition d'un modèle de sélection des méthodes pour l'aide à la décision*. Thèse de Doctorat. Arts et Métiers ParisTech, France.
- Lee, E.J. (2004). Effects of Visual Representation on Social Influence in Computer Mediated Communication. *Human Communication Research*, 30(2), 234-259.
- Le Nagard, E., Manceau, D. & Morin-Delerm, S. (2015). *Le Marketing de l'Innovation*. Paris : Dunod.

- Maher, M.L., Rosenman, M., Merrick, K., Macindoe, O. & Marchant, D. (2006). Designworld: an augmented 3D virtual world for multidisciplinary, collaborative design. In *Proceedings of CAADRIA 2006* (pp. 133-142). Japan.
- Maranzana, N., Gartiser, N. & Caillaud, E. (2008). From concurrent engineering to collaborative learning of design. *International Journal of Design and Innovation Research*, 4(1), 39-51.
- Michinov, E. (2008). La distance physique et ses effets dans les équipes de travail distribuées : une analyse psychosociale. *Le travail humain*, 71(1), 1-21.
- Michinov, N. & Primois, C. (2005). Improving productivity and creativity in online groups through social comparison process: New evidence for asynchronous electronic brainstorming. *Computers in human behavior*, 21(1), 11-28.
- Nilsson, A., Axelsson, A. S., Heldal, I. & Schroeder, R. (2002). The long-term uses of shared virtual environments: An exploratory study. In R. Schroeder (Eds.), *The social life of avatars* (pp. 112-126). London:Springer.
- Osborn, A. (1963). *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem-Solving*. New York: Scribner.
- Pahl, G. & Beitz, W. (1996). *Engineering Design. A systematic Approach*. London: Springer-Verlag.
- Péladeau, P., Romac, B., Rozen, A. & Sevin, C. (2013). *L'innovation dans les entreprises en France*. Rapport de Booz & Company.
- Peppler, K.A. & Solomou, M. (2011). Building creativity: Collaborative learning and creativity in social media environments. *On the Horizon*, 19(1), 13-23.
- Pruitt, J., & Adlin, T. (2006). *The Persona Lifecycle: Keeping People in Mind Throughout Product Design*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- Pruitt, J. & Grudin, J. (2003). Personas: Practice and Theory. In *Proceedings of the 2003 Conference of Designing for User Experiences* (pp. 1-15). San Francisco, USA.
- Rejeb, H.B. (2008). *Phase amont de l'innovation : proposition d'une démarche d'analyse de besoins et d'évaluation de l'acceptabilité d'un produit*. Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Lorraine, France.
- Riboulet, V., Marin, P. & Leon, J.C. (2002). Towards a new set of tools for a collaborative design environment. In *Computer Supported Cooperative Work in Design, 2002*. The 7th International Conference on (pp. 128-133). IEEE.
- Robertson, A. (2015). *The best smart toys for kids in 2016 and beyond*. URL : <http://www.wired.co.uk/news/archive/2015-12/24/best-smart-toys>
- Rogers, Y. (2004). New theoretical approaches for HCI. *Annual review of information science and technology*, 38(1), 87-143.
- Sanchez, J. (2009). Barriers to student learning in Second Life. *Library Technology Reports*, 45(2), 29-35.
- Schmitt, L., Buisine, S., Chaboissier, J., Aoussat, A. & Vernier, F. (2012). Dynamic tabletop interfaces for increasing creativity. *Computers in Human Behavior*, 28(5), 1892-1901.

- Soubie, J.L., Buratto, F. & Chabaud, C. (1996). La conception de la coopération et la coopération dans la conception. In G. de Terssac and E. Friedberg (Eds.), *Coopération et conception* (pp. 187-206). Toulouse : Octarès.
- Thalen, J. & van der Voort, M. (2014). Virtual Personas: A Case Study on Truck Cabin Design. In *Design, User Experience, and Usability. User Experience Design for Everyday Life Applications and Services* (pp. 357-368). Springer International Publishing.
- Torrance, E.P. (1966). *The Torrance Tests of Creative Thinking*. Princeton, NJ: Personnel Press.
- Ullman, D.G. (1992). *The mechanical design process*. New York: McGraw-Hill.
- Uribe Larach, D. & Cabra, J.F. (2010). Creative problem solving in Second Life: An action research study. *Creativity and Innovation Management*, 19(2), 167-179.
- Vacherand-Revel, J. (2007). Enjeux de la médiatisation du travail coopératif distribué dans les équipes de projets de conception. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, (9-2).
- Van Gundy, A. (2005). *101 Activities for teaching creativity and problem solving*. San Francisco: Pfeiffer.
- Vial, S. (2014). Pour introduire le « plaisir ». Pourquoi les appareils numériques sont « ludogènes »? *Interfaces numériques*, 3(1), 149-161.
- Von Hippel, E. (2005). *Democratizing innovation*. Cambridge: MIT press.
- Webster, J., Trevino, L.K. & Ryan, L. (1994). The dimensionality and correlates of flow in human computer interactions. *Computers in human behavior*, 9(4), 411-426.
- Witmer, B.G. & Singer, M.J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 7(3), 225-240.
- Yee, N. & Bailenson, J.N. (2007). The proteus effect: The effect of transformed self representation on behavior. *Human Communication Research*, 33(3), 271-290.