



**HAL**  
open science

# Vers de nouveaux outils pour l'anticipation des besoins utilisateurs : apports méthodologiques pour l'ergonomie prospective

Jessy Barre

## ► To cite this version:

Jessy Barre. Vers de nouveaux outils pour l'anticipation des besoins utilisateurs : apports méthodologiques pour l'ergonomie prospective. Eco-conception. Ecole nationale supérieure d'arts et métiers - ENSAM, 2015. Français. NNT : 2015ENAM0023 . tel-01337613

**HAL Id: tel-01337613**

**<https://pastel.hal.science/tel-01337613v1>**

Submitted on 27 Jun 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

École doctorale n° 432 : Science des Métiers de l'ingénieur

**Doctorat ParisTech**

**T H È S E**

pour obtenir le grade de docteur délivré par

**l'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers**

**Spécialité " Conception "**

*présentée et soutenue publiquement par*

**Jessy BARRE**

le 10 décembre 2015

**Vers de nouveaux outils pour l'anticipation des besoins utilisateurs :  
apports méthodologiques pour l'ergonomie prospective**

Directeur de thèse : **Améziane AOUSSAT**  
Co-encadrement de la thèse : **Stéphanie BUISINE**

**Jury**

**M. Philippe VERON**, Professeur des Universités, Laboratoire LSIS, Arts et Métiers ParisTech  
**M. Eric BRANGIER**, Professeur des Universités, Laboratoire PErSEUs, Université de Lorraine  
**M. Emmanuel CAILLAUD**, Professeur des Universités, Laboratoire ICUBE, Université de Strasbourg  
**M. Améziane AOUSSAT**, Professeur des Universités, LCPI, Arts et Métiers ParisTech  
**Mme Stéphanie BUISINE**, Professeur, El.CESI, Nanterre

Président  
Rapporteur  
Rapporteur  
Examineur  
Examinatrice

**T  
H  
È  
S  
E**



## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout d'abord les Professeurs **Eric BRANGIER** et **Emmanuel CAILLAUD** pour avoir accepté d'évaluer mon travail de thèse, ainsi que le Professeur **Philippe VERON** pour avoir accepté de présider le jury et de jouer également le rôle d'examineur.

Mes remerciements vont également à mon directeur de thèse **Améziane AOUSSAT**, pour m'avoir donné la possibilité de réaliser ce travail au sein du LCPI et pour m'avoir suivi tout au long de ces années. Merci de m'avoir fait confiance en me faisant travailler sur différents projets industriels et académiques ainsi que pour m'avoir permis d'enseigner dans cette école. Merci aussi et surtout à **Stéphanie BUISINE** pour son aide précieuse, son efficacité et sa disponibilité qui m'ont été d'un grand secours dans les différentes étapes de la thèse. Merci encore à tous les deux, j'ai beaucoup apprécié les différents projets menés au sein du laboratoire ainsi que notre collaboration au fil des mois, j'espère qu'elle ne s'arrêtera pas là.

Une thèse ne peut être réalisée que dans un environnement de travail collectif, donc merci à tous les membres du laboratoire, étudiants, doctorants et permanents : Vincent, Francis, Everton, Kerstin, Djamel, Amandine, Nicolas, Fabrice, Frédéric S, Vincent M, Frédéric L, Hélène, Séverine... et tous les autres. Je vous remercie pour votre aide durant les GTT, les revues de thèse et autres réunions de travail.

Merci également à Anna Gordeeva, Aurélie Villard, Jérôme Guegan et Céline Mateev pour leur aide sur différentes étapes et problématiques de ma thèse. Je tiens à remercier également les entreprises Unowhy, E3D-Environnement et Alstom sans qui ce travail n'aurait pu avoir lieu, ainsi que toutes les personnes qui ont bien voulu participer à ces expérimentations.

Enfin, un merci chaleureux revient à ma famille, à mes amis et surtout à ma femme Mélanie qui m'a soutenu voire supporté durant tous ces mois de travail. Merci pour tes encouragements et ton aide quotidienne. C'est à moi maintenant de te souhaiter une bonne réussite dans le travail que tu entreprends actuellement.



# SOMMAIRE

Liste des Figures .....	8
Liste des Tableaux .....	10
Liste des Annexes .....	12

## 1. Introduction générale ..... 14

1.1	Thème de recherche .....	14
1.2	Problématique de la thèse .....	15
1.3	Structure du document .....	17

## 2. L'analyse des besoins dans les projets de conception et d'innovation..... 20

2.1	Introduction .....	20
2.2	L'analyse des besoins comme moteur de l'innovation .....	23
2.2.1	La culture de l'innovation en entreprise .....	24
2.2.2	Les utilisateurs dans le processus innovant .....	26
2.2.2.1	La Modélisation des utilisateurs (implication informative) .....	27
2.2.2.2	La Conception Centrée Utilisateur (implication consultative).....	27
2.2.2.3	La Conception Participative (implication participative).....	28
2.2.3	Utilisateurs vs Innovation.....	28
2.3	Les principales méthodes pour l'analyse des besoins utilisateurs.....	29
2.3.1	Conception pour les utilisateurs (Design for) .....	31
2.3.1.1	L'Analyse Fonctionnelle.....	31
2.3.1.2	Le Benchmarking .....	32
2.3.1.3	Les outils de Créativité .....	32
2.3.1.4	Les méthodes EPMcreate et POEPMcreate.....	34
2.3.1.5	Les Personas .....	35
2.3.1.6	La Netnographie .....	37
2.3.1.7	L'Analyse documentaire .....	37
2.3.2	Conception avec les utilisateurs (Design with).....	38
2.3.2.1	L'Analyse de marché .....	38
2.3.2.2	La méthode QFD.....	39
2.3.2.3	Le Modèle de Kano .....	39
2.3.2.4	Les méthodes Conversationnelles .....	40
2.3.2.5	Les méthodes Observationnelles .....	41
2.3.2.6	Les Scenarios et Story-boards .....	42

2.3.2.7	L'Approche Ethnographique.....	43
2.3.2.8	Le Tri de cartes .....	43
2.3.3	Conception par les utilisateurs (Design by).....	44
2.3.3.1	La méthode des Lead-users.....	44
2.3.3.2	Les Jeux de Rôles.....	45
2.3.3.3	La Simulation.....	47
2.3.3.4	Le Journal de bord (Diary Keeping) .....	48
2.3.4	Conclusion sur la présentation des principales méthodes en analyse des besoins .....	49
2.4	Le courant de l'ergonomie prospective .....	50
2.4.1	La prospective au service de l'innovation .....	50
2.4.2	La pluridisciplinarité de l'équipe de conception comme facteur clé de l'innovation .....	54
2.4.2.1	Les principaux métiers de la conception .....	54
2.4.2.2	Les profils de personnalité des concepteurs .....	57
2.4.3	Favoriser l'efficacité de l'anticipation des besoins à l'aide de technologies support .....	58
2.4.3.1	L'exemple de la créativité .....	59
2.4.3.2	La créativité sur support électronique .....	60
2.4.3.3	La créativité dans des mondes virtuels .....	61
2.4.3.4	La ludogénéité des technologies support.....	63
2.5	Conclusion .....	64
<b>3.</b>	<b>Problématique et hypothèses de recherche .....</b>	<b>65</b>
3.1	Constats et bilan de notre état de l'art .....	65
3.2	De la problématique aux hypothèses de recherche .....	66
3.3	Présentation des expérimentations .....	67
<b>4.</b>	<b>Expérimentations .....</b>	<b>69</b>
4.1	H1 et Expérimentation 1 .....	70
4.1.1	Etude 1 .....	71
4.1.1.1	Participants .....	71
4.1.1.2	Matériel.....	72
4.1.1.3	Procédure.....	73
4.1.1.4	Variables mesurées .....	74
4.1.1.5	Résultats.....	75
4.1.1.6	Discussion de la première étude .....	76
4.1.2	Etude 2 .....	78
4.1.2.1	Participants .....	78
4.1.2.2	Matériel.....	78
4.1.2.3	Procédure.....	80

4.1.2.4	Variables mesurées .....	82
4.1.2.5	Résultats.....	83
4.1.2.6	Discussion de la seconde étude .....	87
4.1.3	Conclusion de la première expérimentation.....	88
4.2	H2 et expérimentation 2 .....	89
4.2.1	L'expérimentation .....	89
4.2.1.1	Participants .....	90
4.2.1.2	Matériel.....	90
4.2.1.3	Procédure.....	91
4.2.1.4	Variables mesurées .....	93
4.2.2	Résultats.....	94
4.2.2.1	Variable de Fluence et d'Originalité .....	94
4.2.2.2	Variabes Utilité et Faisabilité Technique .....	95
4.2.2.3	Catégorisation des résultats.....	96
4.2.2.4	Évaluation subjective .....	98
4.2.3	Discussion de la seconde expérimentation.....	99
4.2.4	Conclusion de la seconde expérimentation .....	101
4.3	H2 et expérimentation 3 .....	102
4.3.1	L'expérimentation .....	102
4.3.1.1	Participants .....	103
4.3.1.2	Matériel .....	103
4.3.1.3	Procédure .....	108
4.3.1.4	Variables mesurées.....	109
4.3.2	Résultats .....	109
4.3.2.1	Variable de Fluence et catégorisation des items.....	109
4.3.2.2	Variabes Originalité et Utilité .....	111
4.3.2.3	Analyse du contenu.....	113
4.3.2.4	Evaluation subjectives.....	115
4.3.3	Discussion de la troisième expérimentation .....	116
4.3.4	Conclusion de la troisième expérimentation .....	118
<b>5.</b>	<b>Apports académiques et industriels du travail de thèse.....</b>	<b>120</b>
5.1	Apports théoriques .....	120
5.2	Apports méthodologiques.....	122
5.2.1	Utilisation de la méthode PLT sur la Table Interactive et l'Environnement Virtuel.....	122
5.2.2	Avantages et inconvénients de l'une ou l'autre technologie .....	126
5.3	Apports industriels .....	128

<b>Conclusion et Perspectives .....</b>	<b>138</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>140</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>160</b>

# Liste des Figures

FIGURE 1 : L'ANALYSE DES BESOINS, LA PREMIERE ETAPE DE PROCESSUS DE CONCEPTION : ENJEUX DU PROJET (BESOINS DE L'ENTREPRISE), RECUEIL DES BESOINS UTILISATEURS ET TRADUCTION EN FONCTION PRODUIT (BESOINS SYSTEME). .....	21
FIGURE 2 : POURCENTAGE DES ENTREPRISES QUI SURPASSENT LEURS CONCURRENTS FINANCIEREMENT.....	25
FIGURE 3 : LES DIFFERENTS MODELES D'INNOVATION DANS LE MONDE, EN FRANCE ET DANS LA SILICON VALLEY (EN %). .....	26
FIGURE 4 : PLANCHE DE STORY-BOARD SYNTHETISANT L'OBSERVATION DE SITUATIONS D'USAGE D'UN NETTOYEUR HAUTE PRESSION .....	43
FIGURE 5 : SITE INTERNET « IDTOWN » PERMETTANT DE CONCEVOIR SA MONTRE SUR-MESURE AVEC UN NOMBRE IMPORTANT DE COMBINAISONS .....	45
FIGURE 6 : CLASSIFICATION DES METHODES EN FONCTION DE LEUR FINALITE : BESOINS, FONCTIONS ET SOLUTIONS. ....	50
FIGURE 7 : TEMPORALITE DE L'INTERVENTION ERGONOMIQUE DANS LE CYCLE DE CONCEPTION DE PRODUIT AINSI QUE LE RAPPORT « LIBERTE D'ACTION » ET «FIABILITE DES CONNAISSANCES » DANS L'EVOLUTION D'UN PROJET DE CONCEPTION .....	52
FIGURE 8 : L'HYPERCREATIVITE AU SEIN DE L'ARTICULATION GENERALE DE L'ERGONOMIE PROSPECTIVE.....	53
FIGURE 9 : EXEMPLE DES THEORIES, METHODOLOGIES ET METHODES/OUTILS CORRESPONDANT AUX PROFILS INGENIEURS ET ERGONOMES.....	57
FIGURE 10 : EVOLUTION DE L'INTERFACE DE LA TABLE INTERACTIVE UTILISEE DANS NOTRE LABORATOIRE : DES POST-IT DIGITAUX AUX « TRAIN D'IDEES » .....	61
FIGURE 11 : LES ENVIRONNEMENTS VIRTUELS COLLABORATIFS TELS QUE SECOND LIFE PERMETTENT DE CONCEVOIR UN ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL AINSI QUE DES AVATARS SUR-MESURE. ....	62
FIGURE 12 : METHODE CREATIVE + SUPPORT TECHNOLOGIQUE = ACTIVITE LUDIQUE.....	63
FIGURE 13 : PRESENTATION DES GRANDES ETAPES DE NOS EXPERIMENTATIONS. ....	69
FIGURE 14 : LES DEUX PROFILS DE PERSONAS DEVELOPPES DANS NOTRE ETUDE, JULIE L'ETUDIANTE ET MYRIAM LE PROFESSEUR DE COLLEGE .....	72
FIGURE 15 : PARTICIPANT POUR LA CONDITION EXPERIMENTALE « INGENIEUR/POEPMCREATE ». ....	73
FIGURE 16 : MOYENNE ET ERREUR-TYPE DU NOMBRE DE BESOINS GENERES DANS CHAQUE CONDITION EXPERIMENTALE (POEPMCREATE ET PERSONA), EN FONCTION DU PROFIL METIER (INGENIEURS OU ERGONOMES). ....	75
FIGURE 17 : MOYENNE ET ERREUR-TYPE DU NOMBRE DE BESOINS GENERES DANS CHAQUE CONDITION EXPERIMENTALE (POEPMCREATE ET PERSONA), EN FONCTION DU TYPE DE PERSONNALITE (EMPATHIQUE OU LOGIQUE).....	76
FIGURE 18 : LES DEUX AUTRES PROFILS DE PERSONAS DEVELOPPES DANS NOTRE ETUDE, .....	79
FIGURE 19 : GROUPE AYANT PARTICIPE A L'EXPERIMENTATION, LES IDEES ETAIENT DONNEES A L'ORAL ET NOTEES PAR L'ANIMATEUR SUR UN PAPER-BOARD. ....	80
FIGURE 20 : REPARTITION DE LA QUANTITE DES ITEMS PAR CATEGORIE (BESOINS, FONCTIONS ET SOLUTIONS) POUR CHAQUE CONDITION EXPERIMENTALE.....	84
FIGURE 21 : MOYENNE ET ERREUR-TYPE DU NOMBRE DE BESOINS GENERES POUR LA VARIABLE DE FLUENCE (EN HAUT) ET D'ORIGINALITE (EN BAS), EN FONCTION DES CONDITIONS EXPERIMENTALES : METHODE POEPMCREATE, PERSONA ET PLT. ....	86
FIGURE 22 : MOYENNE ET ERREUR-TYPE DU SCORE D'UTILITE EN FONCTION DE LA CONDITION EXPERIMENTALE (LES BESOINS ONT ETE EVALUES, SUR UNE ECHELLE ALLANT DE 1 POUR « PAS DU TOUT UTILE » A 5 POUR « TRES UTILE », PAR 45 UTILISATEURS FINAUX). ....	87
FIGURE 23 : EMILIE UNE ETUDIANTE DE 21 ANS ET JEAN UN AGRICULTEUR A LA RETRAITE DE 81 ANS. DEUX DE NOS 5 PERSONAS CREES POUR NOTRE EXPERIMENTATION. ....	91
FIGURE 24 : POST-IT DIGITAUX REALISES DURANT UNE SESSION DE TRAVAIL. ....	92
FIGURE 25 : NOS DEUX CONDITIONS EXPERIMENTALES : GENERATION DE BESOINS SUR DES POST-IT PAPIERS OU DES POST-IT DIGITAUX. ....	93
FIGURE 26 : MOYENNE ET ERREUR-TYPE DU NOMBRE DE BESOINS GENERES POUR LES VARIABLES DE FLUENCE (A GAUCHE) ET D'ORIGINALITE (A DROITE) POUR NOS DEUX CONDITIONS EXPERIMENTALES. ....	95

FIGURE 27 : MOYENNE ET ERREUR-TYPE DU NOMBRE DE BESOINS GENERES QUI ONT ETE EVALUES COMME « TRES UTILES » ET « TRES UTILES + TRES FAISABLES » .....	95
FIGURE 28 : REPARTITION DES ITEMS DE CHAQUE CATEGORIE (SERVICES ET PROPRIETES DE L'OBJET) EN FONCTION DE LA CONDITION EXPERIMENTALE (TI OU PI) .....	97
FIGURE 29 : AVATARS DES INVENTEURS QUE NOUS AVONS UTILISES DANS NOTRE ETUDE.....	104
FIGURE 30 : DEUX PERSONAS DEVELOPPES POUR CETTE ETUDE : ANNE ET JOSPEH. ....	105
FIGURE 31 : TRAME SUIVIE POUR LA CONCEPTION DES AVATARS. ....	105
FIGURE 32 : AVATARS DES PERSONAS QUE NOUS AVONS DEVELOPPES ET UTILISES DANS NOTRE ETUDE : ANNE LA MERE DE FAMILLE, JONATHAN L'HOMME D'AFFAIRES, JOSEPH LE RETRAITE, ERIC LE CONTROLEUR SNCF, NOA LA PETITE FILLE ET BAPTISTE L'ETUDIANT. ....	106
FIGURE 33 : ENVIRONNEMENT VIRTUEL N°1 DEDIE A LA PHASE DE FAMILIARISATION DE SECOND LIFE POUR LES PARTICIPANTS. ....	106
FIGURE 34 : ENVIRONNEMENT VIRTUEL N°2 DEDIE A L'EXERCICE D'ANTICIPATION DES BESOINS.....	107
FIGURE 35 : REPARTITION DES ITEMS GENERES (BESOINS, FONCTIONS ET SOLUTIONS) POUR LA CONDITION PERSONAS ET INVENTEURS. ....	110
FIGURE 36 : MOYENNE ET ERREUR-TYPE DU NOMBRE D'ITEMS PROPOSES PAR PARTICIPANT EN FONCTION DES CATEGORIES (BESOINS, FONCTIONS, SOLUTIONS) ET DE LA CONDITION (PERSONAS VS INVENTEURS). ....	111
FIGURE 37 : EVALUATION DE L'UTILITE DES ITEMS PAR LES UTILISATEURS A GAUCHE (EVALUES SUR UNE ECHELLE DE LIKERT EN 5 POINTS) ET PAR ALSTOM A DROITE (MOYENNE PAR UTILISATEUR). ....	112
FIGURE 38 : MOYENNE ET ERREUR-TYPE D'UNE PARTIE DE L'EVALUATION SUBJECTIVE DES PARTICIPANTS EN FONCTION DE LA CONDITION.....	116
FIGURE 39 : ASSOCIATION DE METHODES COLLABORATIVES AVEC DES SUPPORTS TECHNOLOGIQUES. ....	121
FIGURE 40 : ILLUSTRATION DE L'INTERFACE POTENTIELLE DE LA TABLE INTERACTIVE EN UTILISANT LA METHODE PLT : LES TRAINS D'IDEES SONT RATTACHES AUX COMBINAISONS DE PERSONAS. ....	125
FIGURE 41 : ASSOCIATION DE L'INTERFACE DE SECOND LIFE AVEC L'INTERFACE DE DESIGNWORLD PERMETTANT D'ENRICHIR LES INTERACTIONS ENTRE COLLABORATEURS : COMMUNICATION VIDEO, SKETCHING ETC .....	126
FIGURE 42 : PREMIERE VERSION DE LA TABLETTE TESTEE AU LYCEE HENRI VINCENOT DE LOUHANS. ....	129
FIGURE 43 : UN DES CONCEPTS DEVELOPPES PAR L'EQUIPE PROJET : CONCEPT « FLEXFRAME ».....	130
FIGURE 44 : EXEMPLES D'UNE MAQUETTE LOW-FIDELITY DEVELOPPEE LORS DU PROJET .....	130
FIGURE 45 : DEUX INTERFACES ONT ETE DEVELOPPEES PARALLELEMENT (ICI SOUS FORME DE MAQUETTES) : A GAUCHE CELLE DES ELEVES, A DROITE CELLE DES PROFESSEURS. ....	131
FIGURE 46 : OBSERVATION DES ELEVES EN SITUATION D'INTERACTION AVEC LEUR TABLETTE.....	132
FIGURE 47 : VERSION FINALE DE LA TABLETTE TACTILE SQOOL DEVELOPPEE PAR UNOWHY .....	132
FIGURE 48 : LE CONCEPT DU « KUBE ».....	134
FIGURE 49 : DIFFERENTES REPRESENTATION DU CONCEPT « KUBECO ».....	134
FIGURE 50 : CERTAINS PARTICIPANTS AVAIENT DES DIFFICULTES A SE POSITIONNER FACE A L'ECRAN : DANS L'IDEE DU PERSUASIVE DESIGN NOUS AVONS PROPOSE DE SURELEVER LEGEREMENT L'ECRAN AFIN DE SUGGERER LE SENS DE LECTURE ET D'AMELIORER LA VISIBILITE.....	135

# Liste des Tableaux

TABLEAU 1 : CATEGORISATION DES UTILISATEURS EN FONCTION DE LEUR IMPLICATION.....	30
TABLEAU 2 : EXEMPLES DES CRITERES ET NIVEAUX POUR UNE FONCTION DONNEE.....	32
TABLEAU 3 : TABLEAU DE CONTREBALANCEMENT DU PROFIL METIER (INGENIEURS VS ERGONOMES) EN FONCTION DE LA CONDITION EXPERIMENTALE (POEPMCREATE VS PERSONA).....	71
TABLEAU 4 : COMBINAISON DES PROFILS POUR LES 30 QUESTIONS DES CONDITIONS POEPMCREATE ET PLT.....	82
TABLEAU 5 : EXEMPLES D'ITEMS LES PLUS CITES PAR LES GROUPES (MINIMUM 4 FOIS) ET LES MIEUX EVALUES (NOTE 5/5 PAR LES 45 UTILISATEURS FINAUX) EN FONCTION DE LEUR CATEGORIE RESPECTIVE (BESOINS, FONCTIONS ET SOLUTIONS).....	85
TABLEAU 6 : SYNTHESE DES RESULTATS POUR L'ANALYSE DE LA FLUENCE ET DE L'ORIGINALITE DES ITEMS GENERES POUR NOS TROIS CONDITIONS EXPERIMENTALES.....	86
TABLEAU 7 : EXEMPLES D'ITEMS LES PLUS CITES PAR LES GROUPES (MINIMUM 4 FOIS) ET LES MIEUX EVALUES PAR E3D- ENVIRONNEMENT CONCERNANT L'UTILITE DES BESOINS ET LEUR FAISABILITE TECHNIQUE (NOTES 5/5 SUR UNE ECHELLE DE LIKERT). NOUS Y DISTINGUONS LES BESOINS RELEVANT DES SERVICES DE L'OBJET (EN VERT) ET CEUX RELEVANT DE LA PROPRIETE DE L'OBJET (EN ORANGE).....	96
TABLEAU 8 : RECAPITULATIF DE L'ANALYSE STATISTIQUE EFFECTUEE : NOMBRE D'ITEMS TOTAL, MOYENNE, ECART-TYPE ET T DE STUDENT POUR CHAQUE VARIABLE.....	98
TABLEAU 9 : SYNTHESE DES RESULTATS POUR L'ANALYSE DE LA FLUENCE POUR LES TROIS CATEGORIES D'ITEMS (BESOINS, FONCTIONS ET SOLUTIONS).....	111
TABLEAU 10 : EXEMPLES D'ITEMS EVALUES COMME LES PLUS UTILES PAR LES UTILISATEURS DE CHAQUE CATEGORIE. CES ITEMS ONT ETE EVALUES SUR UNE ECHELLE ALLANT DE 1 POUR « PAS DU TOUT UTILE » A 5 POUR « TRES UTILES » PAR 15 UTILISATEURS POTENTIELS.....	113
TABLEAU 11 : EXEMPLES D'ITEMS DANS LES CATEGORIES « BESOINS », « FONCTIONS » ET « SOLUTIONS », POUR LE GROUPE PERSONAS ET LE GROUPE INVENTEURS.....	114
TABLEAU 12 : AVANTAGES ET INCONVENIENTS LIES A L'UTILISATION DES TECHNOLOGIES SUPPORT UTILISEES DANS NOTRE TRAVAIL DE THESE.....	127



## Liste des Annexes

ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE DE SATISFACTION (EXPERIMENTATION 1).....	162
ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE MBTI (EXPERIMENTATION 1 – ETUDE 1).....	163
ANNEXE 3 : LES PERSONAS DE L’EXPERIMENTATION 1.....	165
ANNEXE 4 : QUESTIONS DE L’ANALYSE DES BESOINS (EXPERIMENTATION 1 - ETUDE 2).....	167
ANNEXE 5 : LES PERSONAS DE L’EXPERIMENTATION 2.....	169
ANNEXE 6 : DOSSIER SUPPORT (EXPERIMENTATION 3).....	172
ANNEXE 7 : DEROULE DES SEANCES DE TRAVAIL (EXPERIMENTATION 3).....	183
ANNEXE 8 : QUESTIONNAIRE FINAL ET ANALYSE STATISTIQUE (EXPERIMENTATION 3).....	185
ANNEXE 9 : CONCEPTS INTERMEDIAIRES POUR LE PROJET E3D-ENVIRONNEMENT.....	188
ANNEXE 10 : PROTOCOLE DU TEST UTILISATEUR DE LA MAQUETTE E3D-ENVIRONNEMENT.....	189
ANNEXE 11 : LISTE DE PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES.....	199
ANNEXE 12 : NOUVELLE PROPOSITION D’EXPERIMENTATION.....	200



# 1. Introduction générale

## 1.1 Thème de recherche

L'analyse des besoins peut être considérée dans la littérature comme la première phase du processus de conception et d'innovation (French, 1985 ; Aoussat, 1990 ; Pahl & Beitz 1996). Cette étape permet d'identifier les attentes et les besoins des utilisateurs afin de concevoir des produits efficaces, efficaces et satisfaisants. C'est une étape importante dans un projet offrant des avantages se répercutant sur le triptyque Coût/Qualité/Délai (Nielsen, 1993 ; Damodaran, 1996 ; Von Hippel, 2005). Notre travail de thèse propose de contribuer au développement du courant de l'ergonomie prospective qui a pour objectif d'anticiper les besoins utilisateurs afin de générer des innovations (Robert & Brangier, 2009). Cette démarche anthropocentrée propose de favoriser la collaboration pluridisciplinaire dans l'équipe de conception mais aussi de développer des méthodes et des outils encourageant la créativité. Nous tentons dans ce travail de répondre à ces deux objectifs en proposant une méthodologie avec des outils novateurs pour l'analyse des besoins utilisateurs pour l'équipe de conception.

Pour cela, nous prenons comme terrain d'expérimentation trois projets industriels visant à concevoir des produits innovants : un projet de conception d'une tablette tactile dédiée à l'enseignement pour l'entreprise Unowhy, un projet de conception d'un objet connecté favorisant les comportements éco-citoyens pour l'entreprise E3D-Environnement et un projet de transfert des technologies de *Smart Windows* dans le domaine des transports pour l'entreprise Alstom Transport. Cette thèse et les projets associés ont été menés au sein du Laboratoire de Conception de Produit et d'Innovation (LCPI) d'Arts et Métiers ParisTech.

Le positionnement théorique de nos travaux se situe au niveau du courant de l'ergonomie prospective, qui se définit comme « la partie de l'ergonomie qui se donne pour objectif d'étudier, de concert avec d'autres disciplines, les facteurs techniques, sociaux, culturels et économiques qui façonnent l'évolution des activités humaines pour définir, concevoir et réaliser des innovations centrées sur l'humain, utiles à l'humain et dont il peut tirer des bénéfices en termes de bien-être, de performance, de plaisir et/ou de développement personnel » (Brangier & Robert, 2010). Ce positionnement s'inscrit dans l'approche pluridisciplinaire (ingénierie, design et ergonomie) développée au sein du LCPI dans le but d'alimenter le processus d'innovation. De précédents travaux du LCPI ont porté sur la contribution de l'ergonomie dans les phases amont du processus de conception et d'innovation (Leborgne, 2001 ; Lim, 2003), le courant de l'ergonomie prospective ayant lui-même été déjà abordé (Nelson, 2011). Cette thèse de doctorat s'inscrit dans la continuité des précédents travaux, avec l'objectif de proposer une contribution méthodologique et technologique nouvelle autour d'une méthode en particulier : la méthode des Personnas. En effet, cette méthode utilisée en ergonomie prospective (Bornet-Christophe, 2014) se révèle efficace en ce qui concerne l'analyse des besoins utilisateurs, notamment dans les projets d'innovation (Dornberger & Suvelza, 2012) pour produire des connaissances sur des utilisateurs qui ne sont pas encore identifiés afin de guider les choix de conception.

Les travaux de recherche du LCPI s'articulent autour de deux champs d'investigation visant à optimiser le processus de conception et d'innovation : la thématique « **métier** » dont l'objectif est d'extraire, de formaliser et de modéliser les spécificités des métiers (règles, connaissances, pratiques et outils) et la thématique « **processus** », cherchant à maîtriser les phases de divergence et de convergence, dans une approche collaborative. Le développement et l'intégration de « **supports technologiques** » permettent de soutenir d'enrichir ces deux thèmes de recherche. Notre travail propose d'investiguer ces trois champs d'investigation en proposant des outils et des supports technologiques pour l'ensemble des acteurs de la conception.

## **1.2 Problématique de la thèse**

Il existe dans la littérature deux catégories de méthodes concernant l'analyse des besoins utilisateurs : les méthodes permettant le recueil des besoins existants et les méthodes permettant l'identification de nouveaux besoins. Nous essayons dans notre travail de thèse de participer au développement du courant de l'ergonomie prospective en proposant à l'équipe de conception des méthodes et des outils visant à anticiper les futurs besoins utilisateurs.

**L'objectif de l'ergonomie prospective est de favoriser les innovations en se concentrant sur l'avenir : anticipation des besoins et prédictions des usages (Robert & Brangier, 2009 ; Brangier & Robert, 2010).** L'analyse de l'activité des utilisateurs qui repose sur les interactions actuelles est insuffisante pour le développement d'innovation : la situation à analyser n'existe pas encore, les futurs utilisateurs ne sont pas forcément bien identifiés et la technologie nouvelle ne propose pas toujours d'application potentielle (Brangier & Bastien, 2006 ; Brangier & Robert, 2012). Pour que l'ergonomie participe aux développements d'innovations il est alors nécessaire de produire des connaissances sur les utilisateurs et les usages futurs, d'avoir recours à des méthodes créatives et projectives ou encore de générer des représentations intermédiaires dans les phases amont du processus de conception. Ces étapes passent par la collaboration avec les autres métiers de la conception : ingénieurs, designers, experts marketing...etc. mais également par l'appropriation ou le développement de nouvelles méthodes.

Sans avoir la prétention de répondre à l'ensemble des buts fixés par l'ergonomie prospective, nous souhaitons dans notre travail de thèse **enrichir le courant de prospective en apportant de nouvelles méthodes afin de soutenir la collaboration des concepteurs et ce dès les premières étapes du processus de conception.** Nous tentons donc de répondre à la problématique suivante :

*Comment optimiser l'anticipation des besoins dans le but de favoriser l'innovation ?*

Pour répondre à cette question, nous développons **deux axes de recherche, l'un méthodologique, l'autre technologique :**

- **Encourager l'émergence de méthodes collaboratives adaptées à la pluridisciplinarité de l'équipe de conception** : Comme le souligne Aoussat (1990), l'équipe de conception est généralement pluridisciplinaire avec des métiers transverses à la conception (ingénieurs, designers, ergonomes, experts marketing) et des spécialités (informatique, science des matériaux, qualité...). Chaque domaine possède alors ses propres compétences : théories, méthodologies, méthodes et outils (Lahonde, 2011), ce qui pourrait être pour l'équipe de conception un vecteur pour l'innovation (Duchamp, 1999 ; Cagan & Vogel, 2002), notamment grâce à la collaboration entre ces différents métiers (Riboulet, Marin & Leon, 2002 ; Maranzana, Gartiser & Caillaud, 2008). En effet, la pluridisciplinarité de l'équipe de conception est un atout important pour le succès des projets industriels : anticipation des attentes et besoins des utilisateurs, transformation en fonction puis en solution et matérialisation du concept final (Vissers & Dankbaar, 2002 ; Beguin & Cerf, 2004 ; Brangier & Robert, 2012). La collaboration entre les sciences humaines et sociales et les sciences de l'ingénieur permet de prendre en considération des compétences diverses pour servir l'innovation. Cependant, cette collaboration peut parfois s'avérer incertaine et anti-productive (voir [Section 2.4.2](#)). Ainsi, notre premier axe de recherche consistera à analyser les modes de pensée des concepteurs en relation avec leur métier et à proposer une méthode hybride, dérivée de la méthode des Personas, adaptée aux modes de pensée multiples présents au sein de l'équipe de conception pluridisciplinaire.
- **Favoriser l'efficacité des méthodes utilisées dans les phases d'analyse des besoins à travers différents supports technologiques**. L'objectif dans ce cas est double : améliorer les processus à l'œuvre dans les méthodes (ex : processus cognitifs et collaboratifs), mais également renforcer le caractère ludique de ces méthodes (Van Gundy, 2005). Ce double avantage des technologies supports a déjà été relevé, par exemple pour les méthodes de créativité (Buisine, Besacier, Aoussat & Vernier, 2012 ; Schmitt, Buisine, Chaboissier, Aoussat & Vernier, 2012, voir [Section 2.4.3](#)). En effet, le support informatique et le développement des nouvelles technologies permettraient de soutenir l'activité créative (Lubart, 2005 ; Burkhardt & Lubart, 2010). Nous souhaitons savoir si ces effets sont transférables aux méthodes d'anticipation des nouveaux besoins et d'usages. En particulier, notre second axe de recherche consistera à expérimenter la méthode des Personas sur un support connu pour favoriser la collaboration (une Table Interactive) et un autre connu pour favoriser l'immersion (un monde virtuel peuplé d'avatars).

Les trois expérimentations que nous avons menées dans ce travail nous ont permis de proposer un modèle méthodologique, reposant sur l'association des deux axes de recherche présentés précédemment, visant à améliorer la phase d'anticipation des besoins (voir [Section 5.1](#)).

## 1.3 Structure du document

### **Partie 1 : Introduction et problématique de thèse**

Dans la première partie nous présentons le scope de notre recherche. Notre problématique générale y est présentée au regard d'une introduction sur les objectifs de l'ergonomie prospective. Nous introduisons également nos deux axes de recherche et nos trois expérimentations ayant pour but de répondre à la problématique énoncée.

### **Partie 2 : Etat de l'art sur l'analyse des besoins dans les projets de conception et d'innovation**

Dans la seconde partie nous présentons l'analyse des besoins ainsi que les méthodes actuelles permettant de réaliser cette analyse. Nous avons identifié plusieurs catégories de méthodes en fonction de l'objectif du projet (conception vs innovation), du niveau d'implication des utilisateurs et également en fonction des profils métiers des concepteurs (ingénieurs, ergonomes, designers, experts marketing). Enfin, nous discutons des limites actuelles de ces méthodes (comme les difficultés pour les utilisateurs de participer aux projets d'innovations, ou le manque de méthodes adaptées à la pluridisciplinarité de l'équipe de conception) et de la nécessité de se rapprocher des méthodes créatives afin de générer de nouveaux besoins et d'anticiper des usages encore inexistantes.

### **Partie 3 : Problématique et hypothèses de recherche**

Cette partie est dédiée à la présentation de notre problématique et de nos hypothèses en lien avec l'analyse de l'état de l'art : (1) développer des méthodes d'anticipation des besoins adaptées aux différents profils métiers de la conception et (2) augmenter la performance des méthodes d'anticipation des besoins grâce à des supports technologiques collaboratifs et immersifs. Nos hypothèses de recherche sont affiliées à nos trois expérimentations de thèse : le développement d'une méthode adaptée à la pluralité de l'équipe de conception avec l'expérimentation 1 et l'utilisation de technologies avec les expérimentations 2 et 3.

### **Partie 4 : Expérimentations**

Nos expérimentations sont développées dans la partie 4 : la première expérimentation a été réalisée dans le cadre d'un projet de recherche pour l'entreprise Unowhy. Elle concernait la génération de besoins relatifs à la conception d'une tablette tactile dédiée à l'enseignement. Notre objectif de recherche concernait l'évaluation de l'efficacité des méthodes en fonction des métiers et de la pluridisciplinarité de l'équipe de conception. Après avoir sélectionné deux méthodes utilisées en analyse des besoins (méthode des Personas et méthode POEPMcreate<sup>1</sup>), nous avons créé une méthode hybride représentant une combinaison des deux précédentes, que nous avons appelée méthode PLT pour *Persona Logical Thinking*. Ces trois méthodes ont été comparées au regard de la Fluence, de l'Originalité et de l'Utilité des besoins générés par les concepteurs.

La seconde expérimentation concernait le développement d'un objet communicant pour l'entreprise E3D-Environnement. Les besoins générés ont été analysés puis intégrés dans le cahier des charges de l'entreprise afin de développer ce produit. En ce qui concerne notre objectif de

---

<sup>1</sup> Voir [Section 2.3.1.4](#).

recherche, nous avons poursuivi l'objectif d'améliorer la collaboration au sein de l'équipe de conception, mais en utilisant cette fois les possibilités des technologies actuelles. Nous comparons l'efficacité de la méthode des Personas selon le support de travail : support interactif collaboratif (Table Interactive) ou support papier (Post-It). Nous comparons les résultats obtenus dans les deux conditions sur les variables de Fluence, d'Originalité, de Faisabilité technique et d'Utilité.

Enfin, la dernière expérimentation a permis d'engager une réflexion pour l'entreprise Alstom Transport sur les applications des technologies de *Smart Windows* pour les transports en communs. Les idées produites ont été intégrées dans un cahier des charges pour de futurs développements. Concernant notre objectif de recherche, nous avons utilisé un support technologique immersif (le monde virtuel *Second Life*) pour favoriser le processus d'empathie dans l'anticipation des futurs besoins. Nous avons comparé une condition dans laquelle les concepteurs incarnent des utilisateurs (condition Personas) et une condition dans laquelle ils incarnent des inventeurs (condition techno-centrée). Nous analysons l'impact de ces deux conditions sur la production des concepteurs (Fluence, Contenu des idées, Pertinence), ainsi que sur leur satisfaction (mesures subjectives).

### ***Partie 5 : Apports/Conclusion***

Dans cette dernière partie nous présentons nos différents apports de thèse. Sur le plan théorique et méthodologique, nous participons au courant de l'ergonomie prospective en outillant les concepteurs afin d'améliorer l'anticipation des besoins dans les phases initiales des projets de conception et d'innovation. Sur le plan industriel nous présentons une synthèse des résultats obtenus lors de nos expérimentations ainsi que le développement des différents produits qui ont suivi nos interventions. Enfin, nous terminons par une conclusion et des perspectives concernant la suite de nos travaux comme le rapprochement nécessaire des deux axes de recherche que nous avons développés dans ce travail, à savoir le développement de méthodes collaboratives adaptées à la pluridisciplinarité de l'équipe de conception qui seront ludiques, créatives et technologiques.



## 2. L'analyse des besoins dans les projets de conception et d'innovation

Comme nous l'avons énoncé dans la première partie du document, nous nous intéressons à la première étape du processus de conception : l'analyse des besoins. Cette étape permet notamment de cerner les attentes des utilisateurs et d'identifier les fonctions du futur produit dès le début du projet. Nous présentons dans cette seconde partie les différents aspects de l'analyse des besoins dans les projets de conception et d'innovation.

### 2.1 Introduction

Dans un premier temps nous souhaitons clarifier les termes que nous allons utiliser tout au long de notre document. Il est parfois difficile d'obtenir un langage commun entre les disciplines (marketing, ingénierie, ergonomie...) mais aussi entre les traductions (ici français /anglais). Le terme le plus important de notre document est celui de « **besoin** ». Les synonymes que nous pourrions lui trouver dans la littérature scientifique francophone sont « attente », « exigence » ou encore « désir » (Loup-Escande, Burkhardt & Richir, 2013). Ces termes semblent cependant renvoyer aux mêmes idées, recueillir et anticiper ce que veulent les utilisateurs. Pour les publications anglophones, les deux termes récurrents sont « **Requirement** » (traduit en Français par « besoin » ou « exigence ») et « **Need** » (traduit en Français par « besoin » ou « attente »). Si nous reprenons l'analyse terminologique d'Eodice, Leifer et Fruchter (2000), reprise et développée par Arikoglu (2011), le terme « **Need** » correspond aux désirs des utilisateurs et le terme « **Requirement** » est défini comme la réponse aux désirs des utilisateurs que l'on transforme en fonction. Pour parler d'analyse des besoins en ingénierie, on parlera principalement de *Requirements Analysis* mais également de *Needs Analysis* lorsque le processus est centré principalement sur l'utilisateur (Smith, 2011). La flexibilité sémantique des termes précédemment énoncés, liée notamment à la discipline, nous montre qu'il n'est pas facile d'adopter un langage commun exempt d'ambiguïté.

Pour notre exposé nous allons suivre le processus linéaire d'analyse des besoins proposé par des Mesnards (2007) : le recueil des besoins utilisateurs, la traduction des besoins en fonctions produit puis le développement de solution (voir [Figure 1](#)). Un besoin peut être défini comme étant une « exigence née d'un sentiment de manque, de privation de quelque chose qui est nécessaire à la vie organique : Besoin de manger, de dormir », cela correspond à la première définition présente dans le dictionnaire Larousse. Cette définition renvoie au premier étage de la pyramide de Maslow (1943) : les besoins physiologiques de base. C'est dans la seconde et la troisième définition du dictionnaire Larousse que l'on se rapproche de ce qui nous intéresse dans nos travaux, le besoin comme « sentiment de privation qui porte à désirer ce dont on croit manquer ; nécessité impérieuse : Besoin de savoir » et comme « une chose considérée comme nécessaire à l'existence : Le cinéma est devenu chez lui un besoin ». Le besoin résulte alors d'un manque ou d'une insatisfaction que l'individu cherche à combler. Si l'on se rapproche de la littérature de l'ingénierie nous trouvons la norme **NF EN 16271** où le besoin est « ce qui est nécessaire à l'utilisateur ou désiré par lui ». Cette norme caractérise plusieurs types de besoins : explicites ou implicites ; existants ou

potentiels (correspondant aux attentes identifiées, non identifiées ou implicites). « Dans tous les cas il constitue le besoin à satisfaire pour lequel un utilisateur est prêt à faire un effort » (Tassinari, 2006). Les fonctionnalités et le produit lui-même répondent alors aux besoins des utilisateurs.

Qu'il s'agisse du modèle de French (1985), du modèle de liaison en chaîne de Kline (Kline & Rosenberg, 1986), des modèles en cascade, en V ou en spirale (Royce, 1970 ; Boehm, 1988 ; Forsberg & Mooz, 1991), de celui de Pahl et Beitz (1996), ou encore de celui d'Aoussat en conception innovante (Aoussat, 1990 ; Duchamp, 1999), tous ces modèles débutent par une phase d'analyse des besoins (parfois appelée différemment comme « marché potentiel » chez Kline ou « planification et clarification de la tâche » chez Pahl et Beitz). La définition que chaque auteur place derrière cette première étape peut cependant différer quelque peu, privilégiant par exemple parfois l'analyse des besoins clients ou parfois l'analyse des besoins des utilisateurs. Nous pouvons identifier trois types de besoins différents dans la littérature (Maiden, 2008 ; Parker, 2012) : les besoins de l'entreprise (*Business Requirements*), les besoins des utilisateurs (*User Requirements*) et les besoins du système (*System Requirements*). Ces trois catégories de besoins pouvant être analysées conjointement dans certains modèles : la première catégorie nous donne les objectifs du projet, la seconde catégorie requiert un recueil des besoins auprès des utilisateurs débouchant sur des fonctions (ou spécifications) puis des solutions correspondant à la troisième catégorie de besoins (des Mesnards, 2007).

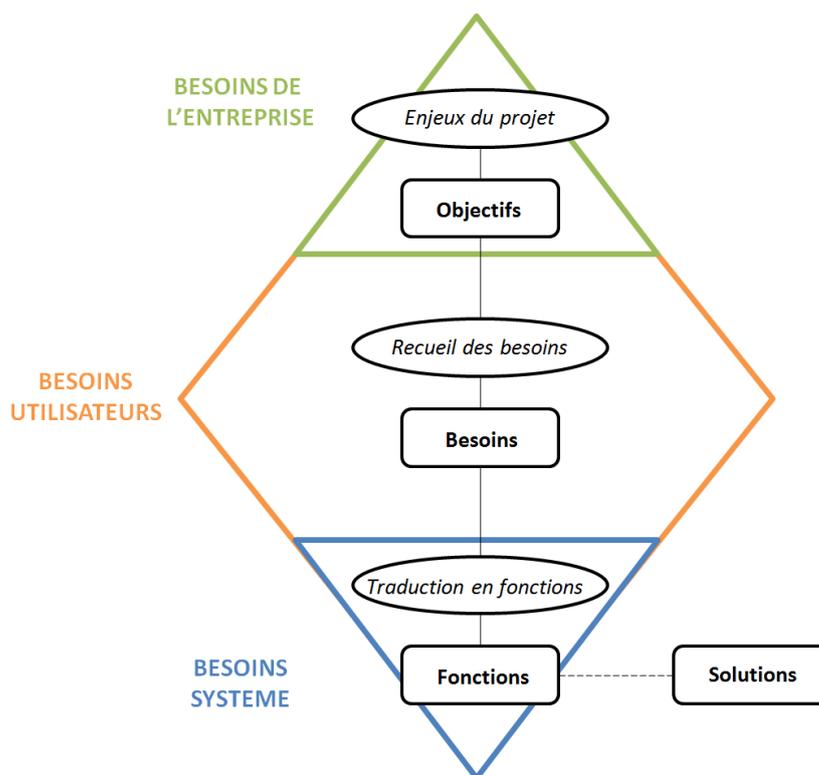


Figure 1 : L'analyse des besoins, la première étape de processus de conception : enjeux du projet (besoins de l'entreprise), recueil des besoins utilisateurs et traduction en fonction produit (besoins système). (Adapté de des Mesnards, 2007 ; Maiden, 2008 ; Parker, 2012).

### **Les besoins de l'entreprise (Business Requirements) :**

Les besoins de l'entreprise correspondent aux enjeux et objectifs du projet. Pourquoi l'organisation s'est lancée dans ce projet ? Quelles sont ses attentes ? A-t-elle besoin de résoudre un problème technique, de profiter d'une opportunité de marché ? Etc.

Les objectifs du projet doivent être identifiés en amont (**Robertson, 2001**) : le type de produit à développer, les contraintes (budgétaires, temporelles, légales...) ou encore l'identification des parties prenantes (du côté des concepteurs et du côté des futurs utilisateurs). Cette étape est plus ou moins formelle mais peut prendre la forme d'une étude de faisabilité et/ou d'opportunité pour aboutir à un rapport détaillé (**NF ISO 21500 ; Sommerville, 2006**).

O'Shaughnessy (**1992**) identifie plusieurs composantes relatives aux études de faisabilité, elles peuvent porter sur le marché (marché potentiel, positionnement des concurrents...), sur la technique (capacité de production, matériaux à utiliser...), sur les ressources humaines (main d'œuvre requise...), sur les finances (financement du projet, évaluation de la rentabilité...) et enfin sur la législation (impacts environnementaux, réglementation relatives aux exportations et importations...).

### **Les besoins utilisateurs (Users Requirements ou Needs) :**

Nous pouvons considérer trois types de besoins utilisateurs (**Robertson, 2001 ; Loup-Escande, Burkhardt & Richir, 2013**) :

- **Les besoins conscients** (*conscious*) : Ce sont des besoins explicitement énumérés par les utilisateurs, résultant de leur expérience avec les produits. Il peut s'agir de besoins liés à une personnalisation du produit (ex : possibilité de changer la couleur), d'une correction d'un défaut identifié (ex : mise en veille intempestive) ou encore d'une évolution lorsqu'une nouvelle technologie est arrivée sur le marché (ex : écran 4K sur son téléviseur). Ces informations peuvent être obtenues à travers les méthodes « classiques » de l'analyse des besoins : étude de marché, questionnaires auprès des utilisateurs...etc.
- **Les besoins non conscients** (*unconscious*) : Ce sont des besoins relativement difficiles à détecter. Le produit peut exister (ex : un micro-onde), mais pourrait être amélioré (ex : ajout d'une fonction qui permettrait de réchauffer sa nourriture d'une manière homogène). Robertson (**2001**), avance plusieurs raisons pouvant expliquer ces « omissions » : l'automatisme ou l'habitude dans l'utilisation de certains produits, le sentiment d'expertise vis-à-vis d'une catégorie de produit ou au contraire la méconnaissance des domaines technologiques. Les méthodes comme les Jeux de rôle ou les Scénarios pourraient permettre d'identifier et développer ces besoins (voir [Section 2.3.3](#)).
- **Les besoins latents** (*undreamed*) : Ce sont des besoins que nous pouvons considérer comme insoupçonnés par les utilisateurs, voire même inimaginables. Les besoins de cette catégorie apparaissent lors de la mise sur le marché d'innovations de rupture, comme le téléphone portable ou le walkman. Les utilisateurs n'avaient alors pas conscience de l'utilité des dits produits avant de les posséder. Pour Spérandio (cité par **Anastassova**,

2006) « on propose un système...parce qu'on sait le faire, en faisant l'hypothèse qu'il répond à un besoin ». Nous pouvons alors nous considérer dans une démarche *Techno Push*, mais également *Need Seekers* où la prospection des besoins utilisateurs devient un moteur pour l'innovation (voir [Section 2.2.1](#)). Ce sont ici les méthodes de prospection et d'innovation qui priment pour l'identification de ces besoins : créativité, méthode des Personas...etc.

Selon la norme **NF X50-100**, ces besoins peuvent être classés en deux catégories, ceux relevant de critères objectifs et ceux relevant de critères subjectifs : les **besoins objectifs** des utilisateurs sont quantifiables, cela peut être le besoin de performance pour une automobile (en km/h par exemple) ou d'autonomie pour un baladeur mp3 (en heure). Les **besoins subjectifs** sont au contraire plus difficilement quantifiables car ils correspondent à des critères émotionnels ou affectifs : l'esthétisme, la marque, le confort, l'appartenance sociale...etc. Leur analyse reposera sur la création de mesures adéquates comme des échelles ordinales ou nominales. Maguire et Bevan (2002), envisagent l'analyse des besoins utilisateurs d'une manière chronologique : récolte d'informations générales, identification des besoins utilisateurs, évaluation des besoins et spécification des besoins. Cette dernière étape aboutit aux besoins du système.

#### **Les besoins système (System Requirements) :**

Il existe également dans la littérature une différenciation des besoins relatifs au système lui-même, ce sont les besoins **fonctionnels** et **non-fonctionnel** (Robertson, 2001 ; Sommerville, 2006). Les besoins fonctionnels correspondent aux fonctions ou aux services offerts par le système : ce que le système doit faire et ce qu'il ne doit pas faire tout en prenant en compte l'environnement et les utilisateurs (ex : pouvoir prendre des photos sous l'eau avec un APN). Les besoins non-fonctionnels concernent l'efficacité des fonctions et des services offerts. Il ne s'agit pas seulement de remplir une fonction mais il s'agit de la remplir efficacement (ex : la performance d'un APN waterproof dans l'obscurité). Il peut s'agir également des caractéristiques d'utilisabilité, de confort, de sécurité, de législation etc. (Robertson, 2001). Ces définitions sont assez proches des termes *fonctions principales, contraintes et complémentaires* de l'analyse fonctionnelle (NF EN 16271 et NF X50-100). Cette catégorie de besoins débouche alors sur des fonctions à intégrer dans le cahier des charges avant de développer des solutions de conception (voir [Figure 1](#)).

Dans notre présent travail, nous nous intéressons aux besoins utilisateurs et aux besoins du système, c'est ce qui caractérisera pour nous l'analyse des besoins dans la suite du document. Nous utilisons alors les termes de besoins utilisateurs (équivalent de *Needs* dans la littérature anglo-saxonne) et de fonctions du produit (*Requirements*). **Nous présentons dans la partie suivante l'importance de cette première étape notamment dans les projets d'innovation.**

## **2.2 L'analyse des besoins comme moteur de l'innovation**

En conception innovante, les phases amont sont considérées comme primordiales car elles se répercutent **sur le déroulement du projet** (coût, délai...), **sur la qualité du système développé** (efficacité, efficience...) et **sur les utilisateurs finaux** (satisfaction, usage...) (Nielsen, 1993 ; Koen et al., 2002 ; Von Hippel, 2005). L'analyse des besoins est alors considérée comme une étape charnière pour le développement de nouveaux produits (Rexfelt & Rosenblad, 2006 ; Anastassova, 2006 ; Rejeb, 2008). C'est également dans les premières phases que l'équipe de conception possède une « liberté d'action » importante (*Design Freedom*), contrairement aux phases avancées du projet (Ullman, 1992 ; Pahl & Beitz, 1996).

### 2.2.1 La culture de l'innovation en entreprise

L'innovation, même si elle comporte certains risques, permet de relancer l'économie d'un pays mais est aussi et surtout un moteur de développement pour les entreprises. Elle permet d'assurer des rentes et de préserver une position concurrentielle, d'améliorer la productivité, de conquérir de nouveaux marchés, de motiver les salariés ou encore répondre aux besoins des clients en proposant des produits améliorés (OCDE, 2005 ; Le Masson, Weil & Hatchuel, 2006 ; Midler, Beaume & Maniak, 2012). Schumpeter (1934), a proposé de différencier 5 types d'innovations au sein des entreprises : un nouveau produit ou une amélioration qualitative d'un produit existant, un nouveau procédé industriel, une ouverture vers un nouveau marché, le développement vers de nouvelles matières premières et enfin le développement d'une nouvelle organisation industrielle.

Duchamp (1999), définit l'innovation comme l'apparition sur le marché d'un produit ou d'un service inédit. Ces produits nouveaux font alors référence aux innovations de rupture ou radicales, et aux innovations incrémentales qui sont des produits améliorés. Au sein de l'innovation radicale nous pouvons identifier deux sous-catégories : les produits qui possèdent des caractéristiques technologiques nouvelles vis-à-vis des produits antérieurs, ou alors les produits proposant des usages novateurs. Par exemple, le magnétoscope était un produit technologiquement nouveau (bande magnétique) alors que les baladeurs cassettes reprenaient cette technologie en offrant de nouvelles applications et de nouveaux usages. L'innovation incrémentale concerne les produits technologiquement améliorés notamment grâce à l'utilisation de composants ou de matériaux plus performants (par exemple l'introduction du freinage ABS dans l'automobile). C'est cette innovation qui est la plus courante dans les entreprises (OCDE, 2005 ; Devalan, 2006).

Cependant, toutes les entreprises n'appréhendent pas l'innovation de façon équivalente. Au niveau stratégique, nous pouvons énumérer trois profils qui caractérisent l'approche de l'innovation au sein des différentes structures (Péladeau, Romac, Rozen & Sevin, 2013 ; Jaruzelski, Staack & Goehle, 2014) :

- **Les Technology Drivers** : Ces entreprises réalisent des innovations à partir de leurs compétences technologiques. Leurs investissements en R&D permettent de développer des innovations incrémentales mais aussi de ruptures afin de répondre aux besoins connus mais aussi inconnus de leurs clients. Les entreprises comme Google entrent dans cette catégorie, notamment avec le projet en cours des très remarquées *Google Glass* (paire de

lunette à réalité augmentée). L'objectif est ici de développer de nouvelles caractéristiques technologiques.

- **Les Market Readers** : Ces entreprises sont à l'écoute de leurs clients et suivent de près leurs concurrents : elles développent principalement des innovations incrémentales afin de répondre aux besoins identifiés et adoptent une tactique de suiveur afin de limiter les risques. L'entreprise Samsung, un des leaders sur le marché des Smartphones, propose des dizaines voire des centaines de modèles à la vente. L'entreprise propose des améliorations régulières de ses modèles qui se distinguent par leurs spécificités techniques, leurs fonctionnalités et leur esthétisme afin de combler les attentes repérées chez les utilisateurs.
- **Les Need Seekers** : Dans cette stratégie, les utilisateurs (actuels et potentiels) sont activement impliqués dans la démarche d'innovation. Les comportements et habitudes des utilisateurs sont analysés afin de combler certaines attentes mais aussi pour identifier de nouveaux besoins ou des besoins non-exprimés. Les idées des utilisateurs/clients sont encouragées à l'image de la société Apple qui apprend de l'interaction entre les clients et les vendeurs des magasins de la firme.

Cette dernière stratégie d'innovation, « Need seeker », est même reconnue comme la plus performante actuellement, à l'exemple d'Apple ou de Procter & Gamble. Ces entreprises atteignent des performances financières supérieures au fil du temps (Péladeau, Romac, Rozen & Sevin, 2013), ce qui souligne l'importance d'adopter une démarche anthropocentrée et de chercher à anticiper les besoins futurs afin d'encourager le développement d'innovations :

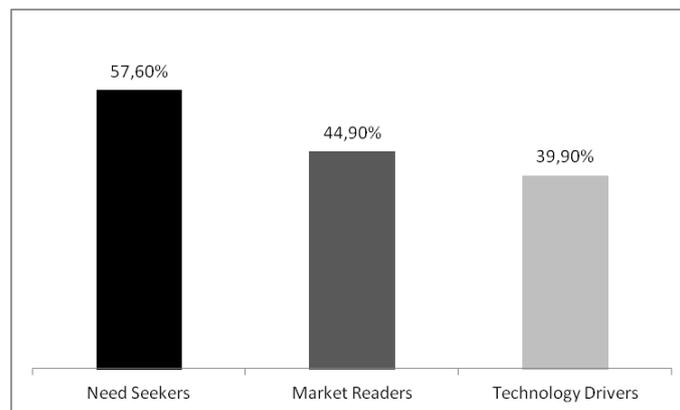


Figure 2 : Pourcentage des entreprises qui surpassent leurs concurrents financièrement. Adapté de Jaruzelski, Staack et Goehle (2014).

En outre, la démarche *Need Seekers* est particulièrement peu développée en France (voir Figure 3) et les méthodes favorisant cette approche pourraient permettre de redynamiser l'innovation dans les entreprises françaises.

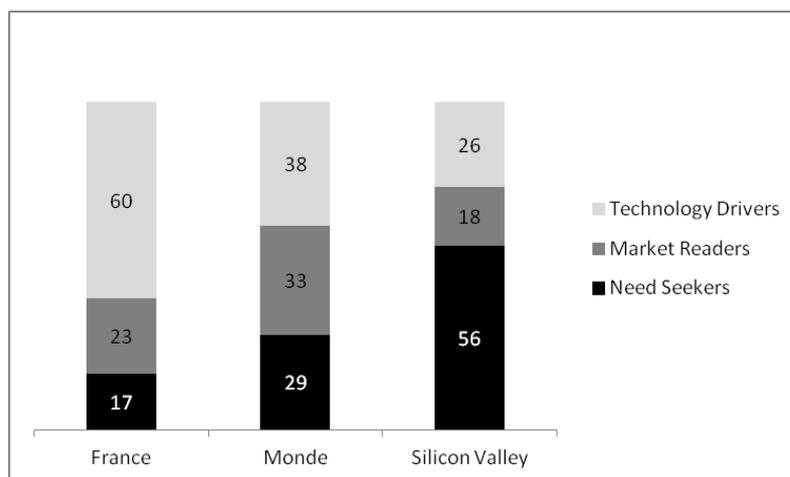


Figure 3 : Les différents modèles d'innovation dans le monde, en France et dans la Silicon Valley (en %).  
(Péladeau, Romac, Rozen & Sevin, 2013)

## 2.2.2 Les utilisateurs dans le processus innovant

Pour Schumpeter (1934) et ses contemporains (Bush, 1945), l'innovation est engendrée par les connaissances scientifiques et techniques. Les utilisateurs ne sont là que pour « suivre » ces avancées. On peut définir cette période comme relevant de la stratégie des *Technology Drivers* (*Techno Push*). La seconde période historique laisse place à des théories économiques où la demande (Schmookler, 1966 ; Mowery & Rosenberg, 1979) et les besoins des utilisateurs (Rosenberg, 1974) guident l'innovation. Cette période correspond à la stratégie *Market Readers* des entreprises (*Market Pull*). Aujourd'hui les définitions de l'innovation, comme celle du manuel d'Oslo, prennent en compte ces deux grandes théories : « l'innovation est la mise au point/commercialisation d'un produit plus performant dans le but de fournir au consommateur des services objectivement nouveaux ou améliorés » (OCDE, 2005). L'utilisateur tient un rôle de plus en plus central dans l'apparition des innovations sur le marché (conception centrée utilisateur, conception participative...). Il est notamment responsable de l'adoption ou de la non-adoption d'un nouveau produit, ce qui lui donne un rôle décisif dans l'économie. Les avantages de la prise en compte des utilisateurs dans le processus de conception et d'innovation ne sont plus à démontrer : une acceptabilité et une satisfaction du produit plus importante, un produit plus efficace et efficient, un meilleur apprentissage et une compréhension du produit plus facile, l'abandon des fonctions coûteuses et inutiles ou encore une diminution des itérations et de la durée du projet (Leitheiser & Hoffman, 1994 ; Damodaran, 1996 ; Chatzoglou & Macaulay, 1996). L'implication des utilisateurs au sein des projets de conception peut être de nature différente (Damodaran, 1996 ; Olsson, 2004) : **Informative** (les utilisateurs donnent et/ou reçoivent de l'information), **Consultative** (les utilisateurs évaluent/jugent les produits) ou **Participative** (les utilisateurs influencent les décisions de conception). Nous retrouverons cette taxonomie lors de la présentation des principales méthodes d'analyse des besoins dans la [Section 2.3](#).

### 2.2.2.1 *La Modélisation des utilisateurs (implication informative)*

Dans certains projets de conception, il est envisageable d'intégrer les informations ou les connaissances des utilisateurs à travers ce que l'on appelle des modèles. Ces modèles reposent sur « une compréhension assez fine des besoins d'information et des processus mis en jeu dans le comportement des utilisateurs et en proposent une représentation abstraite et synthétique » (Karsenty, 2004). Ces modèles de l'utilisateur sont issus des travaux en psychologie cognitive notamment dans le domaine des IHM (Card, Moran & Newell, 1983 ; Norman, 1983 ; Rasmussen, 1986). Ces modèles pouvant être plus ou moins opérationnels pour les concepteurs, ils ont évolué vers des méthodes ou des outils plus pragmatiques. Hasdoğan (1996), identifie trois types de modèles utilisateurs : **empiriques** (ex : mesures anthropométriques, données sur l'accidentologie...), **expérimentaux** (ex : modèle GOMS pour la prédiction de la performance, modèle d'anthropométrie dynamique...) ou basés sur des **modèles de scénarios** (ex : simulations, méthode des Personas...).

### 2.2.2.2 *La Conception Centrée Utilisateur (implication consultative)*

L'utilisateur étant le destinataire final du produit, prendre en compte ses besoins en amont du projet et valider avec lui les choix de conception renvoie à la notion de Conception Centrée Utilisateur (*User-Centered Design*). Cette démarche prend forme en premier lieu dans le domaine des IHM avec l'avènement de l'informatique dans les années 70-80 (Norman & Draper, 1986 ; Nielsen, 1993) puis se développe également pour les produits de la vie courante (Norman, 1988). L'objectif de cette approche est « de rendre les systèmes utilisables et utiles en se concentrant sur les utilisateurs, leurs besoins et leurs exigences, et en appliquant les facteurs humains, l'ergonomie et les connaissances et techniques existantes en matière d'utilisabilité. Cette approche favorise l'efficacité et l'efficience, améliore le bien-être de l'homme, ainsi que la satisfaction des utilisateurs, l'accessibilité et la durabilité, et réduit les effets nuisibles potentiels de leur utilisation sur la santé, la sécurité et les performances » (NF EN ISO 9241-210). Les concepts d'**utilisabilité** (*usability*), d'**utilité** (*usefulness*) et d'**acceptabilité** (*acceptability*) sont de loin les plus développés dans la littérature scientifique.

- L'utilisabilité est alors définie comme étant le « degré selon lequel un produit peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité [capacité d'un dispositif à atteindre un objectif donné], efficience [capacité de produire une tâche avec un minimum d'effort] et satisfaction [absence d'inconfort et attitudes positives] dans un contexte d'utilisation spécifié » (NF EN ISO 9241-11). Nielsen (1993), quant à lui rajoute également les notions d'apprentissage et de mémorisation comme faisant partie de l'utilisabilité.
- L'utilité est, pour Burkhardt et Spérandio (2004), « un avantage significatif pour l'utilisateur dans une activité précise (en termes d'efficacité, de coût, de rapidité, de précision, d'agrément...) ; cet avantage est par essence toujours relatif : relatif à ses objectifs, relatif aux outils existants ou habituellement utilisés, relatif à l'environnement d'utilisation, et relatif aux dépendances avec les autres activités ».

- L'acceptabilité d'un produit dépend de son degré d'utilisabilité, de son utilité, de sa capacité à être facilement pris en main mais aussi de son prix, de son esthétisme ou de sa valeur affective et sociale (Brangier & Barcenilla, 2003).

### 2.2.2.3 La Conception Participative (*implication participative*)

Les partisans de la Conception Participative (*Participatory Design*), proposent de dépasser les approches de la conception techno-centrée ou même centrée-utilisateurs, afin d'intégrer les utilisateurs comme des acteurs à part entière de la conception. La conception participative prend ses marques en tant que démarche dans les pays scandinaves entre les années 70 et 80 lorsque les opérateurs participent à la conception de leur environnement de travail et notamment de leurs outils informatiques (Bødker, Grønbaek & Kyng, 1995). Puis elle s'est développée pour la conception de produits et de services de la vie quotidienne.

Pour Von Hippel l'innovation est aujourd'hui centrée sur les utilisateurs, de nombreux utilisateurs améliorent les produits existants et/ou sont à l'origine de nouveaux produits (Von Hippel, Ogawa & De Jong, 2011 ; Gambardella, Raasch, & Von Hippel, 2014). L'engouement et le développement des *Fab Labs (Fabrication Laboratory)* en est un exemple. Ce sont des lieux « ouverts à tous, sans distinction de pratiques, diplômes, projets ou usages [susitant des] mécanismes d'échanges, de pair à pair, de collaboration, de coopération, de développement de liens fiables, d'interdisciplinarité, de partage » (Eychenne, 2012). Les utilisateurs peuvent alors être perçus comme des concepteurs potentiels, la communication et la coopération entre tous les « membres » de l'équipe de conception serait donc un atout considérable. De nombreuses méthodes émergent de cette approche : le *Scénario-Based-Design* (Carroll, 1995), les *Lead-Users* (Von Hippel, 2001) ou encore le Prototypage Coopératif (Bødker, Grønbaek & Kyng, 1995). Plusieurs bénéfices ont été avancés quant à la participation des utilisateurs dans les projets de conception participative : amélioration de la qualité du produit, gain économique en éliminant les fonctionnalités inutiles ou encore une meilleure acceptabilité et compréhension du système pour les utilisateurs finaux (Damodaran, 1996 ; Kujala, 2003).

### 2.2.3 Utilisateurs vs Innovation

Il est à noter cependant que dans certains projets d'innovation, les utilisateurs peuvent éprouver des difficultés à participer au développement des produits, voire peuvent représenter un frein à la génération de nouveaux besoins et à l'anticipation de futurs usages. Nous avons repéré dans la littérature trois catégories de limites : l'immaturation inhérente d'un projet d'innovation, le manque d'expertise des utilisateurs et les biais de verbalisation.

- **L'immaturation du projet**

-Dans les phases amont des projets d'innovation, les utilisateurs ne sont pas forcément identifiés, ce qui crée un écart entre les résultats obtenus par les utilisateurs potentiels et les utilisateurs effectifs (Brangier & Bastien, 2006),

-La conservation des habitudes est importante chez les utilisateurs (Spérando, 2001, cité par Anastassova, 2006), ce qui peut limiter l'intérêt et l'utilité des produits innovants (Wood, 1997),

-Les utilisateurs ont également besoin de temps pour s'approprier une nouvelle technologie et évaluer son intérêt, ils éprouvent donc des difficultés à se projeter sur les produits innovants (Le Masson, Weil & Hatchuel, 2006 ; Nagard-Assayag & Manceau, 2011).

- **L'expertise des utilisateurs**

-L'évaluation des premières représentations intermédiaires peut provoquer une frustration voire un rejet car elles ne sont pas abouties. Les besoins réels peuvent alors ne pas être identifiés au profit d'évocation, par exemple, d'erreurs de conception liées à la maquette ou au prototype (Anastassova, 2006),

-Lorsqu'il s'agit de technologies complexes, les utilisateurs peuvent être dépassés car ils ne sont pas experts dans le domaine et peuvent manquer de connaissances (Ulwick, 2002, Leonard & Rayport, 1997),

- Les idées apportées par les utilisateurs ne sont pas toujours réalisables ou implémentables dans le projet et il y a souvent un écart entre ce qui est demandé par les utilisateurs et ce qui est réalisé par les concepteurs ; Et cela pour des raisons économiques, temporelles ou simplement à cause d'une infaisabilité technique (McConnell, 1996 ; Van Schaik, 1999).

- **Biais de verbalisation**

- Les utilisateurs peuvent éprouver des difficultés à exprimer des besoins sur un produit qu'ils ne visualisent ou n'imaginent pas (Karsenty, 2006),

- Les utilisateurs peuvent aussi avoir des difficultés à exprimer leur point de vue (Petiot & Yannou, 2004), notamment à cause du manque d'habitude ou d'expérience vis-à-vis des projets industriels.

-Il peut exister également des biais de verbalisation lorsqu'il s'agit de mettre des mots sur un ressenti ou une émotion (Vivier, 2008). Ces limites sont d'autant plus importantes pour des produits destinés à des enfants ou des personnes âgées.

L'analyse des besoins est donc une étape charnière pour le bon déroulement des projets de conception. Les utilisateurs peuvent être impliqués différemment selon les objectifs du projet : innovation incrémentale ou innovation de rupture. **Nous développons dans la section suivante les principales méthodes visant à recueillir les besoins existants ou au contraire à anticiper les besoins futurs.**

## **2.3 Les principales méthodes pour l'analyse des besoins utilisateurs**

Nous présentons dans cette partie les principales méthodes permettant le recueil des besoins existants et la génération de nouveau besoins dans les projets de conception et d'innovation. Nous avons identifié **19 méthodes** pouvant servir à l'analyse des besoins (voir la **Figure 6** à la page 50 pour une vue d'ensemble de ces méthodes). Ces méthodes ont été catégorisées en trois sections, représentant la typologie réalisée par Kaulio (1998), vis-à-vis de l'implication des utilisateurs au sein du processus de conception : *Design for users*, *Design with*

users et *Design by users*. Cette catégorisation peut être rapprochée de la distinction énoncée par Damodaran (1996) et Olsson (2004) :

<b>Degré d'implication des utilisateurs</b>	<b>Faible</b>	<b>Moyen</b>	<b>Important</b>
Damodoran (1996)	Informateurs	Consultants	Participants
Kaulio (1998)	Design for users	Design with users	Design by users
Olsson (2004)	Sujets	Informateurs	Partenaires

Tableau 1 : Catégorisation des utilisateurs en fonction de leur implication dans les projets de conception.

- **Conception pour** les utilisateurs (*Design for users*) : Cette catégorisation peut être considérée comme faisant partie de l'approche de Modélisation des utilisateurs (voir [Section 2.2.2.1](#)) : des informations sur les utilisateurs sont récupérées puis utilisées sans qu'ils soient forcément physiquement présents lors de la conception des systèmes. Par exemple la méthode Netnographique (**Kozinets, 2002**), permet de récupérer des données sur les utilisateurs (avis, attentes...) par le biais d'Internet (sites d'achats en ligne, réseaux sociaux...).
- **Conception avec** les utilisateurs (*Design with users*) : Les utilisateurs participent au projet de conception avec l'équipe projet. Les méthodes présentes dans cette catégorie peuvent être considérées comme relevant de la Conception Centrée Utilisateur (voir [Section 2.2.2.2](#)) : les concepteurs interrogent les utilisateurs sur leurs besoins et participent à l'évaluation des solutions retenues. En analyse du besoin, les méthodes discursives et observationnelles peuvent être considérées comme faisant partie de cette approche.
- **Conception par** les utilisateurs (*Design by users*) : Cette approche implique activement les utilisateurs dans le processus de conception de produits, c'est ce que l'on appelle la Conception Participative (voir [Section 2.2.2.3](#)). Les utilisateurs sont alors considérés comme des membres de l'équipe projet et contribuent de manière significative au développement des produits à l'image de la méthode du *Lead-User* de Von Hippel (**1986**).

### 2.3.1 Conception pour les utilisateurs (Design for)

**Design for users** : Dans cette catégorie de méthodes les concepteurs se basent sur des représentations de l'utilisateur (*User Model* : Fischer, 2001), des règles ou des grands principes de conception (Norman, 1988 ; Mack & Nielsen, 1994 ; Jordan, 1998) ainsi que des informations interne à l'entreprise (analyse marketing, projets antérieurs...). Ces données sont récoltées *a priori* et permettent de générer les besoins utilisateurs et guider les choix de conception sans que les utilisateurs soient forcément impliqués directement au projet. Les connaissances de l'utilisateur peuvent prendre la forme de modélisations de l'utilisateur afin de prédire notamment ses futures interactions avec le produit à développer.

Nous avons intégré dans cette section **7 méthodes** pouvant être affiliées à cette approche : *l'Analyse Fonctionnelle, le Benchmarking, les outils de Créativité, la méthode EPMcreate, les Personas, la Netnographie et l'Analyse Documentaire.*

#### 2.3.1.1 L'Analyse Fonctionnelle

*L'Analyse Fonctionnelle* suit généralement l'analyse de marché afin de caractériser les besoins utilisateurs en fonctions produit. C'est une démarche qui « consiste à rechercher et à caractériser les fonctions offertes par un produit pour satisfaire les besoins de son utilisateur » (Tassinari, 2006). On y distingue l'analyse fonctionnelle du besoin (ou analyse fonctionnelle externe), qui décrit le besoin auquel devra répondre le produit sous la forme de fonctions) et l'analyse fonctionnelle technique (ou analyse fonctionnelle interne), qui contribue à étudier et à formaliser l'architecture du produit en identifiant les fonctions techniques (NF EN 16271). Cette méthode « permet de capter le besoin et de le traduire en terme de finalité et non de solution sous la forme de fonctions de service, assorties des contraintes applicables au développement » (NF X50-100).

Les fonctions constituent le résultat à atteindre sans que des solutions soient d'ores et déjà proposées. On distingue trois grandes catégories de fonctions : les fonctions principales (celles qui satisfont le besoin, qui sont directement utiles à l'utilisateur), les fonctions contraintes (celles imposées indirectement par le milieu extérieur : les réglementations, la stratégie de l'entreprise...) et les fonctions complémentaires (celles qui sont indirectement utiles à l'utilisateur mais qui lui permettent de faciliter, d'améliorer, ou de compléter son interaction avec le produit). Lorsque les fonctions sont identifiées il est nécessaire de les caractériser par des « critères » afin de permettre d' « apprécier la manière dont une fonction est remplie ou une contrainte respectée » (NF EN 16271) mais aussi par des « niveaux » (valeur chiffrée ou référence utile à la caractérisation précise de la fonction) :

<i>Fonctions</i>	<i>Critères</i>	<i>Niveaux</i>
Etre autonome	Durée d'autonomie	Temps avant la recharge (10H)
	Type d'alimentation	Batterie au lithium-polymère rechargeable intégrée de 23,8 Wh
	Moyen d'alimentation	Recharge via adaptateur secteur ou port USB

Tableau 2 : Exemples des critères et niveaux pour une fonction donnée.

Pour réaliser l'analyse fonctionnelle, de nombreux outils sont à disposition des concepteurs : la bête à corne, le digramme pieuvre, le digramme FAST...etc. Les informations issues de l'analyse fonctionnelle sont consignées dans ce qu'on appelle le Cahier des Charges Fonctionnel (CdCF).

### 2.3.1.2 Le Benchmarking

Le *Benchmarking*, est une démarche qui consiste à analyser les biens, les services ou les processus des entreprises concurrentes sur le marché pour en extraire les points forts et les points faibles. Le terme est apparu dans les années 70 et la méthode s'est développée notamment dans l'entreprise Xerox (Spendolini, 1992). Pour sa mise en pratique, Donthu, Hershberger et Osmonbekov (2005), ont identifié trois étapes à suivre : Après avoir sélectionné les compagnies à analyser (les leaders du marché, les entreprises les plus innovantes...), il est nécessaire de prioriser ce que l'on souhaite comparer et étudier (le processus SAV, les nouveaux matériaux du produit phare...), avant une éventuelle implémentation et amélioration au sein de son entreprise.

Même si elle n'est pas spécifique à l'analyse des besoins, elle peut être utilisée pour récolter des informations sur les besoins ou la satisfaction des utilisateurs, ce que Hermel et Achard (2007) appellent « exigences clients ». Il ne s'agit pas seulement de comparer les méthodes d'investigation des concurrents concernant la satisfaction de leurs clients (questionnaires et entretiens, observation *in situ*...), mais également de récupérer des données qualitatives sur les besoins, désirs et usages des utilisateurs afin de les intégrer dans les choix de conception (Brinck, Gergle & Wood, 2001).

### 2.3.1.3 Les outils de Créativité

Pour Bonnardel (2002), la créativité est la « capacité à produire une idée exprimable sous une forme observable ou à réaliser une production, qui soit à la fois novatrice et inattendue, adaptée à la situation et [dans certains cas] considérée comme ayant une certaine utilité ou de la valeur ». La « créativité pratique » est quant à elle un ensemble de moyens pédagogiques visant à libérer et développer le potentiel créatif des individus (Jaoui, 1990). En conception elle permet de générer des idées et des solutions à un problème posé en s'appuyant sur un ensemble d'outils. Le plus connu d'entre eux est le *Brainstorming* développé par Osborn (1958), où un groupe de « réflexion », composé de 5 à 10 personnes, travaille sur un thème donné (comme nous le verrons

tout au long de notre travail, l'aspect pluridisciplinaire est également un atout important, chacun amenant son expertise). Pendant cette séance les participants doivent respecter les règles suivantes : *la critique est abolie, les idées farfelues sont bienvenues, la quantité est recherchée et la combinaison ou l'amélioration des idées est encouragée*. Il existe des centaines d'outils susceptibles de favoriser la créativité, principalement développés dans des ouvrages (Michalko, 1991 ; Van Gundy, 2005 ; de Bono, 2013). Nous avons identifié deux catégories d'outils de créativité appliquée : les outils que nous avons appelés « classiques » (*Le Brainstorming, l'Inversion, l'Analogie...*) et les outils que nous avons appelés « ludiques » (*Ideatoons, Tabloid Tales, Get Crazy...*). Les concepts de « ludique » et de « fun » en créativité sont développés dans l'ouvrage de Van Gundy (2005), où il intègre une notion de « Fun Factor » dans la classification des outils qu'il présente. Selon lui, l'amusement présent dans ces outils favorise l'émergence de la créativité.

- **Exemples d'outils « classiques » :**

- *L'inversion* : cet outil consiste à trouver des solutions pour le contraire de l'objectif initial. Par exemple « *Comment caractériser le siège de voiture le plus inconfortable ?* ». L'exercice suit celui du brainstorming, les solutions sont exploitées en les rapportant au problème initial.
- *L'analogie* : consiste à s'éloigner du problème posé en établissant des ressemblances entre divers domaines (par exemple l'analogie entre la faible consommation d'un moteur et les performances d'un coureur). Les concepts et idées sont ensuite repris et confrontés au problème initial.
- *L'avocat de l'ange* : propose d'accueillir positivement les idées novatrices (voire dérangeantes) qui ne sont pas soutenues par certains participants. L'idée est ici de défendre une idée à laquelle on ne croit pas forcément à partir d'une reformulation de cette idée, arguer ses points forts...etc.

- **Exemples d'outils « ludiques » :**

- *Rolestorming* (Griggs, 1985, cité par Van Gundy, 2005) : à la manière des Jeux de rôles, il est demandé aux participants de jouer un autre rôle que le leur afin de créer de nouvelles perspectives de raisonnement mais également pour lever l'inhibition des participants.
- *Tabloid Tales* (Hall, 2007) : dans cet outil il est demandé aux participants de générer des idées ou des solutions à partir de magazines de presse people (entre autres).
- *Get Crazy* (Van Gundy, 2005) : ici ce sont les idées les plus farfelues, les plus inattendues et les plus irréalistes qui sont privilégiées.

Dans le développement de produits nouveaux, la créativité tient une place centrale. L'absence d'originalité dans les produits est un facteur d'échec potentiel (Crawford, 1977), aussi l'adoption d'une démarche créative tout au long du processus de conception permet de maximiser les chances de succès du futur produit (Stevens & Burley, 1997). La créativité peut intervenir dès les premières phases du processus de conception pour l'identification et la génération des besoins utilisateurs ainsi que pour la génération de solutions relatives à ces besoins (Goel & Singh, 1998 ; Maiden, Gizikis & Robertson, 2004). Certains auteurs n'hésitent pas à intégrer du matériel et des accessoires durant ces séances (Buchenau & Fulton Suri, 2000) ou à utiliser des supports technologiques afin de stimuler la créativité (Buisine, Besacier, Auoussat & Vernier, 2012 ; Michinov, 2012). Ce dernier point sera développé dans la [Section 2.4.3](#), car il fait partie d'une de nos hypothèses de travail.

### 2.3.1.4 Les méthodes EPMcreate et POEPMcreate

EPMcreate (Mich, Anesi & Berry, 2005), est une méthode utilisée pour générer des idées de besoins ou de solutions relatives à un problème à l'instar des outils de créativité comme le Brainstorming. Le fonctionnement de cette méthode repose sur l'algèbre de Boole, où les participants sont invités à rechercher les besoins de deux utilisateurs potentiels (*Stakeholder* ou SH), en utilisant les lois de conjonction (AND, noté  $\wedge$ ), disjonction (OR, noté  $\vee$ ) et négation (NOT, noté  $\neg$ )<sup>2</sup>. Les participants doivent produire des idées grâce à la combinaison logique des points de vue des deux utilisateurs. Par exemple dans l'étude de Mich, Anesi et Berry (2005), le groupe de concepteurs devait générer des besoins relatifs à un étudiant et à un professeur pour la conception d'une plate-forme de cours en ligne. La séance de travail amène l'équipe à répondre à 15 questions (ou étapes) correspondant à la combinaison des deux points de vue utilisateurs :

Session 1 ( $SH1 \wedge SH2$ ) : Représente la recherche de solutions pour répondre aux besoins communs à l'utilisateur 1 et à l'utilisateur 2.

Session 2 ( $SH1 \wedge \neg SH2$ ) : Représente la recherche de solutions aux besoins spécifiques de l'utilisateur 1 et qui ne concernent pas l'utilisateur 2.

Session 3 ( $SH1$ ) : Représente la recherche de solutions aux besoins de l'utilisateur 1 sans se préoccuper de l'utilisateur 2.

Session 4 ( $SH2 \wedge \neg SH1$ ) : Représente la recherche de solutions aux besoins spécifiques de l'utilisateur 2 et qui ne concernent pas l'utilisateur 1.

Session 5 ( $SH2$ ) : Représente la recherche de solutions aux besoins de l'utilisateur 2 sans se préoccuper de l'utilisateur 1.

Session 6 ( $SH1 \oplus SH2$ ) : Représente la recherche de solutions pour l'utilisateur 1 ou pour l'utilisateur 2, mais pas les deux.

Session 7 ( $SH1 \vee SH2$ ) : Représente la recherche de solutions pour l'utilisateur 1 ou pour l'utilisateur 2.

Session 8 ( $\neg SH1 \wedge \neg SH2$ ) : Représente la recherche de solutions qui ne concernent ni l'utilisateur 1, ni l'utilisateur 2.

Session 9 ( $SH1 \equiv SH2$ ) : Représente la recherche de solutions qui concernent l'utilisateur 1 et l'utilisateur 2 ou qui ne concernent ni l'un, ni l'autre.

Session 10 ( $\neg SH2$ ) : Représente la recherche de solutions qui ne concernent pas l'utilisateur 2 sans se préoccuper si cela concerne l'utilisateur 1.

Session 11 ( $SH1 \vee \neg SH2$ ) : Représente la recherche de solutions qui concernent l'utilisateur 1 ou qui ne concernent pas l'utilisateur 2.

Session 12 ( $\neg SH1$ ) : Représente la recherche de solutions qui ne concernent pas l'utilisateur 1 sans se préoccuper si cela concerne l'utilisateur 2.

Session 13 ( $SH2 \vee \neg SH1$ ) : Représente la recherche de solutions qui concernent l'utilisateur 2 ou qui ne concernent pas l'utilisateur 1.

Session 14 ( $\neg SH1 \vee \neg SH2$ ) : Représente la recherche de solutions qui ne concernent pas l'utilisateur 1 ou qui ne concernent pas l'utilisateur 2.

Session 15 : Représente la recherche de solutions qui concernent tous les autres utilisateurs (autres que 1 ou 2).

---

<sup>2</sup> Les symboles suivants sont également présents :  $\oplus$  (exclusivité) et  $\equiv$  (équivalence).

Une évolution a également été proposée par Sakhnini, Mich et Berry (2012), afin de conserver les questions les plus pertinentes : *Power-Only EPMcreate* (POEPMcreate). Plus simple à mettre en œuvre et plus efficace, elle propose de conserver seulement l'étape 1 (SH1  $\wedge$  SH2), l'étape 2 (SH1  $\wedge$   $\neg$ SH2), l'étape 4 ( $\neg$ SH1  $\wedge$  SH2) et l'étape 8 ( $\neg$ SH1  $\wedge$   $\neg$ SH2). Dans ces études, ces méthodes ont été comparées au Brainstorming afin d'apprécier leur efficacité pour des projets de développement logiciels et sites web. Leur avantage est de fournir des besoins et des solutions novateurs afin d'aider les concepteurs à développer le produit ou l'interface.

### 2.3.1.5 Les Personas<sup>3</sup>

La méthode des *Personas* a été créée par Cooper (1999) et fut développée notamment par Pruitt et Grudin (2003) ainsi que Pruitt et Adlin (2006 et 2010). Pour Blomquist et Arvola (2002), 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 ». Les Personas sont généralement représentés par des fiches (voir encadré ci-dessous), intégrant un nombre assez conséquent d'informations sur les utilisateurs, afin d'être utilisés par les concepteurs comme source d'inspiration. Pour créer ces fiches, des données sont récupérées auprès d'utilisateurs réels à l'aide de méthodes observationnelles et discursives. Des informations sont alors compilées puis catégorisées pour créer les futurs utilisateurs potentiels en y intégrant également des détails fictifs. Ces détails sont particulièrement utiles dans les projets d'innovation où l'identification des utilisateurs n'a pas encore eu lieu, afin de stimuler la créativité des concepteurs. On y intègre généralement un nom et une photographie, une adresse postale et mail, des caractéristiques physiologiques (âge, genre...), psychologiques (centres d'intérêt, personnalité...) et sociales (profession et catégorie socioprofessionnelle, groupe d'appartenance...). Il est nécessaire enfin de créer également un lien entre le Persona et l'objet de l'étude (Olsen, 2004 ; Brangier & Bornet, 2011). Cooper, Reimann et Cronin (2007), proposent de suivre 7 étapes afin d'aider à la création des Personas :

1. Identification des variables comportementales,
2. Réalisation de questionnaires et d'entretiens auprès des utilisateurs afin de valider les variables comportementales,
3. Identification de modèles comportementaux,
4. Réalisation d'une synthèse sur les caractéristiques des utilisateurs ainsi que leurs objectifs,
5. Vérification des redondances et incorporation de nouvelles informations si cela est nécessaire,
6. Conception des profils des Personas en fonction de leur représentation (fiches papier, modèle vidéo...),
7. Sélection et distribution des Personas à l'équipe de conception.

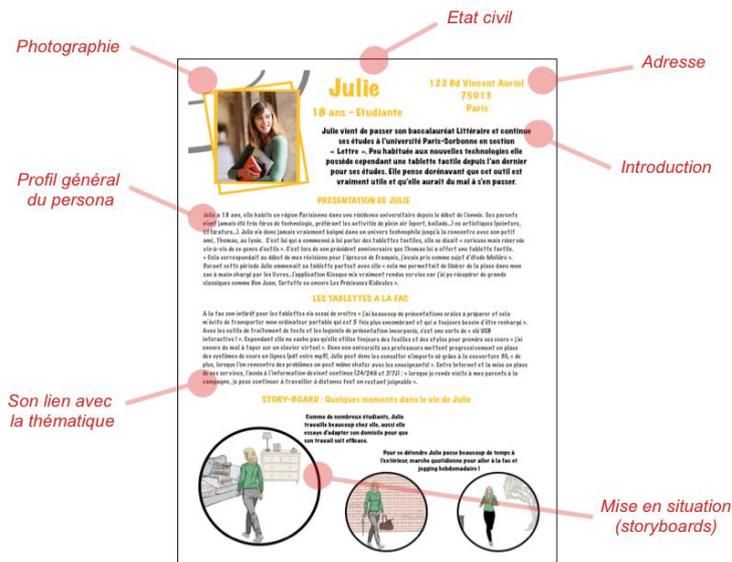
---

<sup>3</sup> La méthode des Personas appuie l'idée dans la littérature d'une Conception Centrée sur les Utilisateurs, bien que les utilisateurs ne soient physiquement présents, car les concepteurs récupèrent des informations sur eux *a priori* avant de détailler les Personas. Cependant comme il s'agit de modélisation probabiliste (les utilisateurs ne sont pas forcément identifiés au début du projet et l'interaction qui résultera de l'innovation n'est pas encore attestée) nous avons classé cette méthode dans la section *Design for users*.

L'avantage de cette technique est qu'elle est utilisable tout au long du processus de conception, de la phase d'identification des besoins à la phase de validation des concepts (Astbrink & Kadous, 2003 ; Brangier, Bornet, Bastien, Michel & Vivian, 2012). Cette méthode est considérée comme faisant partie des méthodes prospectives (Brangier & Robert, 2012 ; Bornet-Christophe, 2014). Elle est donc efficace dans les projets d'innovation (Dornberger & Suvelza, 2012) afin de produire des connaissances sur des utilisateurs qui ne sont pas encore identifiés (besoins, usages...). Enfin, l'aspect ludique dans la réalisation et l'utilisation des Personas (Pruitt & Adlin, 2006), pourrait être un stimulant à la créativité ce qui impacterait d'une manière positive la génération de nouvelles idées (Bornet & Brangier, 2013).

### Les supports de présentations d'un Persona :

La présentation des Personas comprend généralement deux grandes étapes : l'analyse, qui vise à recenser l'ensemble des informations des Personas et la synthèse, qui vise à rassembler les Personas sur un même support (Bornet & Brangier, 2013). Le support d'un Persona peut prendre différentes formes, mais ce sont généralement des fiches détaillées intégrant des informations textuelles et imagées sur les utilisateurs qui sont les plus usitées. Certains auteurs préconisent l'utilisation de photographies ainsi que de Story-boards pour rendre les Personas plus réalistes (Long, 2009).



Exemple d'une fiche que nous avons créée pour une expérimentation afin d'illustrer un de nos Personas.

D'autres auteurs proposent de créer des « goodies » (tasses à café, Tee-shirt, silhouettes en carton...) autour de leur Personas à intégrer dans l'environnement de l'équipe de conception, comme on peut le voir sur la figure ci-dessous (Pruitt & Adlin, 2006) :



Exemples de Goodies autour des Personas d'un projet de conception.

### 2.3.1.6 La Netnographie

La recherche Netnographique s'inspire de l'ethnographie afin d'étudier les comportements online (terme employé par Kozinets en 1997 reposant sur la combinaison des mots *Internet* et *ethnographie*). Cette méthode permet d'analyser les communautés en ligne : habitude de consommation, centres d'intérêt... Comme le souligne Sayarh (2013), la Netnographie est utilisée par de nombreux domaines : en sociologie, en marketing ou encore en sciences de l'information et de la communication. Contrairement aux méthodes ethnographiques, la recherche netnographique est moins intrusive et plus rapide à mettre en œuvre. Elle permet l'observation des échanges sur les forums, les blogs ou les réseaux sociaux d'individus ou de groupes d'individus (Kozinets, 2002). Les analyses peuvent alors porter sur une marque particulière (Apple, Samsung...), un type de produit (Tablette tactile, Box internet...) ou une communauté spécifique (communauté de fans, communauté d'entraide...). Des informations, concernant les besoins et les usages de produits par les utilisateurs, peuvent être obtenues à travers ces analyses. L'entreprise peut alors se positionner stratégiquement sur un marché ou développer de nouveaux produits et services, parfois même en impliquant personnellement les consommateurs/utilisateurs (Füller, Jawecki, & Mühlbacher, 2007 ; Flores, 2009).

### 2.3.1.7 L'Analyse documentaire

Nous considérons comme faisant partie de cette catégorie les techniques suivantes : les traces matérielles issues de l'activité des utilisateurs (de Montmollin, 1995), les grands principes ergonomiques ou heuristiques (Norman, 1988 ; Mack & Nielsen, 1994 ; Jordan, 1998), les règles ergonomiques (Bastien & Scapin, 1993) et les normes (par exemple la norme NF EN ISO 9241-303 concernant les exigences relatives aux écrans de visualisation électroniques : luminosité, couleur, confort...). Ces données sont issues de situations existantes mais potentiellement analogues et peuvent être reprises et intégrées dans le cahier des charges pour le développement du futur produit. Cela permet à l'équipe de conception de profiter des connaissances d'ores et déjà capitalisées et d'éviter l'intégration d'erreurs pendant la conception. Ces techniques reposent principalement sur l'expertise des concepteurs et ne font appel qu'indirectement aux utilisateurs. Le niveau d'expertise du concepteur doit alors être suffisamment important pour utiliser d'une

manière pertinente ces documents. Cependant l'analyse documentaire ne recouvre qu'une partie des aspects du projet et ne peut donc être utilisée isolément.

### 2.3.2 Conception avec les utilisateurs (*Design with*)

**Design with users** : Les méthodes issues de cette approche peuvent être considérées comme relevant de la démarche de Conception Centrée Utilisateurs (*User-Centered Design*). L'idée derrière cette démarche est d'utiliser les connaissances sur l'humain, cognitives mais aussi physiologiques, afin de guider les choix de conception. Cette démarche propose d'intégrer les utilisateurs à chaque étape du processus de conception afin « de rendre les systèmes utilisables et utiles en se concentrant sur les utilisateurs, leurs besoins et leurs exigences, et en appliquant les facteurs humains, l'ergonomie et les connaissances et techniques existantes en matière d'utilisabilité. Cette approche favorise l'efficacité et l'efficience, améliore le bien-être de l'homme, ainsi que la satisfaction des utilisateurs, l'accessibilité et la durabilité, et réduit les effets nuisibles potentiels de leur utilisation sur la santé, la sécurité et les performances » (ISO 9241-210).

Nous avons identifié dans cette section **8 méthodes** pouvant être affiliées à cette approche : *l'Analyse de marché, la méthode QFD, le modèle de Kano, les méthodes Conversationnelles, les méthodes Observationnelles, Les Scenarios et Story-boards, l'Ethnographie et le Tri de cartes.*

#### 2.3.2.1 L'Analyse de marché

*L'Analyse de marché* est réalisée par les experts marketing en amont de l'analyse des besoins. C'est un « travail de collecte et d'analyse d'informations permettant de mieux comprendre et connaître un marché, un public ou une offre et ayant pour finalité de prendre les meilleures décisions marketing » (Lendrevie, Lévy & Lindon, 2009). Dans leur ouvrage Lendrevie, Lévy et Lindon (2009), proposent 5 étapes pour réaliser une étude de marché :

1. *L'identification et la formulation du problème de marketing (contexte, objectifs et alternatives d'action),*
2. *L'identification et la formulation du problème d'étude (population cible et type d'information à récolter),*
3. *Le choix d'un projet d'étude et d'un fournisseur (choix des méthodes de recueil),*
4. *Le suivi et le contrôle de la réalisation de l'étude,*
5. *L'analyse, l'interprétation et l'utilisation des résultats.*

Afin de pouvoir agir efficacement sur les consommateurs et proposer des produits adaptés, une entreprise doit pouvoir répondre « aux besoins, attentes et goûts de ses clients actuels et potentiels » (*ibid*). Pour cela de nombreuses méthodes existent afin de récolter les informations pertinentes. Nous pouvons catégoriser ces méthodes en deux (Giannelloni & Vernet, 2012) : celles permettant de recueillir des données quantitatives (échantillonnage, questionnaires...) et celles permettant de recueillir des données qualitatives (étude documentaire, entretiens individuels, focus group...).

L'anticipation du comportement des consommateurs est également une thématique de recherche importante dans les études de marché. L'apport des théories psychologiques et sociologiques est ici primordial afin de cerner les attitudes des individus mais également leurs besoins afin de générer les futures spécifications du produit (Jiao & Chen, 2006).

### 2.3.2.2 La méthode QFD

Le QFD (*Quality Function Deployment*) est une méthode comprenant de nombreux outils afin d'accompagner l'équipe de conception à intégrer le principe de qualité lors de chaque étape du développement d'un produit. Les clients ou utilisateurs participent activement à cette démarche aux côtés des concepteurs (Bergquist & Abeysekera, 1996). Les demandes et exigences des clients sont transformées en objectifs de conception afin d'assurer la qualité du produit pour la phase de production. L'approche matricielle qui peut résulter de la méthode globale permet de confronter les besoins des clients avec les caractéristiques techniques du produit afin de hiérarchiser les choix de conception. Pour cela il existe différents outils comme la technique « House Of Quality (HOQ) » (Temponi, Yen & Amos Tiao, 1999).

Les concepteurs s'intéressent aux perceptions négatives des clients mais également aux perceptions positives afin d'identifier des besoins non exprimés des clients. L'étude des réclamations des utilisateurs, est ce qu'Akao (1993) appelle la « prévention active : on remonte le flux du produit le plus en amont possible en recherchant les facteurs qui contribuent au problème, pour mettre en œuvre des solutions qui éviterons sa réapparition ». Une démarche inverse est réalisée pour les nouveaux produits, de l'amont vers l'aval, afin d'accompagner l'implémentation des caractéristiques de qualité attendues par le client sur le produit.

L'approche globale est constituée de 4 grandes étapes généralement linéaires : déploiement de la qualité, déploiement de la technologie, déploiement du coût et enfin déploiement de la fiabilité (Cohen, 1995 ; Akao, 1993). De nombreux auteurs ont avancé la possible association et la complémentarité des méthodes QFD avec le modèle de Kano (Tontini, 2003 ; Sireli, Kauffmann & Ozan, 2007), notamment dans des projets d'innovation (Shen, Tan & Xie, 2000).

### 2.3.2.3 Le Modèle de Kano

Le *Modèle de Kano* (Kano, Seraku, Takahashi & Tsuji, 1984), est un outil de classification des besoins. Il a été développé par Noriaki Kano en 1984 et permet notamment de représenter la satisfaction et/ou l'insatisfaction d'un utilisateur envers un produit ou un service. Un des postulats est qu'il n'y a pas forcément de symétrie entre satisfaction et insatisfaction : la présence d'une fonction amenant de la satisfaction ne procure pas nécessairement d'insatisfaction lorsqu'elle est absente du produit et *vice versa*. Les besoins ou attentes des utilisateurs sont ici classés en 5 catégories :

- Les « *Must Be* » : attributs essentiels qui provoquent une insatisfaction importante dès qu'ils manquent,
- Les « *One-Dimensional* » : attributs secondaires qui peuvent provoquer satisfaction ou insatisfaction,

- Les « *Attractive* » : attributs optionnels, qui génèrent une grande satisfaction mais qui ne manquent pas à l'utilisateur lorsqu'ils sont absents,
- Les « *Indifferent* » : attributs provoquant ni satisfaction ni insatisfaction lors de leur présence,
- Les « *Reverse* » : peuvent être considérés comme un avantage ou un désavantage selon les utilisateurs.

Le modèle de Kano est basé sur le positionnement du produit ou du service selon deux axes : l'axe de performance du produit et l'axe de la satisfaction de l'utilisateur. L'identification et la classification des besoins sont réalisés à partir d'un questionnaire, constitué d'une partie fonctionnelle (présence d'une fonction) et d'une partie dysfonctionnelle (absence d'une fonction). L'utilisateur juge chacune des fonctions (ou non-fonction) sur une échelle en 5 points, de « Très satisfaisant » à « Très insatisfaisant » (Rejeb, 2008). Cette méthode permet d'explicitier les besoins utilisateurs afin de guider les concepteurs notamment en identifiant les priorités du projet.

### 2.3.2.4 Les méthodes Conversationnelles

*Les méthodes Conversationnelles* (Blanchet, Ghiglione, Massonnat, & Trognon, 1998 ; Leplat, 2000), sont des méthodes subjectives permettant une communication verbale entre deux ou plusieurs utilisateurs afin d'aider les concepteurs à déterminer les besoins des utilisateurs. *Les entretiens, les questionnaires et les Focus Group* sont les méthodes les plus utilisés en analyse du besoin. La particularité est qu'elles peuvent être utilisées seules ou faire partie d'une démarche plus globale (études de marché, QFD...etc.). Tout dépend de la finalité de ce qui est étudié (évaluation des usages, prospection des nouveaux besoins potentiels...) mais aussi de qui les utilise (département marketing, ergonomes...).

- *Les Entretiens* : Ils permettent d'obtenir des résultats qualitatifs auprès d'un faible échantillon d'utilisateurs (environ 10 à 15 utilisateurs issus de la population cible) sur les pistes à suivre pour le développement du produit ou de l'interface (Baccino, Bellino & Colombi, 2004). On relève alors les remarques (positives ou négatives) les plus fréquemment citées par les participants ainsi que les idées de conception proposées pour un projet donné. Contrairement aux questionnaires, les entretiens permettent de créer un dialogue avec chaque utilisateur pour approfondir certains aspects (amélioration d'une fonctionnalité, intégration d'un nouveau besoin...). Il existe trois types d'entretiens : les entretiens directifs (questions préétablies), semi-directifs (grille d'entretien avec des grandes thématiques à aborder) et libres (dialogue ouvert).
- *Les Questionnaires* : Ils permettent d'obtenir des informations sur les caractéristiques des utilisateurs, l'usage et la satisfaction vis-à-vis de certains produits ou encore leurs besoins et attentes. Ils sont généralement composés de questions fermées pour obtenir des variables quantitatives comme l'âge ou l'expérience des utilisateurs, ainsi que de questions ouvertes afin de laisser aux utilisateurs la possibilité d'argumenter leurs réponses. Des échelles d'évaluation peuvent également faire partie des questionnaires. Pour Brangier et Barcenilla (2003), cette technique ne favorise pas l'inventivité et ne permet donc pas d'obtenir des recommandations pour l'amélioration des produits.

- *Les Focus Group* (Caplan, 1990 ; Bruseberg & McDonagh-Philp, 2002) : Cette technique permet d'engager une discussion sur un produit entre plusieurs utilisateurs (7 à 12 en général). L'objectif est de permettre à chacun de donner son avis et d'engager une discussion avec d'autres participants afin de stimuler l'argumentaire. Un animateur conduit la séance afin de permettre à l'ensemble des participants de s'exprimer et de passer en revue l'ensemble des thématiques à aborder (usage, satisfaction...). Elle est souvent utilisée dans les phases amont afin de recueillir les besoins des utilisateurs, via l'interaction passée ou présente du produit à améliorer, ou alors via la projection sur le futur produit à concevoir. Il est conseillé de faire passer plusieurs groupes afin de s'assurer de la validité des résultats obtenus. Nous pouvons également souligner le fait que les *Focus Group* peuvent prendre la forme d'activités diverses comme la réalisation de maquettes par les participants ou l'introduction de stimuli externes (story-board, prototype...), afin notamment de porter l'étude sur certains aspects à développer (forme et couleur...) ou susciter des réactions (Greenbaum, 1998).

Dans leur article Goguen et Linde (1993), développent les méthodes présentées ci-dessus en ajoutant également l'introspection (Linde, 1992), le *Protocol Analysis* (Ericsson & Simon, 1984) et l'analyse du discours (Goodwin & Heritage, 1990) comme faisant partie de l'analyse du besoin.

### 2.3.2.5 Les méthodes Observationnelles

*Les méthodes Observationnelles* sont des techniques de recueil de données. On distingue plusieurs catégories d'observation qui diffèrent selon l'environnement d'étude (en situation naturelle ou en laboratoire), la spontanéité du comportement (spontané ou provoqué) ou encore la temporalité (observation directe « papier-crayon » ou différée avec un système d'enregistrement). Ces données observationnelles peuvent être complétées par des données discursives comme des *verbalisations*, des *entretiens* ou des *questionnaires* qui enrichiront les données à récolter (Leplat, 2000 ; Norimatsu & Pigem, 2008). L'intégration d'outils de mesures spécifiques comme l'analyse des mouvements oculaires (oculomètre) ou des signaux psychophysiologiques (EEG, ECG, EMG, ERG...), permettent de compléter l'analyse observationnelle lorsque cela est nécessaire (Baccino & Colombi, 2001 ; Parasuraman & Rizzo, 2007 ; Cacioppo, Tassinary & Berntson, 2007).

En conception, l'observation est très utilisée notamment lors de l'évaluation de l'utilisabilité du produit à partir d'une maquette ou d'un prototype. Utilisée en aval du processus, lors des phases d'évaluation ou de correction, l'observation permet d'intégrer des besoins relatifs à des problèmes de conception détectés, la démarche sera alors itérative. Utilisée en amont, en observant l'utilisateur et son produit *in situ* ou en simulant l'interaction, lors de *Focus Group* par exemple, la démarche sera alors proactive, afin d'anticiper et de générer des besoins nouveaux.

L'évaluation des prototypes s'utilise traditionnellement pendant l'étape de validation des concepts. Cependant, il peut être difficile d'anticiper l'usage avant même que le produit physique n'existe et qu'il en découle des situations d'analyse (Brangier & Bastien, 2006). L'analyse qui résulte de l'interaction entre les utilisateurs et les maquettes (*Low-fidelity prototype*, c'est-à-dire une représentation peu développée du produit) puis les prototypes (*High-fidelity prototype*, c'est-à-dire

une représentation fonctionnelle du produit), pourrait permettre d'identifier et de créer de nouveaux besoins (Andriole, 1994 ; Robertson & Robertson, 2006). Pour les logiciels ou les interfaces, le recueil des traces de l'activité des utilisateurs (*monitoring*), permet d'enregistrer et d'analyser l'interaction de l'utilisateur et du prototype en cours afin de relever « électroniquement » les durées d'utilisation, les erreurs commises, les abandons ou toute autre opération réalisée pendant ces interactions (Brangier & Barcenilla, 2003 ; Brangier, 2007). Anastassova (2006), relève cependant quelques points faibles quant à l'utilisation des maquettes et des prototypes pour la génération de besoins comme la focalisation des utilisateurs sur les erreurs de conception ou la frustration voire le rejet de la technologie à cause de l'immaturation apparente du produit.

Les méthodes observationnelles peuvent s'intégrer dans des démarches globales comme *l'analyse de l'activité* (Hoc & Leplat, 1983 ; Spérando, 1991), où de nombreuses variables seront à étudier : variables concernant le contexte (objectifs, ressources disponibles...), les utilisateurs (âge, compétence...), le produit lui-même (dimension, principe de fonctionnement...), les informations transmises (consignes/manuels, signaux...), les actions (gestes, postures...) etc. (Brangier & Barcenilla, 2003). On peut également citer *l'analyse des tâches* où les actions (physiques ou cognitives) de l'utilisateur sont analysées de manière détaillée (Hackos & Redish, 1998). La décomposition en tâches de l'interaction entre le produit existant et l'utilisateur permet d'identifier les problèmes actuels et les besoins ou attentes des utilisateurs.

### 2.3.2.6 Les Scenarios et Story-boards

Les *Scenarios* sont des histoires réalisées en conception afin d'anticiper les situations d'utilisation. Ce mode de représentation des usages peut être utilisé en Conception Centrée Utilisateurs mais aussi en Conception Participative (Chin, Rosson, & Carroll, 1997). Les scénarios constituent une aide à la conception visant à soutenir l'activité humaine (Nardi, 1992 ; Carroll, 1995), et peuvent être utilisés à tous les stades du processus de conception, de l'analyse des besoins à l'évaluation de prototypes (Potts, 1995 ; Rosson & Carroll, 2002). A l'instar des scénarios de cinéma, les scénarios utilisés en conception comprennent un cadre (lieu), des acteurs (utilisateurs/concepteurs) ainsi qu'une intrigue (objectifs/activités). L'activité de l'utilisateur est alors décrite précisément afin d'orienter les choix de conception (sélection des fonctionnalités...). Tout comme la méthode des Personas, nous pouvons distinguer l'intégration de données réelles, provenant de situations existantes, de données fictives, issues d'un travail d'anticipation (Fulton Suri & Marsh, 2000). Des données sur les utilisateurs et leurs activités sont alors récupérées en amont afin de concevoir les scénarios. Des scénarios peuvent être réalisés par les utilisateurs puis analysés et modifiés par les concepteurs, comme dans l'étude d'Erskine, Carter-Tod et Burton (1997) sur la réalisation d'un site web.

Les scénarios peuvent être appuyés par l'insertion de Personas (Aoyama, 2005), ils peuvent être joués à la manière des Jeux de rôles (Iacucci, Kuutti & Ranta, 2000) ou encore prendre la forme de *Story-boards* (Haesen, Meskens, Luyten & Coninx, 2010). Les *Story-boards* peuvent alors servir à illustrer les scénarios en réalisant des séquences imagées représentant l'utilisation du produit ou de l'interface par les utilisateurs (décomposition de l'activité en tâches ou chronologiquement par exemple). Ils permettent également de représenter la maquette du produit en développement

(Madsen & Aiken, 1993). L'anticipation de l'interaction via le scénario ou le story-board accentue l'identification des situations problématiques par l'équipe de conception. Cette mise en images permet ainsi de formaliser les besoins ou attentes des usagers, mais aussi de concevoir des solutions (Lenté, Berthelot & Buisine, 2014).

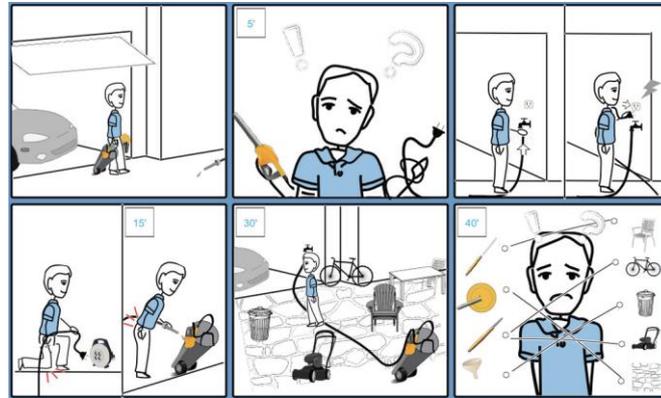


Figure 4 : Planche de story-board synthétisant l'observation de situations d'usage d'un nettoyeur haute pression (Lenté, Berthelot & Buisine, 2014). Cet extrait intègre notamment les difficultés rencontrées par l'utilisateur ainsi que ses besoins, comme la nécessité de simplifier l'usage des accessoires.

### 2.3.2.7 L'Approche Ethnographique

L'Approche Ethnographique, issue de la sociologie et de l'anthropologie, consiste selon Lévi-Strauss (1958) dans « l'observation et l'analyse de groupes humains considérés dans leur particularité...et visant à la restitution, aussi fidèle que possible, de la vie de chacun d'eux ». Cette approche est utilisée en conception afin d'étudier les utilisateurs dans leur environnement quotidien (Sommerville, Rodden, Sawyer, Bentley & Twidale, 1993 ; Nardi, 1997). « Les ethnographes s'attachent à la compréhension des comportements humains de différentes communautés tandis que les concepteurs s'intéressent à la conception d'artefacts dans le but de soutenir les activités de ces communautés » (Blomberg, Giacomi, Mosher & Swenton-Wall, 1993). Pour ces analyses de nombreuses techniques sont utilisées comme l'Observation, les Entretiens mais également le Journal de bord que nous développons un peu plus loin (Blomberg, Burrell, & Guest, 2002).

Réalisée sur le long terme, l'intérêt d'une telle approche pour les concepteurs réside dans la compréhension fine du comportement et des habitudes des utilisateurs ou groupes d'utilisateurs vis-à-vis de certains produits (Mateas, Salvador, Scholtz, & Sorensen, 1996). Cela permet d'identifier les besoins et attentes des utilisateurs notamment pour les projets d'innovation : comment les produits sont utilisés et quelles sont les pistes à suivre pour en développer de nouveaux (Wasson, 2000).

### 2.3.2.8 Le Tri de cartes

Rugg et McGeorge (1997), énumèrent trois techniques de tri : le Tri de cartes (Card sorts), le Tri d'images (Picture sorts) et le Tri d'items (Item sorts). Parmi ces techniques, la plus connue est la technique du Tri de cartes, elle est utilisée généralement dans la conception d'interfaces, les

projets logiciels ou la réalisation de sites web (Maiden & Hare, 1998 ; Fastrez, Campion, & Collard, 2010). Cette méthode permet de recueillir les représentations mentales que les utilisateurs ont d'un système afin de les confronter à la structure informationnelle actuelle ou future (architecture, labellisation de l'information, navigation dans le système...etc.). Le contenu informationnel du produit est représenté par des cartes que les utilisateurs devront organiser comme ils le souhaitent afin d'obtenir l'organisation optimale de l'interface. Pour recueillir ces données, le Tri de cartes peut être réalisé individuellement ou collectivement. Il peut être également assisté par un logiciel, pour la réalisation ou l'analyse des résultats (Zavod, Rickert & Brown, 2002).

Utilisé en phase amont, le Tri de cartes permet d'aider les concepteurs à adopter une organisation architecturale adaptée aux besoins et attentes des utilisateurs. Cela facilite l'accès aux informations, l'apprentissage ainsi que la réalisation des tâches par les utilisateurs (Courage & Baxter, 2005). Cette méthode permet donc d'identifier une catégorie de besoins utilisateurs en lien avec le contenu informationnel et sa présentation dans l'interface. Elle doit donc être utilisée en complément d'une autre méthode d'analyse des besoins comme des entretiens ou des questionnaires afin de compléter les résultats obtenus.

### 2.3.3 Conception par les utilisateurs (Design by)

**Design by users** : Dans cette catégorie de méthodes, le cadre théorique s'appuie sur le courant de la Conception Participative, où l'utilisateur est considéré comme un acteur à part entière du processus de conception au même titre que n'importe quel concepteur. Pour Caelen (2004), cette démarche se distingue de la conception centrée utilisateur car il ne s'agit pas seulement d'informer les utilisateurs sur les évolutions du produit, ni même de les consulter pour récolter leur expertise ou leur avis sur le futur produit mais bien de les impliquer, conjointement à l'équipe de conception, en ce qui concerne les choix de conception. Toujours selon cet auteur, « la conception participative est un moyen d'obtenir une meilleure expression des besoins dès l'amont du processus de conception ».

Dans cette section, **4 méthodes** pouvant être affiliées à cette approche ont été identifiées : *La méthode des Lead-Users*, *les Jeux de Rôle*, *la Simulation* et *le Journal de Bord*.

#### 2.3.3.1 La méthode des Lead-users

La méthode des *Lead-users*, formalisée par Von Hippel (1986), permet d'impliquer certains utilisateurs dans le processus de conception afin de profiter de leur expertise et de leur créativité. Cette méthode fait appel à une catégorie spécifique d'utilisateurs considérés comme experts et avant-gardistes dans un domaine donné. Ils sont généralement motivés pour contribuer de manière significative aux améliorations ou développements de produits. Ces « utilisateurs innovants » participent à l'émergence des innovations au sein des entreprises en anticipant les besoins et en générant des solutions.

Dans cette perspective, Von Hippel (2001) propose d'utiliser un kit d'outils pour soutenir la démarche des *Lead-users*. Ce kit peut être rapproché des *Design Probes* (Gaver, Dunne & Pacenti,

1999) utilisés en conception visant à collecter des informations et à stimuler la créativité des participants (présence d'un appareil photo, d'un cahier, d'un nécessaire à dessin...). Pour Von Hippel, il n'existe pas de kit « standard », chaque projet proposera ses propres outils : un assortiment d'ingrédients pour Nestlé, des matériaux semi-conducteurs pour un projet en électronique, des logiciels de prototypages ou de réalisation sur-mesure (voir [Figure 5](#))...etc. Ces kits permettent d'identifier les besoins des utilisateurs, de générer eux-mêmes des représentations intermédiaires ou encore d'évaluer l'existant (Von Hippel & Katz, 2002 ; Von Hippel, 2005).

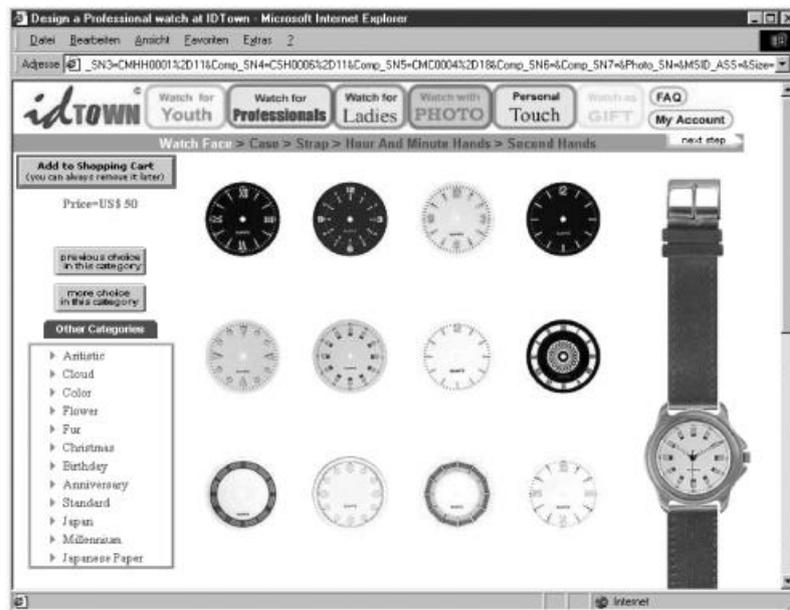


Figure 5 : Site internet « IDTown » permettant de concevoir sa montre sur-mesure avec un nombre important de combinaisons : choix du bracelet, du cadran, du type de mécanisme...etc. (Franke & Piller, 2004)

Notons enfin qu'en marketing, et dans une certaine mesure en conception, l'utilisation du concept de *leader d'opinion* évoque une catégorie d'utilisateur ayant une notoriété importante dans son domaine. A partir de ce concept, des variantes de la méthode Delphi<sup>4</sup> ont été proposées comme *Delphi-Leader* (Vernette, 1997) ou *BrandDelphi* (Flores, 2009), afin d'intégrer l'opinion de ces leaders dans le développement de nouveaux produits.

### 2.3.3.2 Les Jeux de Rôles

Les méthodes des *Jeux de rôles* (*Role Playing*), peuvent être perçues comme une extension de la méthode des scénarios mais permettant une immersion plus importante (Howard, Carroll, Murphy, Peck & Vetere, 2002). Elles permettent de jouer, à la manière du théâtre, des scènes d'interaction entre utilisateurs et objets. En conception de produits, il existe nombre de ces méthodes comme le *Play-back Theatre*, les *Drama Workshops*, le *Forum Theatre* ou encore le *Dramaturgical Reading* (Mehto, Kantola, Tiitta & Kankainen, 2006 ; Newell, Carmichael, Morgan

<sup>4</sup> Linstone, H.A., & Turoff, M. (1975). *The Delphi method: Techniques and applications*. MA: Addison-Wesley.

& Dickinson, 2006). Ces méthodes diffèrent notamment par les acteurs qui participent à ces sessions (concepteurs, utilisateurs ou acteurs professionnels), le type d'exercice (script établi ou improvisation), l'environnement (*in situ* ou *ex situ*) ou encore les accessoires (prototype, maquette ou « imagination »). La simulation des interactions peut être analysée en direct ou en différé à l'aide d'un support vidéo. L'improvisation qui ressort de certaines techniques comme les *Focus Troupes*, laisse libre court à la fantaisie et à la créativité des acteurs, ce qui aurait comme avantage de créer des situations nouvelles et de générer des idées innovantes. Marquis-Faulkes, McKenna, Gregor et Newell (2003), ont utilisé cette méthode afin d'étudier les besoins des utilisateurs d'un système de chute. Les simulations réalisées dans cette étude ont permis aux auteurs d'identifier les besoins réels des personnes âgées utilisatrices du système, comme la conservation de certaines fonctionnalités jugées utiles ou l'amélioration du système actuel.

**Le Bodystorming (Buchenau & Fulton Suri, 2000 ; Oulasvirta, Kurvinen & Kankainen, 2003) :**

Dans cette méthode, inspirée de l'*Informance Design* (Burns, Dishman, Verplank & Lassiter, 1994), un scénario est joué par des acteurs représentant les utilisateurs du futur produit ou les futurs utilisateurs eux-mêmes. Le scénario représente l'interaction entre les acteurs et un prototype dans un environnement plus ou moins écologique<sup>5</sup>. Cette interaction induit un dialogue générateur de nouvelles idées entre les acteurs et les spectateurs : besoins, spécifications et solutions sont les résultats pouvant ressortir en direct de ces séances ou *a posteriori* (analyse vidéo).



*Séance de Bodystorming visant à générer des idées d'aménagement intérieur d'un avion (Buchenau & Fulton Suri, 2000).*

<sup>5</sup> Schleicher, Jones et Kachur (2010), identifient trois types de *Bodystorming* qui diffèrent selon l'exercice de la séance de travail, en favorisant soit le lieu comme source d'inspiration, soit le prototype ou soit l'interaction des acteurs.

Pour certains auteurs, les jeux de rôles sont un complément des méthodes traditionnelles comme les entretiens. En effet, les utilisateurs et les concepteurs qui interagissent entre eux génèrent des informations liées aux ressentis et aux sentiments que de simples mots n'auraient pas permis de dévoiler (Mehto, Kantola, Tiitta & Kankainen, 2006).

### 2.3.3.3 La Simulation

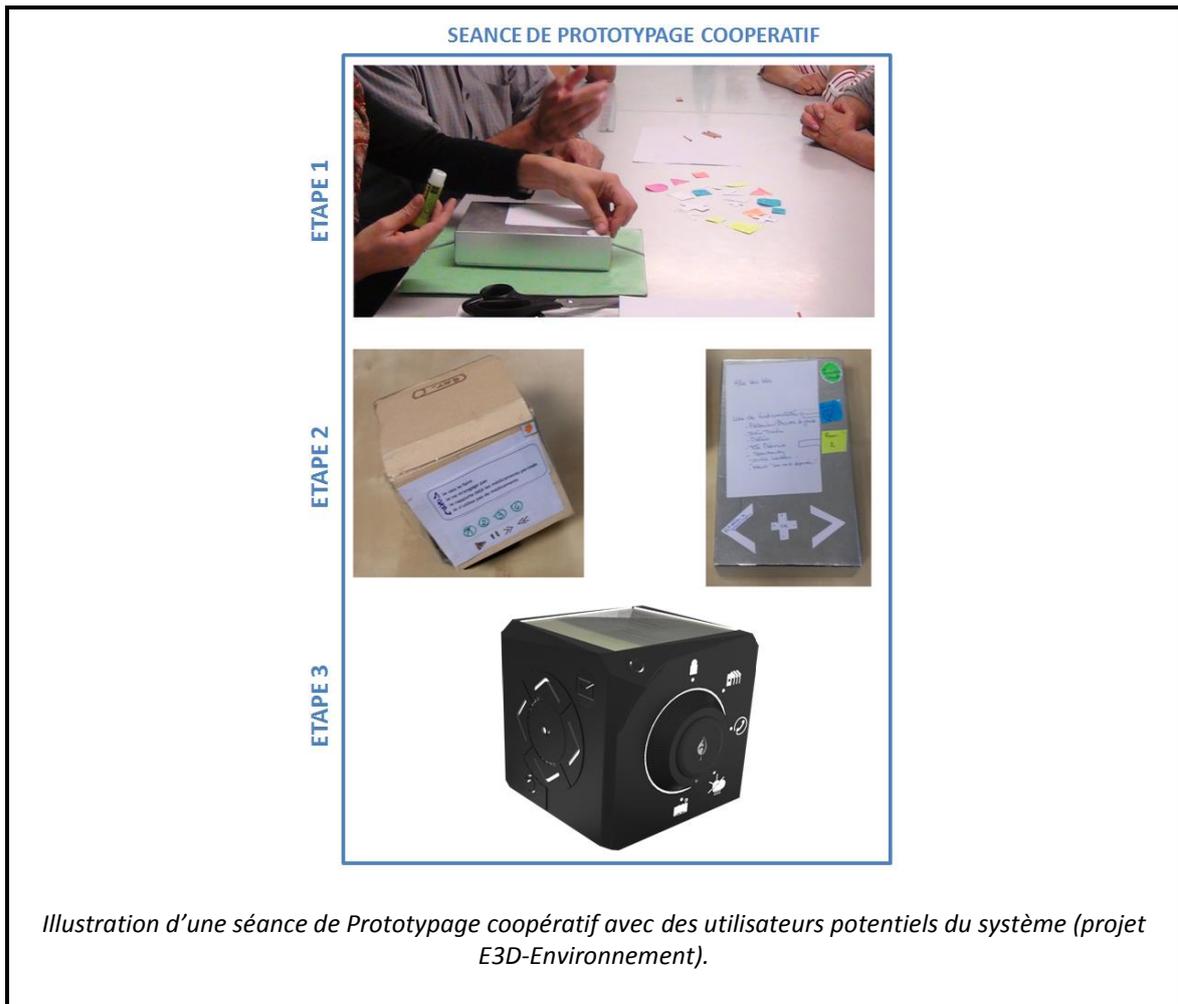
La simulation est une méthode qui peut être considérée comme relevant des trois approches développées jusqu'alors. En effet, la simulation peut concerner les situations potentielles futures où le produit apparaît sous une représentation intermédiaire (maquette virtuelle, fabrication additive...) et où l'utilisateur peut être substitué par une modélisation (mannequin, modèle prédictif...). Ce type de simulation est donc affilié au courant énoncé dans la Section 2.3.1 (*Design for users*). D'autres techniques de simulation existent comme le *Magicien d'Oz* où les utilisateurs interagissent avec un système informatisé qu'ils croient autonome, mais qui est totalement ou partiellement contrôlé par l'expérimentateur (Dahlbäck, Jönsson & Ahrenberg, 1993). Cela permet de simuler en amont les comportements des utilisateurs afin d'identifier leur besoins effectifs. L'interaction entre l'utilisateur et le système est alors analysée *a posteriori* par les concepteurs, ce qui catégorise cette méthode en Conception Centrée Utilisateur (*Design with users*). Enfin, Daniellou (2007), suggère également que les futurs utilisateurs peuvent prendre part aux simulations, on parle alors de Conception Participative (*Design by users*). Le *Prototypage coopératif* (voir encadré ci-dessous), permet aux utilisateurs de participer à la réalisation des représentations intermédiaires et donc de générer des fonctionnalités répondant aux besoins identifiés (Muller, 1993 ; Bowers & Pycock, 1994 ; Bødker, Grønæk & Kyng, 1995). Les situations qui résultent des simulations peuvent être guidées par des scénarios. La simulation peut alors être considérée comme le prolongement des scénarios, c'est-à-dire leur mise en action (Maline, 1994).

#### **Prototypage coopératif pour le projet E3D-Environnement :**

Dans le cadre du projet E3D-Environnement nous avons contribué principalement à l'analyse des besoins (**Expérimentation 2**), mais nous avons également participé à l'ensemble du projet (voir **Section 5.3**) et notamment à une session de *Prototypage coopératif*.

Le matériel distribué aux participants était très diversifié : papiers de différentes couleurs, carton de différentes formes et épaisseurs, des crayons et des feutres de couleurs ainsi que de la colle et des ciseaux. Deux sessions ont été menées avec des groupes de 5 utilisateurs potentiels. Après leur avoir présenté le système (objet communicant pour l'adoption de gestes éco-responsables), nous avons discuté avec eux de leurs besoins ainsi que des fonctionnalités potentielles à intégrer (sous forme de *Focus Group*).

L'objectif était ensuite de réaliser avec eux la représentation du système tel qu'ils l'imaginaient (étape 1 ci-dessous). Ce travail a abouti à deux maquettes (étape 2) qui ont été réutilisées par l'équipe de conception afin de produire un prototype fonctionnel (étape 3) pour les tests utilisateurs des phases avancées du projet.



### 2.3.3.4 Le Journal de bord (Diary Keeping)

Cette méthode permet aux utilisateurs d'inventorier par écrit leurs avis et ressentis sur l'utilisation d'un système (interface, produit...) au cours de son utilisation. Cela se révèle efficace pour identifier des nouveaux besoins afin d'améliorer l'existant (innovations incrémentales). Cette méthode est inspirée des carnets ethnographiques qui accompagnent l'analyste lors de ces sorties sur le terrain (Noiriel, 1990 ; Copans, 2008), afin notamment de consigner ses pensées (observation, ressentis, réflexions...), de collecter par écrit les entretiens réalisés (préparés ou fortuits) ou de faire figurer des informations diverses (emploi du temps, schémas, cartes, photos...). Le recueil par écrit sous forme de journal ou de carnet est utilisé également en ergonomie afin d'assister l'analyse de l'activité (Bellemare, Marier & Allard, 2001) ou pour assister la technique des *Incidents critiques* (Flanagan, 1954 ; Marrelli, 2005).

En conception de produits, l'utilisation de carnet de notes peut servir à consigner le travail des concepteurs durant toutes les phases du projet (Pedgley, 2007). Mais c'est surtout un support de récupération de données sur l'utilisation des produits par les utilisateurs : usages actuels, problèmes rencontrés, génération de nouveaux besoins ou proposition d'amélioration (Bolger, Davis & Rafaeli, 2003). Le support peut être classique (cahier/livret) ou interactif (tablette/application mobile) et complété par d'autres technologies comme un enregistreur vocal

(Palen & Salzman, 2002). Il est demandé aux utilisateurs de remplir leur journal lorsqu'ils le désirent ou alors à des moments bien précis (fin de journée, lors d'un feedback visuel ou audio dans le cas des supports interactifs...). L'évaluation réalisée par les utilisateurs peut porter sur des produits finis, dans un objectif d'amélioration ou d'anticipation de nouveaux besoins, mais aussi sur des prototypes pour les produits ou interfaces en cours de développement. Enfin, la créativité des utilisateurs peut être encouragée à travers l'utilisation d'un carnet et de certains accessoires (crayons de couleurs, stickers...) dans le cadre de l'approche des *Design Probes* (Gaver, Dunne & Pacenti, 1999 ; Mattelmäki & Battarbee, 2002).

### 2.3.4 Conclusion sur la présentation des principales méthodes en analyse des besoins

Les méthodes en analyse des besoins utilisateurs sont par essence anthropocentrées. C'est le degré d'implication des utilisateurs qui change : Informateurs, Consultants ou Participants. Nous aurions pu également catégoriser ces méthodes en fonction de leur objectif final : recueillir les besoins des utilisateurs dans les projets de conception (*Benchmarking, Tri de cartes...*) ou produire des besoins nouveaux dans les projets d'innovation (*Créativité, Personas, Simulation...*). La classification que nous avons proposée n'est par ailleurs pas absolue, puisque certaines méthodes peuvent être utilisées de différentes manières, parfois pour modéliser les catégories d'utilisateurs (*Design for*), parfois pour recueillir leurs avis (*Design with*) et parfois pour recueillir leurs idées (*Design by*). Les méthodes ne sont pas non plus mutuellement exclusives : il peut arriver dans un même processus de mixer différentes approches comme dans le processus d'analyse des besoins utilisateurs de Maguire et Bevan (2002). Idéalement il faudrait même conjuguer les données issues d'une modélisation sur la base d'un grand nombre d'utilisateurs (*Design for*), compléter avec des recueils de données ponctuels (ex : *Tests intermédiaires, Focus Groups*) auprès d'échantillons forcément moins étendus (*Design with*) et intégrer tout au long du processus un nombre restreint d'utilisateurs, voire d'utilisateurs extraordinaires comme des Lead-Users (*Design by*).

Les méthodes que nous avons présentées sont également utilisées par des profils métiers différents : ingénieurs (*Analyse fonctionnelle, QFD...*), expert marketing (*Netnographie, Analyse de marché...*), designers (*Créativité, Story-Board...*) et ergonomes (*Tri de cartes, Simulation...*). Cela est en partie lié à la formation initiale des métiers (méthodes enseignées ou non) mais aussi à la finalité de l'analyse des besoins (besoins utilisateurs, fonctions ou solutions produit). En effet, même si l'analyse des besoins s'arrête généralement au moment de la traduction des besoins utilisateurs en fonction produits (des Mesnards, 2007 ; Maiden, 2008 ; Parker, 2012), certaines méthodes permettent également de générer des solutions comme pour la majorité des méthodes « participatives » (voir Figure 6). Là encore, la classification proposée reste schématique car les concepteurs s'approprient et adaptent librement les méthodes en fonction des impératifs des projets et des ressources disponibles.

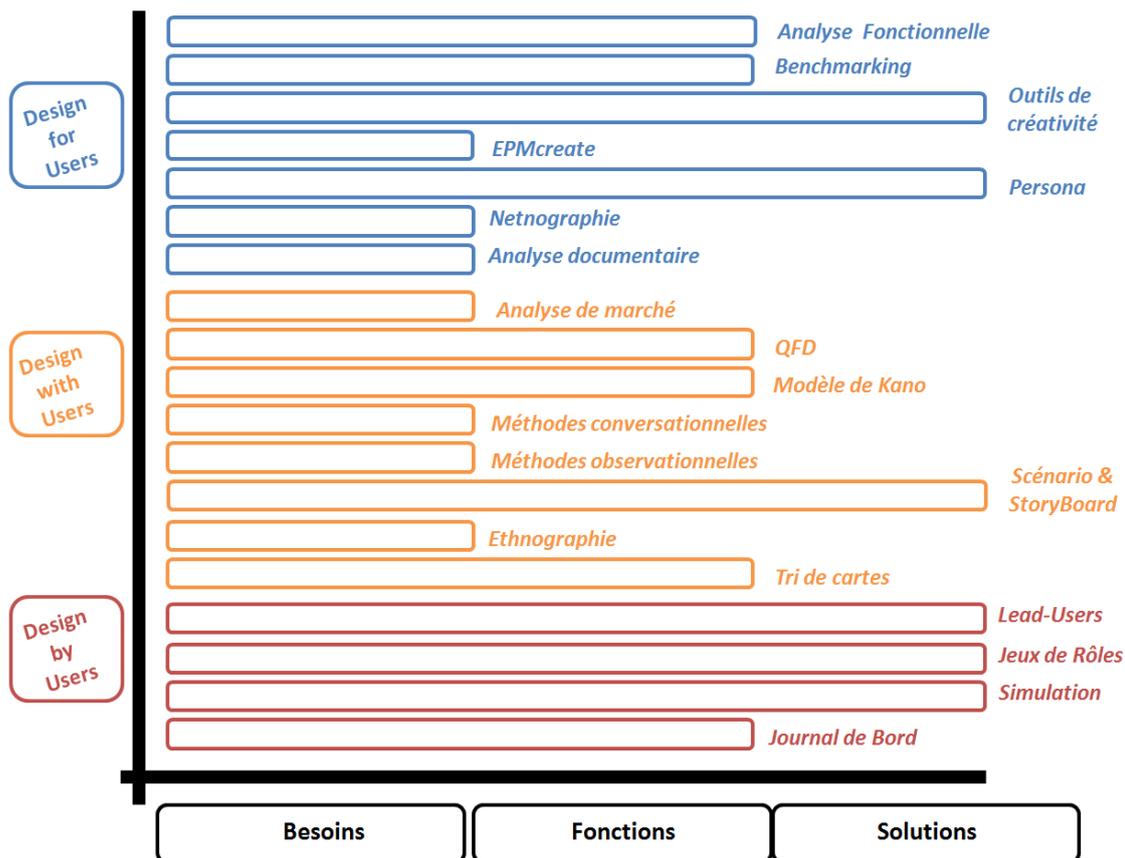


Figure 6 : Classification des méthodes en fonction de leur finalité : besoins, fonctions et solutions.

Certaines méthodes sont couramment utilisées par des profils métiers différents. C'est le cas par exemple de la méthode des Personas qui est utilisée par les designers, les experts marketing et les ergonomes. Il existe cependant peu de méthodes utilisées par l'ensemble des experts, à l'image de la technique du Benchmarking qui est relativement polyvalente.

Dans la prochaine partie nous développons le courant de **l'ergonomie prospective dont l'objectif est d'identifier de nouveaux besoins et d'anticiper les situations d'usages futures dès les premières phases du processus de conception** (Robert & Brangier, 2009 ; Brangier & Robert, 2010). Ce courant propose d'encourager la collaboration pluridisciplinaire ainsi que la créativité afin d'optimiser les chances d'identifier de nouveaux besoins.

## 2.4 Le courant de l'ergonomie prospective

### 2.4.1 La prospective au service de l'innovation

Pour Brangier et Robert (2010), cette approche fait écho au concept de « prospective » du philosophe Berger (1958), où l'avenir, à plus ou moins long terme, est au centre des préoccupations

scientifiques ou sociétales. La *Prospective* est définie dans le dictionnaire Larousse comme une « science ayant pour objet l'étude des causes techniques, scientifiques, économiques et sociales qui accélèrent l'évolution du monde moderne, et la prévision des situations qui pourraient découler de leurs influences conjuguées ». Le rapprochement du terme « prospective » à l'ergonomie a été initié par Laurig et Vedder (**Stellman, 2000**), où cette approche orientée vers le futur, devrait être prise en compte dans l'analyse des conditions de travail. L'ergonomie prospective est définie actuellement par Brangier et Robert (**2014**), comme étant « une nouvelle modalité d'intervention ergonomique permettant de travailler sur le futur...elle se situe en amont de la conception dans les projets où les besoins précèdent la technologie ». Pour préparer ce futur la prospective a trois fonctions complémentaires (**Brangier & Robert, 2012**) :

- *Etre une aide à la décision stratégique (organisationnelle, technologique et financière),*
- *Réduire les incertitudes face à l'avenir en s'ouvrant aux diverses possibilités d'évolution ou de développement de l'entreprise (ressources humaines, orientations technologique...),*
- *Infirmer ou crédibiliser les intuitions, les choix et les actions à réaliser dans le futur.*

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 (**Royce, 1970 ; French, 1985 ; Boehm, 1988 ; Pahl & Beitz, 1996**). Robert et Brangier (**2009**), distinguent trois approches en ce qui concerne l'intervention ergonomique dans le cycle de conception de produit, en ajoutant la prospective aux considérations historiques de l'ergonomie, à savoir l'ergonomie de correction et de conception (**de Montmollin, 1995**).

- **L'ergonomie de correction** : Est une approche résultant de l'évaluation des systèmes dans le but de les améliorer. Elle se situe généralement dans les phases finales du processus de conception, une fois que le système et son utilisateur sont déjà en interaction. Il s'agira par exemple pour l'ergonome de corriger la situation révélée comme problématique d'un point de vue de santé, de sécurité, d'efficacité ou encore de satisfaction.
- **L'ergonomie de conception** : Dans cette approche les choix de conception sont réalisés pendant le déroulement du projet en accord avec les autres membres de l'équipe de conception (ingénieurs, designers...), mais également de concert avec les utilisateurs du système. Par exemple, la mise en place de tests utilisateurs permet de valider les concepts retenus jusqu'alors par l'équipe de conception.
- **L'ergonomie prospective** : Est une approche anticipative qui vise à identifier de nouveaux besoins afin de satisfaire des usages futurs. L'objectif est de participer à l'innovation et ce dès les premières phases du processus de conception. L'ergonome devient alors un acteur de l'innovation en proposant des idées novatrices afin de fournir aux utilisateurs potentiels de nouveaux produits ou de nouvelles fonctionnalités.

Les approches correctives, de conception et prospective se distinguent par : leur temporalité (passé, présent et futur), leur objectif (correction, prévention et innovation), les connaissances mobilisées (physiologie, sciences cognitives, ingénierie, design, marketing...) et bien évidemment les méthodes utilisées (classiques vs anticipatives). En effet les méthodes issues de ces approches sont assez

différentes puisque le postulat de base de l'ergonomie de correction et de conception repose sur l'analyse de l'existant : analyse des dysfonctionnements, analyse de l'activité, simulation ou encore évaluation de prototype. La fiabilité des données récoltées est alors importante afin de modifier et améliorer l'activité réelle ou réaliser des choix de conception adaptés aux opérateurs/utilisateurs (efficacité, efficience, satisfaction...). L'innovation est alors quasiment absente de ces approches qui favorisent la fiabilité au détriment de l'inventivité. Il existe donc de nombreux freins à l'innovation pour l'ergonomie dans son acception classique, comme le fait que les situations à analyser n'existent pas, que les utilisateurs ne sont pas encore identifiés, que la technologie n'est pas encore totalement mûre et/ou que les artefacts sont incomplets (Brangier & Bastien, 2006 ; Brangier & Robert, 2012).

L'ergonomie prospective quant à elle vise à favoriser les innovations, mais elle est plus spéculative puisqu'elle repose sur des méthodes d'anticipation des besoins utilisateurs et des futurs usages. Ces méthodes sont généralement issues d'autres disciplines que l'ergonomie mais conservent l'humain au centre des réflexions (Brangier & Robert, 2012). Brangier et Robert (2010), insistent également sur le fait que le potentiel innovant est plus important dans les phases amont mais que la fiabilité des concepts retenus est plus fragile, contrairement aux phases avancées où c'est la fiabilité des résultats obtenus qui prime mais que l'innovation devient quasiment inexistante. En effet, c'est dans les premières phases que l'équipe de conception possède une liberté d'action importante, contrairement aux phases avancées du projet (voir Figure 7) : les coûts de modifications augmentent, les retours en arrière sont plus délicats car ils prennent du temps etc.

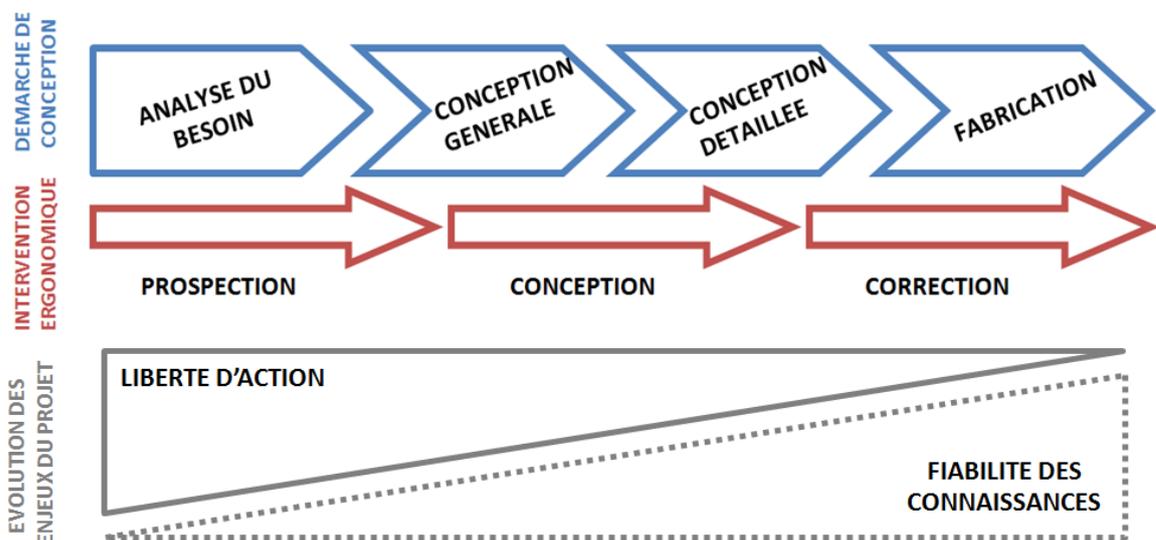


Figure 7 : Temporalité de l'intervention ergonomique dans le cycle de conception de produit ainsi que le rapport « Liberté d'action » et « Fiabilité des connaissances » dans l'évolution d'un projet de conception. (Pahl & Beitz, 1996 ; Ullman, 1992 ; Brangier & Robert, 2010)

L'ergonomie prospective s'articule autour de trois activités complémentaires et chronologiques au sein du processus de conception : la prospection des futurs besoins et usages, la construction de ces futurs besoins et enfin la création des futurs artefacts correspondant à ces besoins afin de soutenir les situations d'usages identifiées (Brangier & Robert, 2014). Son objectif est donc

d'augmenter le périmètre d'intervention des ergonomes afin de les engager à participer à la création de nouveaux systèmes, produits et services. L'innovation serait alors au cœur de cette approche afin d'identifier les besoins futurs et anticiper de nouveaux usages. Cette démarche propose donc d'encourager la collaboration afin de bénéficier de l'expertise pluridisciplinaire de l'équipe de conception mais aussi de développer les méthodes de créativité. Le potentiel créatif des méthodes utilisées en amont du processus de conception permettent de soutenir l'innovation. La créativité, individuelle ou collective, fait partie du processus d'innovation afin de stimuler l'imagination (Moles & Caude, 1970 ; Duchamp, 1999). L'ergonomie prospective propose d'encourager le développement de la créativité dans les projets innovants, et ce à travers des méthodes et des outils permettant la démultiplication des idées générées par les utilisateurs (Moget, Bonnardel & Galy-Marie, 2014) ou les concepteurs (Nelson, Buisine, Aoussat & Gazo, 2014), c'est ce que Brangier et Robert (2012) ont appelé l'hypercréativité :

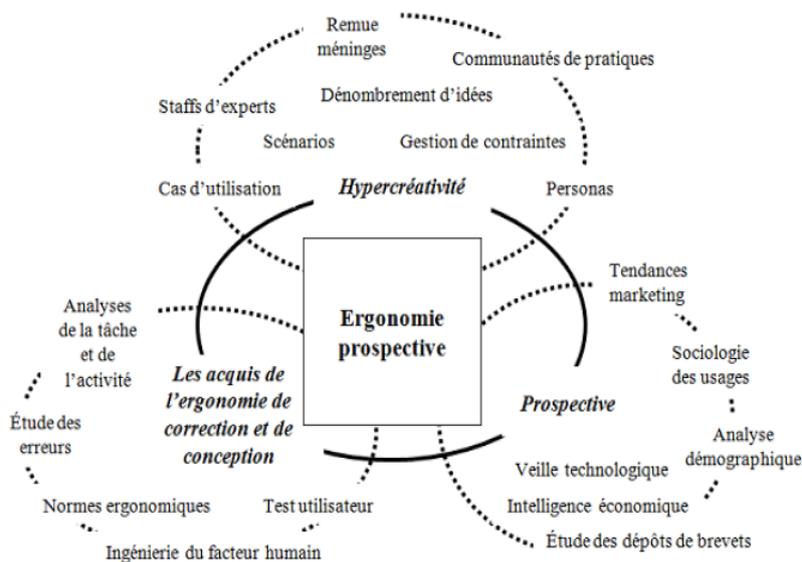


Figure 8 : L'hypercréativité au sein de l'articulation générale de l'ergonomie prospective (Brangier & Robert, 2012).

Nous avons relevé dans la littérature de nombreux axes de recherche visant à structurer l'ergonomie prospective, par exemple en termes de méthodologie, de collaboration ou de créativité :

- Production de connaissances sur les utilisateurs et les situations qui n'existent pas encore, à travers des méthodes comme les Personnas (Brangier & Bernet, 2011), les Scénarios (Carroll, 1995) ou les Jeux de Rôles (Mehto, Kantola, Tiitta & Kankainen, 2006).
- Stimulation de la créativité des concepteurs (Nelson, Buisine, Aoussat & Gazo, 2014) et/ou des utilisateurs (Moget, Bonnardel & Galy-Marie, 2014).
- Encouragement de l'aspect pluridisciplinaire visant à enrichir la collaboration : intégration de théories, méthodes et outils de disciplines diverses (Brangier & Robert, 2010 et 2014).

Dans cette thèse, nous nous concentrons sur la phase d'anticipation des besoins futurs, ce qui nous a amené à dégager en particulier deux axes de recherche cohérents avec l'approche de notre laboratoire : un **axe méthodologique** et un **axe technologique**, visant dans les deux cas à améliorer la collaboration :

- **Axe 1 : Encourager l'émergence de méthodes d'anticipation des besoins adaptées à la pluridisciplinarité de l'équipe de conception** : Chaque spécialité (ingénierie, ergonomie, design...) possède ses propres compétences : théories, méthodes et outils (Lahonde, 2011). Dans la littérature cette richesse pourrait être vectrice d'innovations (Duchamp, 1999 ; Cagan & Vogel, 2002). Le courant de la prospective propose un rapprochement des disciplines afin d'appréhender les attentes des humains pour transformer ces prescriptions en systèmes concrets (Brangier & Robert, 2010). Les acquis de l'ergonomie doivent être utilisés (théories, méthodes...) mais également enrichis, avec le concours d'experts d'autres domaines. Encourager l'aspect pluridisciplinaire permettrait d'améliorer la collaboration des acteurs de la conception afin d'appuyer le développement d'innovations (Brangier & Robert, 2014).
- **Axe 2 : Favoriser l'efficacité de ces méthodes à travers des technologies support** : Il existe de nombreuses technologies permettant de soutenir le travail collaboratif (téléconférences vidéo, tableau interactif, mondes virtuels...). Certaines de ces technologies sont alors étudiées dans des contextes particuliers comme l'optimisation du travail à distance (Rosenman, Merrick, Maher & Marchant, 2006 ; Gericke, Gumienny & Meinel, 2012) ou l'encouragement de la créativité (Buisine, Besacier, Aoussat & Vernier, 2012 ; Burkhardt & Lubart, 2010). Sur ce dernier point Van Gundy (2005) nous informe qu'« un environnement amusant provoquant gaieté et humour affecte la quantité et l'originalité des idées produites ». Les supports technologiques pourraient alors être considérés comme attractifs et ludiques à l'image du concept de « *Playsir* » de Vial (2014), ce qui pourrait donc agir sur la créativité et aussi l'anticipation de nouveaux besoins.

Nous présentons dans la partie suivante notre argumentaire concernant le choix de ces deux axes de recherche pour notre travail de thèse.

## ***2.4.2 La pluridisciplinarité de l'équipe de conception comme facteur clé de l'innovation***

### ***2.4.2.1 Les principaux métiers de la conception***

L'innovation est collective, elle peut être perçue comme le point de rencontre des disciplines issues des sciences de l'ingénieur, des sciences de l'homme et des sciences de gestion. Comme nous l'avons déjà énoncé, l'équipe de conception est généralement pluridisciplinaire<sup>6</sup> avec

---

<sup>6</sup> Il existe de nombreux termes concernant la coopération entre les différents profils métier en conception : Pluridisciplinarité, Interdisciplinarité, Transdisciplinarité, Multidisciplinarité...etc. Plusieurs auteurs définissent ces termes différemment, notamment selon leurs degrés de coopération (Vink, 2000). De notre

des métiers tels que l'ingénierie, le design industriel, l'ergonomie et le marketing (Aoussat, 1990 ; Sagot, Gomes & Zwolinski, 1998). La pluralité de l'équipe de conception doit être un atout pour la génération d'innovation (Duchamp, 1999 ; Cagan & Vogel, 2002). Mais pour Jeantet, Tiger et Vinck (1996), « il ne suffit pas de rassembler physiquement des acteurs du projet de conception pour intégrer leur travail et les apports spécifiques ». Améliorer leur collaboration, notamment à travers des méthodes et des outils adéquats, est primordial. La collaboration qui en résulte doit donc être optimisée, des études ont été réalisées afin d'améliorer la collaboration entre l'ingénieur et le designer (Kindlein & Ngassa, 2005), l'ingénieur et l'ergonome (Roussel, 1996), le designer, l'ergonome et l'ingénieur (Guerlesquin, 2012) ou encore l'expert marketing, le designer et l'ingénieur (Borter, Nyffeler & Bergeron, 2010).

**Les principaux métiers de la conception : l'ingénieur, le designer industriel, l'ergonome et l'expert marketing<sup>7</sup> :**

**L'ingénieur :**

« Le métier de base de l'ingénieur consiste à résoudre des problèmes de nature technologique, concrets et souvent complexes, liés à la conception, à la réalisation et à la mise en œuvre de produits, de systèmes ou de services ».

*CIT (Commission des Titres d'Ingénieurs)*

**Le designer industriel :**

« A pour vocation, après analyse technologique, économique et esthétique de créer des formes, matières, couleurs, structures permettant d'améliorer tous les aspects de l'environnement humain ».

*UFDI (Union française des designers industriels)*

**L'ergonome :**

« Contribue à la conception et à l'évaluation du travail, des produits, des environnements...pour les rendre compatibles avec les besoins, les compétences et les limites des personnes ».

*Adapté de l'IEA*

**L'expert en marketing :**

« Planifie et élabore la tarification, la promotion et la distribution d'une idée, d'un bien ou d'un service pour un échange mutuellement satisfaisant pour les organisations comme pour les individus ».

*American Marketing Association*

Le pilotage du projet avec des qualités de management et de leadership est un facteur déterminant pour une bonne collaboration (Hinterhuber & Friedrich, 2002). Le travail collectif présuppose des

---

côté, nous définissons la Pluridisciplinarité comme étant le point de rencontre entre les sciences de l'ingénieur, les sciences humaines et les sciences de gestion, permettant de déployer les spécificités de chacun (point de vue, connaissances...) tout en favorisant la communication et la collaboration tout au long du processus de conception et d'innovation.

<sup>7</sup> De notre point de vue ces principaux profils métiers représentent une composition intéressante pour le développement de nouveaux produits, mais cette liste n'est évidemment pas exhaustive, puisque il existe pour chacun des profils métiers des spécialités particulières (ex : ingénieur Qualité ou ergonome IHM) mais également d'autres profils métiers (ex : sociologues).

interactions différentes entre les acteurs concernés (Barthe & Quéinnec, 1999). Pour Darses et Falzon (1996), les concepteurs peuvent suivre un même but et donc travailler conjointement (co-conception), ou alors les concepteurs travaillent simultanément mais en suivant des objectifs différents (conception simultanée ou distribuée). Mais dans tous les cas, la collaboration et la communication entre les métiers est essentielle pour le bon déroulement du projet (Kvan, 2000 ; Dameron, 2002). Chaque concepteur possède ses propres connaissances, que ce soit à travers leur **formation** (type de compétence) ou à travers leur **expérience** (niveau de compétence). Tout au long du processus de conception, chaque spécialité usera alors de ses propres théories, utilisera sa propre méthodologie et déploiera ses propres outils (voir Figure 9). Ulijn et Weggeman (2001), parlent de cultures professionnelles différentes. A certains moments il sera nécessaire qu'ils travaillent indépendamment les uns des autres (ex : processus qualité vs analyse des usages), et à d'autres moments de manière conjointe (ex : réalisation et évaluation d'un prototype). Mais dans tous les cas, 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).

Cette **collaboration**, qui découle de la co-conception<sup>8</sup>, est importante à développer et à encourager, notamment dans les projets d'innovation (Jassawalla & Sashittal, 1998 ; McDonough, 2000 ; Riboulet, Marin & Leon, 2002 ; Maranzana, Gartiser & Caillaud, 2008). Vissers et Dankbaar (2002), ont identifié dans la littérature plusieurs avantages concernant la collaboration pluridisciplinaire dans les projets d'innovation, comme l'amélioration de la communication interne et externe, l'augmentation du rendement des projets innovants, l'identification en amont des éventuels problèmes de conception ou encore la génération de nouvelles idées.

Cependant, il est parfois difficile pour tous ces concepteurs d'horizons différents de pouvoir coopérer et communiquer efficacement (Mital, 1995 ; Caelen & Zreik, 1995 ; Darses & Falzon, 1996 ; Sagot, Gomes & Zwolinski, 1998 ; Béguin & Cerf, 2004), notamment à cause d'une vision de la conception parfois opposée (ex : *Techno-centrée* vs *Anthropocentrée*), sur les moyens à mettre en œuvre ou les choix des problèmes à résoudre ou en raison de l'utilisation d'un vocabulaire spécifique à chaque spécialité (langage technique et opératoire). Pour Raynaud (2001), un projet peut même devenir « une bataille incessante de chacun pour faire valoir son point de vue et pour imposer les exigences de sa spécialité ». De plus, il existe aussi des difficultés de collaboration liées aux individus eux-mêmes indépendamment du métier. La diversité interindividuelle et la variabilité intra-individuelle des acteurs de conception (préférences personnelles, stratégies cognitives, niveau d'expérience...) peuvent complexifier le travail collectif (Guérin, Laville, Daniellou, Duraffourg & Kerguelen, 2007).

---

<sup>8</sup> Nous délaissions dans notre argumentaire la notion de co-conception relative à la collaboration entre plusieurs entreprises ou entités (Midler, 2000), pour se concentrer sur la collaboration « terrain » entre les différents concepteurs au sein d'une même équipe.

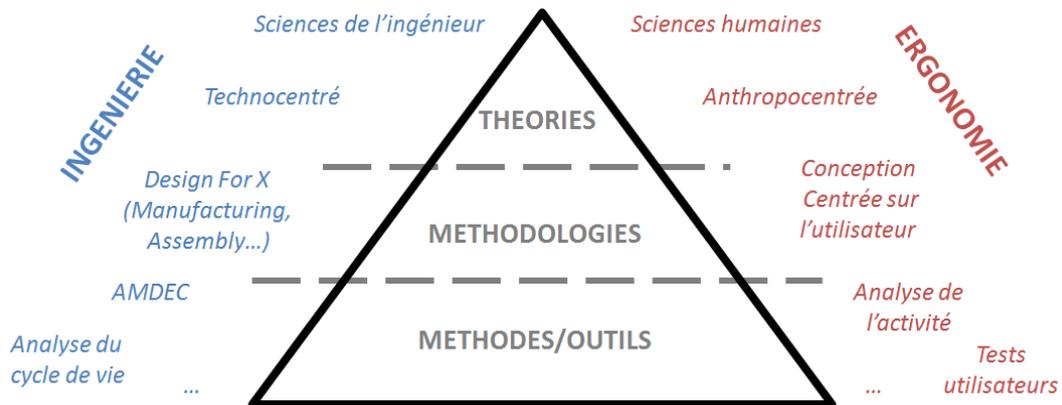


Figure 9 : Exemple des théories, méthodologies et méthodes/outils correspondant aux profils ingénieurs et ergonomes. Adapté de (Lahonde, 2010) et (Guerlesquin, 2012)

#### 2.4.2.2 Les profils de personnalité des concepteurs

Il existe donc également une diversité interindividuelle et une variabilité intra-individuelle importante. Chaque individu possède une **personnalité** qui lui est propre et qui peut influencer sur son travail (Aubret & Blanchard, 2004). Les traits de personnalités des individus peuvent alors être identifiés à partir de plusieurs modèles, le modèle du Big-Five (*Ouverture à l'expérience, Conscienciosité, Extraversion, Agréabilité, Névrosisme* : McCrae & Costa, 2003), le modèle Herrmann (mode de pensée *Analytique, Séquentiel, Interpersonnel* et *Imaginatif* : Herrmann, 1996), ou encore le MBTI ou Indicateur Typologique de Myers-Briggs (les *Attitudes*, le *Recueil d'information*, la *Prise de décision* et le *Mode d'action* : Myers, McCaulley & Most, 1985). Les tests issus de ces modèles permettent par exemple d'aider au développement personnel ou à l'orientation professionnelle. Mais ce qui nous intéresse ici est l'influence de la personnalité sur l'orientation professionnelle choisie et la manière de travailler des individus. Le test du MBTI permet par exemple aux managers de prendre des décisions relatives à l'organisation interne de l'entreprise (ex : capacité à travailler en collectif, gestion des conflits...etc.).

A partir du travail de Jung sur les types de personnalités (1921/1993), Briggs et Briggs-Myers (Myers, McCaulley and Most, 1985), élaborèrent un outil permettant d'identifier les profils de personnalité des individus : le MBTI. Ce test est basé autour de 4 dimensions ayant chacune deux pôles opposés : les *Attitudes* (Extraversion(E)/Introversion(I)), le *Recueil d'information* (Sensation(S)/Intuition(N)), la *Prise de décision* (Pensée(T)/Sentiment(F)) et le *Mode d'action* (Jugement(J)/Perception(P)). La combinaison de ces dimensions donne 16 profils de personnalité correspondant aux pôles préférés/choisis des individus. Keirse et Bates (1984), simplifièrent ces 16 profils en 4 groupes majeurs d'individus : les « Rationnels ou Logiques » (NT), les « Idéalistes ou Empathiques » (NF), les « Gardiens » (SJ) et les « Artisans » (SP). Des travaux de recherche ont été effectués par le CAPT (*Center for Applications of Psychological Type*) à partir des années 90 afin de corréler les types de personnalité (à partir du MBTI) avec les professions des répondants (Hammer & MacDaid, 1992 ; Hammer, 1993). Ces recherches portent sur l'analyse de milliers de travailleurs de toutes professions confondues ayant passé le MBTI. Plus de 250 professions sont

représentées et réparties dans plus de 20 familles de métiers. Au regard des résultats, nous pouvons par exemple identifier que les ingénieurs possèdent plutôt des personnalités rationnelles préférant travailler avec des systèmes et à l’opposé, nous retrouvons les psychologues ayant plutôt des personnalités idéalistes préférant travailler avec les personnes (certains ergonomes peuvent rentrer dans cette catégorie au regard de leur formation initiale). Les experts marketing ainsi que les designers se retrouvent de manière disparate autant dans l’une que dans l’autre catégorie (Hammer & MacDaid, 1992 ; Hammer, 1993 ; Cauvin & Cailloux, 1994 ; Myers & Kirby, 1998). En lien avec ces recherches, des études ont porté sur l’identification ou l’analyse des personnalités en fonction d’un métier spécifique comme les informaticiens ou les designers (Capretz, 2003 ; Meneely & Portillo, 2005). Enfin d’autres études ont été réalisées afin d’évaluer les corrélations entre la personnalité et la performance au travail (Rothmann & Coetzer 2003), le niveau de créativité des concepteurs dans les premières étapes de développement de produits nouveaux (Stevens, Burley & Divine, 1999) ou encore la réussite de projets logiciels (Acuña, Gómez, Hannay, Juristo & Pfahl, 2015).

Nous avons donc pu voir que la coopération et la communication entre les membres d’une même équipe est importante pour le bon déroulement des projets, mais cette collaboration est fortement dépendante du profil métier et du profil de personnalité des individus. Ces profils sont également importants par exemple pour l’apparition de la créativité. En effet, pour Sternberg et Lubart (1992), la créativité dépend de six facteurs : l’intelligence, la connaissance, le type de raisonnement, le profil de personnalité, la motivation et le contexte environnemental. L’émergence de la créativité peut donc être dépendante de facteurs externes (environnement social, physique, technologique...) et internes (personnalité, motivation, connaissance...) qui pourrait expliquer son apparition ou au contraire son absence (Borst, Dubois & Lubart, 2006).

**En conséquence, notre premier axe de recherche vise à améliorer la collaboration au sein de l’équipe pluridisciplinaire en prenant en compte ces facteurs de personnalité et de mode de raisonnement propre à chaque métier, pour optimiser les méthodes d’analyse du besoin.** Notre second axe de recherche va s’intéresser quant à lui aux potentialités offertes par les nouvelles technologies pour contribuer également à améliorer la collaboration.

### ***2.4.3 Favoriser l’efficacité de l’anticipation des besoins à l’aide de technologies support***

L’introduction et l’évolution des technologies participent pour une large part à la mutation des activités professionnelles dans tous les domaines socioéconomiques. Les artefacts de toutes sortes (graphiques, mécaniques, numériques, technologiques...) ont toujours été utilisés comme supports de *cognition externalisée* (Rogers, 2004) pour améliorer la performance dans une activité en redistribuant les tâches et les rôles entre l’humain et la machine. Il s’agit d’utiliser les points forts de chacun pour augmenter la performance globale : par exemple confier à la machine des opérations pour lesquelles elle est plus fiable que l’humain (ex : calcul, mémoire) et confier à l’humain des opérations pour lesquelles il est plus fiable que la machine (ex : prise de décision). L’introduction de technologies dans les activités professionnelles a tendance à s’accélérer

actuellement en raison de leur démocratisation (notamment d'un point de vue financier) et des évolutions sociodémographiques qui amènent sur le marché du travail les générations Y et Z qui sont les *natifs du numérique*. Les technologies ne soutiennent pas seulement l'activité cognitive, elles offrent aussi des possibilités d'améliorer la collaboration – collaboration présenteielle synchrone mais aussi collaboration distante et/ou asynchrone. Ce besoin de collaboration « augmentée » est renforcé par la mondialisation qui tend à effacer les frontières physiques : des collaborateurs éloignés géographiquement doivent aujourd'hui communiquer et travailler ensemble dans le cadre d'équipes distribuées (Michinov, 2008), c'est-à-dire de groupes qui travaillent ensemble à la réalisation d'un objectif commun, mais dont les frontières spatiales, temporelles, culturelles et organisationnelles diffèrent (Hinds & Kiesler, 2002; Maznevski & Chudoba, 2000; in Michinov, 2008). Pour toutes ces raisons, il nous a semblé pertinent de rechercher des moyens d'outiller l'anticipation des besoins, à l'image des autres activités professionnelles, de technologies numériques, immersives, augmentées, collaboratives, etc. Pour illustrer les bénéfices potentiels que nous en attendons, nous prenons ci-dessous exemple sur les technologies support à la créativité.

#### 2.4.3.1 L'exemple de la créativité

Le recours à la créativité ponctue le processus de conception et est utilisé majoritairement dans les phases amont afin de stimuler l'apparition de nouvelles idées. L'analogie avec la créativité nous a semblée pertinente car l'anticipation des besoins comporte une part de créativité et les méthodes issues de la créativité sont parfois utilisées pour identifier de nouveaux besoins (Karsenty, 2006 ; Brangier & Robert, 2012). Pour stimuler la créativité, il existe « des moyens pédagogiques destinés à libérer et à développer le potentiel créatif des individus et des groupes », ce que Jaoui nomme la *Créativité Pratique* (1990). Nous pouvons observer plusieurs niveaux dans la recherche sur la créativité comme des théories et des modèles concernant les processus cognitifs mis en jeu lors de cette activité (Convergence vs Divergence de Guilford (1967) ; *Geneplore* de Finke, Ward et Smith (1992) ; *Explicit–Implicit Interaction* de Hélie et Sun (2010) etc.), des méthodologies (TRIZ de Altshuller (1998) ; PAPSA de Jaoui (1990) ; Analogie et Gestion de Contraintes ou A-GC de Bonnardel (2000) etc.) ainsi que des méthodes et outils pratiques pour les concepteurs afin de stimuler la génération de nouvelles idées : la *carte mentale*, le *Brainstorming*, le *martien*...etc. (voir Section 2.3.1.3). Les méthodes de créativité peuvent reposer sur des logiques différentes, Jaoui (1990 et 1995), en identifie quatre : la logique combinatoire, associative, analogique et onirique :

- **La logique combinatoire**, suppose de décomposer le problème en éléments ou en fonctions, puis de les recombinaer systématiquement ou aléatoirement, les *Matrices de découvertes* sont alors les supports privilégiés.
- **La logique associative**, présume que les idées naissent d'une manière logique et ordonnée et non pas par hasard. Le *Brainstorming* est la plus célèbre des techniques reposant sur cette logique.

- **La logique analogique**, propose d'établir des liens entre différents domaines afin de trouver des correspondances entre la recherche de la nouveauté et la connaissance déjà établie. Le domaine du *Biomimétisme* repose sur ce postulat.
- **La logique onirique**, exploite les mécanismes inconscients tels que le rêve. Par exemple *l'identification* permet de se mettre dans la peau du problème voire de devenir l'objet que l'on souhaite développer.

La créativité peut être individuelle ou collective. L'impact du groupe a fait l'objet de nombreuses recherches afin d'étudier les effets positifs et négatifs de l'interaction entre plusieurs individus (Stroebe & Diehl, 1994 ; Paulus, 2000). Nous pouvons noter que les outils de créativité utilisés en conception et en innovation sont majoritairement collectifs pour bénéficier de l'approche pluridisciplinaires et de points de vue multiples, comme souligné précédemment. Plusieurs axes de recherche sont développés actuellement dans le but d'optimiser la créativité (Bonnardel, 2006 ; Bonnardel, 2011), notamment vis-à-vis de l'utilisation de supports technologiques qui pourraient avoir un impact sur la production créative (Shneiderman, 2000 ; Bonnardel & Zenasni, 2010). Les principales études concernent l'utilisation de logiciels ou de supports collaboratifs notamment pour réaliser des Brainstorming électroniques (Buisine, Besacier, Najm, Aoussat & Vernier, 2007 ; Michinov, 2012) ainsi que des environnements virtuels en 3D pour favoriser et encourager la collaboration (Boughzala, Vreede and Limayem, 2012 ; Uribe Larach & Cabra, 2010). Des systèmes d'intelligence artificielle ont également été mis au point pour alimenter la divergence (Nishimoto, Sumi & Mase, 1996) ou aider à la convergence (Issa, Monticolo, Gabriel & Mihaita, 2014 ; Monticolo & Mihaita, 2014).

#### 2.4.3.2 La créativité sur support électronique

L'analyse de l'impact de l'informatique sur la créativité n'est pas nouvelle, particulièrement en ce qui concerne le Brainstorming électronique (Gallupe, Dennis, Cooper, Valacich, Bastianutti & Nunamaker, 1992). Le développement des nouvelles technologies permet de créer de nouveaux supports, tels que des tableaux ou des écrans électroniques (Klemmer, Newman, Farrell, Bilezikjian & Landay, 2001 ; Gericke, Gumienny & Meinel, 2012), des tables interactives (voir Figure 10) ou encore les deux ensemble (Hilliges et al., 2007).

Les groupwares du type *electronic meeting rooms* et *group decision systems* (Ellis, Gibbs & Rein, 1991) sont utilisés depuis les années 90 pour dépasser les limites de la communication humaine, et notamment le phénomène de blocage de la production (Diehl & Stroebe, 1987 ; Michinov & Primois, 2005). Plus récemment, les systèmes multi-surfaces ont montré leur efficacité pour la résolution créative de problèmes (Sundholm, Artman & Ramberg, 2004). D'une part, les surfaces horizontales telles que les tables interactives, sont particulièrement adaptées à la divergence (Buisine, Besacier, Aoussat & Vernier, 2012) : la configuration spatiale « autour de la table » favorise la conscience du groupe et augmente l'équité des contributions, qui elle-même améliore l'intelligence collective et la performance du groupe (Woolley, Chabris, Pentland, Hashmi & Malone, 2010). D'autre part, les surfaces verticales, parce qu'elles facilitent le partage d'un point de vue unique sur les données, augmentent la conscience de la situation et améliorent la convergence (Jones et al., 2012). A ces surfaces collaboratives peuvent être adjointes des surfaces

individuelles de type tablettes pour optimiser la transition divergence / convergence, mais aussi pour optimiser la transition entre processus créatif individuel et collectif. Certains types d'interfaces ont été conçus pour augmenter les leviers sociocognitifs de la créativité : visualisation des associations d'idées pour augmenter la stimulation cognitive (Afonso Jaco, Buisine, Barré, Aoussat & Vernier, 2013) et feedback de performance temps réel pour augmenter la comparaison sociale (Schmitt, Buisine, Chaboissier, Aoussat & Vernier, 2012). La figure ci-dessous illustre trois types d'interfaces de créativité sur table interactive qui ont été développées dans notre laboratoire :

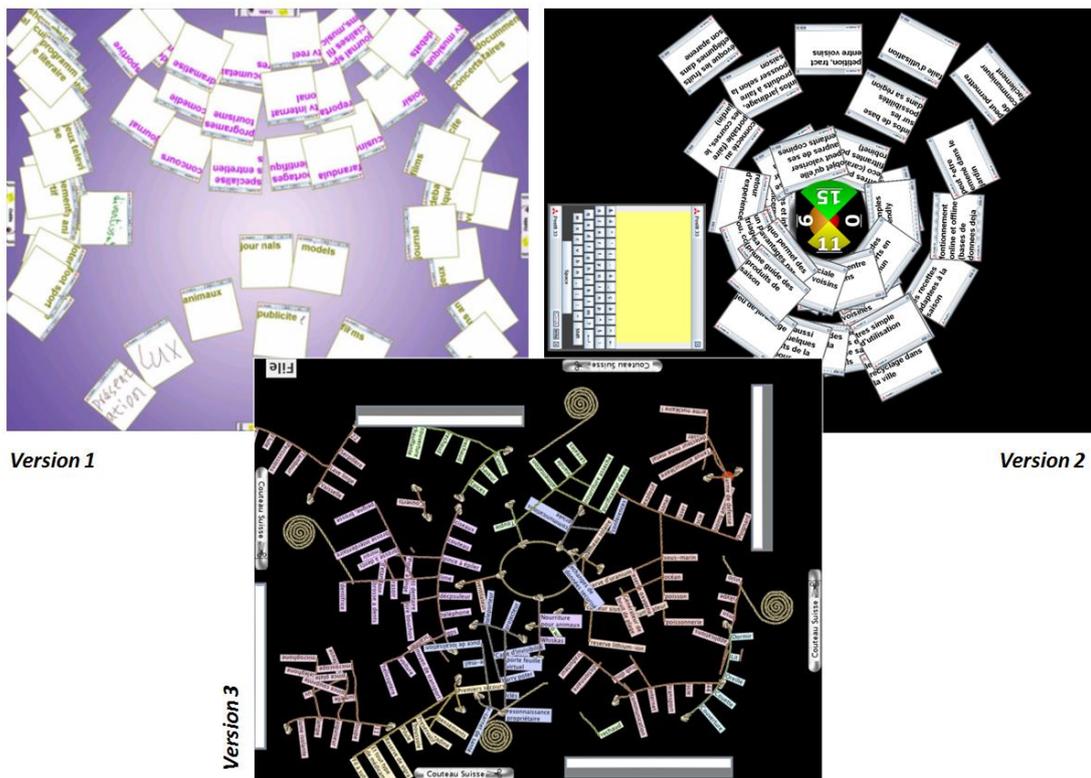


Figure 10 : Evolution de l'interface de la table interactive utilisée dans notre laboratoire : des Post-It digitaux (Buisine, Besacier, Najm, Aoussat & Vernier, 2007) aux « train d'idées » (Afonso Jaco, Buisine, Barré, Aoussat & Vernier, 2013).

Enfin, les environnements virtuels offrent de nouveaux dispositifs pour stimuler la créativité. L'apparence des représentations digitales de soi (avatars) peut moduler les comportements des utilisateurs (Yee & Bailenson, 2007 ; Guegan & Buisine, 2014) et impacter leurs performances créatives. L'influence des décors virtuels sur les perceptions et les comportements commence aussi à être explorée (Fuller, Muller, Hutter, Matzler, & Hautz, 2012 ; Peña & Blackburn, 2013), y compris en ce qui concerne les performances créatives (Alahuhta, Nordbäck, Sivunen, & Surakka, 2014).

### 2.4.3.3 La créativité dans des mondes virtuels

La collaboration dans un monde virtuel, aussi appelé Environnement Virtuels Collaboratifs, *Multi-Users Virtual Environment* (MUVE) ou *Metaverse technology*, permet aux utilisateurs d'interagir dans un univers en 3D à travers l'utilisation d'avatars (Davis, Murphy, Owens, Khazanchi

& Zigers, 2009 ; Boughzala, De Vreede & Limayem, 2012). La mise à disposition d'environnements virtuels, tels que *Second Life*<sup>9</sup>, a permis de faire émerger des études visant à améliorer la collaboration interne à l'entreprise (entre concepteurs), 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...) ou l'amélioration de l'interaction entre les individus (Churchill & Snowdon, 1998 ; Chandra, Theng, Lwin & Foo Shou-Boon, 2010).

Actuellement de nombreuses recherches sont menées sur les effets des environnements virtuels et des avatars sur la créativité (Uribe Larach & Cabra, 2010 ; Pepler & Solomou, 2011 ; Alahuhta, Nordbäck, Sivunen & Surakka, 2014). L'utilisation de ces mondes virtuels (voir Figure 11) pourrait par exemple impacter positivement la motivation (attractivité et attirance) et la concentration des individus (immersion voire présence ; Burkhardt, Bardy & Lourdeaux 2003), ce qui aurait pour effet de se répercuter sur la collaboration mais aussi sur la créativité du groupe (Uribe Larach & Cabra, 2010 ; Boughzala, De Vreede & Limayem, 2012 ; Guegan et al., 2015). Les avatars eux-mêmes sont étudiés car ils pourraient 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, 2014). La production créative pourrait alors être modifiée voire améliorée par la réalisation d'avatars particuliers : les utilisateurs d'avatars représentant des inventeurs pourraient alors générer des idées plus innovantes (Guegan et al., 2015).



Figure 11 : Les environnements virtuels collaboratifs tels que *Second Life* permettent de concevoir un environnement de travail ainsi que des avatars sur-mesure. Cette illustration nous montre la conception d'un avatar d'inventeur dans l'étude de Guegan et al., (2015).

<sup>9</sup> Monde virtuel créé par *Linden Lab* en 2003. Près de 2000 km<sup>2</sup> d'espace virtuel et plus de 35 millions de compte utilisateurs ouverts (<http://www.lindenlab.com/releases/infographic-10-years-of-second-life>).

#### 2.4.3.4 La ludogénéité des technologies support

Ces expériences d'utilisation de technologies support à la créativité ont permis de mettre à jour de nouvelles hypothèses théoriques : l'apport des technologies ne se limite pas à la cognition externalisée et à la collaboration, car l'activité s'en trouve intrinsèquement transformée. En particulier, le caractère interactif et réversible des technologies leur confèrent une *jouabilité structurelle* (Vial, 2014) qui introduit une dimension ludique dans l'activité avec le concept de « *Playsir* ». Les supports technologiques sont **ludogènes**<sup>10</sup> car ils possèdent un *gameplay* s'initiant naturellement : bonne humeur et attitudes positives sont alors des sentiments faisant leur apparition chez les utilisateurs. Comme la satisfaction et la motivation des participants sont plus importantes dans les conditions technologiques, le support lui-même pourrait donc favoriser l'émergence de la créativité. L'association de certaines méthodes de créativité considérées comme ludiques (voir Section 2.3.1.3), avec les technologies support pourraient renforcer la ludogénéité de l'activité (voir Figure 12). En effet, Van Gundy (2005) intègre un indice de mesure dans les outils de créativité déployés dans son ouvrage : l'indice de « *Fun Factor* » pour indiquer quels sont les méthodes les plus ludiques à utiliser. Par exemple, *Ideatoons* et *Get Crazy* reposent sur des mécanismes ludiques amenant les participants à mettre leurs idées en images ou à proposer les idées les plus farfelues et extravagantes possibles : selon lui la gaieté et l'humour affecteraient positivement la créativité. Les travaux cités précédemment suggèrent également que les nouvelles technologies de créativité (ex: surfaces interactives, tactiles, mono- ou multi-utilisateurs, technologies virtuelles, immersives, etc.) sont plus ludiques que les supports classiques (ex: papier-crayon, Post-It, tableau blanc, ordinateur), ce qui apporterait une nouvelle source de motivation aux participants et pourrait contribuer à expliquer leurs performances créatives (Buisine, Besacier, Aoussat & Vernier, 2012 ; Schmitt, Buisine, Chaboissier, Aoussat & Vernier, 2012).



Figure 12 : Méthode créative + Support technologique = Activité ludique.

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

<sup>10</sup> Ludogénéité : Capacité intrinsèque d'un dispositif technique à engendrer une attitude ludique dans un psychisme (Vial, 2014).

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. Par exemple, la génération d'idées par le jeu peut conduire à un mode de réflexion ludique propice à la créativité (Kultima, Niemelä, Paavilainen, & Saarenpää, 2008).

A l'image des résultats sur les interactions entre la créativité et les nouvelles technologies, nous pensons que **l'anticipation et la génération des besoins et des usages pourraient être encouragés par l'utilisation de technologies support, ce qui correspond à notre second axe de recherche.**

## 2.5 Conclusion

Tout en conservant une démarche anthropocentrée, le courant de l'ergonomie de prospection vise à encourager l'anticipation de nouveaux besoins. Nous nous sommes intéressés particulièrement à deux axes de recherche cohérents avec l'approche de notre laboratoire : un **axe méthodologique** (prônant une démarche pluridisciplinaire) et un **axe technologique** (avec le recours à des technologies support), visant dans les deux cas à améliorer la collaboration des concepteurs. **Dans la partie suivante nous présentons le bilan de notre état de l'art qui nous a amené à formuler notre problématique ainsi que nos hypothèses de recherche.**

## 3. Problématique et hypothèses de recherche

### 3.1 *Constats et bilan de notre état de l'art*

Dans notre état de l'art, nous avons donc montré l'existence de trois catégories de besoins utilisateurs : les besoins conscients, non-conscients et latents (Robertson, 2001 ; Loup-Escande, Burkhardt & Richir, 2013). Dans les projets d'innovation, l'explicitation de besoins non exprimés (besoins non-conscients et surtout latents) est une étape importante pour aboutir à un concept porteur ou maximiser les chances de succès d'un nouveau produit. Il ne s'agit pas seulement d'interroger les utilisateurs sur leurs besoins (conscients) vis-à-vis d'un produit, il s'agit surtout d'imaginer des fonctions innovantes répondant à des besoins latents. Les méthodes en analyse des besoins utilisateurs sont par essence anthropocentrées, dans notre état de l'art, nous avons identifié trois catégories de méthodes permettant de recueillir et d'anticiper les besoins utilisateurs. Ces catégories se distinguent par le degré d'implication des utilisateurs : de faible lorsqu'il s'agit d'obtenir des informations et générer des modèles sur les utilisateurs, à important, lorsque les utilisateurs sont considérés comme des concepteurs et participent pleinement au processus de conception (Damodaran, 1996 ; Kaulio, 1998 ; Olsson, 2004). Mais dans certains projets d'innovation, les utilisateurs peuvent éprouver des difficultés à participer aux phases amont à cause de l'immaturation inhérente du projet à ce stade, du manque d'expertise des utilisateurs et des biais de verbalisations (voir Section 2.2.3). Pour certains auteurs les utilisateurs peuvent même représenter un frein à la génération de nouveaux besoins et à l'anticipation de futurs usages. Ces limites sont d'autant plus importantes pour les innovations de rupture, la seule participation des utilisateurs durant l'analyse des besoins semble donc insuffisante. Les concepteurs peuvent alors utiliser des méthodes permettant d'aider les utilisateurs à exprimer de nouveaux besoins (*Focus Group, Lead-Users...*) ou générer ces besoins eux-mêmes (*Persona, Scénarios et StoryBoard...*). Il reste cependant important d'impliquer les utilisateurs dans le processus d'innovation, notamment dans les phases ultérieures de sélection, évaluation et amélioration des concepts.

Les méthodes que nous avons présentées dans notre état de l'art sont généralement utilisées par des profils métiers différents : les ingénieurs, les experts marketing, les designers industriels et les ergonomes. Chaque concepteur déploiera la méthode de son choix afin de recueillir et/ou anticiper les besoins des utilisateurs en fonction des objectifs du projet. Cependant, la collaboration entre ces différents métiers peut parfois s'avérer difficile, notamment à cause de la formation initiale de chaque spécialité ou des profils de personnalité de chaque individu, ce qui est paradoxal car la pluridisciplinarité de l'équipe de conception est justement recherchée car elle est vectrice d'innovation (Duchamp, 1999 ; Cagan & Vogel, 2002 ; Riboulet, Marin & Leon, 2002 ; Maranzana, Gattiser & Caillaud, 2008).

Nous avons également énuméré l'aspect prospectif et créatif de certaines méthodes d'analyse des besoins. La production de connaissances sur les utilisateurs et les situations qui n'existent pas encore, comme la méthode des Personas et la méthode des Scénarios, est un atout majeur pour l'anticipation des besoins utilisateurs. A l'image de toutes les activités socioprofessionnelles, nous pensons que l'anticipation des besoins peut être soutenue par des supports technologiques

permettant d'améliorer la collaboration (ex : Table interactive) ou l'immersion (ex : Environnement Virtuel) tout en favorisant la créativité et la motivation par la dimension ludique qu'elles apportent à l'activité.

#### **Synthèse des constats de notre état de l'art :**

**Constat 1 :** L'implication des utilisateurs dans les phases amont est insuffisante pour identifier des besoins innovants. Le recours aux méthodes d'anticipation des besoins, en particulier lorsqu'elles sont utilisées par une équipe pluridisciplinaire, est alors primordial afin de compléter l'analyse des besoins.

**Constat 2 :** Les outils d'analyse des besoins sont souvent spécifiques aux métiers, ce qui n'encourage pas la collaboration entre les concepteurs alors que celle-ci devrait être source d'innovation.

**Constat 3 :** La collaboration des concepteurs est parfois difficile à cause de la diversité des spécialités ainsi que des personnalités.

**Constat 4 :** Avec le développement des technologies de l'information et de la communication de nouveaux outils sont élaborés afin de soutenir le travail collaboratif des concepteurs en présentiel (ex : Table Interactive) ou à distance (ex : Environnements Virtuels Collaboratifs).

**Constat 5 :** Les nouvelles technologies peuvent également apporter une dimension ludique à l'activité, facteur de motivation et de performance.

## ***3.2 De la problématique aux hypothèses de recherche***

Nous tentons dans ce travail de thèse de participer au courant de l'ergonomie prospective en développant de nouvelles méthodes et outils d'anticipation des besoins futurs. Notre problématique est la suivante :

***Comment optimiser l'anticipation des besoins  
dans le but de favoriser l'innovation ?***

Pour y répondre nous proposons deux hypothèses, l'une méthodologique (H1), l'autre technologique (H2) qui se décomposent ainsi :

- **Hypothèse 1 : Développer une méthode adaptée à la pluridisciplinarité de l'équipe de conception.** Développer une méthode collaborative adaptée aux différents profils-métiers, différentes personnalités et différents modes de pensée composant l'équipe de conception pluridisciplinaire. Cette hypothèse correspond à notre première expérimentation (**Expérimentation 1**).

**H1a** : L'efficacité des méthodes d'anticipation des besoins dépend des profils métiers et des types de personnalité des concepteurs.

**H1b** : Une méthode d'anticipation des besoins adaptée à l'équipe pluridisciplinaire sera plus efficace : elle permettra d'augmenter la quantité et la qualité des besoins identifiés.

- **Hypothèse 2 : Augmenter l'efficacité de l'anticipation des besoins grâce aux technologies support.** Les technologies support à la collaboration, à l'immersion ou au caractère ludique vont permettre d'améliorer l'anticipation des besoins. Pour tester cela nous avons utilisé deux supports technologiques différents, une Table Interactive (**Expérimentation 2**) et un Environnement Virtuel Collaboratif (**Expérimentation 3**).

**H2a** : L'utilisation d'une Table Interactive pour l'anticipation des besoins permet d'augmenter la quantité et la qualité des besoins identifiés.

**H2b** : L'utilisation d'un Environnement Virtuel Collaboratif permet d'améliorer l'anticipation des besoins.

Nous présentons dans la partie suivante, les trois expérimentations de notre travail de thèse visant à vérifier nos hypothèses et à répondre à notre problématique.

### 3.3 Présentation des expérimentations

L'hypothèse méthodologique **H1** a donné lieu à l'Expérimentation 1 et l'hypothèse technologique **H2** a donné lieu aux Expérimentations 2 et 3. Ces trois expérimentations ont été réalisées dans le cadre de projets industriels réels pour trois entreprises différentes (Unowhy, E3D-Environnement et Alstom Transport).

- **Expérimentation 1** : Dans notre première expérimentation (conception d'une tablette tactile Unowhy pour le monde de l'enseignement), nous avons développé une méthode d'analyse des besoins adaptée à la pluridisciplinarité de l'équipe de conception. Pour cela nous avons sélectionné deux méthodes issues de notre état de l'art : l'une traditionnellement utilisée par les ingénieurs (méthode POEPMcreate) et l'autre, traditionnellement utilisée par les ergonomes, designers et experts marketing (méthode des Personas). Après avoir vérifié si l'efficacité de ces méthodes est influencée par le profil métier ou le type de personnalité du concepteur (**H1a**), nous avons testé si une méthode

adaptée à la diversité des profils métiers de l'équipe permettrait d'augmenter la quantité et la qualité des besoins identifiés (H1b). Pour cela, nous avons développé puis évalué, une nouvelle méthode reposant sur la combinaison de la méthode POEPMcreate et de la méthode Persona, que nous avons dénommée *Persona Logical Thinking* (PLT).

- **Expérimentation 2** : Dans la seconde expérimentation (conception d'un objet communicant pour E3D-Environnement), nous tentons de vérifier si l'utilisation d'une technologie de collaboration (Table Interactive) permet d'améliorer l'anticipation des besoins en quantité et en qualité (H2a). Pour cela nous avons utilisé la méthode des Personas comme une méthode d'anticipation des besoins, soit sur un support classique « papier-crayon », soit sur une table interactive.
- **Expérimentation 3** : Notre dernière expérimentation (transfert des technologies de *Smart Windows* dans le domaine des transports pour Alstom Transport) utilise les propriétés immersives des Environnements Virtuels Collaboratifs pour comparer deux conditions d'anticipation des besoins : une dans laquelle les concepteurs incarnent des utilisateurs (méthodes des Personas) et une autre dans laquelle ils incarnent des inventeurs (*Proteus effect* visant à augmenter la créativité). Nous analysons dans cette étude de cas l'influence de l'apparence des avatars sur la manière dont les concepteurs réalisent l'anticipation des besoins (H2b).

## 4. Expérimentations

Dans la partie expérimentale de notre recherche, nous souhaitons tester nos deux hypothèses afin d'apporter à l'équipe de conception des méthodes de prospection des besoins utilisateurs favorisant l'innovation. Le fil conducteur de nos trois expérimentations est la méthode des Personas qui a été déclinée de trois façons différentes dans les trois expérimentations. Pour cette raison, nos expérimentations suivent une trame relativement similaire (voir **Figure 13**). Nous avons commencé par récupérer des informations sur les utilisateurs potentiels ainsi que sur les tâches et les activités se rapprochant le plus du produit à développer (**Mayhew, 1999**). Ces informations nous ont servi à créer nos Personas afin de fournir aux concepteurs des modèles d'utilisateurs finaux potentiels :

- Les futurs utilisateurs de tablettes tactiles pour le monde de l'enseignement (collégiens, étudiants et professeurs) pour le projet n°1 avec l'entreprise Unowhy (voir **Annexe 3**).
- Les futurs utilisateurs d'un objet communicant pour l'adoption de gestes éco-responsables (5 catégories socioprofessionnelles différentes, de l'étudiant au sénior) pour le projet n°2 avec l'entreprise E3D-Environnement (voir **Annexe 5**).
- Les utilisateurs potentiels de *Smart Windows* dans les transports en commun (enfant, étudiant, mère de famille, business man, retraité, contrôleur), pour le projet n°3 avec l'entreprise Alstom (voir **Annexe 6**).

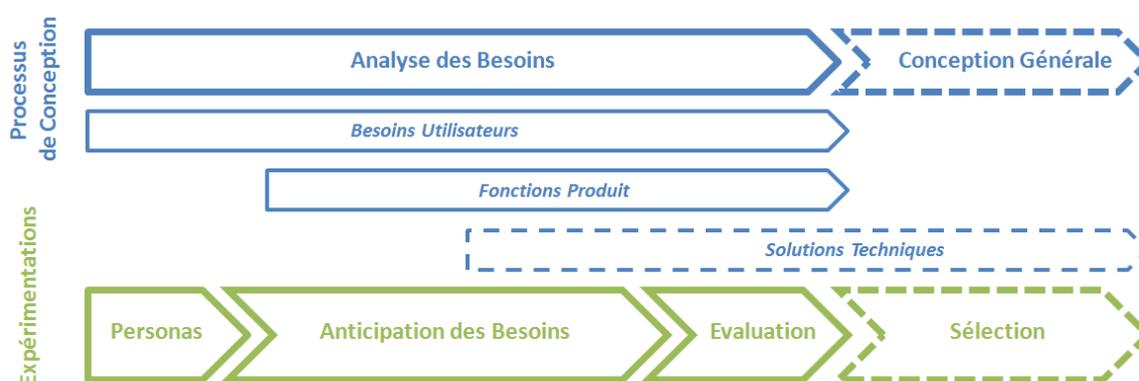


Figure 13 : Présentation des grandes étapes de nos expérimentations.

Les Personas étaient ensuite distribués aux équipes projets afin de générer les « besoins utilisateurs » et les « fonctions produit ». Les résultats que nous avons obtenus dans nos expérimentations laissent apparaître des items relatifs à des « solutions techniques », ce qui ne correspond pas forcément aux modélisations généralement observées dans la littérature concernant l'analyse des besoins (**des Mesnards, 2007 ; NF X50-100**). Une fois les séances de travail effectuées une évaluation et une sélection des besoins générés ont été réalisées par les utilisateurs finaux ou par nos partenaires industriels. Les projets ont ensuite suivis le processus de conception

(réalisation du cahier des charges, développement des premiers concepts...etc.). Nous pouvons retrouver ces dernières étapes au niveau de la [Section 5.3](#) concernant nos apports industriels.

## 4.1 H1 et Expérimentation 1

Cette expérimentation avait pour objectif de tester notre première hypothèse, qui suppose qu'**une méthode adaptée à la pluridisciplinarité de l'équipe de conception serait plus efficace et apporterait des résultats plus satisfaisants en quantité et qualité**. Nous avons réalisé pour cette première expérimentation deux études :

- **Etude 1** : La première étude visait à valider notre première sous-hypothèse **(H1a)** concernant l'efficacité des méthodes d'anticipation des besoins en fonction des profils métiers et des personnalités des concepteurs (voir [Section 2.4.2.](#)). Pour vérifier cela nous avons sélectionné deux méthodes de notre état de l'art sur l'analyse des besoins : la méthode des Personas et la méthode POEPMcreate.

La méthode POEPMcreate est utilisée généralement par les ingénieurs. Quant à la seconde, la méthode des Personas, elle est utilisée par des ergonomes, des designers et/ou des experts marketing. De plus ces méthodes reposent sur des postulats théoriques diamétralement opposés. La méthode POEPMcreate est basée sur l'algèbre de Boole permettant aux concepteurs de réaliser la génération des besoins en suivant un raisonnement logique, en utilisant les lois de conjonction (AND, noté  $\wedge$ ), disjonction (OR, noté  $\vee$ ) et négation (NOT, noté  $\neg$ ). Les participants étaient invités à produire des idées grâce à la combinaison logique de points de vue de deux utilisateurs potentiels (voir [Section 2.3.1.4](#)). La méthode des Personas a pour objectif la création de profils utilisateurs fictifs sur la base de données rétrospectives (questionnaires, entretiens, observation, analyse documentaire...). Les données récoltées sont intégrées aux profils qui servent de réservoir informationnel et « inspirationnel » pour les concepteurs. Pour certains auteurs cette méthode repose sur un mécanisme d'empathie afin d'aider les concepteurs à générer des besoins et des concepts plus adaptés aux utilisateurs finaux (ou potentiels). 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](#)).

Nous supposons donc que la méthode POEPMcreate est plus adaptée aux profils ingénieurs, et la méthode Personas aux profils ergonomes, designers ou experts marketing. Nous pensons également que le profil de personnalité pourrait avoir une influence. Pour Jung, il existe des structures mentales différentes pour chaque individu qu'il nomme « Types psychologiques » ([1921/1993](#)) qui pourraient avoir une influence notamment sur le type de raisonnement. A partir de certaines études concernant les corrélations entre ces profils de personnalités et les carrières professionnelles ([Hammer & MacDaid, 1992](#) ; [Hammer, 1993](#)), nous pouvons identifier que les ingénieurs possèdent généralement des personnalités rationnelles et les psychologues des personnalités idéalistes (nous considérons les ergonomes dans cette catégorie au regard de leur formation initiale). En revanche, comme les experts marketing et les designers se retrouvent de manière disparate dans ces deux catégories ([Cauvin & Cailloux, 1994](#) ; [Myers & Kirby, 1998](#)), nous

avons décidé de nous concentrer pour cette étude 1 sur la comparaison entre ingénieurs et ergonomes.

- **Etude 2** : A partir notamment des résultats de la première étude, notre seconde étude visait à vérifier notre deuxième sous hypothèse (**H1b**) : une méthode d’anticipation des besoins adaptée à l’équipe pluridisciplinaire sera plus efficace en quantité et en qualité.

Pour réaliser cette seconde étude, nous avons conservé les deux méthodes précédentes pour en développer une nouvelle que nous avons appelé *Persona Logical Thinking* (PLT). Sa particularité est qu’elle s’inspire de la méthode POEPMcreate et de la méthode des Personas, elle posséderait donc un ancrage méthodologique double (logique et empathique) et serait donc adaptée à l’ensemble des concepteurs. L’évaluation a consisté à comparer l’efficacité de la nouvelle méthode et des deux méthodes originelles lorsqu’elles sont utilisées en groupe par une équipe pluridisciplinaire.

Comme nous l’avons déjà évoqué, cette expérimentation (et les deux études correspondantes), avait également un objectif industriel visant à anticiper les besoins des utilisateurs d’une tablette tactile dédiée à l’enseignement, en partenariat avec l’entreprise Unowhy. Unowhy, premier fabricant de tablettes tactiles *Made In France*, développait déjà à l’époque des tablettes pour la cuisine (tablettes QOOQ) et cherchait à s’engager sur le marché l’éducation. Cette expérimentation n’est qu’une étape de l’ensemble du projet partenarial entre le LCPI et Unowhy. Une partie des besoins identifiés dans cette expérimentation ont ensuite été implémentés dans des prototypes hardware et software qui ont ensuite donné naissance à la tablette SQOOL (voir [Section 5.3](#)).

### 4.1.1 Etude 1

Dans cette première étude nous souhaitons vérifier s’il existe une influence du profil métier (ingénieurs vs ergonomes) et/ou du profil de personnalité (logique vs empathique) sur l’efficacité des méthodes d’anticipation des besoins (voir [Tableau 3](#)). Pour tester cela nous avons croisé les deux populations avec les deux méthodes POEPMcreate ([Sakhnini, Mich & Berry, 2012](#)) et Personas ([Cooper, 1999 ; Cooper, Reimann & Cronin, 2007](#)). Chaque concepteur était affilié à l’une ou l’autre des méthodes et devait générer individuellement les besoins pour deux utilisateurs de tablettes tactiles. Nous avons évalué la quantité des besoins générés par ces concepteurs.

	Condition POEPMcreate	Condition Persona
Ingénieurs	n=5	n=5
Ergonomes	n=5	n=5

Tableau 3 : Tableau de contrebalancement du profil métier (ingénieurs vs ergonomes) en fonction de la condition expérimentale (POEPMcreate vs Persona).

#### 4.1.1.1 Participants

20 participants ont pris part à cette expérimentation : 10 ingénieurs et 10 ergonomes, tous étudiants en dernière année dans leur formation respective. Le groupe d’ingénieurs était composé

de 8 hommes et 2 femmes et le groupe d'ergonomes de 4 hommes et 6 femmes. Les participants étaient âgés de 21 à 32 ans (24 ans en moyenne).

#### 4.1.1.2 Matériel

Nous avons sélectionné deux profils d'utilisateurs potentiels, une étudiante et un professeur de collège. Pour la condition POEPMcreate, l'étudiante constitue notre utilisateur 1 (nommé également *Stakeholder 1* ou SH1), et le professeur de collège notre utilisateur 2 (nommé également *Stakeholder 2* ou SH2). Comme la méthode des Personas nécessite de développer chacun des profils, nous avons alors récupéré des données amont sur des utilisateurs potentiels (élèves, étudiants et professeurs) à travers 25 questionnaires distribués dans des écoles et universités : 10 élèves de collège/lycée, 10 étudiants et 5 professeurs ont répondu à ce questionnaire. Les questions concernaient l'utilisation actuelle des nouvelles technologies de l'information et de la communication (ordinateurs, téléphonie, internet...) chez soi et à l'école, ainsi que la projection sur l'utilisation de tablette tactile. Nous avons également intégré des résultats concernant l'introduction de tablettes tactiles en milieu scolaire (ex : [Briswalter, 2012](#)). L'étudiante est devenue « Julie », une étudiante de 18 ans, et notre professeur de collège est devenue « Myriam », 31 ans, enseignant la biologie (voir [Figure 14](#)). Nous y avons intégré de nombreuses informations concernant par exemple leurs habitudes de travail, leurs loisirs, leur acceptabilité vis-à-vis des nouvelles technologies...etc.

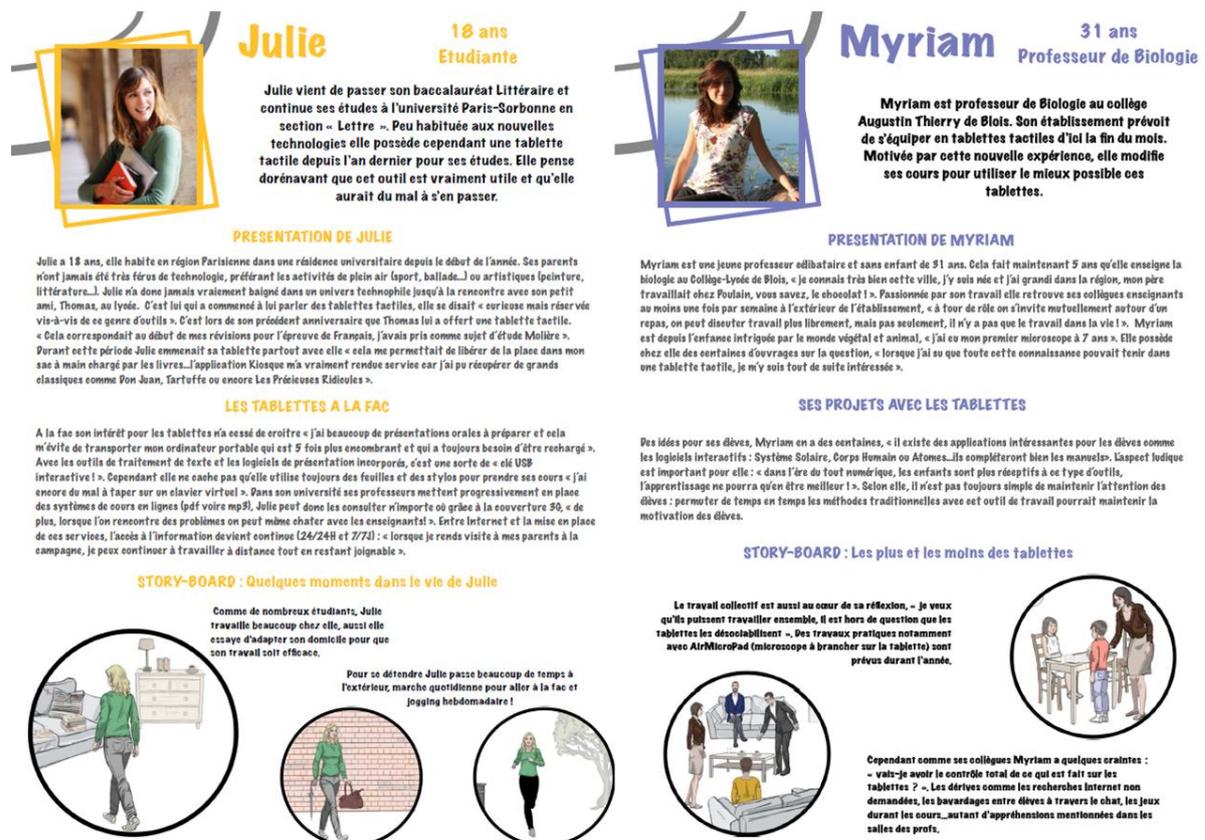
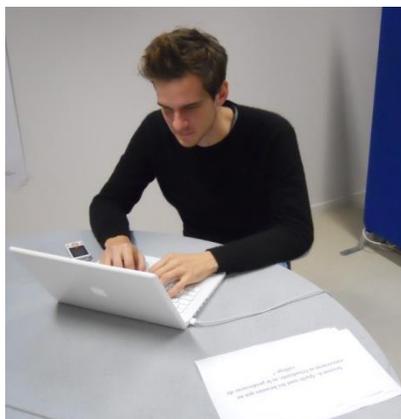


Figure 14 : Les deux profils de Personas développés dans notre étude, Julie l'étudiante et Myriam le Professeur de collège (voir Annexe 3 pour une plus grande résolution).

La génération d'idées était individuelle, les participants étaient invités à écrire leurs idées directement dans un fichier Excel sur un ordinateur portable devant eux (voir [Figure 15](#)). Ils avaient à leur disposition soit les questions de la condition POEPMcreate, soit les deux profils de Personas en fonction de la condition expérimentale dans laquelle ils étaient. L'expérimentation a eu lieu dans une salle prévue à cet effet dans notre laboratoire.



*Figure 15 : Participant pour la condition expérimentale « Ingénieur/POEPMcreate ». Le participant avait à sa disposition les questions relatives à la condition POEPMcreate et notait ses idées sur un ordinateur portable.*

Pour déterminer le profil de personnalité de chaque participant nous avons utilisé un questionnaire simplifié composé des 4 dimensions du MBTI : *Attitudes* (Extraversion(E)/Introversion(I)), *Recueil d'information* (Sensation(S)/Intuition(N)), *Prise de décision* (Pensée(T)/Sentiment(F)) et *Mode d'action* (Jugement(J)/Perception(P)). Chaque dimension comprenait 9 paires d'items (voir [Annexe 2](#)), les participants devaient choisir quel item les représentait le mieux parmi les paires présentes. Par exemple pour la première question dans la catégorie *Attitude*, les participants devaient choisir ce qui leur correspondait le plus entre « calme » (item d'introversion) et « dynamique » (item d'extraversion). La dimension qui nous intéresse le plus dans notre étude est la *Prise de décision*, car elle correspond à l'identification des personnalités logiques (Pensée, notée T) et empathiques (Sentiment, noté F).

#### **4.1.1.3 Procédure**

L'expérimentation comportait deux volets : Premièrement la session de génération d'idées (POEPMcreate ou Persona), puis dans un second temps était réalisée une série de questions relatives à l'évaluation de la méthode utilisées (Questionnaire 1, [Annexe 1](#)) et concernant l'identification du profil de personnalité du participant (Questionnaire 2, [Annexe 2](#)). Pour ce second questionnaire nous avons sélectionné un test inspiré du MBTI comprenant 36 items ([Tieger, Barron & Tieger, 2007](#)). L'ensemble de l'expérimentation avait une durée de 45 minutes environ.

Chaque participant était affilié à une condition expérimentale (variable inter-sujets) : soit la condition POEPMcreate, soit la condition Persona. Les sessions de travail étaient réalisées individuellement pour éviter les influences de groupes.

En introduction de la session de génération de besoins il était donné à l'oral à l'ensemble des participants cette première consigne: « *Vous allez participer aujourd'hui à une séance de créativité qui a pour objectif de recenser le besoin des utilisateurs afin de réaliser une tablette tactile. L'entreprise Unowhy souhaite concevoir cette tablette pour le monde de l'enseignement. Elle sera utilisée par des élèves et des étudiants mais aussi par des professeurs* ».

- Pour la condition POEPMcreate, la consigne de travail était la suivante : « *L'exercice suivant vise à recenser les besoins des utilisateurs à partir de 6 questions. Dans chaque session vous prendrez le point de vue d'un utilisateur potentiel : 1 étudiante et/ou 1 professeur de collègue. Vous aurez 24 minutes pour déterminer leurs besoins, toutes les idées devront être notées* ».

Les participants devaient donc répondre à 6 questions relatives aux besoins des utilisateurs présentés, pendant 24 minutes (4 minutes pour chacune des questions) :

*Question 1 (SH1) : Quel sont les besoins d'une étudiante ?*

*Question 2 (SH2) : Quel sont les besoins d'un professeur de collègue ?*

*Question 3 (SH1 ^ SH2) : Quel sont les besoins communs entre une étudiante et un professeur de collègue ?*

*Question 4 (SH1 ^ ¬SH2) : Quels sont les besoins de l'étudiante mais qui ne concernent pas le professeur de collègue ?*

*Question 5 (¬SH1 ^ SH2) : Quels sont les besoins du professeur de collègue mais qui ne concernent pas l'étudiante ?*

*Question 6 (¬SH1 ^ ¬SH2) : Quels sont les besoins qui ne concernent ni l'étudiante, ni le professeur de collègue ?*

- Pour la condition Persona, la consigne de travail était la suivante : « *L'exercice suivant vise à recenser les besoins de 2 profils utilisateurs de tablette : Julie une étudiante et Myriam un professeur de collègue en Biologie. Après vous avoir distribué les 2 profils, vous aurez 24 minutes pour imaginer leurs besoins, toutes les idées devront être notées* ».

Dans cette condition, les participants devaient répondre à deux questions, relatives aux profils des Personas qui leur ont été distribués, en 24 minutes (12 minutes pour chaque question). La lecture des Personas était comprise dans ce laps de temps.

*Question 1 : Quels sont les besoins de Julie, l'étudiante ?*

*Question 2 : Quels sont les besoins de Myriam, le professeur de collègue ?*

A la fin de la séance les participants remplissaient le questionnaire de satisfaction (**Annexe 1**) et le questionnaire MBTI simplifié (**Annexe 2**).

#### **4.1.1.4 Variables mesurées**

L'efficacité des méthodes POEPMcreate et Persona a été mesurée à travers l'analyse du nombre de besoins identifiés : la *Fluence* (Osborn, 1963 ; Torrance, 1966), c'est-à-dire la quantité d'idées émises par les participants.

La personnalité a été introduite comme une variable catégorisée entre Pensée logique et Pensée empathique, obtenue à partir des 36 questions du MBTI simplifié (Tieger, Barron & Tieger, 2007).

Le questionnaire de satisfaction a été analysé de façon qualitative en analysant le ressenti subjectif des participants concernant :

- (1) La satisfaction de la méthode utilisée,
- (2) L'auto-évaluation de la session de travail réalisée,
- (3) La comparaison de l'efficacité de la méthode utilisée vis-à-vis des autres méthodes.

Les questions ouvertes du questionnaire (Annexe 1), nous permettaient de relever les points positifs et négatifs de la méthode pour l'ensemble des participants. Enfin sur une échelle en 5 points, les participants devaient évaluer la méthode utilisée.

#### 4.1.1.5 Résultats

L'ensemble de notre corpus, qui était composé de 547 besoins, a été analysé par le Test t de Student. Notre première investigation a consisté à comparer le nombre de besoins générés en fonction du profil métier du concepteur. L'analyse des résultats confirme que les ingénieurs sont plus efficaces lorsqu'ils utilisent la méthode POEPMcreate par rapport à la méthode Persona ( $t(8) = 2,97$  ;  $p=0,018$  ; voir Figure 16). Cependant, nous n'avons pas trouvé de différence significative pour les ergonomes ( $t(8) = 0,162$  ;  $p=0,876$ ), leur performance est équivalente dans les deux conditions expérimentales.

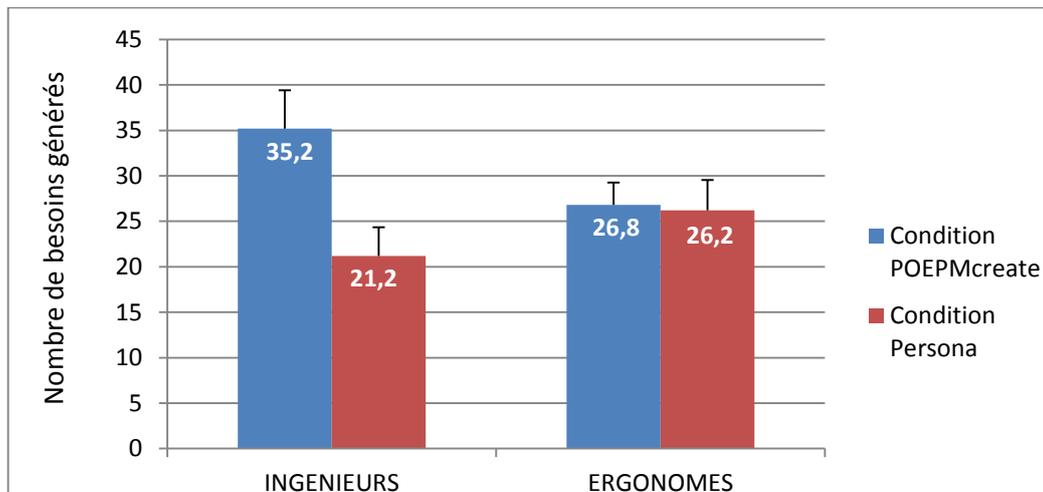


Figure 16 : Moyenne et erreur-type du nombre de besoins générés dans chaque condition expérimentale (POEPMcreate et Persona), en fonction du profil métier (ingénieurs ou ergonomes).

Nous avons également analysé l'efficacité de chacune des méthodes en fonction du type de personnalité à travers l'analyse du nombre de besoins générés. Nous supposons ici que les profils logiques seraient plus efficaces avec la méthode POEPMcreate alors que les profils empathiques seraient plus efficaces avec la méthode Persona. Les résultats issus du questionnaire simplifié du MBTI nous indiquent qu'il y avait 6 ingénieurs et 8 ergonomes, sur les 20 participants que comptait notre étude, qui avaient un profil logique. La distribution vis-à-vis de la personnalité ne diffère pas significativement entre les ingénieurs et les ergonomes ( $\text{Khi}^2(1)=0,952$  ;  $p=0,329$ ). Au regard du

nombre de besoins générés (voir [Figure 17](#)), les participants ayant un profil logique (n=14), tendent à être plus prolifiques avec la méthode POEPMcreate qu'avec la méthode Persona ( $t(12) = 1,998$  ;  $p=0,069$ ). Cependant les participants ayant un profil empathique (n=6), ne sont pas influencés par le type de méthode ( $t(4) = 0,835$  ;  $p=0,451$ ).

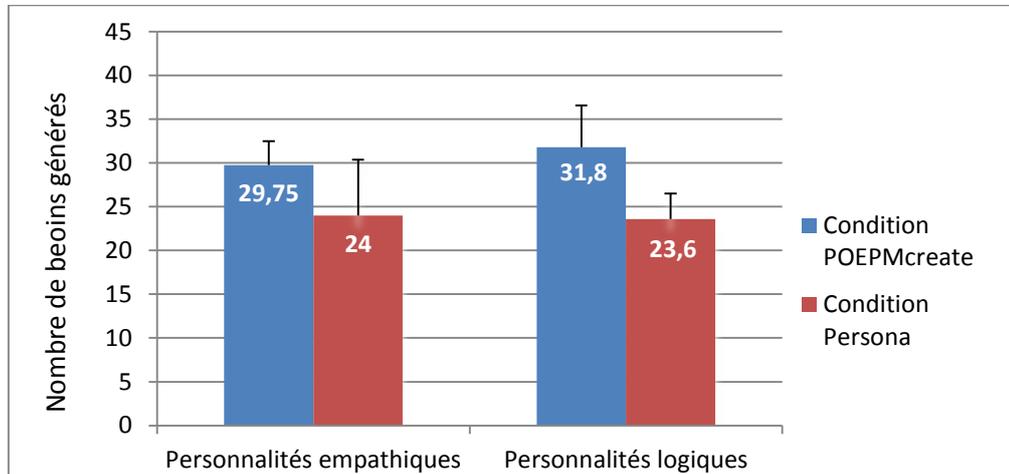


Figure 17 : Moyenne et erreur-type du nombre de besoins générés dans chaque condition expérimentale (POEPMcreate et Persona), en fonction du type de personnalité (empathique ou logique).

Enfin, l'analyse des questionnaires de satisfaction nous révèle une égalité entre l'évaluation des deux méthodes (m= 3.6/5). Cependant, si pour la condition Persona il n'y pas de différence en fonction du profil métier, les ingénieurs ont évalué d'une manière plus positive la méthode POEPMcreate (m = 4/5) que les ergonomes (m = 3.2/5). Ces derniers ont trouvé la méthode POEPMcreate assez difficile concernant la projection sur les utilisateurs potentiels, un participant ayant même proposé de compléter l'exercice avec des Personas. Enfin de nombreux participants ont relevé le manque d'interaction des méthodes proposées : le caractère individuel de la génération des besoins ne permettait pas d'être très productif voire original dans les idées énoncées.

#### 4.1.1.6 Discussion de la première étude

Notre sous hypothèse **H1a**, stipulait que l'efficacité des méthodes d'anticipation des besoins pouvait dépendre du profil métier et du type de personnalité des concepteurs. Pour vérifier cela nous avons sélectionné deux méthodes diamétralement opposées : d'un côté la méthode POEPMcreate qui repose sur un processus logique et qui est utilisée traditionnellement par des ingénieurs et de l'autre la méthode Persona qui repose sur un processus empathique et qui est utilisée notamment par les ergonomes. La méthode POEPMcreate devait donc être plus adaptée aux profils ingénieurs et aux personnalités logiques alors que la méthode des Personas devait être plus adaptée aux profils ergonomes et aux personnalités empathiques.

Au regard des résultats de la variable métier, les ingénieurs sont effectivement plus efficaces avec la méthode POEPMcreate mais nous n'avons pas trouvé de différence pour les ergonomes en fonction de la méthode utilisée. Pour l'effet du type de personnalité, nous observons que les profils logiques semblent être plus efficaces avec la méthode POEPMcreate, mais nous n'avons pas trouvé de différences significatives pour les profils empathiques. Par conséquent notre hypothèse **H1a** n'est que partiellement vérifiée : certaines professions comme les ingénieurs sont plus performants avec des méthodes qui ont été conçues pour correspondre à leur type de raisonnement, mais d'autres profils professionnels comme les ergonomes ne semblent pas être influencés par le type de méthode utilisée.

Indirectement, nous pensons également que le type de métiers aurait été associé aux types de personnalités (Hammer & MacDaid, 1992 ; Cauvin & Cailloux, 1994 ; Myers & Kirby, 1998), mais ce n'était pas le cas dans notre échantillon de participants. Traditionnellement dans les résultats des tests du MBTI, les ingénieurs se situent majoritairement sur des profils logiques et les psychologues sur les profils empathiques (Keirsey & Bates, 1984 ; Capretz, 2003). Mais dans notre distribution de profils nous n'avions quasiment pas de personnalités empathiques chez les ergonomes (n=2/10). Cela pourrait s'expliquer par deux raisons, la première est que nous n'avons pas vérifié leur parcours antérieur (licence de physiologie ou de psychologie) ce qui pourrait avoir une influence non négligeable. La seconde est que certains ergonomes se spécialisent au niveau de leur cursus de master, certains décident de s'orienter vers les IHM voire la conception de produit en général, il se pourrait donc que ces profils-là partagent davantage de caractéristiques avec les ingénieurs, dont le type de raisonnement logique. De plus, nous avons une majorité de profils logiques et certainement pas assez de profils empathiques (n=6/20), ce qui relativise la possibilité d'analyser finement les résultats des personnalités empathiques. En effet les profils empathiques sont réputés être relativement rares : seulement 10 à 15% d'individus empathiques dans la population générale (Keirsey & Bates, 1984 ; Hammer & MacDaid, 1992 ; Hammer, 1993). Enfin notons que nous avons utilisé un questionnaire simplifié du MBTI contenant seulement 36 questions ce qui pourrait également expliquer ces résultats.

Cette première étude a également deux autres limites méthodologiques : la connaissance au préalable de la méthode par les participants et l'aspect individuel des sessions de génération de besoins. La connaissance en amont de la méthode par les participants pourrait en effet interférer sur les résultats : aucun des participants ne connaissait la méthode POEPMcreate auparavant, alors que la moitié d'entre eux connaissait la méthode des Personas (n=3/5 pour les ergonomes et n=2/5 pour les ingénieurs). L'effet de nouveauté et/ou d'apprentissage qui en résulte pourraient être des facteurs influençant nos résultats. La seconde limite concerne l'aspect individuel du travail réalisé par les participants. Pour contrôler nos variables (métier et personnalité) nous devons réaliser des sessions individuelles afin d'éviter certaines interférences comme le leadership ou l'inhibition présents dans les séances collectives. Mais ces méthodes peuvent être utilisées collectivement, afin notamment de profiter de la stimulation cognitive apportée par les autres participants : cette contrainte méthodologique pourrait donc également agir sur la validité externe de nos résultats.

Notre seconde étude dépasse certaines de ces limites. Premièrement, au vu des résultats ci-dessus, nous avons décidé de ne pas conserver la variable de personnalité au sein de nos analyses, car d'une part nous n'avons pas vérifié la correspondance métier / personnalité et d'autre part la variable

métier est plus pertinente dans un contexte professionnel. De plus dans cette nouvelle étude les sessions d'anticipation de besoins ont été effectuées en groupe : dans ce cas nous ne nous concentrons plus sur l'individu et sa spécialité mais seulement sur le groupe. Nous avons formé des groupes pluridisciplinaires composés d'ingénieurs, d'ergonomes et de designers. Enfin, pour analyser plus finement les résultats, nous avons analysé l'Originalité et l'Utilité des besoins en plus de la variable quantitative de Fluence (Torrance, 1966 ; Casakin & Kreitler, 2005).

## 4.1.2 Etude 2

Notre première étude suggère que l'efficacité des méthodes POEPMcreate et Persona peut être impactée par la spécialité des concepteurs. **L'objectif de notre seconde étude est de fournir une méthode adaptée à la pluridisciplinarité de l'équipe de conception.** Pour cela nous avons mis au point une méthode basée sur la combinaison des méthodes POEPMcreate et Persona que nous avons appelé PLT pour *Persona Logical Thinking*. La particularité de cette méthode est qu'elle possède deux ancrages méthodologiques distincts correspondant aux profils de raisonnement que nous avons identifiés précédemment : pensée logique et pensée empathique. Cette étude correspond à notre seconde sous hypothèse (H1b) : une méthode d'anticipation des besoins adaptée à l'équipe pluridisciplinaire sera plus efficace en quantité et en qualité. Pour cela nous avons comparé l'efficacité des méthodes POEPMcreate, Persona et PLT à travers des sessions de groupe sur la même thématique (anticipation des besoins utilisateurs pour une tablette tactile dédiée à l'enseignement). Chaque groupe était composé de 4 concepteurs de spécialités différentes (ingénieurs, designers et ergonomes). Les résultats ont alors été analysés selon les variables de Fluence, d'Originalité et d'Utilité.

### 4.1.2.1 Participants

Trente-six étudiants ou doctorants en conception (21 hommes et 15 femmes) ont été recrutés pour prendre part aux séances de travail : 19 ingénieurs, 11 designers et 6 ergonomes. Ils étaient âgés de 20 à 37 ans (25 ans en moyenne). Ils ont été répartis en 9 groupes pluridisciplinaires de 4 concepteurs.

### 4.1.2.2 Matériel

Tout comme la première étude, les participants devaient générer des besoins pour les utilisateurs d'une tablette tactile dédiée à l'enseignement. Nous avons conservé les deux profils de la première étude, L'étudiante/Julie (SH1) et le Professeur de collège/Myriam (SH2), et ajouté deux nouveaux profils afin de compléter notre cible pour avoir l'ensemble des représentants des futurs utilisateurs (voir Figure 18). Nous avons ajouté un Collégien/Tim (SH3) et un Professeur de lycée/Marc (SH4). Ces deux profils ont été réalisés notamment à partir des résultats des questionnaires que nous avons fait passer à des élèves et leurs professeurs (voir Section 4.1.1.2).



## Marc 49 ans Professeur de Technologie

Marc est professeur de Technologie au Lycée Central de Versailles, il gère également l'option SI (Science de l'Ingénieur) de la filière Scientifique. De nature cartésienne et prudente il se dit intéressé par les tablettes mais ne pense pas qu'elles révolutionneront l'enseignement.

### PRESENTATION DE MARC

Marc est un homme de 49 ans, marié à Valérie depuis bientôt 20 ans, ils ont trois enfants : Pierre (24 ans), Marie (19 ans) et Julien (14 ans). Ils habitent tous les 5 dans le 78 « assez loin de Paris pour se croire à la campagne » s'amuse Marc. Sa femme est également enseignante, mais au collège « Valérie est plutôt littéraire, elle enseigne l'anglais ». Leur fille Marie suit la même voie que Valérie. L'ainé, Pierre, est dans une école d'ingénieur « en dernière année ». Quant au petit dernier, Julien, il est toujours au lycée « il adore l'informatique, il ne se déplace jamais sans un gadget informatique, ce qui agace beaucoup sa mère ».

### L'OPINION DE MARC A PROPOS DES TABLETTES

À la question pour ou contre l'introduction des tablettes dans l'enseignement, Marc nous répond : « Contre ? Non ! Je trouve que cet outil peut être intéressant dans certaines situations, mais je ne pense pas que cela révolutionnera l'enseignement ». Chaque année Marc réalise environ 20 000 impressions A4. « les pdf pourront être directement envoyés par mail, ce sera une sacrée économie de temps et d'argent ! ». Pour le reste Marc est sceptique, sourire au coin il s'amuse à rêver que les élèves travailleront plus, « cela fait plus 20 ans que j'enseigne, un devoir restera un devoir même sur tablette... ». Mais s'il n'en a jamais, il peut y avoir un gain de temps important grâce au fait qu'on ne se déplace plus à la bibliothèque et à sa simplicité d'utilisation, « les élèves pourront passer des tables Excel aux logiciels de simulations ou de graphismes par exemple en un rien de temps, peut être que ce gain de temps pourrait être mis à profit pour consolider leurs connaissances ».

### STORY-BOARD : Une journée avec Marc



Tous les matins Marc prend sa voiture pour se rendre au lycée, « pas plus de 15 minutes de trajet ».



Les premières heures sont occupées par les photocopies à faire pour les élèves.



Le soir Marc corrige les copies des élèves, « si on informatise une partie des exercices je pourrais alors corriger en ligne sur mon ordinateur ! ».



Tous les matins Tim prend le bus de 7h39 à l'arrêt « St-Martin » qui se situe en bas de chez lui.



Tim apprécie beaucoup les cours scientifiques, particulièrement la technologie, car il utilise l'outil informatique.



Les soirs Tim se détend en regardant la télé ou en jouant aux jeux vidéo.



## Tim 14 ans En classe de 3e

Tim est un garçon de 14 ans qui habite Paris. Comme son père il adore les nouvelles technologies. Il possède chez lui de nombreux appareils électroniques : ordinateurs, consoles de jeux vidéo, home-cinéma... Il utilise d'ores et déjà un Ipad chez lui et attend avec impatience l'introduction de la tablette d'UNOWHY dans son établissement scolaire.

### PRESENTATION DE TIM

Tim est un adolescent de son temps, comme ses copains il adore les nouvelles technologies (téléphone portable, jeux vidéo...). Il vit avec ses parents, Sylvie et Paul, dans le 15e arrondissement de Paris. Il est actuellement scolarisé en classe de 3e et souhaite continuer dans les filières scientifiques comme son père, ingénieur informatique de formation. Tim utilise l'outil informatique depuis l'âge de 5 ans mais préfère dorénavant se servir de son Ipad lorsqu'il est chez lui. Cet outil lui permet de dialoguer avec ses amis via Skype, de jouer à de nombreux jeux (Infinity Blade, Angry Birds...) et de consulter des fichiers audio et vidéo : « c'est un outil tout en un, une sorte de Couteau Suisse informatique » nous rapporte-t-il. Ayant l'esprit vif et curieux il est toujours à l'affût de nouveaux gadgets sur le marché, mais Tim n'aime pas s'imposer, il recherche avant tout plaisir et satisfaction dans ce qu'il utilise !

### LES TABLETTES A L'ECOLE

Dans son établissement scolaire Tim utilise l'informatique dans deux situations : en cours de langue et en technologie.

- Le laboratoire de langue est équipé d'ordinateurs et de casques depuis 2010. Il permet le travail sur des fichiers audio et vidéo (textes à trous, questionnaires...). Tim peut gérer son rythme de travail lors des entraînements, pour lui c'est une grosse évolution par rapport au cours sur cassette qu'il a connu lors de son arrivée en classe de 6e. Selon lui « l'apprentissage sera encore plus simple » avec l'arrivée des tablettes (plus de logiciels, travail à la maison...).

- Les cours de technologie de l'année consistent en la construction d'un prototype de borne internet. Pour cela différents logiciels sont utilisés (guide des automatismes, DAO/CAO...). Tim apprécie beaucoup les cours de technologie car il apprend beaucoup sur ce qu'il voudrait faire plus tard et surtout parce qu'il crée lui-même les produits ! Cependant il pense que certains logiciels ne pourraient pas forcément être adaptés pour les tablettes (vitesses de traitement limitées, manque de périphérique...).

### STORY-BOARD : une journée avec Tim

Figure 18 : Les deux autres profils de Personas développés dans notre étude, Tim le collégien et Marc le Professeur de lycée (voir Annexe 3 pour une plus grande résolution).

Les sessions de travail ont eu lieu dans une salle d'expérimentation du laboratoire. La durée de chaque session de travail était de 90 minutes environ (10 minutes d'installation et de présentation du sujet, 60 minutes de génération d'idées, et 20 minutes pour remplir un questionnaire et faire un débriefing). Contrairement à la première étude, la génération d'idées était collective, les participants étaient invités à donner leurs idées à l'oral et un animateur notait les idées directement sur un Paper-Board.



Figure 19 : Groupe ayant participé à l'expérimentation, les idées étaient données à l'oral et notées par l'animateur sur un Paper-Board.

#### 4.1.2.3 Procédure

Dans cette étude, chaque groupe était affilié à l'une des 3 conditions expérimentales : 3 groupes ont utilisé la méthode POEPMcreate, 3 groupes la méthode des Personas et 3 groupes la méthode PLT (*Persona Logical Thinking*). En début de session chaque groupe avait la même consigne introductive : « Vous allez participer aujourd'hui à une séance de créativité qui a pour objectif de recenser le besoin des utilisateurs afin de réaliser une tablette tactile. L'entreprise Unowhy souhaite concevoir cette tablette pour le monde de l'enseignement. Elle sera utilisée par les élèves et les étudiants mais aussi par les professeurs ». Chaque groupe avait ensuite sa propre consigne relative à la méthode qui lui était affectée.

- Pour la condition POEPMcreate la consigne de l'exercice était la suivante : « L'exercice suivant vise à recenser les besoins des utilisateurs à partir de 30 questions. Pour chaque question vous prendrez le point de vue d'un utilisateur potentiel : 1 étudiante, 1 collégien, 1 professeur de collège et/ou 1 professeur de lycée. Vous aurez 60 minutes pour déterminer leurs besoins, toutes les idées seront notées ».

Dans cette condition, les groupes de concepteurs devaient donc répondre à 30 questions<sup>11</sup> dans le but de générer les besoins de 4 profils utilisateurs vis-à-vis d'une tablette tactile. Les participants généraient les besoins pendant 2 minutes pour chacune des questions :

Question 1 (SH1) : Quel sont les besoins d'une étudiante ?

...

Question 5 (SH1 ^ SH2) : Quel sont les besoins communs entre une étudiante et un professeur de collège ?

...

Question 11 (SH1^ ~SH2) : Quels sont les besoins de l'étudiante mais qui ne concernent pas le professeur de collège ?

...

<sup>11</sup> Pour l'ensemble des questions et des combinaisons voir le [Tableau 4](#) et/ou l'[Annexe 4](#).

Question 23 ( $\neg SH1 \wedge \neg SH2$ ) : Quels sont les besoins qui ne concernent ni l'étudiante, ni le professeur de collège ?

...

Question 29 ( $SH1 \wedge SH2 \wedge SH3 \wedge SH4$ ) : Quels sont les besoins communs entre une étudiante, un professeur de collège, un collégien et un professeur de lycée ?

Question 30 ( $\neg SH1 \wedge \neg SH2 \wedge \neg SH3 \wedge \neg SH4$ ) : Quels sont les besoins qui ne concernent aucun des 4 profils utilisateurs ?

- Pour la condition Persona la consigne de l'exercice était la suivante : « L'exercice suivant vise à recenser les besoins de 4 profils utilisateurs de tablette : Julie une étudiante, Myriam un professeur de collège, Tim un collégien et Marc un professeur de lycée. Après vous avoir distribué les 4 profils, vous aurez 60 minutes pour imaginer leurs besoins, toutes les idées seront notées.

Dans cette condition, les équipes de conception devaient répondre à 4 questions relatives aux besoins des 4 Personas vis-à-vis de la future tablette tactile (15 minutes par Persona, lecture et génération de besoins comprises) :

Question 1 : Quels sont les besoins de Julie, l'étudiante ?

Question 2 : Quels sont les besoins de Myriam, le professeur de collège ?

Question 3 : Quels sont les besoins de Tim, le collégien ?

Question 4 : Quels sont les besoins de Marc, le professeur de lycée ?

- Enfin, en ce qui concerne la condition PLT, la consigne était celle-là : « L'exercice suivant vise à recenser les besoins des utilisateurs à partir de 30 questions. Pour chaque question vous prendrez le point de vue de 4 utilisateurs potentiels : Julie une étudiante, Myriam un professeur de collège, Tim un collégien et Marc un professeur de lycée. Après vous avoir distribués les 4 profils, vous aurez 60 minutes pour déterminer leurs besoins, toutes les idées seront notées.

Les groupes de concepteur devaient répondre à 30 questions<sup>12</sup> pour générer les besoins de 4 Personas, futurs utilisateurs d'une tablette tactile. Les 8 premières minutes des sessions étaient assignées à la lecture des profils (2'/Persona), puis les 52 minutes restantes à la génération des besoins pour chacune des questions (1'30/question) :

Question 1 (Julie): Quel sont les besoins de Julie l'étudiante ?

...

Question 5 (Julie  $\wedge$  Myriam) : Quel sont les besoins communs entre Julie l'étudiante et Myriam le professeur de collège ?

...

Question 11 (Julie  $\wedge$   $\neg$ Myriam) : Quels sont les besoins de Julie l'étudiante mais qui ne concernent pas Myriam le professeur de collège ?

...

---

<sup>12</sup> Pour l'ensemble des questions et des combinaisons voir le [Tableau 4](#) et l'[Annexe 4](#).

Question 23 ( $\neg$ Julie  $\wedge$   $\neg$ Myriam) : Quels sont les besoins qui ne concernent ni Julie l'étudiante, ni Myriam le professeur de collège ?

...

Question 29 (Julie  $\wedge$  Myriam  $\wedge$  Tim  $\wedge$  Marc) : Quels sont les besoins communs entre Julie l'étudiante, Myriam le professeur de collège, Tim le collégien et Marc le professeur de lycée ?

Question 30 ( $\neg$ Julie  $\wedge$   $\neg$ Myriam  $\wedge$   $\neg$ Tim  $\wedge$   $\neg$ Marc) : Quels sont les besoins qui ne concernent aucun des 4 profils utilisateurs ?

	SH1/Julie	SH2/Myriam	SH3/Tim	SH4/Marc	
SH1/Julie	SH1	SH1 $\wedge$ SH2 SH1 $\wedge$ $\neg$ SH2 $\neg$ SH1 $\wedge$ $\neg$ SH2	SH1 $\wedge$ SH3 SH1 $\wedge$ $\neg$ SH3 $\neg$ SH1 $\wedge$ $\neg$ SH3	SH1 $\wedge$ SH4 SH1 $\wedge$ $\neg$ SH4 $\neg$ SH1 $\wedge$ $\neg$ SH4	
SH2/Myriam	SH2 $\wedge$ $\neg$ SH1	SH2	SH2 $\wedge$ SH3 SH2 $\wedge$ $\neg$ SH3 $\neg$ SH2 $\wedge$ $\neg$ SH3	SH2 $\wedge$ SH4 SH2 $\wedge$ $\neg$ SH4 $\neg$ SH2 $\wedge$ $\neg$ SH4	$\neg$ SH1
SH3/Tim	SH3 $\wedge$ $\neg$ SH1	SH3 $\wedge$ $\neg$ SH2	SH3	SH3 $\wedge$ SH4 SH3 $\wedge$ $\neg$ SH4 $\neg$ SH3 $\wedge$ $\neg$ SH4	$\neg$ SH2 $\neg$ SH3
SH4/Marc	SH4 $\wedge$ $\neg$ SH1	SH4 $\wedge$ $\neg$ SH2	SH4 $\wedge$ $\neg$ SH3	SH4	$\neg$ SH4
SH1 $\wedge$ SH2 $\wedge$ SH3 $\wedge$ SH4					

Tableau 4 : Combinaison des profils pour les 30 questions des conditions POEPMcreate et PLT.

Dans la condition PLT, nous espérons déclencher dans les groupes de concepteurs, à la fois un raisonnement logique (à partir des 30 questions relatives aux combinaisons logiques des utilisateurs potentiels), mais également un raisonnement empathique, grâce aux profils de Personas distribués (ces profils devraient permettre de générer des items plus adaptés aux utilisateurs finaux). Par conséquent, nous supposons que la condition PLT sera plus efficace car elle permet à l'équipe de conception de profiter d'une diversité de points de vue vis-à-vis des besoins utilisateurs en utilisant des modes de raisonnement différents.

A la fin de session de travail, les participants étaient invités à remplir un questionnaire afin de commenter la méthode qu'ils venaient d'utiliser (connaissance de la méthode auparavant, auto-évaluation, évaluation de la méthode utilisée...). Ce questionnaire était identique à l'étude précédente (voir Annexe 1).

#### 4.1.2.4 Variables mesurées

Pour vérifier l'efficacité de chaque méthode, nous avons analysé les résultats en fonction de trois variables (Osborn, 1963 ; Torrance, 1966 ; Casakin & Kreidler, 2005 ; Bonnardel, 2006) :

- La Fluence, c'est-à-dire le nombre d'idées générées sans les répétitions intra-groupes,
- L'Originalité, c'est-à-dire le nombre de besoins qui ne sont apparus qu'une seule fois dans l'ensemble du corpus de tous les groupes (facteur de rareté statistique),
- L'Utilité des besoins, évaluée a posteriori. Pour cette variable nous avons demandé à 45 utilisateurs finaux (élèves/étudiants et enseignants), d'évaluer les besoins sur une échelle de Likert en 5 points. Nous avons alors créé 8 questionnaires en ligne intégrant chacun environ 100 items, c'est-à-dire l'ensemble des besoins générés durant ces sessions, afin que les utilisateurs notent sur une échelle de 1 à 5 l'utilité de chaque besoin.

Le questionnaire de satisfaction a été analysé de façon qualitative en analysant le ressenti subjectif des participants concernant :

- (1) *La satisfaction de la méthode utilisée,*
- (2) *L'auto-évaluation de la session de travail réalisée,*
- (3) *La comparaison de l'efficacité de la méthode utilisée vis-à-vis des autres méthodes.*

Les questions ouvertes du questionnaire (**Annexe 1**), nous permettaient de relever les points positifs et négatifs de la méthode pour l'ensemble des participants. Enfin sur une échelle en 5 points, les participants devaient évaluer la méthode utilisée.

#### 4.1.2.5 Résultats

L'ensemble du corpus contenait 1116 idées. Nous avons alors supprimé les répétitions intra-groupes et retenu 945 items. L'analyse du corpus nous a permis d'identifier trois catégories de besoins<sup>13</sup> :

- Les « Besoins » utilisateurs (37% du corpus), ces besoins sont centrés sur les utilisateurs, ils ont été mentionnés par les participants sans qu'il y est de lien direct avec le produit ou sur le moyens d'y parvenir (ex : « *pourvoir dialoguer avec les professeurs* », « *pouvoir travailler en groupe* », « *pouvoir lire des livres* »...etc.).
- Les « Fonctions » du produit (38% du corpus), représentent les fonctions ou spécifications désirées pour la future tablette. Avec les besoins utilisateurs, ce sont les deux catégories généralement présentes dans le Cahier des Charges Fonctionnel. Parmi les fonctions les plus données dans le corpus, nous pouvons par exemple citer « *être légère* », « *être simple d'utilisation* », « *avoir un processeur puissant* »...etc.
- Les « Solutions » techniques (25% du corpus), représentent une catégorie que nous ne pensions pas trouver dans cette étape du projet. Il s'agit des solutions concernant le

---

<sup>13</sup> Cette catégorisation est intéressante, puisque nous voyons apparaître dans les résultats de cette analyse des besoins, des items relatifs aux « besoins utilisateurs » et aux « fonctions du produit », ce qui correspond aux modélisations généralement observées dans la littérature concernant l'analyse des besoins (**des Mesnards, 2007 ; NF X50-100**). Mais nous observons également que les participants proposent d'ores et déjà en amont des « solutions techniques ».

hardware et le software de la tablette comme le fait d' « inclure un agenda », d' « inclure un plan de l'école » ou encore d' « intégrer un port USB ».

Une fois cette catégorisation effectuée nous avons réalisé une comparaison de nos trois conditions expérimentales, concernant la Fluence, l'Originalité et l'Utilité des besoins générés (voir [Figure 20](#) et [Tableau 5](#)).

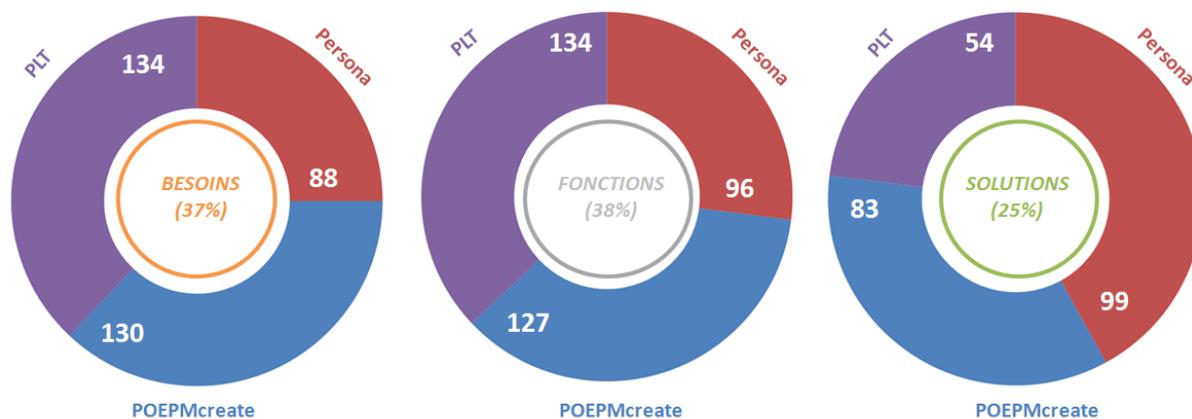


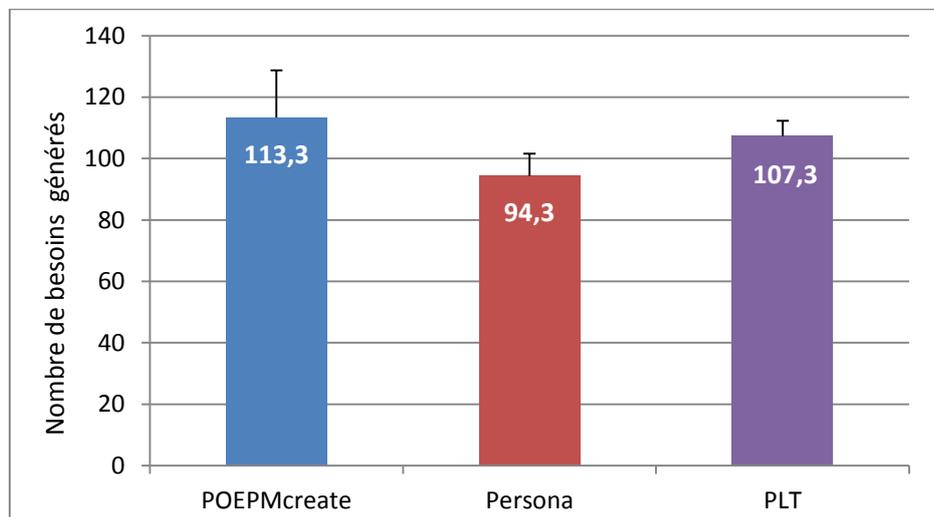
Figure 20 : Répartition de la quantité des items par catégorie (Besoins, Fonctions et Solutions) pour chaque condition expérimentale.

	Items les plus nombreux (énumérés plus de 4 fois dans les groupes)	Items les plus utiles (notés 5/5 par les participants)
BESOINS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permettre de travailler en groupe</li> <li>Permettre de discuter avec les professeurs</li> <li>Permettre la communication entre étudiants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permettre le partage d'informations ou de documents</li> <li>Permettre de verrouiller les applications lors des examens</li> <li>Pouvoir prendre des photos</li> </ul>
FONCTIONS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etre légère</li> <li>Etre autonome</li> <li>Donner accès à Internet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etre résistante</li> <li>Etre sécurisée contre les virus</li> <li>Doit pouvoir se recharger sur secteur et/ou sur PC</li> </ul>

<b>SOLUTIONS</b>	<i>Intégrer les Réseaux sociaux</i>	<i>Intégrer la suite Office (Word/Excel/PowerPoint)</i>
	<i>Intégrer un agenda</i>	<i>Intégrer une prise de sortie audio</i>
	<i>Comporter des jeux</i>	<i>Intégrer une prise USB</i>

Tableau 5 : Exemples d'items les plus cités par les groupes (minimum 4 fois) et les mieux évalués (noté 5/5 par les 45 utilisateurs finaux) en fonction de leur catégorie respective (Besoins, Fonctions et Solutions).

En ce qui concerne l'analyse statistique, nous avons analysé les résultats des groupes et non les résultats des participants eux-mêmes. Comme nous avons 3 groupes par condition expérimentale, nous avons donc utilisé un test statistique non-paramétrique en choisissant le test de la médiane pour l'analyse nos résultats. En ce qui concerne la variable de Fluence, bien que l'effet principal parait non-significatif ( $p=0.638$ ), la condition PLT permet de générer significativement plus d'items de la sous-catégorie « Fonctions » ( $p=0.043$ ). Nous retrouvons les mêmes effets pour la variable Originalité, avec des résultats non significatif entre les conditions expérimentales ( $p=0.638$ ), mais un avantage significatif pour la méthode PLT qui permet de générer d'avantage de « Fonctions » originales ( $p=0.043$ ). Ces résultats suggèrent donc que la méthode PLT améliore la production créative des fonctions du produit notamment originales (« être recyclable », « être waterproof », « être résistante aux substances chimiques »...). Cette méthode pourrait alors être particulièrement efficace dans les phases amont du processus de conception principalement dans les projets d'innovation. Les autres analyses statistiques n'ont pas révélé d'autres différences significatives.



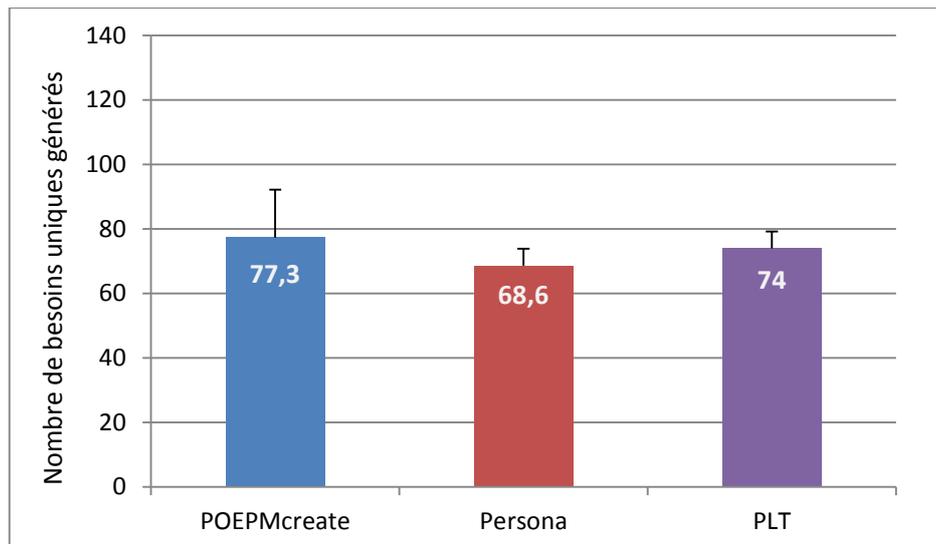


Figure 21 : Moyenne et erreur-type du nombre de besoins générés pour la variable de Fluence (en haut) et d'Originalité (en bas), en fonction des conditions expérimentales : méthode POEPMcreate, Persona et PLT.

Condition		Besoins	Fonctions	Solutions	Total Fluence	Besoins originaux	Fonctions originales	Solutions originales	Total Originalité
Persona	Moyenne	29,3	32	33	94,3	20,6	21,6	26,3	68,6
	Ecart Type	10,7	7,5	19,9	12,7	10,5	4,0	16,2	9,1
POEPMcreate	Moyenne	43,3	42,3	27,6	113,3	28	28	21,3	77,3
	Ecart Type	11,0	17,0	3,5	26,7	9,5	15,6	3,8	25,8
PLT	Moyenne	44,6	44,6	18	107,3	32,3	30,6	11	74
	Ecart Type	4,0	4,0	2,6	8,7	5,5	3,8	1,0	9,0
	Significativité	$p = 0,165$	$p = 0,043$	$p = 0,165$	$p = 0,638$	$p = 0,638$	$p = 0,043$	$p = 0,223$	$p = 0,638$

Tableau 6 : Synthèse des résultats pour l'analyse de la fluence et de l'originalité des items générés pour nos trois conditions expérimentales.

Pour les résultats de la variable Utilité (voir Figure 22), les résultats ont été analysés par une ANOVA et un test post-hoc de comparaisons par paires (Fisher LSD). Il ressort de ces analyses que l'effet principal est significatif ( $F(2/74) = 10.26$  ;  $p < 0.001$ ), la méthode POEPMcreate est moins bien évaluée que les autres méthodes ( $p < 0.001$ ), mais il n'y a pas de différences significatives entre les conditions Persona et PLT ( $p = 0.391$ ). Les méthodes PLT et Persona permettent donc de produire des items plus utiles.

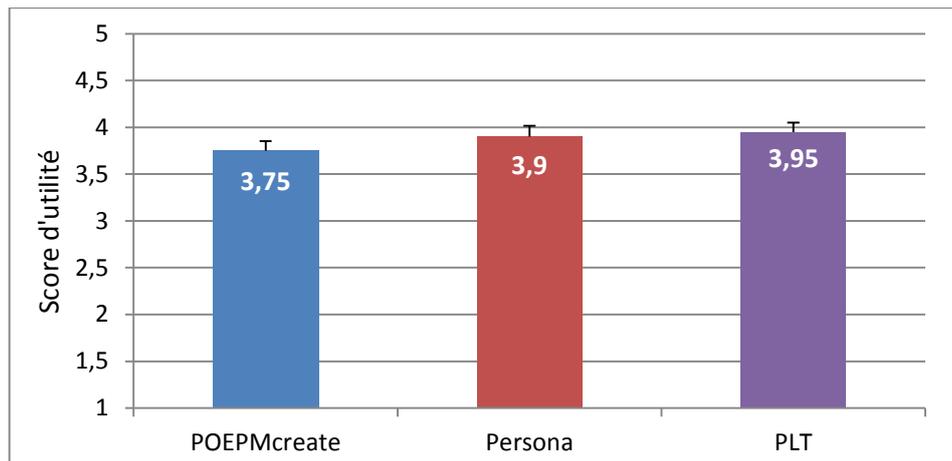


Figure 22 : Moyenne et erreur-type du score d'Utilité en fonction de la condition expérimentale (les besoins ont été évalués, sur une échelle allant de 1 pour « pas du tout utile » à 5 pour « très utile », par 45 utilisateurs finaux).

Concernant l'analyse des questionnaires de satisfaction remplis à la fin de chaque session, les participants de la méthode POEPMcreate ont apprécié la rapidité de succession des questions qui permettait d' « éviter les blocages » et de « se concentrer sur les besoins principaux ». Pour la méthode des Personas, les participants ont mentionné le sentiment d' « être à la place des utilisateurs ». Nous avons retrouvé ces avantages dans les réponses des participants de la méthode PLT. Cependant les participants des méthodes POEPMcreate et PLT ont cité comme point faible la répétitivité des questions liée notamment à leur nombre important (30 questions en 60 minutes). Pour contourner cette limite il faudrait générer des idées pour deux utilisateurs seulement, comme pour l'étude 1 où ce désavantage n'était pas cité par les participants. Nous pourrions alors comme le conseillent Mich, Anesi et Berry (2005), réaliser plusieurs sessions avec les concepteurs afin de n'examiner que deux Personas à la fois. Enfin, en ce qui concerne l'évaluation de la méthode sur une échelle en 5 points, nous n'avons pas perçu de différences significatives entre les conditions expérimentales.

#### 4.1.2.6 Discussion de la seconde étude

Les résultats de la première étude suggèrent que l'efficacité de certaines méthodes utilisées en conception de produit peut être impactée par la spécialité de chaque concepteur, en particulier nous avons observé que la performance des ingénieurs peut être améliorée avec des méthodes adaptées à leur profil métier comme la méthode POEPMcreate. En effet, cette méthode a été développée par et pour les ingénieurs afin de profiter de leur raisonnement logique (Mich, Anesi & Berry, 2005 ; Sakhnini, Mich & Berry, 2012). La seconde étude avait pour objectif d'identifier la méthode la plus efficace pour une équipe de conception pluridisciplinaire. Pour cela nous avons combiné les deux méthodes utilisées dans la première étude (méthode POEPMcreate et méthode des Personas), car elles reposent sur des modes de pensée opposés (raisonnement logique vs raisonnement empathique). Nous pensons qu'une méthode combinant ces deux modes de raisonnement serait alors plus adaptée à la variété des profils métiers et améliorerait la collaboration au sein du groupe. Pour tester cette seconde sous-hypothèse (H1b), nous avons donc mis au point une méthode hybride basée sur les méthodes POEPMcreate et Persona : la méthode

PLT (*Persona Logical Thinking*). Nous avons évalué l'efficacité de cette méthode en la comparant aux deux méthodes originales.

Nos résultats indiquent que la méthode PLT est aussi productive que les autres méthodes, mais plus efficace en ce qui concerne la génération des fonctions du produit, notamment des fonctions originales. De plus nous avons pu observer que la méthode PLT permet de générer des besoins aussi utiles que la méthode Persona. En effet, la méthode des Personas est une méthode qui peut être considérée comme anthropocentrée, et qui permettrait donc aux concepteurs de générer des besoins qui soient adaptés aux utilisateurs potentiels (Pruitt & Grudin, 2003 ; Collard, 2012).

En résumé nous pouvons dire que le principal avantage de la méthode POEPMcreate est son efficacité avec les profils ingénieurs (étude 1), que celui de la méthode des Personas est de générer des besoins plus adaptés aux utilisateurs finaux (étude 2), et que notre méthode PLT, qui est basée sur la combinaison de ces méthodes, cumule leurs avantages respectifs.

D'autres recherches peuvent également être réalisées à partir de ces études, afin par exemple d'étendre les investigations à d'autres profils métiers comme les experts marketing qui utilisent également la méthode des Personas et qui interviennent fortement dans les phases amont des projets de conception (analyse de marché...). Les profils de personnalité pourraient également être analysés avec des tests MBTI officiels et un panel de participants plus important. Nous pourrions alors étudier plus finement les effets potentiels des profils de personnalité et des profils métiers sur les méthodes utilisées en conception et en innovation.

### **4.1.3 Conclusion de la première expérimentation**

La collaboration pluridisciplinaire est essentielle pour la réussite des projets de conception et d'innovation (Duchamp, 1999 ; Cagan & Vogel, 2002 ; Riboulet, Marin & Leon, 2002 ; Maranzana, Gartiser & Caillaud, 2008). Les méthodes utilisées tout au long du processus de conception peuvent parfois être compartimentées : l'analyse fonctionnelle par les ingénieurs, les *Mood board* par les designers, les tests utilisateurs par les ergonomes...etc. Cependant certaines étapes nécessitent de travailler collectivement, principalement dans les situations de co-conception. C'est le cas par exemple des phases de créativité dans les projets d'innovation (Alves, Marques Saur & Marques, 2007), qui peuvent être améliorées grâce à la pluridisciplinarité de l'équipe de conception. Les résultats de cette expérimentation ouvrent de nouvelles perspectives pour le développement de méthodes adaptées à la pluridisciplinarité de l'équipe de conception en prenant en compte des facteurs tels que le métier ou la spécialité du concepteur, ses compétences ou connaissances particulières, son profil de personnalité ou de raisonnement...etc. Ces méthodes peuvent alors être développées afin d'appuyer les différentes phases du processus de conception : analyse et anticipation des besoins, créativité, choix des concepts, conception et évaluation des maquettes et des prototypes...etc.

**Nous avons démontré avec cette première expérimentation que le recours à une méthode collaborative adaptée aux divers profils des concepteurs permet d'optimiser l'anticipation des besoins. Nous présentons dans la section suivante notre deuxième expérimentation concernant**

notre second axe de recherche : le recours aux technologies support durant la phase d'analyse des besoins.

## 4.2 H2 et expérimentation 2

Avec cette seconde expérimentation nous essayons de répondre à notre seconde hypothèse (H2) qui propose d'**augmenter l'efficacité de l'anticipation des besoins grâce à l'utilisation de technologies support** : l'utilisation d'une Table Interactive pour l'anticipation des besoins permet d'augmenter la quantité et la qualité des besoins identifiés (H2a). En effet comme nous l'avons vu dans notre état de l'art, ces technologies permettent d'améliorer la collaboration entre les concepteurs mais également d'accroître la créativité. Le caractère ludique inhérent aux technologies support pourrait expliquer l'augmentation de la motivation et de la satisfaction des participants (voir [Section 2.4.3](#)), ce qui aurait pour effet d'influencer la production de nouveaux besoins. En effet, plusieurs travaux ont démontré l'influence bénéfique de l'utilisation d'une Table Interactive, notamment lors des phases de créativité (Buisine, Besacier, Najm, Aoussat & Vernier, 2007 ; Buisine, Besacier, Aoussat & Vernier, 2012 ; Afonso Jaco, Buisine, Barré, Aoussat & Vernier, 2013). Ces travaux révèlent notamment une augmentation de la motivation et de la satisfaction des participants. Sur un plan plus général, les nouvelles technologies sont utilisées comme support pour l'amélioration des performances et de la motivation notamment en contexte éducatif : tablettes tactiles (Eduscol, 2012), *Serious Game* (Gastineau, et al., 2012), *e-learning* (Michinov, Brunot, Le Bohec, Juhel, & Delaval, 2011). Ces nouveaux supports pouvant être des vecteurs d'engagement pour les utilisateurs, la notion d'amusement devient alors un argument important notamment dans les recherches sur l'apprentissage (Prensky, 2001 ; St-Pierre, 2010). De plus, certaines méthodes utilisées en analyse des besoins, peuvent être considérées comme ludiques. Par exemple, *Ideatoons* et *Get Crazy* (voir [Section 2.3.1.3](#)) reposent sur des mécanismes ludiques amenant les participants à mettre leurs idées en images ou à proposer les idées les plus farfelues et extravagantes possibles. Dans la même perspective, les techniques de *Jeux de rôles* peuvent faciliter la production d'idées et la pensée divergente (Chung, 2013), y compris en ingénierie de conception comme avec *l'Experience prototyping* (Buchenau & Fulton Suri, 2000). L'efficacité des méthodes ludiques pourrait s'expliquer par la notion de *Flow* (Csikszentmihalyi, 1996) : cet état mental se caractérise par une hyperconcentration, un sentiment de contrôle, une perte de la notion du temps et de la conscience de soi. La méthode des Personas également permet de stimuler la créativité des participants afin d'anticiper de nouvelles idées (Bornet-Christophe, 2014). Cette méthode peut être considérée comme ludique tant lors de la création des profils utilisateurs que dans leur utilisation par l'équipe de conception (Pruitt & Adlin, 2006). Sur la base de ces différents éléments, nous pensons donc que l'utilisation d'un support technologique, comme une Table Interactive, permettrait d'améliorer la phase d'anticipation des besoins.

### 4.2.1 L'expérimentation

L'objectif de cette expérimentation est donc d'associer la méthode des Personas à une Table Interactive, afin d'améliorer notamment la collaboration lors des séances d'anticipation des

besoins. Pour cela nous avons demandé à plusieurs équipes d'anticiper les besoins de Personas créés en amont des sessions, soit sur un support de « Post-It » papiers, soit sur un support de « Table Interactive ». Ces deux supports constituent les deux conditions expérimentales de notre étude.

Cette expérimentation a été menée dans le cadre d'un projet de conception d'un objet communicant pour l'entreprise E3D-Environnement. L'objet communicant devait être un support de services pour favoriser l'adoption de gestes éco-responsables par les citoyens (conseils sur le tri des déchets, réutilisation des sacs plastiques...). Ce produit s'inscrit dans la continuité d'un projet lancé par E3D-Environnement qui s'appelle GD6D™, une plate-forme internet visant à aider les personnes à devenir plus écologistes en leur délivrant des conseils et en les accompagnants dans leur actions. L'idée de l'objet est donc de prolonger et de renforcer l'action de la plate-forme en proposant un objet concret à intégrer dans l'environnement des citoyens/utilisateurs. Nous avons participé à l'ensemble du projet (de l'anticipation des besoins à la validation du produit) que nous présentons dans la [Section 5.3](#). La partie suivante concerne l'analyse des besoins utilisateurs vis-à-vis des services qui pourraient être proposés par cet objet afin de valider notre seconde hypothèse.

#### **4.2.1.1 Participants**

Vingt-quatre participants ont pris part à cette expérimentation. Il y avait 15 hommes et 9 femmes, âgés de 22 à 37 ans (27 ans en moyenne). Ils étaient étudiants, doctorants, chercheurs ou praticiens en conception (ingénieurs, designers et ergonomes). Ils ont été répartis dans 8 équipes de 3 concepteurs : 4 équipes ont réalisé la méthode des Personas sur Table Interactive et les 4 autres équipes sur Post-It papier / crayon. En composant les groupes nous avons veillé à ce qu'ils soient tous 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). Aucun groupe n'était mono-métier.

#### **4.2.1.2 Matériel**

Nos participants devaient imaginer des besoins utilisateurs en termes de services proposés par un objet communicant dédié à l'accompagnement de gestes éco-responsables. En préambule de la génération des besoins nous avons récolté des informations auprès de notre partenaire E3D-Environnement sur les utilisateurs de la plateforme GD6D afin de créer des Personas (ces clients GD6D étant susceptibles d'être les futurs utilisateurs du produit). E3D-Environnement avait déjà mené des entretiens et déployé des questionnaires auprès de ses clients pour constituer une base d'informations relative à leurs caractéristiques et habitudes (habitudes de tri du plastique ou du verre, l'achat de produits écologiques, la consommation d'eau ou d'électricité...). Ces données concernaient 528 personnes, âgées de 18 à 91 ans (51 ans en moyenne). Ces personnes vivaient soit en maison (70%), soit en appartement (30%) avec des enfants (20%) ou sans enfants (80%). Ils étaient essentiellement employés (30%), retraités (30%), artisans/commerçants (10%), et cadres supérieurs (10%).

A partir de ces données, nous avons constitué 5 profils utilisateurs (âge et profession des clients actuels, type habitation, gestes écologiques habituels...) et créé leurs Personas (voir [Figure 23](#) et [Annexe 5](#)) : Emilie une étudiante de 21 ans, Hugo un mécanicien de 33 ans, Pierre un médecin de 45 ans, Danielle une employée de 58 ans et Jean un retraité de 81 ans. Les Personas étaient

présentés aux participants sur des feuilles imprimées A4 dans les deux contions expérimentales. Les sessions de travail ont eu lieu dans une salle d'expérimentation du laboratoire où été installée la Table Interactive.



**Emilie** 21 ans  
Étudiante

122 Bd Vincent Auriol  
75013  
Paris

Étudiante sur Paris, Emilie est toujours curieuse. Elle est pour le développement durable, mais n'a pas de temps à y consacrer. Entre les cours et les sorties son agenda est toujours rempli. Son quartier ayant été tiré au sort pour effectuer le test de la plate-forme éco-citoyenne, elle accepte contraint et forcée son statut de cobaye - dit-elle.

**PRESENTATION D'EMILIE**

Emilie à 21 ans, en section Marketing depuis 2 ans elle adore se «frotter», «mes parents travaillent dans la publicité, j'ai grandi avec des spots TV et des magazines de mode». Depuis l'âge de 5 ans elle souhaite devenir «businesswoman» pour parcourir le monde. De qu'elle aimerait c'est faire carrière dans de grandes maisons de luxe footwear, par exemple. Emilie a un petit copain qui est dans la même classe qu'elle, «il n'est pas très mûr, il préfère les nouvelles technologies». Dans la famille d'Emilie ils ne parlent pas trop d'écologie «on profite à mon avis beaucoup de carbone...» se désolé-t-elle.

**EMILIE ET L'ENVIRONNEMENT**

Si elle n'intéresse pas à l'environnement, c'est surtout par manque de temps «je ne suis pas fondamentalement contre mais je n'ai pas le temps». Ni les réseaux, elle n'ose pas penser à éteindre les appareils électroniques, ni les lumières des pièces inoccupées, «mes parents sont sûrs que moi, avec mon éducation de la faire seule». Elle adopte progressivement certaines gestes qui ne lui font pas perdre de temps, c'est le cas de l'impression recto/verso «au travail je me suis rendue compte de la possibilité d'imprimer en recto/verso, personne ne le fait, moi si!».

**SON AVIS SUR LE PROJET**

Sa participation au test de quartier n'est pas volontaire à 100%, pourtant elle se dit prête à relever le défi même si elle connaît déjà l'issue : «je ne vais pas être une participante assidue, je risque d'oublier les choses à faire».



**Jean** 81 ans  
Agriculteur à la retraite

11 rue de la mairie  
89000  
Auxerre

Retraité de l'agriculture, Jean suit de très près l'évolution de l'environnement. Il est intéressé par toutes les actions susceptibles de protéger la nature, même les plus extravagantes. Le projet d'un objet communicant est une très bonne idée selon lui - on n'arrête pas le progrès !..

**PRESENTATION DE JEAN**

Jean est un monsieur de 81 ans, marié à Thérèse depuis plus de 50 ans ils ont eu 2 enfants, un garçon et une fille «cette fille maintenant plus de 50 ans qu'elle est quitté la maison». Ils ont également 4 petits enfants et 2 arrière petits enfants «à la maison nous avons toujours de monde». Il a été agriculteur pendant 40 ans, tout comme son père et son grand-père «ils m'ont toujours appris à respecter la nature». Ses enfants n'ont pas continué dans ce secteur «ce n'est pas comme avant, surtout l'agriculture est mécanisée ce qui facilite le travail, mais les idées sont trop nombreuses». Jean se souvient encore de la sécheresse de 1978 «tous les points d'eau étaient asséchés...c'est l'impôt de solidarité qui m'a permis de continuer mon métier».

**JEAN ET L'ENVIRONNEMENT**

Il est conscient que l'impact de l'homme sur l'environnement risque d'être irréversible «le monde a tellement changé ces 50 dernières années...j'ai peur pour mes petits enfants». Jean essaye d'être éco-responsable de mieux qu'il peut «je trie mes déchets, j'achète des produits écologiques, je n'utilise plus mes voitures...de toute façon je n'ai pas le choix, je suis trop vieux pour conduire». La seule chose qu'il ne fait pas c'est le tri des piles et des ampoules «le magasin est trop loin pour moi, ce n'est pas facile pour les personnes âgées de trier ce genre de produit». Parmi ses futures bonnes résolutions : utiliser des piles rechargeables pour éviter moins de déchets.

**SON AVIS SUR LE PROJET**

En ce qui concerne le projet d'E3D Environnement, Jean espère pouvoir s'impliquer plus facilement avec la mairie «certaines choses sont décidées sans que l'on soit consulté». Par contre il se pose un certain nombre de questions quant à la manière dont le système fonctionnera «je n'ai pas Internet chez moi et encore moins d'ordinateur...».

**Ses gestes "éco-citoyen"**

- Utilisatrice des transports en commun
- Imprime recto/verso
- Tri le plastique, le verre, le papier et le métal
- N'utilise pas les appareils électroniques
- N'utilise pas d'ampoules basse consommation
- Ne réutilise pas ses sacs plastiques
- Souhaite trier ses ampoules et ses piles usagées

**Ses gestes "éco-citoyen"**

- Tri le plastique, le verre, le papier et le métal
- Achète des produits Bio et Eco-labelisés
- Achète des Eco-recharges ou des produits en grand format
- No boit pas l'eau du robinet
- No trie pas les piles et les ampoules
- Souhaite utiliser des ampoules basse consommation
- Souhaite utiliser des piles rechargeables

**STORY-BOARD :**



Emilie prend le métro pour se rendre à la fac... c'est vrai que je prends les transports en commun, mais honnêtement dans Paris c'est plus pratique...»



Elle possède chez elle de nombreux appareils électroniques (ordinateurs, télévisions...), mais elle ne les éteint quasiment jamais - Je m'endors devant...»

**STORY-BOARD :**



Jean trie ses déchets. Dans son jardin, il possède une poubelle pour chaque catégorie. Il y descend de nuit par semaine même si la relève se fait avant que le matériel ne soit rempli.



Avec sa femme Thérèse ils essaient d'acheter local ou équitable - même si c'est souvent plus cher, c'est meilleur !»

Figure 23 : Emilie une étudiante de 21 ans et Jean un agriculteur à la retraite de 81 ans. Deux de nos 5 Personas créés pour notre expérimentation (pour les autres profils voir Annexe 5).

#### 4.2.1.3 Procédure

Notre expérimentation comportait deux conditions faisant varier le support utilisé pour la génération des besoins. Nous avons donc manipulé le support de travail en inter-groupes pour évaluer l'efficacité de chaque condition expérimentale. Dans chaque condition, les participants devaient imaginer les besoins des Personas distribués. La consigne introductive était la suivante : « Vous allez travailler aujourd'hui sur l'identification des besoins des utilisateurs d'un objet communicant faisant le lien entre les citoyens et leur collectivité locale afin de réaliser des gestes éco-responsables. Je vais vous passer une vidéo de 2 minutes environ pour vous présenter ce projet... E3D-Environnement souhaite maintenant commercialiser un objet communicant qui serait une extension de la plateforme GD6D, notamment pour informer l'utilisateur de son impact environnemental tout en l'accompagnant dans l'adoption de gestes éco-responsables. Nous vous demandons d'imaginer cet objet ».

Dans la première condition, les concepteurs généraient les besoins sur une Table Interactive (TI) et dans la seconde condition sur des Post-It papiers (PI) :

- Dans la condition TI, les participants généraient leurs idées sur des Post-It digitaux (voir [Figure 24](#)). L'interface présente sur la table interactive comprenait un compteur d'idées au centre de la table ([Schmitt, Buisine, Chaboissier, Aoussat & Vernier, 2012](#)). Les participants avaient également la possibilité de dessiner sur les Post-It ou d'insérer des images en faisant une recherche « Google Image » directement sur la table, mais ces deux possibilités n'ont quasiment pas été exploitées par les participants. Nous avons cependant veillé à leur faire un rapide tutoriel sur l'utilisation de la table avant la session de travail.



Figure 24 : Post-It digitaux réalisés durant une session de travail.

La consigne de l'exercice était la suivante : « Dans l'exercice suivant vous allez travailler à partir de 5 profils utilisateurs pour répondre à deux questions relatives à l'énoncé précédent. Vous allez travailler sur une Table Interactive, vous avez la possibilité de créer des Post-It sur lesquels vous pouvez écrire, dessiner et insérer des images. Vous pouvez communiquer entre vous. La séance de travail durera 60 minutes (12 minutes par profil : 2 minutes pour la présentation du profil et 5 minutes pour chaque question).

#### Jean

1 : Quelles informations complémentaires Jean pourrait recevoir par l'intermédiaire de l'objet communicant ? (informations de sa maison, de la plate-forme, de la mairie...).

2 : A quoi devrait ressembler l'objet idéal pour Jean ? Comment Jean et son objet pourraient-ils interagir ?

Les questions se répétaient pour chacun des profils : Pierre, Hugo, Emilie et Danielle. La présentation des Personas a été contrebalancée entre les groupes pour éviter tout déséquilibre entre les profils (effet d'apprentissage).

- Dans la condition PI, les participants écrivaient leurs idées sur des Post-It papier à l'aide d'un stylo. Ils avaient la possibilité d'écrire ou de dessiner sur les Post-It qu'ils plaçaient et organisaient à leur convenance devant eux sur une grande feuille blanche (voir [Figure 25](#)).

La consigne était la suivante : « Dans l'exercice suivant vous allez travailler à partir de 5 profils utilisateurs pour répondre à deux questions relatives à l'énoncé précédent. Vous avez chacun un

paquet de Post-It. A vous de noter ou dessiner vos idées. Vous pouvez communiquer entre vous. La séance de travail durera 60 minutes (12 minutes par profil : 2 minutes pour la présentation du profil et 5 minutes pour chaque question).

### Jean

1 : Quelles informations complémentaires Jean pourrait recevoir par l'intermédiaire de l'objet communicant ? (informations de sa maison, de la plate-forme, de la mairie...).

2 : A quoi devrait ressembler l'objet idéal pour Jean ? Comment Jean et son objet pourraient-ils interagir ?

Tout comme la précédente condition expérimentale, les questions se répétaient pour chacun des profils : Pierre, Hugo, Emilie et Danielle. La présentation des Personas a aussi été contrebalancée entre les groupes pour éviter tout déséquilibre entre les profils.

A la fin de la session les participants devaient remplir un questionnaire de satisfaction :

- Connaissez-vous la méthode des Personas ?
- Avez-vous apprécié cette méthode ? Argumentez en quelques lignes.
- Pensez-vous être arrivé à de bons résultats avec cette méthode ? Pourquoi ?
- Avez-vous apprécié de l'utiliser sur une table interactive ? Argumentez en quelques lignes (condition TI seulement)
- Auriez-vous obtenu d'aussi bons voire de meilleurs résultats avec d'autres méthodes (brainstorming, scénarios...) ? Si oui lesquelles et pourquoi ?
- Pouvez-vous évaluer cette méthode (entourez la réponse de votre choix) :

(-) 1. 2. 3. 4. 5. (+)



Figure 25 : Nos deux conditions expérimentales : génération de besoins sur des Post-It papiers ou des Post-It digitaux.

#### **4.2.1.4 Variables mesurées**

Pour évaluer l'efficacité des deux méthodes, nous avons retenu quatre variables : le nombre de besoins générés (Fluence), le nombre de besoins Originaux (c'est-à-dire uniques), l'Utilité et la Faisabilité technique des idées générées. Ces variables s'inspirent des critères fréquemment utilisés dans la littérature pour l'évaluation de la production créative (Osborn, 1963

; Torrance, 1966 ; Casakin et Kreidler, 2005 ; Bonnardel, 2006) et nous paraissent intéressants à utiliser puisqu'ils permettent d'analyser notre corpus en termes de quantité et de qualité :

- La Fluence, c'est-à-dire le nombre d'idées générées sans les répétitions intra-groupes,
- L'Originalité, c'est-à-dire les besoins qui apparaissent une seule fois dans l'ensemble du corpus de tous les groupes (facteur de rareté statistique),
- L'Utilité des besoins, représente l'avantage significatif de ce besoin en termes d'efficacité, de coût etc.,
- La Faisabilité technique, représente la possibilité pour l'entreprise d'implémenter une fonction qui répondra à ce besoin.

Pour les deux derniers critères, l'évaluation des items a été réalisée *a posteriori* via 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.

Le questionnaire de satisfaction a majoritairement été analysé de façon qualitative en analysant le ressenti subjectif des participants concernant :

- (1) *La satisfaction de la méthode utilisée,*
- (2) *L'auto-évaluation de la session de travail réalisée (dont l'utilisation de la Table Interactive pour les participants de la première condition).*
- (3) *La comparaison de l'efficacité de la méthode utilisée vis-à-vis des autres méthodes.*

Ces questions ouvertes nous permettaient de relever les points positifs et négatifs de la méthode pour l'ensemble des participants. Enfin sur une échelle en 5 points, les participants devaient évaluer la méthode utilisée.

## 4.2.2 Résultats

### 4.2.2.1 Variable de Fluence et d'Originalité

Nous avons obtenu un corpus de 1223 besoins au total. Après avoir supprimé les répétitions intra-groupes le corpus contient 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 Fluence (voir [Figure 26](#)).

Nous estimons donc l'Originalité par l'intermédiaire de la rareté statistique (Torrance, 1966). Un item est considéré comme original lorsqu'il n'apparaît qu'une seule fois dans le corpus général, cela représente donc une variable importante dans les projets innovants. Le nombre d'idées originales s'élève 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 ( $t(6) = 5.292 ; p < .01$ ).

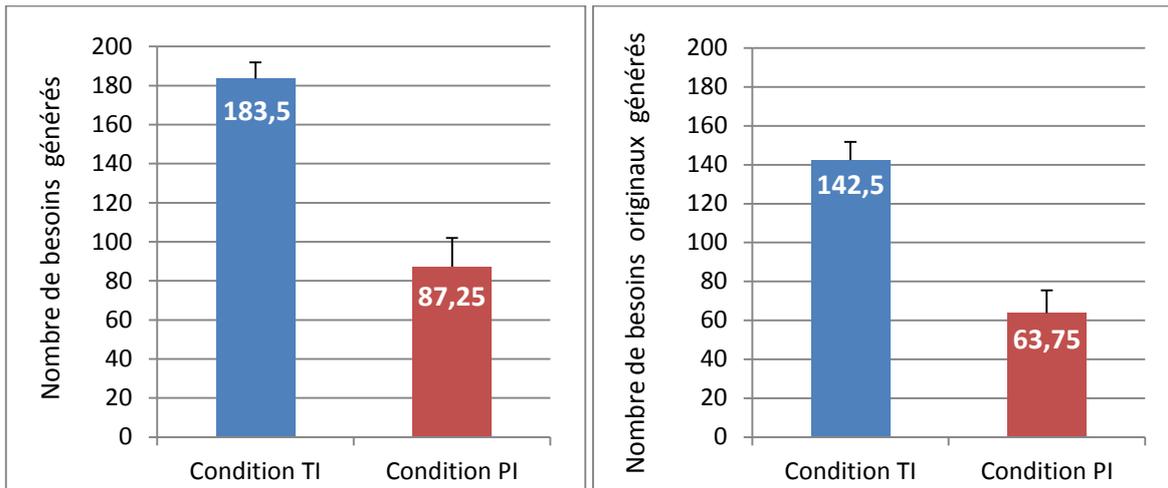


Figure 26 : Moyenne et erreur-type du nombre de besoins générés pour les variables de Fluence (à gauche) et d'Originalité (à droite) pour nos deux conditions expérimentales.

#### 4.2.2.2 Variables Utilité et Faisabilité Technique

Nous avons extrait du corpus 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  $\geq 4$  sur les deux dimensions) car ceux-ci peuvent être intégrés au produit à court terme. Globalement, nous avons obtenu 562 besoins très utiles (soit environ 52% du corpus), et parmi eux, 426 besoins sont également très faisables (soit 39% du corpus). Ces items stratégiques pour l'entreprise proviennent en majorité de la condition TI (voir Figure 27). En effet, 360 besoins très utiles (90 en moyenne par session) ont été générés dans la condition TI contre 202 (50.5 en moyenne par session) dans la condition PI ( $t(6) = 3.388 ; p < .05$ ). Le nombre de besoins à la fois très utiles et très faisables s'élève à 280 en condition TI (70 en moyenne) et 146 (36.5 en moyenne) pour la condition PI ( $t(6) = 3.289 ; p < .05$ ).

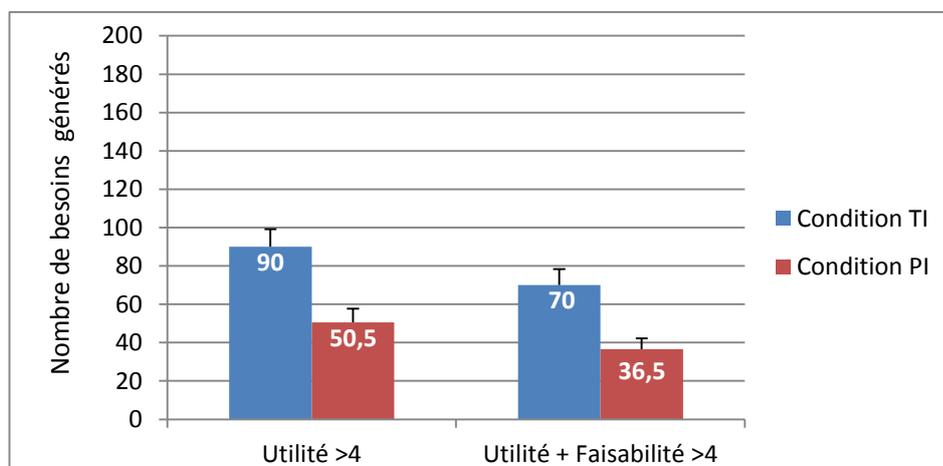


Figure 27 : Moyenne et erreur-type du nombre de besoins générés qui ont été évalués comme « Très utiles » et « Très Utiles + Très Faisables ».

### 4.2.2.3 Catégorisation des résultats

L'ensemble des items générés au cours des sessions de travail a été catégorisé *a posteriori* en deux parties : les résultats relevant des « Services » proposés par l'objet (ex : « proposer des conseils pour diminuer sa facture d'électricité », « donner des informations sur les fruits et légumes de saison », « informer de son bilan carbone »...) et ceux relevant des « Propriétés » de l'objet (ex : « être esthétique », « intégrer un port USB », « être facilement transportable »...).

Cette classification correspond aux deux questions posées lors de l'exercice :

1 : Quelles informations complémentaires l'utilisateur pourrait recevoir par l'intermédiaire de l'objet communicant ? Question relative aux services.

2 : A quoi devrait ressembler l'objet idéal pour l'utilisateur ? Question relative à l'objet lui-même.

La frontière entre les deux questions était relativement perméable, certains services ont été proposés dans la seconde question et *vice versa*.

Le **Tableau 7** ci-dessous donne des exemples de besoins proposés dans cette expérimentation :

	<b>Items les plus nombreux</b> (énumérés plus de 4 fois dans les groupes)	<b>Items les plus « utiles »</b> (évalués 5/5)	<b>Items les plus « faisables techniquement »</b> (évalués 5/5)
<b>SERVICES DE L'OBJET</b>	<p><i>Donner sa consommation énergétique en temps réel</i></p> <p><i>Donner des recettes avec légumes et fruits de saison</i></p> <p><i>Informer quant à la qualité de l'eau</i></p>	<p><i>Donner la Météo</i></p> <p><i>Informer sur le passage des collecteurs de tri</i></p> <p><i>Permettre un suivi Personnalisé</i></p>	<p><i>Intégrer un guide pour les enfants</i></p> <p><i>Etre utilisable par toute la famille</i></p> <p><i>Donner des infos sur l'impact positif et négatif des gestes réalisés</i></p>
<b>PROPRIETES DE L'OBJET</b>	<p><i>Etre simple</i></p> <p><i>Etre design</i></p> <p><i>Etre nomade/transportable</i></p>	<p><i>Pouvoir s'accrocher sur le frigo</i></p> <p><i>Posséder un écran tactile</i></p> <p><i>Etre Multimodal : visuel et auditif</i></p>	<p><i>Etre intégré à une interface déjà existante (ordi, télé)</i></p> <p><i>Intégrer une horloge</i></p> <p><i>Ressembler à un Ipad/tablette</i></p>

Tableau 7 : Exemples d'items les plus cités par les groupes (minimum 4 fois) et les mieux évalués par E3D-Environnement concernant l'Utilité des besoins et leur Faisabilité Technique (notés 5/5 sur une échelle de Likert). Nous y distinguons les besoins relevant des Services de l'objet (en vert) et ceux relevant de la Propriété de l'objet (en orange).

Nous avons donc obtenus un total de 1083 besoins, la catégorie « Services » de l'objet est la plus riche avec 708 items (65%) contre 375 items (35%) pour la catégorie « Propriétés » de l'objet. En ce qui concerne la répartition des items dans chaque condition expérimentale, 65% des « Services » et 75% des « Propriétés » de l'objet se retrouvent dans la condition Table Interactive contre respectivement 35% et 27% pour la condition Post-It. La répartition des items dans ces catégories en fonction de la condition nous est donnée par la **Figure 28** ci-dessous.

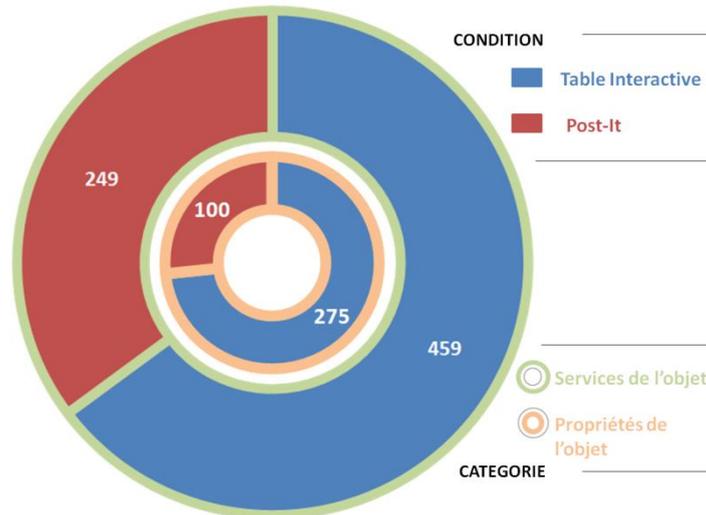


Figure 28 : Répartition des items de chaque catégorie (Services et Propriétés de l'objet) en fonction de la condition expérimentale (TI ou PI)

A nouveau la condition TI s'est avérée plus productive, que ce soit pour la catégorie « Services » ( $t(6) = 4.666$  ;  $p < .01$ ) ou pour la catégorie « Propriétés » ( $t(6) = 4.910$  ;  $p < .01$ ). Le bénéfice apporté par la Table Interactive est également significatif pour le nombre d'items originaux : ( $t(6) = 4.958$  ;  $p < .01$ ) pour les « Services » de l'objet et ( $t(6) = 3.718$  ;  $p < .05$ ) pour les « Propriétés » de l'objet.

Variable	Condition	Total	Moyenne	Ecart-Type	Test t
Quantité	TI	734	183.5	16.683	$t(6) = 5.708$ $p < .001$
	PI	349	87.25	29.307	
Originalité	TI	570	142.5	18.412	$t(6) = 5.292$ $p < .01$
	PI	255	63.75	23.386	
Utilité >4	TI	360	90	18.348	$t(6) = 3.388$ $p < .05$
	PI	202	50.5	14.387	
Utilité+Faisabilité >4	TI	280	70	16.753	$t(6) = 3.289$ $p < .05$
	PI	146	36.5	11.590	

Quantité « Services »	TI	459	114.75	8.342	$t(6) = 4.666$ $p < .01$
	PI	249	62.25	20.903	
Quantité « Propriétés »	TI	275	68.75	12.148	$t(6) = 4.910$ $p < .01$
	PI	100	25.00	13.038	
Originalité « Services »	TI	365	91.25	9.946	$t(6) = 4.958$ $p < .01$
	PI	179	44.75	15.903	
Originalité « Propriétés »	TI	205	51.25	10.243	$t(6) = 3.718$ $p < .05$
	PI	76	19.00	14.000	
Utilité >4 « Services »	TI	270	67.5	7.895	$t(6) = 3.715$ $p < .01$
	PI	161	40.25	12.365	
Utilité >4 « Propriétés »	TI	90	22.5	10.723	$t(6) = 2.231$ $p = .067$
	PI	41	10.25	2.362	
Utilité+Faisabilité >4 « Services »	TI	206	51.5	7.505	$t(6) = 3.659$ $p < .05$
	PI	117	29.25	9.569	
Utilité+Faisabilité >4 « Propriétés »	TI	74	18.5	10.661	$t(6) = 2.038$ $p = .088$
	PI	29	7.25	2.872	

Tableau 8 : Récapitulatif de l'analyse statistique effectuée : nombre d'items total, moyenne, écart-type et T de Student pour chaque variable.

#### 4.2.2.4 Évaluation subjective

L'objectif du questionnaire de satisfaction rempli en fin de séance, était de relever les impressions des participants sur la session réalisée, sans leur suggérer que nous travaillions sur l'influence du support technologique.

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).

Concernant l'analyse qualitative (questions ouvertes), la possibilité de « *projection sur les futurs utilisateurs* » ainsi que « *l'anticipation des besoins pour les projets d'innovation* » sont énumérés 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 fréquents. L'aspect « *Ludique* » est évoqué quant à lui 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.

### 4.2.3 Discussion de la seconde expérimentation

Tout d'abord, commençons par rappeler notre sous-hypothèse (H2a) : l'utilisation d'une Table Interactive pour l'anticipation des besoins permet d'augmenter la quantité et la qualité des besoins identifiés. Dans cette expérimentation nous avons associé la méthode des Personas à un support technologique, une Table Interactive, afin d'intensifier notamment l'aspect ludique des sessions de génération de besoins.

Conformément à notre prédiction, 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 produites sur le support technologique. Un constat similaire est obtenu avec la séparation de notre corpus général en deux catégories avec les services de l'objet (ex : « *donner des informations sur la qualité de l'eau* », « *permettre un suivi personnalisé* », « *être utilisable par toute la famille* »...etc.) et les propriétés de l'objet (ex : « *intégrer une batterie pour être transporté à l'extérieur* », « *intégrer une horloge* », « *ressembler à un Ipad* »...etc.). L'avantage que procure la Table Interactive en termes de Fluence en fait un outil plus efficace pour l'anticipation des besoins : au final, la Table Interactive a permis de générer significativement plus d'items stratégiques, c'est-à-dire à la fois très utiles et très faisables. Ce sont deux caractéristiques indispensables d'une part pour l'acceptation du futur produit par les utilisateurs et d'autre part pour le bon déroulement du processus de conception.

Tous ces résultats suggèrent donc que l'utilisation de la méthode des Personas sur un support technologique, connu pour favoriser la collaboration, apporte des productions d'une quantité et d'une qualité supérieures. Cependant le niveau de satisfaction des participants ne reflète pas cette différence entre les deux conditions. En effet, l'appréciation générale est positive dans les deux conditions tant en ce qui concerne la mise en œuvre de la méthode que la satisfaction vis-à-vis des résultats produits lors des séances. Le seul facteur qui semble distinguer les deux conditions, dans les appréciations des participants, est le caractère ludique un peu plus prononcé de la Table Interactive. La dimension ludique est en effet une caractéristique intrinsèque des technologies numériques et interactives (Vial, 2014) mais il est possible que son influence s'initie de manière implicite sans que les participants n'en aient pleinement conscience (ce qui expliquerait que nous n'ayons pas eu cette remarque de façon massive). Enfin les appréciations subjectives n'ont pas été formulées de façon relative entre les deux conditions puisque chaque participant n'en a testé qu'une seule. S'ils avaient expérimenté les deux conditions, des différences plus franches seraient peut-être apparues.

Nous pensons que le caractère ludique de la Table Interactive a été bénéfique à différents niveaux dans la mise en œuvre de la méthode des Personas. Il agit en premier lieu sur la motivation individuelle des participants, qui viennent plus volontiers donner de leur temps et contribuer à une séance de travail lorsque celle-ci se déroule sur une Table Interactive. La table joue sur le caractère

autotélique de l'activité : son utilisation constitue en quelque sorte une récompense à l'investissement du participant dans la tâche. En revanche il n'y a pas de raison que la Table Interactive influence les autres conditions d'apparition du *Flow* : la clarté des objectifs et le bon équilibre entre challenge et compétences sont, eux, liés à la méthode des Personas et non à l'outil support. Pour approfondir ces questions et mieux comprendre les interactions entre *Flow* et performance d'anticipation des besoins, il faudrait analyser plus finement les composantes du *Flow*. A la suite des résultats de cette seconde expérimentation, nous avons mis au point un questionnaire de mesure du *Flow* que nous avons utilisé dans notre troisième expérimentation (voir [Section 4.3.1.2](#)).

Au-delà de la motivation individuelle, la Table Interactive influence aussi l'expérience collective. 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 : collaboration plus démocratique, instauration d'une cohésion de groupe (voir [Section 2.4.3.2](#)). Les participants découvrent ensemble les fonctionnalités, brisent la glace en s'exclamant sur les éléments de l'interface qui leur plaisent ou ne leur plaisent pas (comme les fautes de frappe liées à l'utilisation du clavier virtuel. Même si elles perturbent la tâche, elles sont aussi parfois l'occasion pour le groupe de s'amuser et de déconnecter du sérieux de l'activité). Cette dynamique de groupe peut ensuite améliorer le partage des idées : il est possible que les participants soient plus à l'aise pour déplacer les idées des autres, les commenter ou rebondir dessus dans ces conditions. Ce partage favoriserait la stimulation cognitive ([Dugosh, Paulus, Roland, & Yang, 2000](#)), et donc la performance du groupe. L'interface de Table Interactive utilisée dans cette expérimentation a aussi été conçue pour augmenter la comparaison sociale ([Dugosh & Paulus, 2005](#)), en délivrant un feedback de performance au centre de la table. Dans les précédentes expérimentations menées au laboratoire, cet élément entraînait une hausse de 20% du nombre d'idées générées ([Schmitt, Buisine, Chaboissier, Aoussat & Vernier, 2012](#)). Il n'explique donc pas à lui seul l'augmentation de 110% du nombre d'idées dans la présente recherche. Au final il nous semble donc que le caractère ludique soit bien la principale source d'amélioration des performances dans cette étude, pour ses effets sur le comportement individuel, sur la construction du collectif et sur la réalisation de la tâche.

Au vu des éléments précédents il pourrait être avantageux d'utiliser la Table Interactive lors des phases de convergence comme support pour le tri, la sélection et l'amélioration des idées générées au cours des sessions de travail. En plus des avantages inhérents à tous les outils numériques (utiliser un moteur de recherche, copier/coller des images, changer la couleur du texte...), la phase de convergence pourrait aussi bénéficier du support ludique que constitue la table interactive. Il reste cependant à vérifier que l'activité de convergence est aussi sensible au caractère ludique de la table que l'anticipation de besoins, qui relève davantage d'une activité de divergence.

Concernant les limites de notre étude, la population étudiée, globalement de jeunes étudiants, pourrait être particulièrement sensible à l'aspect ludique. Il serait intéressant de faire le test avec des concepteurs en entreprise et étendre la tranche d'âge. Nous pouvons aussi évoquer l'aspect longitudinal : est-ce que le caractère ludique perdure dans le temps ? Le fait d'utiliser régulièrement un support interactif pourrait en effet lui faire perdre de son intérêt.

#### 4.2.4 Conclusion de la seconde expérimentation

**Notre hypothèse de recherche qui supposait que l'utilisation d'une Table Interactive pour l'anticipation des besoins permet d'augmenter la quantité et la qualité des besoins générés par l'équipe de conception se trouve donc validée (H2a).** Ces résultats ouvrent des perspectives d'application pour l'élaboration de nouvelles méthodes et interfaces mobilisées dans le cadre du processus de conception, et plus particulièrement dans les recherches amont. Ainsi, il serait intéressant d'étendre ces recherches à d'autres méthodes (*Créativité, Analyse fonctionnelle...*) ainsi qu'à de nouvelles technologies support (tableaux interactifs, tablettes tactiles, réalité virtuelle et augmentée...). La comparaison de différentes technologies pourrait aussi permettre de comprendre dans quelle mesure le caractère ludique est lié aux styles d'interaction (qui peuvent être déployés sur d'autres supports que la table) et/ou à la création d'une dynamique de groupe (particulièrement favorisée par la table interactive). Dans cette expérimentation, seule la collecte des idées a bénéficié d'un support technologique, mais les Personas étaient eux classiquement présentés sur un support papier. Il serait donc également intéressant de rendre interactive la présentation ou l'utilisation des Personas, sur un support technologique.

**Nous proposons dans notre troisième expérimentation de réaliser certaines des perspectives ouvertes par ces résultats :**

- Nous allons utiliser un Environnement Virtuel Collaboratif comme support technologique de la méthode des Personas, ce qui va permettre aux participants d'incarner les Personas.
- Ce sera également pour nous une opportunité d'évaluer un autre support technologique et de mesurer plus précisément le sentiment de *Flow* des participants face à ce genre d'activité ludique.
- Cette expérimentation sera réalisée sous forme d'étude de cas avec une population de concepteurs professionnels (de l'entreprise Alstom Transport), et non des étudiants. Ce point nous permettra de savoir si une telle population est également sensible au caractère ludique des technologies support.

Nous terminons nos propos en rappelant qu'au-delà de l'objectif de recherche, cette expérimentation avait pour but de générer des fonctions pour un objet communicant permettant d'aider les utilisateurs à adopter des comportements éco-responsables. Une partie importante des besoins générés lors de ces séances de travail ont été intégrés au cahier des charges de l'entreprise pour la réalisation de ce produit. En parallèle de cette expérimentation nous avons participé à l'ensemble de ce projet que nous présentons dans les apports industriels de la thèse (voir [Section 5.3](#)).

## 4.3 H2 et expérimentation 3

Notre troisième et dernière expérimentation a été réalisée dans le cadre d'un projet pour la société Alstom Transport. Elle vise à répondre à notre seconde hypothèse, et plus particulièrement à l'hypothèse **H2b** : *L'utilisation d'un Environnement Virtuel Collaboratif permet d'améliorer l'anticipation des besoins*. Deux sessions de travail, avec deux groupes de concepteurs Alstom, ont été menées dans le but d'imaginer des usages potentiels des technologies de *Smart Windows* (ou verre intelligent) dans les trains, tramway et métros (voir **Annexe 6**). Cette technologie de verre intelligent permet de modifier l'aspect de la vitre lors de l'application d'une tension électrique ou d'une pression digitale. Une fois la vitre activée, le verre peut devenir transparent, translucide ou opaque, bloquant les longueurs d'onde de la lumière. Cela pourrait agir sur la luminosité et la température à l'intérieur des wagons. Cette technologie pourrait également permettre de réaliser des interactions plus ou moins complexes sur la vitre (affichage d'informations, d'icônes...).

Cette expérimentation repose sur l'effet Proteus (Yee & Bailenson, 2007 ; Guegan & Buisine, 2014) selon lequel le fait de changer la représentation de soi (par exemple en agissant par le biais d'un avatar) modifie nos comportements de façon congruente avec l'apparence de l'avatar. L'idée centrale était de réaliser la séance d'anticipation des besoins et des usagers de transports dans un environnement virtuel de gare et de transports en commun. Les concepteurs étaient invités à se déplacer au sein du monde virtuel et à prendre place dans un métro, afin d'imaginer les applications potentielles de *Smart Windows*, directement sur un lieu d'implémentation possible. Les participants étaient représentés au sein du monde virtuel par des avatars correspondant à deux conditions expérimentales : ils incarnaient soit des Personnas, soit des Inventeurs. Nous argumentons ces choix dans le prochain paragraphe.

### 4.3.1 L'expérimentation

Un des objectifs de notre seconde expérimentation était de montrer que le support technologique, et en particulier une Table Interactive, pouvait améliorer l'anticipation des besoins utilisateurs en quantité et en qualité. 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 donc voulu dans cette troisième expérimentation explorer un nouveau support technologique pouvant soutenir la génération collective d'idées (un Environnement Virtuel Collaboratif : *Second Life*) et mesurer le *Flow* chez les participants des sessions. Dans la continuité des travaux réalisés au sein de notre laboratoire (ex : Guegan et al., 2015), nous analysons également l'influence des avatars sur la production des participants.

Notre objectif général est donc d'explorer l'influence des Environnements Virtuels Collaboratifs sur l'anticipation des besoins utilisateurs. Cette influence sera estimée au travers deux phénomènes :

- Premièrement par la mesure du *Flow* chez les participants. La présence de cet état mental chez les individus utilisant un Environnement Virtuel Collaboratif, permettrait de prouver que l'activité que nous avons conçue était autotélique, c'est-à-dire motivante de façon intrinsèque, que ses objectifs étaient clairs et qu'il y avait un bon équilibre entre le challenge à relever et les compétences des participants (Csikszentmihalyi, 1997). Le *Flow* est 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 pensons que les activités ludiques permettent de créer les conditions du *Flow*, ce qui pourrait améliorer la performance à la tâche (voir **expérimentation 2**) et rendre l'activité réalisée plus motivante. Un questionnaire a alors été administré aux participants à la fin de la séance de travail puis plusieurs semaines après, afin de recueillir une appréciation « à chaud » et une appréciation « à tête reposée » et de voir si celles-ci diffèrent.
- Deuxièmement, par l'effet de l'apparence de l'avatar. En effet, selon les recherches menées sur le *Proteus Effect*, les avatars pourraient modifier la représentation de soi et, par ce biais, les comportements des utilisateurs (Yee & Bailenson, 2007 ; Guegan & Buisine, 2014). 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 déindividuation 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). Des travaux en cours dans notre laboratoire ont montré que la créativité pouvait être améliorée par l'utilisation d'avatars « créatifs » - en l'occurrence, pour une population d'ingénieurs, des avatars ressemblant à des inventeurs (Guegan et al., 2015). Dans cette expérimentation, nous souhaitons tester deux déclinaisons de l'effet Proteus : un Proteus créatif, opérationnalisé en proposant des avatars d'inventeurs aux participants, et un Proteus empathique, en proposant des avatars d'utilisateurs (Personas) aux participants.

#### 4.3.1.1 Participants

Dans cette expérimentation, 12 concepteurs de chez Alstom Transport ont participé aux séances d'anticipation des besoins. Il n'y avait que des 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). Les deux groupes de 6 concepteurs ont été composés de façon équilibrée entre ces différents profils.

#### 4.3.1.2 Matériel

- **Les avatars**

Nous avons donc deux groupes de travail. Dans le premier les participants incarnaient des avatars représentant des inventeurs : nous avons choisi 6 avatars parmi un corpus de 40 avatars créés et évalués dans le cadre d'un autre projet. Les 6 avatars choisis (voir [Figure 29](#)) ont tous été validés dans leur capacité à évoquer le stéréotype de l'inventeur ([Guegan et al., 2015](#)).



Figure 29 : Avatars des inventeurs que nous avons utilisés dans notre étude.

Dans le second groupe, les participants incarnaient des avatars représentant des utilisateurs de transport en commun (une mère de famille, une petite fille, un homme d'affaire, un étudiant, un sénior et un contrôleur SNCF). Pour la conception de ceux-ci, nous avons créé 6 profils de Personas issus de données réalistes sur les utilisateurs de transport en commun : nous avons réalisé des **observations ouvertes** dans le métro, le tramway et les trains (TGV et TER) et les avons croisées avec des **données internes** de chez Alstom concernant les utilisateurs de leurs transports. A partir de ces informations, nous avons constitué de grands profils d'usagers : homme/femme, enfant/personne âgée, usager/agent, voyageur avec bagages/sans bagage, usage professionnel/loisir...etc., et intégré des informations plus précises (identité, habitudes...) <sup>14</sup> pour aboutir aux 6 Personas suivants :

- Anne, 33 ans. Responsable marketing et mère de famille,
- Baptiste, 23 ans. Etudiant en pharmacie,
- Jonathan, 41 ans. Chef de projet informatique et business man,
- Noa, 10 ans. En classe de CM2,
- Joseph, 83 ans. Retraité,
- Eric, 51 ans. Contrôleur SNCF.

---

<sup>14</sup> Les Personas que nous avons créés pour cette expérimentation étaient volontairement moins développés que les Personas précédents ([Expérimentation 1](#) et [2](#)) car nous voulions préserver l'immersion dans l'environnement virtuel en limitant les tâches annexes telles que la lecture des profils.

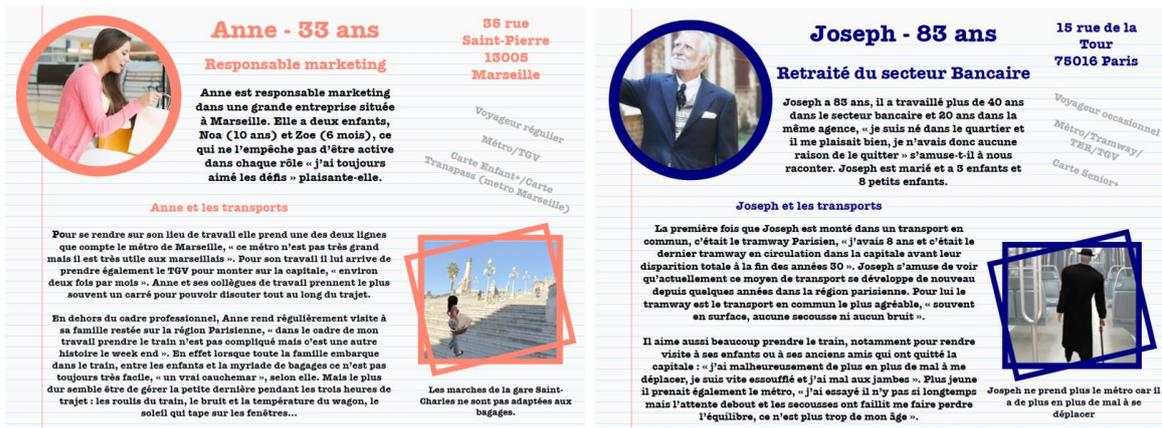


Figure 30 : Deux Personas développés pour cette étude : Anne et Joseph (voir également Annexe 6).

C'est donc à partir de ces 6 Personas que nous avons développé nos avatars (voir Figure 32) dans le monde virtuel persistant *Second Life* (SL). Le modelage de l'aspect physique des avatars (visage, corps, habits et accessoires) et le choix des photos représentant nos Personas, ont été réalisés parallèlement afin de conserver une ressemblance entre les deux supports (voir Figure 31). Une fois que le profil du Persona a été établi, nous avons soit sélectionné un avatar lui ressemblant sur le *MarketPlace*<sup>15</sup> de *Second Life*, soit nous l'avons créé nous-mêmes : modifications physiques (forme de visage, coupe de cheveux...) et stylistiques (habits, accessoires...).



Figure 31 : Trame suivie pour la conception des avatars.

<sup>15</sup> Site internet proposant à l'achat des avatars, des vêtements et des accessoires (sac à main, vélo, voiture...).



Figure 32 : Avatars des Personas que nous avons développés et utilisés dans notre étude : Anne la mère de famille, Jonathan l'homme d'affaires, Joseph le retraité, Eric le contrôleur SNCF, Noa la petite fille et Baptiste l'étudiant.

- **Les environnements virtuels**

Les environnements ont été choisis en fonction de la thématique. Nous voulions que les participants évoluent dans un environnement proche du contexte d'utilisation. Nous avons créé un premier environnement représentant une gare de train : nous y avons installé un train, une aubette et un fronton (voir [Figure 33](#)). Nous étions cependant limités dans la taille de l'environnement et dans la possibilité d'installer et d'animer les objets présents (limites inhérentes à la plateforme compte tenu du type de compte ouvert), ce qui ne nous permettait pas de réaliser un scénario suffisamment attrayant pour les participants.



Figure 33 : Environnement virtuel n°1 dédié à la phase de familiarisation de Second Life pour les participants.

Nous avons recherché dans *Second Life* un environnement existant correspondant à nos besoins : nous avons choisi une représentation de Paris où des métros et des tramways circulent (voir [Figure 34](#)). Pour l'expérimentation, nous avons utilisé l'environnement statique de la gare pour la phase de familiarisation avec la plateforme *Second Life*, et l'environnement dynamique du métro circulant dans Paris pour la phase d'anticipation de besoins.



Figure 34 : Environnement virtuel n°2 dédié à l'exercice d'anticipation des besoins.

Les deux sessions se sont déroulées au LCPI 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 au laboratoire, des boxes individuels avaient été aménagés : pour garantir la déindividuation, il est en effet nécessaire que les participants ne sachent pas « qui est qui », c'est-à-dire que même s'ils connaissaient tous les participants, ils ne savaient pas lequel de leur collègue était derrière chacun des avatars. Dans chaque box était installé un PC de bureau suffisamment puissant pour faire tourner *Second Life* de manière fluide. Un « guide » papier a été distribué à chaque participant ([Annexe 6](#)), comprenant les codes d'accès au compte de leur avatar, un tutoriel pour l'utilisation de *Second Life*, les profils des Personas (pour le groupe représentant les utilisateurs finaux) et une présentation synthétique de la technologie de *Smart Windows*. En plus des 6 participants, un animateur virtuel était présent afin de les guider dans le monde virtuel et leur fournir les consignes de l'exercice. Un second animateur était également présent en cas de problème (ex : participant ayant perdu le groupe, déconnexion impromptue...etc.). Chaque session a duré 1h30 environ : 20 minutes de préparation (présentation, familiarisation avec SL, déplacements dans les environnements...), 60 minutes de génération d'idées (à travers le chat textuel de SL) et 10 minutes de débriefing avec un questionnaire d'évaluation subjective à remplir :

- **Le questionnaire :**

Ce questionnaire (voir [Annexe 8](#)), comprenait des items d'auto-évaluation vis-à-vis de la qualité et de la quantité des idées générées, des items concernant la motivation des participants,

leur satisfaction, des items d'évaluation de l'avatar 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*, nous avons intégré 6 questions afin de le mesurer :

- *L'outil était ludique*, (Ghani, 1995 ; Ghani, Supnick, & Rooney, 1991).
- *J'ai dû faire des efforts pour rester concentré sur l'activité*, (Ghani, 1995).
- *Lorsque je réalisais l'activité, je ne pensais à rien d'autre*, (Bakker, 2008 ; Webster, Trevino & Ryan, 1994).
- *J'étais content de réaliser cette activité*, (Ghani, Supnick, & Rooney, 1991 ; Bakker, 2008).
- *J'ai trouvé cette activité intéressante*, (Ghani, Supnick, & Rooney, 1991 ; Webster, Trevino & Ryan, 1994).
- *J'ai eu des difficultés pour réaliser cette activité*, (Ghani, Supnick, & Rooney, 1991).
- *Cette activité m'a permis d'être créatif*, (Ghani, 1995 ; Webster, Trevino & Ryan, 1994).

#### 4.3.1.3 Procédure

Chaque séance de travail était divisée en deux parties. Dans la première partie les participants devaient se familiariser avec l'interface de *Second Life* dans l'environnement n°1 puis ils devaient se rendre dans l'environnement n°2 pour réaliser la seconde partie de la séance : ils prenaient place dans un métro et réalisaient l'anticipation des besoins dans le métro circulant dans Paris. Ils notaient leurs idées et interagissaient entre eux par écrit via la messagerie instantanée de *Second Life*<sup>16</sup>.

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 répondre à 6 questions relatives à chacun des utilisateurs identifiés en amont (une mère de famille, un contrôleur SNCF, un homme d'affaire, un sénior, un étudiant et une petite fille pour le groupe des Inventeurs, et Anne, Eric, Jonathan, Joseph, Baptiste et Noa pour le groupe Personnas). Les groupes consacraient 10 minutes par type d'utilisateur :

- Pour les groupes des Inventeurs : « *Nous allons commencer par imaginer des applications pour une mère de famille. Vous pouvez proposer des idées dans la fenêtre de chat* ».
- Pour le groupe Personnas : « *Nous allons commencer par imaginer des applications pour ANNE. Vous pouvez lire son profil dans le dossier et proposer des idées dans la fenêtre de chat* ». Et ainsi de suite.

Une fois la session de génération de besoin terminée, les participants devaient répondre au questionnaire d'évaluation subjective : « *Merci à tous pour votre participation ! Nous allons maintenant vous fournir un lien Hypertexte pour remplir un questionnaire, merci d'y répondre maintenant. Nous vous recontacterons également dans quelques semaines* ». Les participants ont également été contactés 1 mois après la séance pour remplir de nouveau ce questionnaire afin de vérifier la constance des réponses dans le temps.

---

<sup>16</sup> Le déroulé précis de ces séances est disponible en **Annexe 7**.

#### 4.3.1.4 Variables mesurées

Notre objectif est de comparer la production des deux groupes de participants. Comme pour les expérimentations précédentes, nous avons en premier lieu mesuré la Fluence (**Osborn, 1963 ; Torrance, 1966**). Mais nous faisons l'hypothèse que l'apparence des avatars (Inventeurs vs Personas) peut influencer le contenu des idées : celui-ci a été analysé de façon qualitative (catégorisation des items, type de vocabulaire, pronoms utilisés...). Nous avons dans un second temps évalué l'Originalité (nombre d'items uniques) et l'Utilité des items, de deux manières différentes :

- Le corpus a été analysé par le service Innovation d'Alstom selon leurs propres critères, chaque idée a été notée puis certaines ont été sélectionnées pour être intégrées dans le Cahier des Charges d'un futur produit de type *Smart Windows*.
- Nous avons également fait évaluer l'Utilité (sur une échelle en 5 points) des idées par un échantillon de 15 utilisateurs de transport en commun correspondant aux catégories visées : 3 mères de famille, 3 hommes d'affaires, 3 étudiants, 3 petites filles, 2 personnes âgées et 1 contrôleur RATP. 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.

A 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). Cette évaluation nous a permis de relever les impressions des participants vis-à-vis de la session de travail qu'ils venaient de réaliser : (1) auto-évaluation de la qualité et de la quantité des idées générées, (2) satisfaction et motivation, évaluation de l'avatar et (3) vérification de la présence du *Flow*.

### 4.3.2 Résultats

#### 4.3.2.1 Variable de Fluence et catégorisation des items

Les deux séances ont abouti à corpus total de 398 idées : 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 été classées en trois catégories comme pour notre première expérimentation :

- Les « Besoins » utilisateurs : il s'agit d'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, « *Il s'ennuie pendant le trajet* ».

- Les « Fonctions » produit : il s'agit d'idées faisant référence à des caractéristiques visées du futur produit, qui font cependant abstraction des solutions concrètes pour atteindre ces caractéristiques. Par exemple, « *Divertissement sur les vitres* ».
- Les « Solutions » techniques : il s'agit d'idées faisant directement référence à des propositions concrètes, à l'intégration de composants ou d'applications. Par exemple, « *La PS4 sur les vitres* ».

La condition Personas a abouti à une répartition relativement équilibrée entre les trois catégories, avec tout de même une majorité de Besoins utilisateurs (43% de Besoins, 21% de Fonctions, 37% de Solutions) alors que la condition Inventeurs se caractérise par peu de Besoins et davantage de Solutions (9% de Besoins, 29% de Fonctions, 62% de Solutions) :

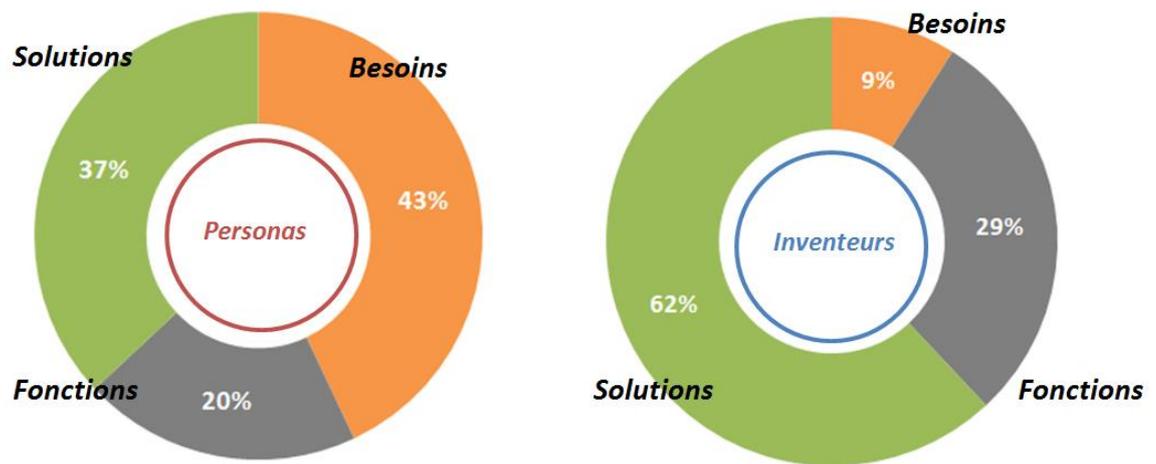


Figure 35 : Répartition des items générés (Besoins, Fonctions et Solutions) pour la condition Personas et Inventeurs (en pourcentage).

La figure ci-dessous nous montre le nombre moyen d'idées proposées par chaque participant dans ces 3 catégories, et en fonction de la condition. 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 ( $t(10)=0,86$  ;  $p=0,412$  ;  $t(10)=1,07$  ;  $p=0,309$ ).

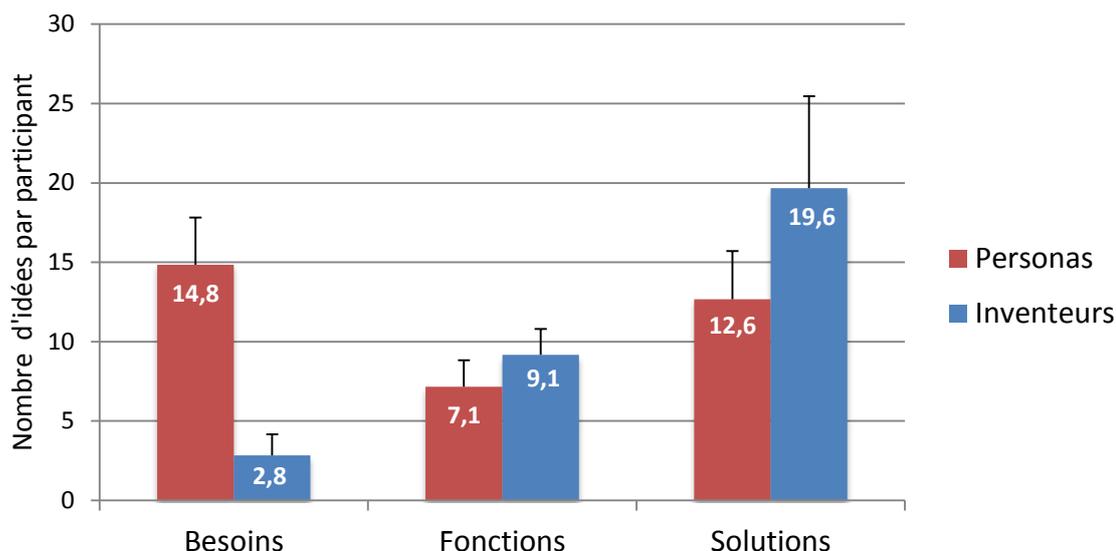


Figure 36 : Moyenne et erreur-type du nombre d'items proposés par participant en fonction des catégories (Besoins, Fonctions, Solutions) et de la condition (Personas vs Inventeurs).

	Condition	N	Moyenne	Ecart type
Total	Personas	6	34,666	15,819
	Inventeurs	6	31,666	16,536
Besoins	Personas	6	14,833	7,332
	Inventeurs	6	2,833	3,250
Fonctions	Personas	6	7,166	4,070
	Inventeurs	6	9,166	4,020
Solutions	Personas	6	12,666	7,420
	Inventeurs	6	19,666	14,179

Tableau 9 : Synthèse des résultats pour l'analyse de la fluence pour les trois catégories d'items (Besoins, Fonctions et Solutions).

#### 4.3.2.2 Variables Originalité et Utilité

Pour la variable d'Originalité (c'est-à-dire les items apparaissant une seule fois dans l'ensemble du corpus), nous pouvons remarquer que la condition Inventeurs permet de générer davantage d'idées uniques alors que la condition Personas permet de générer des items mieux évalués. En effet nous avons comptabilisé 94 idées uniques dans la condition Inventeur contre 48 idées uniques 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 potentiels (voir Figure 37), l'analyse nous révèle que les items générés en condition Personas tendent à être jugés comme plus utiles par les utilisateurs que ceux générés en condition Inventeurs ( $F(1/14)=3,38$  ;  $p=0,087$ ). Le Tableau 10 présente des items jugés très utiles par les utilisateurs (scores d'utilité >4).

La qualité des idées a également été analysée par l'entreprise partenaire. Celle-ci a défini ses propres critères d'évaluation en fonction de ses priorités stratégiques comme par exemple l'amélioration de la sécurité et de la fluidité du trafic, l'amélioration du confort individuel des voyageurs (ambiance, intimité, sommeil ou travail) ainsi que les économies d'énergie. Au vu de ces critères, les idées produites en condition Inventeurs tendent à être mieux notées que celles produites en condition Personas ( $p=0,08$  par le test de la médiane ; voir [Figure 37](#)). Au final, l'entreprise a retenu 23 idées qu'elle a intégrées dans son cahier des charges pour un développement de la technologie à court terme, et bénéficie d'un gisement d'idées pour structurer sa stratégie R&D à moyen et long terme sur cette technologie.

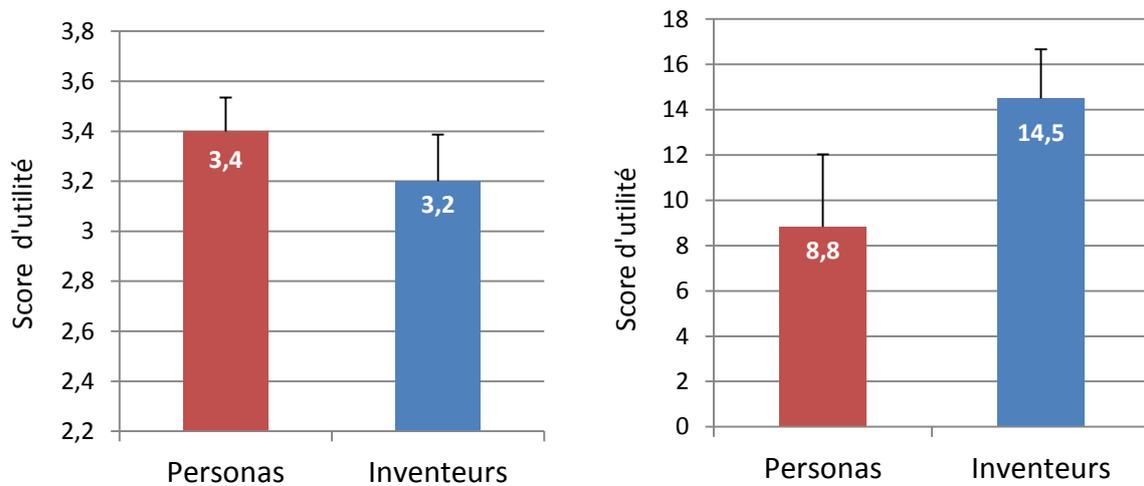


Figure 37 : Evaluation de l'utilité des items par les utilisateurs à gauche (évalués sur une échelle de Likert en 5 points) et par Alstom à droite (moyenne par utilisateur).

<b>Mère de famille</b>	<p><i>Réduire la luminosité pour pouvoir travailler sur un écran d'ordinateur sans reflet</i></p> <p><i>Tamiser la lumière (pour la sieste d'un enfant par exemple)</i></p> <p><i>Afficher des informations : heure, horaire du TGV...</i></p>
<b>Contrôleur</b>	<p><i>Installer des plans interactifs du métro sur certaines fenêtres</i></p> <p><i>Mieux informer les passagers via une aide visuelle sur les vitres (retards...)</i></p> <p><i>Créer une zone privative pour les contrôleurs</i></p>
<b>Business Man</b>	<p><i>Afficher "Do not disturb" sur la vitre</i></p> <p><i>Être connecté pour pouvoir travailler</i></p> <p><i>Se servir des vitres comme anti-bruit</i></p>

<b>Sénior</b>	<p style="text-align: center;"><i>Indiquer que l'on approche d'une station</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Montrer les gens qui sont volontaires pour mettre les valises des personnes âgées sur les porte-bagages</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Pouvoir envoyer un message au contrôleur</i></p>
<b>Etudiant</b>	<p style="text-align: center;"><i>Pouvoir adapter la luminosité en fonction de la journée</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Pouvoir opacifier une cloison pour réviser en toute tranquillité</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Indiquer les évènements en cours à proximité des différentes stations de métro (par exemple : "Les matchs de foot sur grand écran, descendez à Chatelet")</i></p>
<b>Petite Fille</b>	<p style="text-align: center;"><i>Equiper la vitre d'un système d'alarme en cas d'enlèvement ou agression par un inconnu pour les enfants qui voyagent tout seuls</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Pouvoir regarder un film tranquillement sans être embêtée par la lumière du jour</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Créer des fenêtres "funs" dans le wagon Junior et CIE</i></p>

Tableau 10 : Exemples d'items évalués comme les plus utiles par les utilisateurs de chaque catégorie. Ces items ont été évalués sur une échelle allant de 1 pour « pas du tout utile » à 5 pour « très utiles » par 15 utilisateurs potentiels.

#### 4.3.2.3 Analyse du contenu

Concernant l'analyse de contenu, la condition Inventeurs se caractérise par un vocabulaire plus technique que la condition Personas (voir [Tableau 11](#)). On relève 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, ce qui se vérifie avec la formulation de nombreuses idées et commentaires à la première personne : on note 48 idées formulées à la première personne et en tout 59 emplois de pronoms et adjectifs personnels de la première personne (je, mon, nous, etc.). 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 : 6,5 idées par participant en moyenne pour son propre Persona et 5,6 idées pour chacun des autres Personas ( $t(5)=0,879$  ;  $p=0,420$ ). Les participants de la condition Inventeurs ont cependant aussi formulé 31 idées à la première personne, avec 48 emplois de pronoms et adjectifs personnels de la première personne. Cet emploi spontané de la première personne suggère que les participants de la condition Inventeurs ont ressenti le besoin de se projeter dans le vécu des utilisateurs malgré leur statut de concepteurs/inventeurs, ce qui est renforcé par le commentaire d'un des participants en fin de séance « *On aurait pu simuler la montée et la descente d'autres passagers (une petite fille, un contrôleur, un business man, un étudiant...)* ».

	Groupe « Personnas »	Groupe « Inventeurs »
<b>BESOINS</b>	<p><i>J'aimerais avoir plus d'intimité lorsque mon enfant a besoin de changer de couche.</i></p> <p><i>Joseph est âgé, il a besoin de savoir à quelle station il se trouve sans se lever.</i></p> <p><i>J'aime bien dans le TGV regarder par la fenêtre les vaches ou les moutons.</i></p>	<p><i>Ne pas être dérangé pendant un appel.</i></p> <p><i>Pouvoir dormir quand il se fait tard sans être éblouie.</i></p> <p><i>Pouvoir voir le conducteur, ça rassure !</i></p>
<b>FONCTIONS</b>	<p><i>Une fenêtre intelligente qui deviendrait opaque sur demande.</i></p> <p><i>Le conducteur du train pourrait annoncer les retards par l'intermédiaire des vitres passagers.</i></p> <p><i>La vitre pourrait servir de moyen de communication entre passagers pour faire connaissance lorsqu'on s'ennuie.</i></p>	<p><i>J'aimerais bien avoir des infos sur les monuments que je vois par la fenêtre.</i></p> <p><i>Pouvoir utiliser les vitres comme zone d'échange et de messagerie auprès des passagers de mon train</i></p> <p><i>Les tunnels c'est triste on pourrait faire croire qu'on est dans un lieu merveilleux.</i></p>
<b>SOLUTIONS</b>	<p><i>Les signaux de places occupées devront être visibles de l'extérieur car Eric s'occupe également de la montée.</i></p> <p><i>Commander son sandwich et que quelqu'un de la voiture bar lui apporte.</i></p> <p><i>Un petit miroir pour me coiffer avant mon prochain RDV.</i></p>	<p><i>Les vitres pourraient faire du contrôle actif de bruit.</i></p> <p><i>Pouvoir charger mon Smartphone via l'énergie des capteurs solaires positionnés sur les vitres.</i></p> <p><i>Quand je vois un paysage trop sympa je clique sur la fenêtre et je reçois la photo sur mon Smartphone.</i></p>

Tableau 11 : Exemples d'items dans les catégories « besoins », « fonctions » et « solutions », pour le groupe Personnas et le groupe Inventeurs.

#### 4.3.2.4 Evaluation subjectives

Les évaluations subjectives<sup>17</sup> remplies en fin de séance par l'ensemble des participants, montrent un niveau de satisfaction globalement élevé (voir **Figure 38**). L'auto-évaluation de la créativité (quantité et qualité des idées) est considérée comme moyenne à forte ( $m = 5,3$  et  $4,5/7$  respectivement), la motivation à la tâche de créativité a été notée comme très forte (moyenne de l'ensemble des participants sur les 4 échelles d'estimation de la motivation =  $5,8/7$ ), 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 ( $m = 5,2/7$ ). Le *Flow* a quant à lui été ressenti comme très fort (moyenne de l'ensemble des participants sur les 6 échelles d'estimation du *Flow* =  $6,04/7$ ). Aucune des variables précédentes ne fait apparaître de différences significatives entre la condition Personnas et la condition Inventeurs. La première différence entre ces conditions apparaît pour la question « *Je considère que j'incarnais mon avatar* ». En effet, les participants de la condition Personnas incarnaient significativement plus leurs avatars que ceux de la condition Inventeurs ( $F(1/10)=5$  ;  $p=0,049$ ). Ce résultat pourrait paraître surprenant car les avatars Inventeurs étaient plus proches de la population testée (composée de concepteurs, tous masculins, d'âge moyen 39 ans) que les avatars représentant des utilisateurs potentiels (mère de famille, petite fille, sénior, contrôleur SNCF, etc.). Une autre différence significative entre les groupes Personnas et Inventeurs apparaît sur l'item « *J'ai proposé des idées adaptées à mon avatar* » pour lequel les participants de la condition Personnas ont mis des notes beaucoup plus élevées que ceux de la condition Inventeurs ( $F(1/10)=25,94$  ;  $p<0,001$ ). Enfin, l'anonymat (« *Je ne pouvais pas identifier les personnes, mais seulement leur avatar* ») a bien été respecté dans les deux conditions. En revanche deux nouvelles différences apparaissent, les avatars de la condition Personnas ont été jugés significativement plus attractifs ( $F(1/10)=5,671$  ;  $p=0,039$ ) et plus ressemblants ( $F(1/10)=6,798$  ;  $p=0,026$ ) que ceux de la condition Inventeurs : alors que les avatars représentant les utilisateurs ressemblaient beaucoup aux Personnas présentés dans le dossier papier distribué aux participants ( $m = 6,5/7$ ), les avatars Inventeurs ont été jugés comme ressemblant moyennement à des inventeurs ( $m = 4,5/7$ ), et ce malgré les évaluations préliminaires réalisées (Guegan et al., 2015).

---

<sup>17</sup> Pour l'ensemble des questions du questionnaire et l'analyse statistique correspondant, se référer à l'Annexe 8.

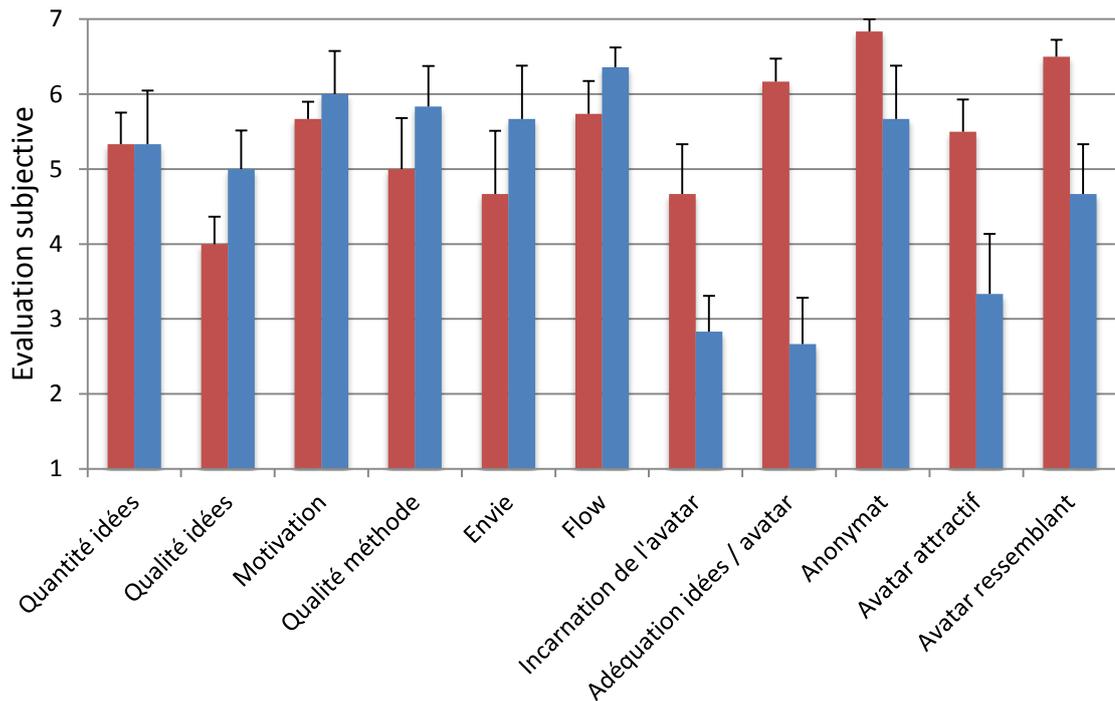


Figure 38 : Moyenne et erreur-type d'une partie de l'évaluation subjective des participants en fonction de la condition (Personas –en rouge- et Inventeurs –en bleu-).

Les échelles d'auto-évaluation de la créativité, de motivation, de satisfaction et de *Flow* ont été à nouveau remplies par les participants plusieurs semaines après les séances : nous n'observons aucune différence significative entre les scores accordés « à chaud » et ultérieurement, à l'exception du *Flow* qui est sous-estimé dans le temps ( $m=5,46$ ) par rapport à son évaluation « à chaud » ( $m=6,04$  ;  $F(1/10)=7,30$  ;  $p=0,022$ ).

Enfin, nous avons recherché des corrélations entre toutes les variables pour lesquelles nous avons un score individuel de chaque participant : fluence et variables subjectives. La matrice de corrélation de Spearman montre notamment une corrélation positive forte entre la fluence et l'auto-évaluation de la quantité d'idées générées ( $r(12)=0,860$  ;  $p<0,001$ ), la fluence et le *Flow* ( $r(12)=0,645$  ;  $p=0,024$ ) et le *Flow* et la motivation ( $r(12)=0,606$  ;  $p=0,037$ ).

### 4.3.3 Discussion de la troisième expérimentation

Nous avons dans cette expérimentation opérationnalisé l'effet Proteus de deux manières : l'une favorisant la créativité (condition Inventeurs), l'autre l'empathie (condition Personas). Les concepteurs devaient anticiper les besoins d'utilisateurs de transport en commun vis-à-vis des technologies des *Smart Windows*. Les séances de travail se sont déroulées dans un environnement virtuel représentant un métro en mouvement dans lequel les participants avaient pris place. Dans notre seconde expérimentation nous avons démontré que le support technologique pouvait améliorer l'anticipation des besoins utilisateur en quantité et en qualité, l'aspect ludique de la technologie pouvant être à l'origine de ces bénéfices. Nous avons voulu dans cette troisième

expérimentation tester une autre technologie ludique et mesurer plus précisément le *Flow*. Par ailleurs, l'utilisation de deux catégories d'avatars nous a permis de démontrer l'influence de la technologie immersive (Environnement Virtuel Collaboratif) sur le contenu et la qualité des productions, ce qui valide notre hypothèse **H2b**.

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. Nos résultats révèlent en effet que les participants ont donné des scores très élevés sur les mesures du *Flow* ( $m = 6,04/7$ ), que le *Flow* corrèle avec la motivation ( $r = 0,606$ ) ainsi qu'avec la fluence ( $r = 0,645$ ). Ces résultats suggèrent que les Environnements Virtuels Collaboratifs peuvent être considérés comme une technologie engageante et attractive pour les participants (Franceschi, Lee & Hinds, 2008 ; Boughzala, De Vreede & Limayem, 2012). De plus, ce sont aussi des supports intéressants pour le travail collectif, permettant d'améliorer les interactions entre les individus (Churchill & Snowdon, 1998 ; Chandra, Theng, Lwin & Foo Shou-Boon, 2010) et favorisant la créativité de groupe (Uribe Larach & Cabra, 2010 ; Peppler & 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). Enfin, la crédibilité et/ou le réalisme de l'environnement virtuel et des avatars sont également des aspects que nous avons pris en considération, car 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).

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 *Proteus Effect* (Yee & Bailenson, 2007 ; Guegan & Buisine, 2014), nous avons montré que les concepteurs pouvaient générer des idées différentes : plus ou moins de besoins utilisateurs, plus ou moins de solutions. Les concepteurs utilisant les avatars d'Inventeurs ont généré davantage d'idées uniques (facteur d'innovation) avec un vocabulaire plus technique. Les idées proposées en condition Personas ont été jugées plus utiles par des utilisateurs mais celles proposées en condition Inventeurs ont été mieux notées par l'entreprise partenaire (résultats en tendance). 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 renforcée par l'association des profils de Personas distribués en condition Personas. Comme nous l'avons déjà développé dans la première expérimentation, la méthode des Personas agit sur l'empathie des concepteurs (Antle, 2006 ; Bornet & Brangier, 2013). Il y a donc un renforcement de ce sentiment pour les concepteurs du groupe Personas. Une des questions de notre évaluation subjective était : « je considère que j'incarnais mon avatar ». A cette question, les scores ont été significativement plus élevés dans la condition Personas (voir Figure 38). Cet écart peut s'expliquer par l'individualité des avatars (les avatars représentant les utilisateurs sont uniques contrairement aux avatars Inventeurs qui sont relativement identiques), ou cela peut s'expliquer par l'addition des profils des Personas qui renforcent la projection des participants sur les avatars. Pour conclure sur notre

hypothèse **H2b**, il serait donc possible d'influer sur l'anticipation des besoins en utilisant des avatars.

Il est possible également que l'environnement virtuel puisse jouer un rôle sur l'apparition de la créativité (Fuller, Muller, Hutter, Matzler & Hautz, 2012). Notre environnement virtuel, un métro Parisien, a été choisi en fonction de notre thématique : générer des besoins utilisateurs pour une nouvelle technologie à implémenter dans les transports en commun. A la manière des Jeux de rôles, nous voulions plonger les concepteurs dans le futur contexte d'utilisation. Nous n'avons pas contrôlé l'impact de cet environnement virtuel sur le comportement des participants ou sur leur production car nous voulions optimiser les résultats pour notre partenaire industriel en évitant les effets inhibiteurs.

Nous pouvons aussi souligner le fait d'avoir utilisé la méthode des Personas dans un mode que nous pouvons considérer comme dynamique. En effet, 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'association des profils papiers avec des représentations virtuelles pour chacun des Personas (voir **Figure 29** et **Figure 32**) ne peut que renforcer l'empathie des concepteurs envers les utilisateurs finaux. Cette esquisse de recherche ouvre des possibilités importantes pour le développement de la méthode des Personas au-delà des représentations actuelles utilisées par les équipes de conception (fiches, goodies...). Cette représentation dynamique mériterait d'être évaluée afin de la comparer aux représentations passives des Personas.

Cette expérimentation a été réalisée avec 12 concepteurs d'Alstom. Il serait intéressant de refaire l'exercice avec un panel de participants plus important comme cela a été le cas avec nos deux premières expérimentations. Nous pourrions alors confirmer nos hypothèses sur un échantillon plus grand en reprenant nos deux conditions expérimentales : Personas vs Inventeurs. En effet il a été difficile de juger de l'efficacité de la méthode utilisée puisque nous n'avions pas de condition de contrôle : la Fluence, par exemple, est jugée sur la seule comparaison entre les deux groupes et pas vis-à-vis d'une condition contrôle sans technologie support.

#### **4.3.4 Conclusion de la troisième expérimentation**

**Les Environnements Virtuels Collaboratifs permettraient donc d'influer sur le comportement des concepteurs afin de soutenir positivement l'anticipation des besoins utilisateurs.** En effet, nous avons pu remarquer que les participants ont eu un ressenti positif envers l'activité réalisée. Ils étaient motivés et pleinement concentrés, avec un niveau de satisfaction élevé. De plus, ils ont trouvé l'outil ludique et ont eu envie de pouvoir le réutiliser. Nous avons également pu démontrer que l'apparence des avatars a une influence sur la production créative des participants. L'apparence des avatars a modifié le comportement des concepteurs en générant des items techniques et innovants (groupe Inventeurs) ou des items empathiques et utiles (groupe Personas). Ces résultats ouvrent de nouvelles perspectives de recherche, qui sont actuellement

expérimentées dans le cadre d'autres projets, comme par exemple l'évaluation de l'impact de l'environnement virtuel sur la production créative.

### Synthèse des expérimentations :

Notre travail de thèse s'articule autour de deux axes de recherche concernant l'optimisation de la phase d'anticipation des besoins. Le recours à des méthodes collaboratives et pluridisciplinaires, ainsi que l'utilisation de supports technologiques, sont les thématiques que nous avons souhaité étudier ici. Pour cela trois expérimentations ont été réalisées afin de répondre à nos deux hypothèses de recherche. Nous présentons dans le tableau ci-dessous un récapitulatif du travail effectué :

Hypothèse 1 : Soutenir la pluridisciplinarité	H1a : L'efficacité des méthodes d'anticipation des besoins dépend des profils métiers et des types de personnalité des concepteurs.		EXPERIMENTATION 1
	H1b : Une méthode d'anticipation des besoins adaptée à l'équipe pluridisciplinaire sera plus efficace.		
Hypothèse 2 : Recours à des technologies support	H2a : L'utilisation d'une Table Interactive pour l'anticipation des besoins permet d'augmenter la quantité et la qualité des besoins identifiés.		EXPERIMENTATION 2 
	H2b : L'utilisation d'un Environnement Virtuel Collaboratif permet d'améliorer l'anticipation des besoins.		EXPERIMENTATION 3 

Tableau de synthèse de nos expérimentations : seule l'hypothèse **H1a** n'est que partiellement vérifiée (voir [Section 4.1.1](#)).

## 5. Apports académiques et industriels du travail de thèse

Nous présentons dans cette partie les apports théoriques, méthodologiques et industriels de notre travail de thèse dans trois sections distinctes.

### 5.1 Apports théoriques

Notre objectif était de contribuer au développement du courant de l'ergonomie prospective à travers l'expérimentation de nos deux principales hypothèses de recherche : l'amélioration de la collaboration pluridisciplinaire (H1) et le recours aux technologies supports (H2). La finalité de nos travaux est le développement d'innovations adaptées aux utilisateurs finaux et cela dès les premières phases du processus de conception.

- Notre approche considère l'ergonome comme un concepteur faisant partie d'une équipe multi métiers. Pour que l'ergonome soit un initiateur d'innovation, il doit se rapprocher des autres domaines de la conception et travailler efficacement avec eux (Brangier & Robert, 2010). Les phases amont du processus d'innovation visent à identifier des besoins utilisateurs et des fonctions produit qui doivent être sélectionnés puis développés dans la suite du projet. C'est donc dès cette étape que les ergonomes peuvent commencer à orienter le projet pour concevoir un produit adapté aux futurs utilisateurs. Les prescriptions issues de la prospection des nouveaux besoins ou de futurs usages nécessitent de s'associer avec des métiers spécialisés dans la matérialisation des idées en concepts tels que l'ingénierie et le design. La variable de Faisabilité Technique des items générés que nous avons utilisée dans une de nos expérimentations illustre cette nécessité. L'expertise technique de ces métiers permet de produire des items réalisables et implémentables. Cependant, comme nous l'avons développé dans notre état de l'art, la collaboration entre les différents métiers n'est pas évidente (voir Section 2.4.2), alors qu'elle représente une source d'innovation importante (Jassawalla & Sashittal, 1998 ; McDonough, 2000 ; Riboulet, Marin & Leon, 2002 ; Maranzana, Gartiser & Caillaud, 2008). Pour ces différentes raisons, nous avons souhaité améliorer la collaboration pluridisciplinaire pour les projets de conception et d'innovation à travers l'utilisation d'un outil d'anticipation des besoins novateurs, adapté aux principaux métiers de la conception. **Nos résultats confirment que fournir à l'équipe de conception un outil collaboratif adapté à différents modes de pensée permet d'aboutir à de meilleurs résultats.**
- L'hypercréativité, développée en prospective, nécessite de mobiliser des techniques psychologiques et sociales visant à démultiplier les idées des individus, telles que le Brainstorming (Brangier & Robert, 2012). **Nous pensons que cette hypercréativité peut être encouragée, non seulement d'un point de vue méthodologique mais aussi par l'utilisation de supports technologiques.** Cette association (voir Figure 39) permet d'encourager voire d'améliorer la phase d'anticipation des besoins. Pour reprendre l'idée

de Van Gundy (2005), un environnement amusant peut affecter positivement les idées produites, notamment la quantité. Certaines méthodes de créativité peuvent être considérées comme amusantes (ex : *Get Crazy*). Les supports technologiques permettent de soutenir l'activité créative (Lubart, 2005 ; Burkhardt & Lubart, 2010). L'aspect attractif des nouvelles technologies peut être un facteur influençant la stimulation de l'imagination (Buisine, Besacier, Najm, Aoussat & Vernier, 2007 ; Verhagen, Feldberg, van den Hooff, Meents & Merikivi, 2012). Nous avons essayé dans notre travail de valider cette hypothèse en évaluant les avantages de deux technologies (en support de la méthode des Personas) : une Table Interactive et un Environnement Virtuel Collaboratif. Nos résultats suggèrent que les participants utilisant ces supports étaient plus motivés, plus impliqués dans leur tâche (mesure du *Flow*) et plus satisfaits de leur participation. Les résultats ont également mis en évidence que la production était améliorée avec des résultats plus nombreux, plus originaux et/ou plus utiles. En outre, les Environnements Virtuels Collaboratifs offrent une flexibilité intéressante dans leur utilisation avec la possibilité de créer des mondes virtuels et des avatars adaptés au projet et d'agir positivement sur la production créative.

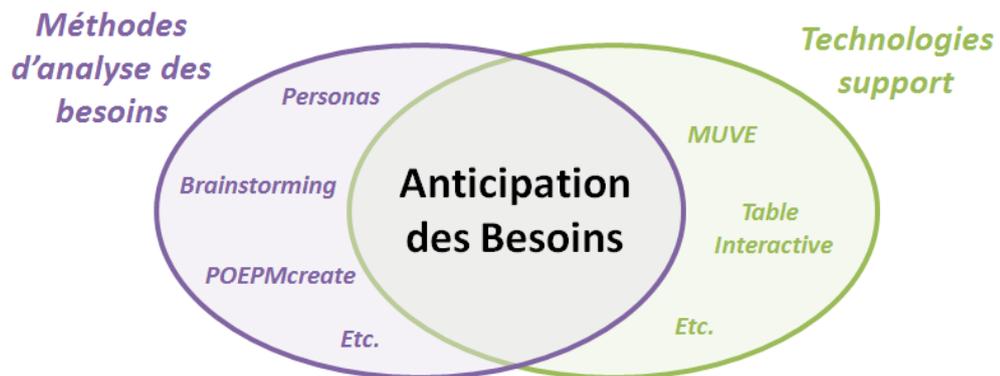


Figure 39 : Association de méthodes collaboratives avec des supports technologiques.

D'un point de vue théorique, un des apports final de notre travail de thèse est **la formalisation d'un modèle concernant l'anticipation des besoins**. Au vu des résultats de nos expérimentations, nous pensons que la phase d'anticipation des besoins peut être améliorée par l'usage de méthodes collaboratives et pluridisciplinaires lorsque celles-ci sont utilisées sur des supports technologiques. Cela pourrait créer notamment une ambiance de travail ludique, propice à la créativité, impactant de ce fait la quantité et la qualité des idées générées par l'équipe de conception.

**Enfin, nos apports en termes de recherche ont été concrétisés par un certain nombre de publications et de conférences listées en Annexe 11.**

## 5.2 Apports méthodologiques

L'analyse des besoins est la première étape dans laquelle les utilisateurs sont impliqués, directement ou indirectement, pour le développement du futur produit (Damodaran, 1996 ; Kaulio, 1998 ; Olsson, 2003). Mais dans les projets d'innovation, une partie des besoins ne peut être identifiée en amont, parce qu'il n'existe pas forcément de situation équivalente. Ce travail visait à outiller les concepteurs avec **des méthodes** et **des technologies favorisant l'anticipation des besoins** dans les premières phases du processus de conception. Il nous paraissait important de convaincre notre lectorat de la nécessité du développement de ces deux axes, et nous espérons que les outils proposés seront aussi utilisés en entreprise. En effet, au-delà de l'aspect académique, un de nos objectifs était de fournir au management, et particulièrement au chef de projet, une méthodologie se révélant productive en termes de quantité et de qualité des idées générées dans les premières étapes d'un projet de conception.

### 5.2.1 Utilisation de la méthode PLT sur la Table Interactive et l'Environnement Virtuel

Au vu des résultats obtenus tout au long de ce travail, l'anticipation des besoins peut être améliorée par l'utilisation de méthodes d'analyse des besoins à travers des technologies support. Les méthodes collaboratives et ludiques permettent de profiter d'une expertise variée ainsi que d'une stimulation créative importante de la part des concepteurs. Les technologies que nous avons abordées nous montrent que ces deux caractéristiques sont amplifiées par leur utilisation. En effet, la méthode PLT (voir encadré ci-dessous) que nous avons développée dans notre première expérimentation, nous a permis d'obtenir de bons résultats tant sur la Fluence, que sur l'Originalité des idées générées mais également au niveau de l'Utilité des besoins (jugée par les utilisateurs finaux). L'utilisation de cette méthode à travers une interface collaborative et ludique (voir [Section 2.4.3.4](#)), permet d'amplifier la motivation et la satisfaction des participants. La quantité et la qualité des idées devraient être positivement impactées à l'image des résultats de notre seconde expérimentation.

#### **Étapes de mise en œuvre de la méthode PLT :**

Dans notre travail, nous avons développé une méthode collaborative de génération des besoins utilisateurs que nous avons appelée *Persona Logical Thinking* (PLT) en référence à la méthode des Personas et à la méthode POEPMcreate dont elle s'inspire. La particularité de cette méthode est qu'elle vise à être adaptée à l'ensemble des profils de personnalités (logique et empathique) que les individus peuvent posséder (voir [Section 2.4.2.2](#)). De plus ces méthodes ont été créées et utilisées par des profils métiers divers comme les ingénieurs (méthode POEPMcreate), les designers, les ergonomes et les experts marketing (méthode des Personas). Nous présentons ci-dessous les étapes de réalisation de la méthode PLT pour qu'elle puisse être réutilisée dans les projets d'innovation lors de l'étape de génération de nouveaux besoins :

- **1ère étape : Création des Personas** (voir [Section 2.3.1.5](#)). Des informations sur les utilisateurs futurs potentiels doivent être récupérées en amont. Pour nos projets, nous avons intégré des informations telles que l'intérêt des utilisateurs pour les nouvelles technologies (la tablette tactile pour l'éducation pour le projet Unowhy), les comportements écologiques actuels (objet communicant pour le projet E3D-Environnement) et les usages des transports en commun (la technologie de *Smart Windows* pour le projet Alstom). Des caractéristiques physiologiques, psychologiques et sociales ont été rajoutées à partir des données récoltées et d'une extrapolation (intégration de détails fictifs).
- **2ème étape : Réalisation des combinaisons de Personas constituant les 6 questions qui seront posées aux concepteurs** (voir [Section 2.3.1.4](#)). Il est conseillé de ne pas avoir plus de deux Personas par session de génération de besoins. Si le projet comporte plus deux Personas, il sera alors nécessaire de constituer plusieurs groupes de concepteurs. Par exemple si le projet comporte 4 Personas alors les questions seront les suivantes :

**Groupe 1 :**

*Question 1 (Persona 1) : Quel sont les besoins du Persona 1 ?*

*Question 2 (Persona 2) : Quel sont les besoins du Persona 2 ?*

*Question 3 (Persona 1 ^ Persona 2) : Quel sont les besoins communs entre le Persona 1 et le Persona 2 ?*

*Question 4 (Persona 1 ^ - Persona 2) : Quels sont les besoins du Persona 1 mais qui ne concernent pas le Persona 2 ?*

*Question 5 (-Persona 1 ^ Persona 2) : Quels sont les besoins du Persona 2 mais qui ne concernent pas le Persona 1 ?*

*Question 6 (-Persona 1 ^ - Persona 2) : Quels sont les besoins qui ne concernent ni le Persona 1, ni le Persona 2 ?*

**Groupe 2 :**

*Question 1 (Persona 3) : Quel sont les besoins du Persona 3 ?*

*Question 2 (Persona 4) : Quel sont les besoins du Persona 4 ?*

*Question 3 (Persona 3 ^ Persona 4) : Quel sont les besoins communs entre le Persona 3 et le Persona 4 ?*

*Question 4 (Persona 3 ^ - Persona 4) : Quels sont les besoins du Persona 3 mais qui ne concernent pas le Persona 4 ?*

*Question 5 (-Persona 3 ^ Persona 4) : Quels sont les besoins du Persona 4 mais qui ne concernent pas le Persona 3 ?*

*Question 6 (-Persona 3 ^ - Persona 4) : Quels sont les besoins qui ne concernent ni le Persona 3, ni le Persona 4 ?*

**Etc.** (autant de groupe que de Personas développés, le nombre de Persona dépend du type de projet).

- **3ème étape : Recrutement des concepteurs et rassemblement du matériel nécessaire.** Les concepteurs doivent être de spécialités différentes : ingénieurs, ergonomes, designers et/ou experts marketing. Chaque groupe sera pluridisciplinaire avec un minimum de 3 concepteurs et un maximum de 6 par groupe. Le lieu de l'exercice devra être neutre et calme, comme une salle de réunion, afin que les participants soient confortablement installés. Au niveau du matériel il faut prévoir un Paper-Board ou un tableau pour noter les idées ainsi qu'un vidéoprojecteur pour montrer les questions posées aux participants.

- **4ème étape : Protocole de la séance.** Les règles de la séance peuvent suivre celles du Brainstorming : *les idées folles, farfelues et fantaisistes sont les bienvenues, l'objectif est de produire le plus d'idées possibles, il est interdit de critiquer les idées des autres, ni ses propres idées et n'hésitez pas à rebondir sur les idées des autres.* L'animateur est celui qui distribue les Personas (en avance ou le jour de l'exercice). Concernant la production d'idées, l'animateur propose les questions aux concepteurs via le vidéoprojecteur et c'est lui qui note les réponses des participants sur le Paper-Board ou sur le Tableau. La séance dure 30 minutes environ par groupe (4 minutes par question). L'exercice peut également être enregistré pour une analyse *a posteriori*.
- **5ème étape : L'analyse des résultats.** Elle peut être réalisée de deux manières différentes, soit en différé, comme nous l'avons fait dans notre première expérimentation (sélection des items pertinents en fonction de l'originalité ou de l'utilité des idées), soit dans la continuité de la séance à la manière d'un Brainstorming. Les concepteurs devront sélectionner les idées de la séance jugées pertinentes et réaliser des fiches idées. Si cette solution est retenue, il faudra compter 60 minutes supplémentaires. Dans tous les cas, il sera nécessaire de faire évaluer le corpus d'items par les utilisateurs finaux avant l'intégration dans le cahier des charges afin d'optimiser les résultats.

Cette méthode peut alors être utilisée sur les deux technologies support dont nous nous sommes servis dans notre travail, à savoir une Table Interactive et un Environnement Virtuel Collaboratif :

- **Méthode PLT sur la Table Interactive :** Les questions relatives aux combinaisons (issues de la méthode POEPMcreate) ainsi que les Personas peuvent être présentés directement sur l'interface tactile. Plusieurs possibilités s'offrent à nous : présenter les Personas sur la Table Interactive, présenter les questions de la méthode PLT sur la Table Interactive ou les deux ensemble (ce qui limitera cependant l'espace de travail). Il est également possible de combiner la Table Interactive avec un tableau interactif comme dans l'étude de Hilliges (Hilliges et al., 2007), afin de libérer l'espace de travail de la table et présenter les Personas sur le tableau. Les combinaisons proposées dans la méthode PLT (voir encadré ci-dessus), pourraient faire l'objet d'une nouvelle interface sur la Table Interactive, sur laquelle nous pourrions représenter graphiquement les combinaisons logiques entre Personas (sous forme d'ensembles mathématiques avec des intersections). Les participants inscriraient leurs idées directement dans ces ensembles en fonction des combinaisons logiques traitées. En outre, au lieu d'utiliser la métaphore du Post-It pour inscrire ses idées, nous pourrions offrir la possibilité aux participants de générer leurs idées sous forme de « trains d'idées » (voir Figure 10). En effet, ce mode de représentation que nous avons utilisé dans une précédente étude permet de visualiser les associations d'idées, ce qui diminue la redondance entre les idées et d'augmenter l'originalité (Afonso Jaco, Buisine, Barré, Aoussat & Vernier, 2013). Les trains d'idées peuvent être représentés sur l'interface comme une succession d'idées reliées entre elles par de petites cordelettes virtuelles. Nous pourrions reprendre cette métaphore des trains d'idées en les associant aux combinaisons des Personas de la méthode PLT. Chaque train d'idées serait alors rattaché aux Personas correspondant, comme l'illustre la Figure 40 :

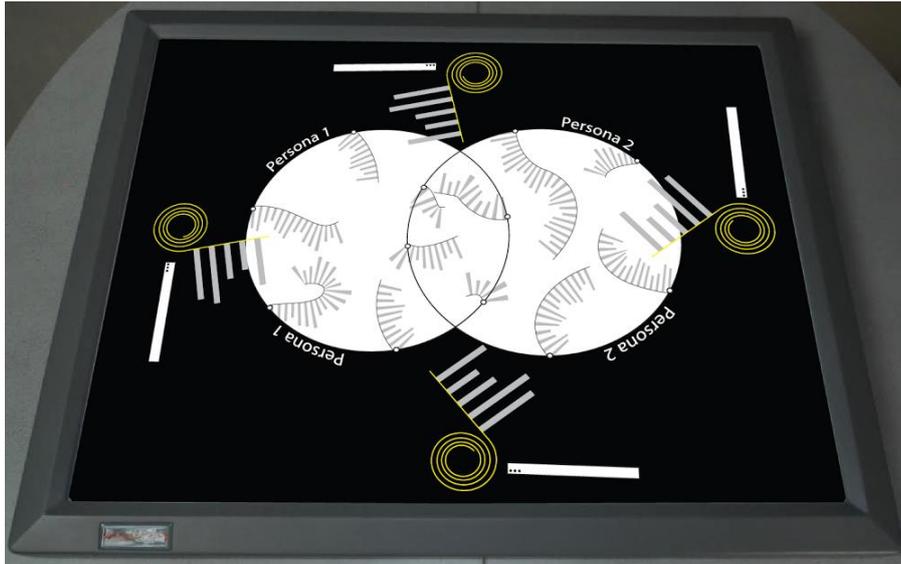


Figure 40 : Illustration de l'interface potentielle de la Table Interactive en utilisant la méthode PLT : les trains d'idées sont rattachés aux combinaisons de Personas.

- Méthode PLT dans un Environnement Virtuel** : La méthode PLT peut également être utilisée voire améliorée avec des Personas Virtuels à la place des Personas présentés sur des fiches. Les questions posées à l'équipe de conception sur la combinaison des utilisateurs (issues de la méthode POEPMcreate), ne portent plus seulement sur des représentations passives des Personas, mais sur des représentations dynamiques. La projection des concepteurs sur les Personas n'en sera que plus grande, ce qui amplifiera le sentiment d'empathie. Nous pouvons donc supposer que les items générés seront d'autant plus adaptés aux utilisateurs finaux. De plus, la flexibilité de cette technologie permet aux managers de projets de créer des mondes virtuels en lien avec le produit à concevoir (un habitacle de voiture, une pièce de la maison...), ce qui permet à la méthode PLT de gagner en réalisme, investissant pleinement les concepteurs dans l'exercice. Les environnements virtuels permettent également de multiplier le nombre de participants potentiels, avec des possibilités quasi infinies : à titre d'exemple la plate-forme *Second Life* peut compter plusieurs milliers de connexions simultanément. La collaboration entre concepteurs ou même avec des communautés d'utilisateurs peut alors être riche en information. Tout comme la Table Interactive, nous pouvons également développer une évolution de la Plate-forme afin de permettre d'enrichir les interactions entre les participants à l'image de l'interface *Design World* (voir [Figure 41](#) ; Maher, Rosenman, Merrick, Macindoe & Marchant, 2006), développée pour assister la collaboration pluridisciplinaire. Les questions concernant les combinaisons pourraient être posées hors de l'interface de *Second Life*, les Personas pourraient également être présentés comme cela et enfin nous pourrions offrir de nouveaux outils répondant à la pluridisciplinarité de l'équipe de

conception avec la possibilité de réaliser par exemple des esquisses relatives aux besoins utilisateurs pour les Designers<sup>18</sup>.

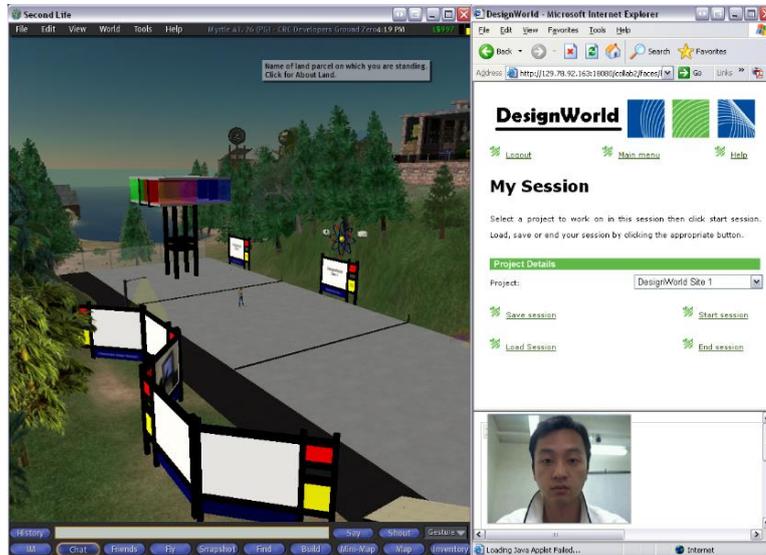


Figure 41 : Association de l'interface de Second Life avec l'interface de DesignWorld permettant d'enrichir les interactions entre collaborateurs : communication vidéo, sketching etc. (Maher, Rosenman, Merrick, Macindoe & Marchant, 2006).

## 5.2.2 Avantages et inconvénients de l'une ou l'autre technologie

Ces technologies possèdent leurs propres avantages et inconvénients. Nous avons essayé de les lister dans le **Tableau 12** ci-dessous, en intégrant une évaluation de certains critères. Ce tableau possède deux grandes thématiques, une « théorique » et l'autre « pratique », afin d'aider nos lecteurs à choisir la technologie adéquate en fonction de leurs besoins.

<sup>18</sup> Notons que la Table Interactive propose d'intégrer sur les Post-it digitaux des images issues de recherches internet ainsi que la possibilité de réaliser des dessins. Dans notre seconde expérimentation ces fonctionnalités ont été utilisées à quelques reprises afin d'illustrer certains besoins générés.

		TABLE INTERACTIVE	ENVIRONNEMENT VIRTUEL
T H E O R I Q U E	FACTEURS COGNITIFS EN JEUX	Stimulation cognitive ++	Effet Proteus ++
	ASPECT COLLABORATIF	Comparaison sociale +	Identité sociale ++
		Travail en présentiel	Travail à distance
	LUDICITE & MOTIVATION	++	+++
P R A T I Q U E	RAPIDITE DE PREPARATION ET D'INSTALLATION	++	--
	ACCESSIBILITE MATERIELLE	-	++
	TRAITEMENT DES RESULTATS	+	+

Tableau 12 : Avantages et inconvénients liés à l'utilisation des technologies support utilisées dans notre travail de thèse.

- Thématique Théorique** : Chacune de ces technologies utilise des ressorts cognitifs différents, mais qui sont tous 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. Cela nous amène à donner une note très positive aux deux technologies en ce qui concerne les facteurs cognitifs de soutien à l'anticipation des besoins. Concernant la collaboration entre les participants, elle est foncièrement différente puisque l'une se déroule en présentiel (la Table Interactive) et l'autre à distance<sup>19</sup> (Environnement Virtuel), ce qui confère un avantage à l'Environnement Virtuel car la collaboration à distance est un

<sup>19</sup> Rappelons que pour l'effet Proteus les participants ne doivent pas se rencontrer ou savoir qui est derrière quel avatar. Donc même si géographiquement la session se déroule au même endroit, chacun devra être isolé des autres participants.

besoin très fort des entreprises actuellement. Le *gameplay* proposé par chacune des technologies laisse apparaître également un avantage pour l'Environnement Virtuel, car les concepteurs semblaient, selon nos observations, plus motivés et satisfaits à la fin des sessions avec *Second Life*. L'aspect immersif proche du jeu vidéo pourrait expliquer cette différence (voir **Expérimentation 3**).

- **Thématique Pratique** : Concernant l'aspect pratique, il existe aussi de grandes différences entre ces deux technologies. Tout d'abord, concernant la rapidité d'installation et/ou de préparation, la Table Interactive possède un avantage important puisque une fois l'interface choisie (la version 2 ou 3, présentées en **Figure 10** et la version 4 proposée en **Figure 40**), la mise en place et l'utilisation sont instantanées. Une session de travail dans *Second Life* nécessite une préparation très importante (création du monde virtuel, des avatars, des comptes utilisateurs... etc.). Pour pallier cette limite nous souhaitons dans l'avenir travailler sur un *Creative Toolkit* afin d'accélérer la mise à disposition de la technologie dans les projets de conception (voir **Section 6**). Pour l'accessibilité matérielle, la Table Interactive nécessite un investissement financier de départ afin d'équiper le projet d'un tel dispositif (environ 10k€). A l'opposée, *Second Life* est gratuitement en ligne et peut fonctionner sur n'importe quel ordinateur de bureau. Notons enfin que le traitement des résultats est facilité par l'utilisation de ces deux technologies : les idées sont notées par les participants puis récupérées dans un fichier Excel, il n'y a pas de retranscription à faire, contrairement à notre première expérimentation qui avait été réalisée sur Paper-Board.

Cette comparaison entre les deux technologies reste intuitive et basée uniquement sur nos observations. Une comparaison plus rigoureuse et expérimentale serait souhaitable : nous y reviendrons dans le prochain chapitre consacré à nos perspectives.

### 5.3 Apports industriels

Nous avons participé dans notre travail de thèse à trois projets industriels visant à développer des innovations. Nous présentons dans la partie suivante notre contribution à ces projets.

#### Expérimentation 1 :

L'objectif industriel de notre première expérimentation était de générer les besoins des utilisateurs potentiels d'une tablette tactile dédiée à l'éducation. Un nombre important de besoins ont été conservés dans la suite du projet et intégrés dans la version finale du produit : *l'intégration d'un système d'inclinaison, le fait de permettre de brancher un clavier physique externe, d'inclure des outils pratiques (lecteur pdf, pack Office...), que la tablette soit étanche et résistante à certaines matières chimiques ou encore le fait de posséder une interface dédiée aux élèves et dédiée aux professeurs*. Mais cette expérimentation n'est qu'une étape du projet industriel commandité par l'entreprise Unowhy. En effet après avoir réalisé cette analyse des besoins, le projet a suivi le déroulement classique du processus de conception : interprétation du besoin, définition du produit,

validation du produit et industrialisation. Ces différentes étapes ont été réalisées dans deux projets parallèles visant à concevoir le *Hardware* et le *Software* de la tablette :

- Un projet visant à réaliser le hardware de la tablette tactile (Aitichou, Gendre, Gordeeva, Laube, Nila, Rampillon, Romat, 2013).

Ce projet a permis une réflexion sur de nombreux critères comme les matériaux à utiliser, les moyens de rechargement et de connexions, les situations de rangement ou de transports, la personnalisation ou encore l'esthétique de la tablette. Pour cela un certain nombre de méthodes et d'outils ont été déployés tout au long du projet à commencer par une **observation in situ** : Unowhy avait dans un premier temps utilisé une première version de la tablette à partir du modèle QOOQ destiné à l'origine à la cuisine (voir Figure 42). 30 tablettes ont été distribuées au lycée Henri Vincenot de Louhans. Cette première phase a été très utile afin d'analyser les premières interactions entre les futurs utilisateurs et une tablette tactile (observation, questionnaires, Focus Group...).



Figure 42 : Première version de la tablette testée au lycée Henri Vincenot de Louhans.

Après avoir analysé les résultats précédents, des **séances de créativité ont été réalisées**. L'équipe projet s'est divisée en trois groupes afin de réaliser des Brainstormings sur trois questions différentes notamment en lien avec certains besoins identifiés dans les phases précédentes (**Expérimentation 1**) :

- Comment se mouvoir avec la tablette ? (« en la mettant sur le dos ou l'épaule », « en lui intégrant des roulettes »...etc.),
- Quels seraient les moyens magiques de protéger sa tablette ? (« absorber les chocs avec un fluide », « en intégrant des ressorts »...etc.),
- Comment faire tenir un objet en équilibre ? (« avec des scratches », « en inversant la gravité »...etc.).

Des fiches idées ont ensuite été réalisées pour illustrer les solutions sélectionnées issues du Brainstorming. Les concepts issus de ces fiches ont alors fait l'objet d'un **développement CAO** : deux concepts (déclinés en plusieurs sous-concepts) ont été retenus puis développés par l'équipe projet en accord avec l'entreprise partenaire.



Figure 43 : Un des concepts développés par l'équipe projet : concept « FLEXFRAME ».

Le développement des concepts a été appuyé par la réalisation d'un **différentiel sémantique**<sup>20</sup> : des grilles d'analyses ont été constituées et administrées à un échantillon de 9 personnes afin d'analyser l'esthétique des deux concepts retenus jusqu'alors à partir de 10 critères, afin de fixer la représentation physique de la tablette idéale et réaliser des réajustements si besoin. Enfin, pour valider les concepts retenus, **des maquettes** ont été fabriquées au laboratoire pour s'assurer notamment de la faisabilité technique et de la satisfaction des utilisateurs (pour l'aspect extérieur dans un premier temps).



Figure 44 : Exemples d'une maquette low-fidelity développée lors du projet

- Pour compléter les précédents résultats, un autre projet a été mené dans le but de concevoir l'interface de la tablette tactile (**Rampillon, 2013**). Dès les premières étapes du projet, l'objectif était de concevoir deux interfaces distinctes, une pour les élèves et l'autre pour les professeurs (voir **Figure 45**). Les utilisateurs finaux étaient dorénavant ciblés sur le niveau collège.

<sup>20</sup> Outil de mesure des valeurs connotatives des objets développé par Charles Osgood. Il s'agit d'évaluer statistiquement les impressions subjectives ressenties devant les concepts de la tablette en utilisant des descripteurs sémantiques antagonistes: Attrayante vs Ennuyeuse.



Figure 45 : Deux interfaces ont été développées parallèlement (ici sous forme de maquettes) : à gauche celle des élèves, à droite celle des professeurs.

L'analyse des besoins que nous avons réalisée lors de notre première expérimentation a été réajustée puis complétée afin de correspondre spécifiquement aux besoins relatifs à l'interface de la tablette. Un **Benchmark** sur les services web, les logiciels et les applications dans le domaine de l'éducation, ainsi qu'un **Retour d'expériences** sur les premières tablettes du marché dans les académies de Besançon, Bordeaux et Grenoble, a permis de lister un certain nombre de nouveaux besoins et de nouvelles fonctions. Un **Focus Group** a également été réalisé fin d'identifier les besoins spécifiques des professeurs de collège. Toutes ces données ont été consignées dans un cahier des charges.

Les premiers concepts « logiciels » et les premières **maquettes d'interfaces** ont été réalisés en collaboration avec les designers et les développeurs de l'entreprise, afin notamment d'**évaluer les usages**. Pour cela un déploiement des premières tablettes fonctionnelles a été réalisé dans deux collèges pour évaluer leur utilisabilité : des observations directes, des enregistrements d'écrans et des Focus Group sur un panel de 50 élèves environ ont été réalisés (voir [Figure 46](#)). Des entretiens et des Focus Group avec 6 professeurs ont également été menés durant cette étape.



Figure 46 : Observation des élèves en situation d'interaction avec leur tablette.

Cette évaluation a permis d'identifier de nouveaux éléments qui ont été intégrés dans la suite du projet (ex : « les élèves envoient leurs exercices sans faire exprès et ils ne peuvent plus modifier. Il faudrait ajouter un message d'alerte », « pouvoir créer des dossiers : catégorisation des cours/exercices » ...etc.). A la suite de ces deux projets, une nouvelle version de tablette tactile a été proposée. L'entreprise Unowhy propose actuellement la tablette « SQOOL », directement issue de ces projets :



Figure 47 : Version finale de la tablette tactile SQOOL développée par Unowhy (<http://www.fr.unowhy.com/>).

### Expérimentation 2 :

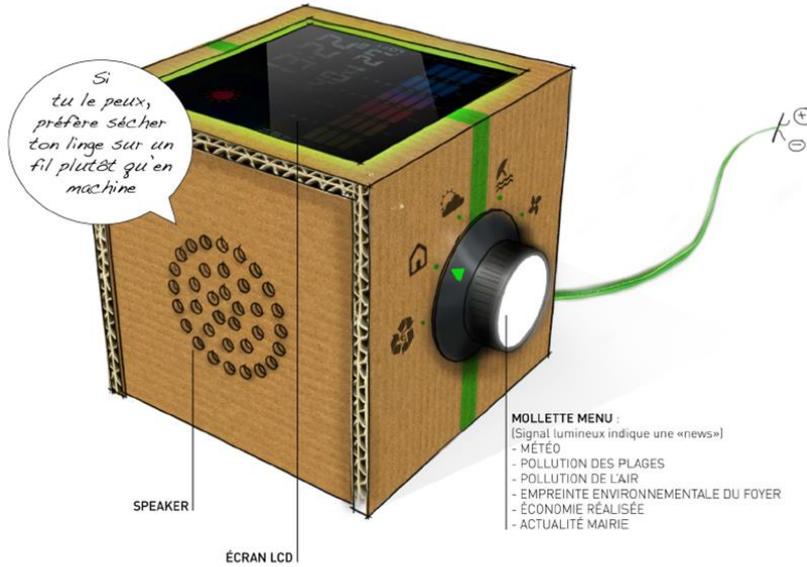
Notre seconde expérimentation avait pour objectif de fournir à notre partenaire E3D-Environnement les besoins utilisateurs vis-à-vis d'un objet communicant innovant (services et propriétés de l'objet). E3D-Environnement est une Jeune Entreprise Innovante basée dans la région d'Aix-en-Provence. C'est une structure dédiée à l'action publique qui propose notamment un

dispositif d'accompagnement pour l'adoption de gestes éco-responsables nommée GD6D, qui est une plate-forme internet, lancée en novembre 2012, permettant d'inciter les citoyens à modifier leurs comportements écologiques (tri des déchets, consommation d'eau...). Le LCPI et E3D-Environnement sont partenaires pour le développement d'un objet communicant qui serait une extension du logiciel GD6D. La plateforme deviendrait alors un objet tangible que les citoyens pourraient intégrer dans leur environnement de travail ou/et familial. Nous avons contribué à ce projet à travers l'analyse des besoins actuels d'un tel service, mais aussi dans l'anticipation de besoins latents pour un tel objet (**Expérimentation 2**). En effet un certain nombre de besoins identifiés en amont ont été conservés et implémentés dans les versions actuelles : *utilisation de matériaux écologiques pour sa fabrication, intégrer une interface visuelle mais aussi sonore pour être adaptée à la majorité des utilisateurs finaux, posséder une batterie pour que l'objet soit mobile ou encore donner des informations sur sa localité (réunions à la mairie, brocantes dans la région...)*. E3D-Environnement a sélectionné les besoins qui semblaient pertinents pour la suite du projet à partir des variables d'Utilité et de Faisabilité Technique, mais aussi avec des **questionnaires** pour valider les principaux besoins avec les utilisateurs : « *Nous souhaitons vous proposer dans quelques temps un objet communicant qui sera une extension du site internet GD6D. Il vous accompagnera quotidiennement, depuis la maison, dans l'adoption de gestes éco-responsables et simplifiera l'accès au site internet. Nous vous proposons de répondre à un questionnaire afin de voir à quoi devrait ressembler cet objet selon vous* ». Les besoins et les fonctions ont ensuite été consignés dans un cahier des charges.

A partir des données issues de cette première étape, deux **séances de créativité** ont été réalisées avec les concepteurs du LCPI et d'E3D-Environnement (comprenant des ingénieurs, des ergonomes, des designers et des sociologues) ainsi que des utilisateurs de la plate-forme GD6D. Ces deux séances ont été réalisées indépendamment l'une de l'autre, la première visait à engager une réflexion sur la représentation générale de l'objet et la seconde sur une représentation détaillée de l'objet (notamment à partir des données de la précédente). Deux **Focus Group** ont également été réalisés en parallèle avec les futurs utilisateurs (6 femmes et 4 hommes, utilisateurs de la plate-forme GD6D et futurs usagers retenus comme premiers bêta-testeurs) de l'objet afin de valider les fonctionnalités retenues jusqu'à présent, mais aussi pour modéliser le produit avec les utilisateurs. Les séances étaient composées de 5 utilisateurs finaux et d'un animateur. Chaque séance était divisée en deux parties, la première visait à engager une discussion générale sur l'objet en lui-même (présentation et discussion du concept, avantages et inconvénients d'un tel dispositif, utilité des services et des fonctions proposés...). La seconde partie avait pour objectif de réaliser une ou plusieurs maquettes avec les utilisateurs (voir **Section 2.3.3.3**). Dans cette séance de prototypage coopératif, il était demandé aux participants de modéliser le produit à l'aide de différents matériels (carton, papier, ciseaux, colle, crayon de couleur...). Trois concepts sont ressortis de ces étapes et ont été développés : le « Kube », le « Techno Miroir » et le « Monolithe » (voir **Figure 48** et **Annexe 9**).

# KUBE

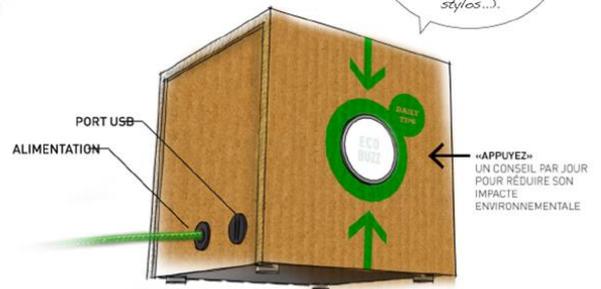
SIMPLICITÉ D'UTILISATION  
 CARTON RECYCLÉ - LOOK «ÉCOLO»  
 LOW-COST



LE «PLUS»  
 PEUT-ÊTRE LIVRÉ EN KIT  
 À FAIRE «SOIT-MÊME»



Il est judicieux de réduire la consommation de produits à usage unique (rasoir, serviette, stylos...).



MOLLETTE MENU :  
 (Signal lumineux indique une «news»)  
 - MÉTÉO  
 - POLLUTION DES PLAGES  
 - POLLUTION DE L'AIR  
 - EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE DU FOYER  
 - ÉCONOMIE RÉALISÉE  
 - ACTUALITÉ MAIRIE

Figure 48 : Le concept du « Kube ».

Le concept du « Kube » (rebaptisé par la suite « Kubeco »), est le concept qui a été retenu pour être développé dans la suite du projet. Plusieurs **représentations 3D** de ce concept ont été proposées à notre partenaire industriel (voir **Figure 49**).

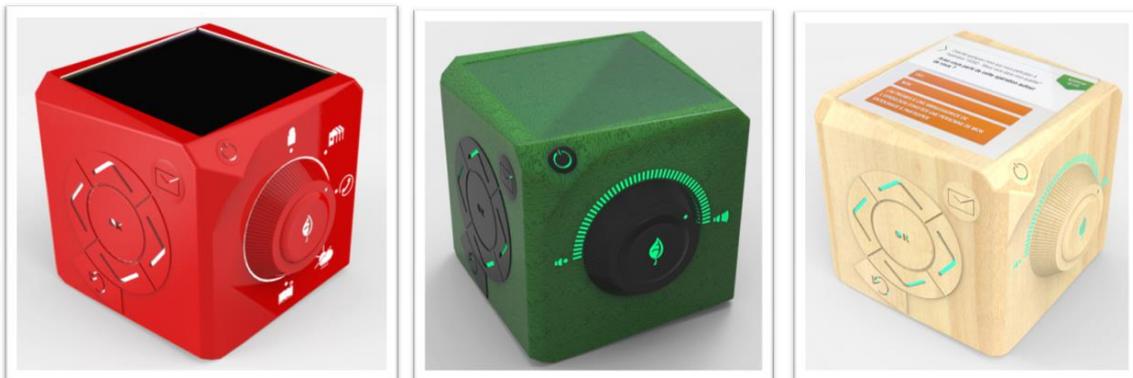


Figure 49 : Différentes représentation du concept « Kubeco » (aménagement des boutons de l'interface, type de matériaux, coloris...etc.).

Une fois cette sélection effectuée, un prototype fonctionnel a été développé dans notre atelier pour réaliser des **tests utilisateurs**. L'objectif était alors de valider le concept du « Kubeco », avant de continuer le projet. Six tests utilisateurs avec 8 personnes (2 tests en couple) ont été réalisés (7 femmes et 1 homme, âgés de 20 à 75 ans avec un attrait pour la technologie très diversifié : de très technophile à pas du tout technophile). Les tests étaient divisés en trois parties : présentation des consignes, réalisation d'un scénario d'utilisation par les participants et un questionnaire de satisfaction (voir **Annexe 10**). L'analyse des résultats nous a permis de re-concevoir certaines parties du produit notamment à partir des propositions des participants :



*Figure 50 : Certains participants avaient des difficultés à se positionner face à l'écran : dans l'idée du Persuasive Design nous avons proposé de surélever légèrement l'écran afin de suggérer le sens de lecture et d'améliorer la visibilité.*

Le projet est actuellement toujours en développement, une nouvelle représentation sous CATIA est en cours de réalisation ainsi qu'un nouveau prototype fonctionnel pour y intégrer un circuit imprimé et un écran afin de réaliser les derniers tests avant l'industrialisation. Une première série d'objets sera réalisée puis distribuée aux utilisateurs pour tester le produit en situation réelle. Les objets seront alors intégrés dans les familles de bêta-testeurs afin de récupérer des informations sur l'utilisation du produit (données d'utilisation, carnet de bord, entretiens...).

### **Expérimentation 3 :**

La demande de l'entreprise Alstom différait quelque peu des demandes de Unowhy et E3D-Environnement. En effet, contrairement aux deux premiers projets, l'entreprise voulait engager une réflexion sur les applications potentielles d'une technologie existante (*Smart Windows*) et non développer un produit. Dans ce cadre, nous avons alimenté l'anticipation des besoins en fournissant à notre partenaire un exercice original visant à encourager le potentiel créatif de leurs concepteurs mais également en leur fournissant une analyse des résultats obtenus (voir **Tableau 11**). Par la suite, Alstom a réalisé sa propre analyse qualitative des résultats avec ses propres critères d'évaluation en fonction de ses priorités stratégiques :

- *Améliorer la sécurité, la fluidité du trafic et le confort individuel des voyageurs,*
- *Contrôler l'ambiance (thermique, sonore...),*
- *Favoriser l'intimité, le sommeil ou le travail,*
- *Economiser l'énergie (et ce dans les différentes phases du cycle d'utilisation du transport : voyageurs sur le quai, sur la plateforme, assis ou debout dans le compartiment.*

Alstom a retenu certaines de ces idées dans son cahier des charges pour un développement de la technologie à court terme. Elle bénéficie également de nombreuses perspectives de développements à moyen et long terme sur la technologie des *Smart Windows*.



## Conclusion et Perspectives

**Notre attachement au courant de l'ergonomie prospective nous a permis de tester deux hypothèses de recherche visant à outiller l'ensemble des concepteurs avec des méthodes à la fois pluridisciplinaires, créatives et ludiques.** La coopération et la communication entre les acteurs de la conception sont des éléments indispensables au bon déroulement des projets industriels. La collaboration doit être encouragée par des méthodes adaptées à l'ensemble des concepteurs, quelle que soit leur formation. La méthode PLT que nous avons développée illustre bien cette nécessité car elle a permis d'obtenir des résultats pertinents pour notre projet industriel. Quant aux nouvelles technologies, elles peuvent être considérées comme des supports de travail également intéressants pour soutenir le travail collectif. Comme nous l'avons vu, la Table Interactive permet d'influencer l'expérience collective en créant une dynamique de groupe, les Environnements Virtuels Collaboratifs permettent aux concepteurs d'être motivés et concentrés sur leur tâche, etc. Cette collaboration est d'autant plus importante car elle peut être un vecteur d'innovation technologique mais également d'innovation pour les usages. Les groupes pluridisciplinaires ainsi que les méthodes stimulant l'imagination sont des atouts à la créativité permettant à l'équipe de conception d'optimiser ses réflexions.

En accord notamment avec le courant de la prospective, c'est dans les premières phases du processus de conception que l'équipe projet possède une liberté d'action optimale. C'est donc lors de ces premières étapes que le potentiel collaboratif et créatif de l'équipe de conception doit être encouragé. Nous pensons donc que l'analyse des besoins, qui précède le cahier des charges, est donc l'étape à optimiser. En effet, sans lister de nouveaux avantages d'une analyse des besoins efficace identifiés dans la littérature, nous pouvons tout de même dire qu'elle permet d'améliorer le triptyque Coût (ex : abandon des fonctions inutiles ou coûteuses), Qualité (ex : satisfaction des utilisateurs) et Délai (ex : diminution des itérations). Les résultats obtenus dans notre travail de thèse suggèrent que le développement de méthodes adaptées à la pluridisciplinarité de l'équipe de conception permet d'obtenir une analyse des besoins plus efficace (**Expérimentation 1**). Également, le recours aux technologies émergentes, comme les tables interactives ou les MUVE, peuvent modifier le comportement des utilisateurs et agir sur la production créative (**Expérimentation 2 et 3**). Nous pensons que l'aspect attractif et ludique de ces supports sont des atouts considérables pour la stimulation de la créativité des concepteurs. L'originalité et l'utilité des besoins générés dans nos expérimentations représentent deux variables importantes dans la production d'innovation mais aussi dans le but de fournir des besoins adaptés aux utilisateurs finaux.

Au vu des résultats positifs obtenus dans nos expérimentations, **nous souhaitons pour la suite de nos travaux fusionner ces deux axes de recherche afin de proposer une méthodologie globale optimisant les avantages identifiés jusqu'alors.** Le modèle actuel que nous proposons en **Figure 39** pourrait être amélioré en fournissant une méthode encourageant la collaboration entre les différents acteurs de la conception à travers un support technologique. Les nouvelles technologies permettent d'outiller les laboratoires de recherche et les entreprises, de supports polyvalents encourageant la collaboration mais aussi la créativité des participants. Le coût de ce type de supports varie énormément d'une technologie à l'autre, avec des solutions *low-cost* comme

l'application *DeeKit* sur Ipad et des solutions plus onéreuses comme les tableaux interactifs (plusieurs milliers d'euros). Les mondes virtuels comme *Second Life* ont l'avantage d'être plus économiques mais demandent davantage de préparation (création du lieu virtuel, des avatars...). **Il nous paraît important dans un premier temps de pouvoir comparer l'efficacité de la méthode PLT en fonction du type de technologie support.** Chaque technologie possède ses avantages et ses inconvénients (voir [Tableau 12](#)). Les aspects motivationnels, la ludogénéité de la technologie ou encore la qualité des résultats sont autant de paramètres qui nous restent à étudier afin de sélectionner et développer la méthodologie la plus adéquate pour l'anticipation des besoins utilisateurs. Nous proposons en [Annexe 12](#), un cas fictif pouvant servir de nouvelle expérimentation afin d'évaluer la solution technologique la plus appropriée pour l'utilisation de la méthode PLT.

Dans la continuité d'autres projets de notre laboratoire, **nous prévoyons également de mener une réflexion sur la création d'un *Creative Toolkit* pour les Environnement Virtuel Collaboratifs.** Nous voulons essayer de proposer aux laboratoires de recherche ainsi qu'aux industriels des mondes, des avatars ainsi que des accessoires virtuels permettant de soutenir leurs projets. La préparation de l'expérimentation pour Alstom était coûteuse en temps (ouvertures de comptes, création des avatars et des environnements virtuels en lien avec la thématique etc.). Si nous pouvions proposer en amont des projets un corpus de mondes virtuels et d'avatars, conçus et sélectionnés comme favorisant la collaboration ou la créativité, cela pourrait permettre un gain de temps dans la préparation des séances de travail et offrir aux chefs de projets des solutions « clé en main » pour mener à bien ces séances. La création d'une liste d'environnements virtuels permettant de réaliser des réunions à distance (représentation de salles de réunions) ou d'environnements favorisant la créativité (monde réaliste ou au contraire onirique) est alors à prévoir. La création d'un certain nombre d'avatars, comme les inventeurs ou les utilisateurs spécifiques que nous avons utilisés, ou d'autres représentations comme des super-héros ou des personnalités notoires (Einstein, Marie Curie...) pourraient alors être proposés.

Enfin, dans les objectifs du courant de prospective il est nécessaire d'élargir l'équipe de conception à de nouveaux domaines que nous n'avons pas intégrés dans notre travail : sciences sociales, sciences de gestion ou encore sciences économiques. Des spécialités, comme la sociologie, pourraient être intégrées aux équipes de conception, il est donc nécessaire d'anticiper cette évolution possible en proposant des méthodes et des outils favorisant cet élargissement à l'image de la méthode PLT.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Acuña, S.T., Gómez, M.N., Hannay, J.E., Juristo, N., & Pfahl, D. (2015). Are team personality and climate related to satisfaction and software quality? Aggregating results from a twice replicated experiment. *Information and Software Technology*, 57, 141-156.
2. Aitichou, S., Gendre, T., Gordeeva, A., Laube, A., Nila, S., Rampillon, F., & Romat, C., (2013). *Tablette Unowhy éducation*. Rapport de projet. Arts et Métiers ParisTech, France.
3. AFNOR (1998). *NF EN 9241-11. Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) - Partie 11 : lignes directrices concernant l'utilisabilité*. Association Française de Normalisation : La Plaine Saint-Denis.
4. AFNOR (2011). *NF EN ISO 9241-210. Ergonomie de l'interaction homme-système. Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs*. Association Française de Normalisation : La Plaine Saint-Denis.
5. AFNOR (2011). *NF X 50-100. Management par la valeur. Analyse fonctionnelle, caractéristiques fondamentales*. Association Française de Normalisation : La Plaine Saint-Denis.
6. AFNOR (2012). *NF ISO 21500. Lignes directrices sur le management de projet*. Association Française de Normalisation : La Plaine Saint-Denis.
7. AFNOR (2012). *NF EN ISO 9241-303. Ergonomie de l'interaction homme-système - Partie 303 : exigences relatives aux écrans de visualisation électroniques*. Association Française de Normalisation : La Plaine Saint-Denis.
8. AFNOR (2013). *NF EN 16271. Management par la valeur. Expression fonctionnelle du besoin et cahier des charges fonctionnel. Exigences pour l'expression et la validation du besoin à satisfaire dans le processus d'acquisition ou d'obtention d'un produit*. Association Française de Normalisation : La Plaine Saint-Denis.
9. 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.
10. Akao, Y. (1993). *QFD prendre en compte les besoins du client dans la conception du produit*. Paris : AFNOR.
11. Alahuhta, P., Nordbäck, E., Sivunen, A., & Surakka, T. (2014). Fostering Team Creativity in Virtual Worlds. *Journal For Virtual Worlds Research*, 7(3), 1-22.
12. Altshuller, G. (1998). *40 Principles: TRIZ Keys to Innovation*. Worcester: Technical Innovation Ctr.
13. Alves, J., Marques, M.J., Saur, I., & Marques, P. (2007). Creativity and innovation through multidisciplinary and multisectoral cooperation. *Creativity and Innovation Management*, 16(1), 27-34.
14. 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.
15. Andriole, S.J. (1994). Fast, cheap requirements prototype, or else!. *Software, IEEE*, 11(2), 85-87.
16. Antle, A.N. (2006, June). Child-personas: fact or fiction?. In *Proceedings of the 6th conference on Designing Interactive systems* (pp. 22-30). ACM.

17. Arikoglu, S. (2011). *The impact of scenarios and personas on requirement elicitation: an experimental study*. Thèse de doctorat. Université de Grenoble, France.
18. Aoussat, A. (1990). *La pertinence en innovation : nécessité d'une approche plurielle*. Thèse de doctorat. Arts et Métiers ParisTech, France.
19. Aoyama, M. (2005, August). Persona-and-scenario based requirements engineering for software embedded in digital consumer products. In *Requirements Engineering, 2005. Proceedings. 13th IEEE International Conference* (pp. 85-94). IEEE.
20. Astbrink, G., & Kadous, W. (2003, January). Using disability scenarios for user centred product design. *Proceedings of AATE*, Dublin, Ireland.
21. Aubret, J., & Blanchard, S. (2004). Le bilan de la personne au travail. In E. Brangier A. Lancry and C. Louche C. (Eds.), *Les dimensions humaines du travail. Théories et pratiques en psychologie du travail et des organisations* (pp. 103-131). Nancy : PUN.
22. Baccino, T., Bellino, C., & Colombi, T. (2004). *Mesure de l'utilisabilité des interfaces*. Paris : Hermès Sciences.
23. Baccino, T., & Colombi, T. (2001). L'analyse des mouvements des yeux sur le web. In A. VomHofe (Eds.), *Les Interactions Homme-Système : perspectives et recherches psycho-ergonomiques* (pp. 127-148). Paris : Hermès.
24. Bakker, A.B. (2008). The work-related flow inventory: Construction and initial validation of the WOLF. *Journal of vocational behavior*, 72(3), 400-414.
25. Barthe, B., & Quéinnec, Y. (1999). Terminologie et perspectives d'analyse du travail collectif en ergonomie. *L'Année psychologique*, 99(4), 663-686.
26. Bastien, J.M.C., & Scapin, D.L. (1993). *Critères ergonomiques pour l'évaluation d'interfaces utilisateurs*. Rapport technique de l'INRIA (vol. 156).
27. Béguin, P., & Cerf, M. (2004). Formes et enjeux de l'analyse de l'activité pour la conception des systèmes de travail. *Activités électroniques*, 1(1), 54-71.
28. Bellemare, M., Marier, M., & Allard, D. (2001). Le journal de bord: un outil pour l'intervention et la recherche en ergonomie. In *Comptes rendus du congrès SELF-ACE 2001: les transformations du travail, enjeux pour l'ergonomie* (pp. 58-62).
29. Bem, D.J. (1972). Self-perception theory. *Advances in experimental social psychology*, 6, 1-62.
30. Berger, G. (1958). L'attitude prospective. *Revue Prospective*, 1, 10-15.
31. Bergquist, K., & Abeysekera, J. (1996). Quality function deployment (QFD)—A means for developing usable products. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 18(4), 269-275.
32. Blanchet, A., Ghiglione, R., Massonnat, J., & Trognon, A. (1998). *Les techniques d'enquête en sciences sociales*. Paris : Dunod.
33. 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.
34. Blomberg, J., Burrell, M., & Guest, G. (2002). An ethnographic approach to design. In J.A. Jacko and A. Sears (Eds.), *The human-computer interaction handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications* (pp. 964-986). New-York: L. Erlbaum Associates.

- 35.** Blomberg, J., Giacomi, J., Mosher, A., & Swenton-Wall, P. (1993). Ethnographic field methods and their relation to design. In D. Schuler and A. Namioka (Eds.), *Participatory Design: Principles and Practices* (pp. 123-156). New York: Erlbaum.
- 36.** Bødker, S., Grønbaek, K., & Kyng, M. (1995, June). Cooperative design: techniques and experiences from the Scandinavian scene. In *Human-computer interaction* (pp. 215-224). Morgan Kaufmann Publishers Inc..
- 37.** Boehm, B.W. (1988). A spiral model of software development and enhancement. *Computer*, 21(5), 61-72.
- 38.** Bolger, N., Davis, A., & Rafaeli, E. (2003). Diary methods: Capturing life as it is lived. *Annual review of psychology*, 54(1), 579-616.
- 39.** Bonnardel, N. (2011). Cognition and emotion in creative design. In S. Masmoudi, D. Yun Dai and A. Naceur (Eds.), *Attention, Representation, and Human Performance: Integration of Cognition, Emotion, and Motivation* (pp. 187-200), New York: Psychology Press.
- 40.** Bonnardel, N. (2006). *Créativité et Conception. Approches Cognitives et Ergonomiques*. Marseille : SOLAL Editeur.
- 41.** Bonnardel, N. (2002). Créativité. In G. Tiberghien (Eds.), *Dictionnaire des sciences cognitives* (pp. 95-91). Paris : Armand Colin.
- 42.** Bonnardel, N. (2000). Towards understanding and supporting creativity in design: analogies in a constrained cognitive environment. *Knowledge-Based Systems*, 13(7), 505-513.
- 43.** Bonnardel, N., & Zenasni, F. (2010). The impact of technology on creativity in design: An enhancement? *Creativity & Innovation Management*, 19(2), 180-191.
- 44.** Bornet-Christophe, C. (2014). *Evaluation de la méthode des personas en intervention corrective, préventive et prospective*. Thèse de doctorat. Université de Lorraine, France.
- 45.** Bornet, C., & Brangier, E. (2013). La Méthode des Personas : Principes, Intérêts et Limites. *Bulletin de psychologie*, 524(2), 115-134.
- 46.** Borst, G., Dubois, A., & Lubart, T.I. (2006). Structures et mécanismes cérébraux sous tendant la créativité: une revue de la littérature. *Approche neuropsychologique des apprentissages de l'enfant (ANAE)*, 18(87), 96-113.
- 47.** Borter, S., Nyffeler, N., & Bergeron, L. (2010, October). Analyse d'une démarche transdisciplinaire favorisant l'innovation au sein des PME. *10ème Congrès International Francophone en Entrepreneuriat et PME (CIFEPME)*, Bordeaux.
- 48.** 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.
- 49.** Bowers, J., & Pycock, J. (1994, April). Talking through design: requirements and resistance in cooperative prototyping. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 299-305). ACM.
- 50.** Brangier, E. (2007). Besoin et interface. In J. Akoka and I. Comyn-Wattiau (Eds.), *Encyclopédie de l'informatique et des systèmes d'information* (pp 1070-1084). Paris : Vuibert.
- 51.** Brangier, E., & Barcenilla, J. (2003). *Concevoir un produit facile à utiliser*. Paris : Éditions d'Organisation.

52. Brangier, E., & Bastien, J.M.C. (2006). L'analyse de l'activité est-elle suffisante et/ou pertinente pour innover dans le domaine des nouvelles technologies ? In G. Valléry and R. Amalberti (Eds.), *L'analyse du travail en perspectives. Influences et évolutions* (pp. 143-156). Toulouse : Octarès.
53. Brangier, E., & Bornet, C. (2011). Persona: A Method to Produce Representations Focused on Consumers' Needs. In W. Karwowski, M. Soares and N. Stanton (Eds.), *Human Factors and Ergonomics in Consumer Product Design: methods and techniques* (pp. 37-61). Taylor and Francis.
54. Brangier, E., Bornet, C., Bastien, J.M.C., Michel, G. & Vivian, R. (2012). Effets des personas et contraintes fonctionnelles sur l'idéation dans la conception d'une bibliothèque numérique. *Le Travail Humain*, 75(2), 121-145.
55. Brangier, E., & Robert, J.M. (2010, September). Manifeste pour l'ergonomie prospective: Anticiper de futures activités humaines en vue de concevoir de nouveaux artefacts. In *Conference Internationale Francophone sur l'Interaction Homme-Machine* (pp. 57-64). ACM.
56. Brangier, E., & Robert, J.M. (2012). L'innovation par l'ergonomie: éléments d'ergonomie prospective. In D. Llerena and D. Rieu (Eds.), *Innovation, connaissances et société: vers une société de l'innovation* (pp 59-82). Paris : L'Harmattan.
57. Brangier, E., & Robert, J.M. (2014). L'ergonomie prospective: fondements et enjeux. *Le travail humain*, 77(1), 1-20.
58. Brinck, T., Gergle, D., & Wood, S.D. (2001). *Usability for the Web: designing Web sites that work*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
59. Briswalter, Y. (2012). *Rapport sur l'expérimentation des tablettes numériques dans l'académie de Grenoble*. Rapport de DGESCO/Académie de Grenoble/CRDP de Grenoble.
60. 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.
61. Bruseberg, A., & McDonagh-Philp, D. (2002). Focus groups to support the industrial/product designer: a review based on current literature and designers' feedback. *Applied ergonomics*, 33(1), 27-38.
62. Buchenau, M., & Fulton Suri, J. (2000, August). Experience prototyping. In *Proceedings of the 3rd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques* (pp. 424-433). ACM.
63. 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.
64. Buisine, S., Besacier, G., Aoussat, A., & Vernier, F. (2012). How do interactive tabletop systems influence collaboration? *Computers in Human Behavior*, 28(1), 49-59.
65. 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.
66. 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.
67. Burkhardt, J-M., & Spérandio, J.-C. (2004). Ergonomie et conception informatique. In P. Falzon (Eds.), *Ergonomie* (pp. 437-450). Paris : Presses Universitaires de France.
68. Burns, C., Dishman, E., Verplank, W., & Lassiter, B. (1994, April). Actors, hairdos & videotape—informance design. In *Conference companion on Human factors in computing systems* (pp. 119-120). ACM.

69. Bush, V. (1945). *Science the endless frontier*. Washington: National Science Foundation.
70. Cacioppo, J.T., Tassinary, L.G., & Berntson, G.G. (2007). *Handbook of psychophysiology*. New York: Cambridge University Press.
71. Caelen, J. (2004). *Le consommateur au cœur de l'innovation*. Paris : CNRS Edition.
72. Caelen, J., & Zreik, K. (1995). *Le communicationnel pour concevoir*. Paris : Europa Productions.
73. Cagan, J., & Vogel, C.M. (2002). *Creating breakthrough products: Innovation from product planning to program approval*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
74. Caplan, S. (1990). Using focus group methodology for ergonomic design. *Ergonomics*, 33(5), 527-533.
75. Capretz, L.F. (2003). Personality types in software engineering. *International Journal of Human-Computer Studies*, 58(2), 207-214.
76. Card, S.K., Moran, T.P., & Newell, A. (1983). *The psychology of Human-Computer Interaction*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
77. 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.
78. Carroll, J.M. (1995). *Scenario-Based Design: Envisioning Work and Technology in System Development*. New York: John Wiley & Sons.
79. Casakin, H., & Kreitler, 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.
80. Cauvin, P., & Cailloux, G. (1994). *Les types de personnalités. Les comprendre et les appliquer avec le MBTI (Indicateur typologique de Myers-Briggs)*. Paris : ESF éditeur.
81. Chandra, S., Theng, Y.L., Lwin, M.O., & Foo Shou-Boon S. (2010, July). Understanding Collaborations in Virtual World. In *Proceedings of PACIS 2010* (pp. 973-984). AIS Electronic Library.
82. Chatzoglou, P.D., & Macaulay, L.A. (1996). Requirements capture and analysis: A survey of current practice. *Requirements Engineering*, 1(2), 75-87.
83. Chin, J.G., Rosson, M.B., & Carroll, J.M. (1997, March). Participatory analysis: Shared development of requirements from scenarios. In *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems* (pp. 162-169). ACM.
84. Chung, T.S. (2013). Table-top role playing game and creativity. *Thinking Skills and Creativity*, 8, 56-71.
85. Churchill, E.F., & Snowdon, D. (1998). Collaborative virtual environments: an introductory review of issues and systems. *Virtual Reality*, 3(1), 3-15.
86. Clarke, C.P. (2012). Second Life in the library: an empirical study of new users' experiences. *Program*, 46(2), 242-257.
87. Collard, A.S. (2012). Penser l'utilisateur dans la conception: la question du persona. In A. Klein and S. Proulx (Eds.), *Connexions: Communication numérique et lien social*, (pp. 299-314). PU de Namur.

- 88.** Cohen, L. (1995). *Quality Function Deployment: How to Make QFD Work for You*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- 89.** Cooper, A. (1999). *The Inmates Are Running the Asylum*. New York: Macmillan.
- 90.** Cooper, A., Reimann, R., & Cronin, D. (2007). *About face 3: the essentials of interaction design*. Indianapolis: John Wiley & Sons.
- 91.** Copans, J. (2008). *L'enquête et ses méthodes: l'enquête ethnologique de terrain*. Paris : Armand Colin.
- 92.** Courage, C., & Baxter, K. (2005). *Understanding your users: a practical guide to user requirements: methods, tools, and techniques*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- 93.** Crawford, C.M. (1977). Marketing research and the new product failure rate. *The Journal of Marketing*, 41(2), 51-61.
- 94.** Csikszentmihalyi, M. (1997). *Finding Flow: The psychology of engagement with everyday life*. New York: Harper Collins.
- 95.** Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*. New York: Harper Perennial.
- 96.** Dahlbäck, N., Jönsson, A., & Ahrenberg, L. (1993, February). Wizard of Oz studies: why and how. In *Proceedings of the 1st international conference on Intelligent user interfaces* (pp. 193-200). ACM.
- 97.** Dameron, S. (2002). La dynamique relationnelle au sein d'équipes de conception. *Le travail humain*, 4(65), 339-361.
- 98.** Damodaran, L. (1996). User involvement in the systems design process: a practical guide for users. *Behaviour & Information Technology*, 15(6), 363-377.
- 99.** Daniellou, F. (2007). Des fonctions de la simulation des situations de travail en ergonomie. *@ctivités*, 4(2), 77-83.
- 100.** 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.
- 101.** 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.
- 102.** de Bono, E. (2013). *La boîte à outils de la créativité : Par l'inventeur de la pensée latérale*. Paris : Editions Eyrolles.
- 103.** des Mesnards, P.H. (2011). *Réussir l'analyse des besoins*. Paris : Editions Eyrolles.
- 104.** de Montmollin, M. (1995). *Vocabulaire de l'ergonomie*. Toulouse : Octarès Edition.
- 105.** Devalan, P. (2006). *L'innovation de rupture : clé de la compétitivité*. Paris : Hermès Science Publications.
- 106.** 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.
- 107.** Dornberger, U., & Suvelza, A. (2012). *Managing the Fuzzy Front-End of Innovation*. Leipzig: intelligence 4 innovation.

- 108.** Donthu, N., Hershberger, E.K., & Osmonbekov, T. (2005). Benchmarking marketing productivity using data envelopment analysis. *Journal of Business Research*, 58(11), 1474-1482.
- 109.** Duchamp, R. (1999). *Méthodes de conception de produits nouveaux*. Paris : Hermès Science Publications.
- 110.** Dugosh, K.L., & Paulus, P.B. (2005). Cognitive and social comparison processes in brainstorming. *Journal of experimental social psychology*, 41(3), 313-320.
- 111.** 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.
- 112.** Eduscol, (2012). *Tablette tactile et enseignement*. Dossier Documentaire. Repéré à : <http://eduscol.education.fr/numerique/dossier/apprendre/tablette-tactile>
- 113.** Ellis, C.A., Gibbs, S.J., & Rein, G. (1991). Groupware: some issues and experiences. *Communications of the ACM*, 34(1), 39-58.
- 114.** Elmqvist, N., Tudoreanu, M.E., & Tsigas, P. (2008, April). 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.
- 115.** Eodice, M.T., Leifer, L.J., & Fruchter, R. (2000). Analyzing Requirements—Evolution in Engineering Design Using the Method of Problem-Reduction. *Concurrent Engineering*, 8(2), 104-114.
- 116.** Ericsson, K.A., & Simon, H.A. (1984). *Protocol analysis: verbal reports as data*. Cambridge: MIT-press.
- 117.** Erskine, L.E., Carter-Tod, D., & Burton, J.K. (1997). Dialogical techniques for the design of web sites. *International Journal of Human-Computer Studies*, 47(1), 169-195.
- 118.** Eychenne, F. (2012). *Fab lab : l'avant-garde de la nouvelle révolution industrielle*. Limoges : FYP EDITIONS.
- 119.** Fastrez, P., Campion, B., & Collard, A.S. (2010). Le tri de cartes. *Document numérique*, 12(2), 23-45.
- 120.** Favier, M. (1998). *Le travail en groupe à l'âge des réseaux*. Paris : Economica.
- 121.** Festinger, L., Pepitone, A., & Newcomb, T., (1952). Some consequences of de-individuation in a group. *The Journal of Abnormal and Social Psychology* 47, 382-389.
- 122.** Finke, R.A., Ward, T.B., & Smith, S.M. (1992). *Creative cognition: Theory, research, and applications*. Cambridge: MIT Press.
- 123.** 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.
- 124.** Fischer, G. (2001). User modeling in human–computer interaction. *User modeling and user-adapted interaction*, 11(1-2), 65-86.
- 125.** Flanagan, J. C. (1954). The critical incident technique. *Psychological bulletin*, 51(4), 327-358.
- 126.** Flores, L. (2009). *Internet : Outil du Marketing Relationnel et Outil d'Aide à la Décision Marketing*. Habilitation à diriger les recherches. Université Panthéon-Assas-Paris II, France.
- 127.** Forsberg, K., & Mooz, H. (1991, October). The relationship of system engineering to the project cycle. In *INCOSE International Symposium* (pp. 57-65). Chattanooga, USA.

- 128.** Franceschi, K.G., Lee, R.M., & Hinds, D. (2008, January). 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.
- 129.** Franke, N., & Piller, F. (2004). Value creation by toolkits for user innovation and design: The case of the watch market. *Journal of product innovation management*, 21(6), 401-415.
- 130.** French, M.J. (1985). *Conceptual Design for Engineers*. Berlin: Springer-Verlag.
- 131.** Füller, J., Jawecki, G., & Mühlbacher, H. (2007). Développement de produits et services en coopération avec des communautés en ligne. *Décisions marketing*, 48, 47-58.
- 132.** Fuller, J., Muller, J., Hutter, K., Matzler, K., & Hautz, J. (2012, January). Virtual worlds as collaborative innovation and knowledge platform. In *45th Hawaii International Conference on System Science* (pp. 1003-1012). IEEE.
- 133.** Fulton Suri, J., & Marsh, M. (2000). Scenario building as an ergonomics method in consumer product design. *Applied ergonomics*, 31(2), 151-157.
- 134.** 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.
- 135.** Gambardella, A., Raasch, C., & Von Hippel, E. (2014). *The user innovation paradigm: impacts on markets and welfare*. Repéré à : [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2079763](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2079763)
- 136.** Gastineau, S., Le Fur, R., Baudouin, C., Veyret, M., Cogan, Y., Misiak, G., & Chevaillier, P. (2012, August). Jeu Vidéo, Plaisir et Pédagogie. In *Proceedings of LUDOVIA 2012*, France.
- 137.** Gaver, B., Dunne, T., & Pacenti, E. (1999). Design: cultural probes. *interactions*, 6(1), 21-29.
- 138.** 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.
- 139.** 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.
- 140.** Ghani, J. A., Supnick, R., & Rooney, P. (1991, December). 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.
- 141.** Giannelloni, J-L., & Vernet, E. (2012). *Etudes de marché*. Paris : Magnard-Vuibert.
- 142.** Goel, P.S., & Singh, N. (1998). Creativity and innovation in durable product development. *Computers & industrial engineering*, 35(1), 5-8.
- 143.** Goguen, J., & Linde, C. (1993, January). Techniques for Requirements Elicitation. *1st IEEE International Symposium on Requirements Engineering* (pp. 152-164). San Diego, USA.
- 144.** Goodwin, C., & Heritage, J. (1990). Conversation analysis. *Annual review of anthropology*, 19, 283-307.
- 145.** Greenbaum, T.L. (1998). *The handbook for focus group research*. California: Sage.
- 146.** Guegan, J., & Buisine, S. (2014, June). Effet Proteus et amorçage : Quand l'apparence des personnages virtuels influence les comportements et les attitudes des utilisateurs. In *WACAI Workshop Affect, Compagnon Artificiel, Interaction*, Rouen, France.

- 147.** Guegan, J., Maranzana, N., Barré, J., Mantelet, F., Segonds, F., & Buisine, S. (2015). Design and Evaluation of Inventive Avatars for Creativity and Innovation. In A. Chakrabarti, T. Taura and Y. Nagai (Eds.), *Proceedings of The Third International Conference on Design Creativity, Indian Institute of Science* (pp. 209-216). The Design Society.
- 148.** Guegan, J., & Michinov, E. (2011). Communication via Internet et dynamiques identitaires : une analyse psychosociale. *Psychologie française*, 56(4), 223-238.
- 149.** Guérin, F., Laville, A., Daniellou, F., Durrafourg, J., & Kerguelen, A. (2007). *Comprendre le travail pour le transformer : la pratique de l'ergonomie*. Lyon : ANACT.
- 150.** Guerlesquin, G. (2012). *Articulation Ergonomie-Design-Conception Mécanique: approche méthodologique de la convergence multidisciplinaire*. Thèse de doctorat. Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, France.
- 151.** Guilford, J.P. (1967). *The nature of human intelligence*. NY: McGraw Hill.
- 152.** Hackos, J., & Redish, J. (1998). *User and task analysis for interface design*. John Wiley & Sons.
- 153.** Haesen, M., Meskens, J., Luyten, K., & Coninx, K. (2010). Draw me a storyboard: incorporating principles & techniques of comics... In T. McEwan and L.M. McKinnon (Eds.), *Proceedings of the 24th BCS Interaction Specialist Group Conference* (pp. 133-142). British Computer Society.
- 154.** Hall, D., (2007). *Jump Start Your Brain V2.0: How Everyone at Every Age Can be Smarter and More Creative*. Cincinnati: Clerisy Press.
- 155.** Hammer, A.L. (1993). *Introduction to Type and Careers*. Palo Alto: Consulting Psychologists Press.
- 156.** Hammer, A.L., & MacDaid, G. (1992). *MBTI career report manual*. Palo Alto: Consulting Psychologists Press.
- 157.** Hasdoğan, G. (1996). The role of user models in product design for assessment of user needs. *Design Studies*, 17(1), 19-33.
- 158.** Hélie, S., & Sun, R. (2010). Incubation, insight, and creative problem solving: a unified theory and a connectionist model. *Psychological review*, 117(3), 994-1024.
- 159.** Hermel, L., & Achard, P. (2007). *Le benchmarking. 100 questions pour comprendre et agir*. La Plaine Saint-Denis : AFNOR édition.
- 160.** Herrmann, N. (1996). *The whole brain business book*. NY: McGraw Hill Professional.
- 161.** Hilliges, O., Terrenghi, L., Boring, S., Kim, D., Richter, H., & Butz, A. (2007, June). Designing for collaborative creative problem solving. In *Proceedings of the 6th ACM SIGCHI conference on Creativity & cognition* (pp. 137-146). ACM.
- 162.** Hinds, P., & Kiesler, S. (2002). *Distributed work*. Cambridge: The MIT Press.
- 163.** Hinterhuber, H.H., & Friedrich, S.A. (2002). The technology dimension of strategic leadership: The leadership challenge for production economists. *International Journal of Production Economics*, 77(3), 191-203.
- 164.** Hoc, J-M., & Leplat, J. (1983). Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations. *Cahier de Psychologie Cognitive*, 3(1), 49-63.

- 165.** Hoffman, D.L., & Novak, T.P. (1996). Marketing in hypermedia computer-mediated environments: conceptual foundations. *The Journal of Marketing*, 60(3), 50-68.
- 166.** Howard, S., Carroll, J., Murphy, J., Peck, J., & Vetere, F. (2002). Provoking innovation: acting-out in contextual scenarios. In *People and Computers XVI-Memorable Yet Invisible* (pp. 175-191). Springer London.
- 167.** Iacucci, G., Kuutti, K., & Ranta, M. (2000, August). On the move with a magic thing: role playing in concept design of mobile services and devices. In *Proceedings of the 3rd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques* (pp. 193-202). ACM.
- 168.** Issa, F., Monticolo, D., Gabriel, A., & Mihaita, S. (2014, July). An Intelligent System based on Natural Language Processing to support the brain purge in the creativity process. In *International Conference on Artificial Intelligence and Applications* (pp. 1-6). Las Vegas, USA.
- 169.** Jaoui, H. (1990). *La Créativité : Mode d'emploi*. Paris : ESF Editeur.
- 170.** Jaoui, H. (1995). *La Créativité*. Paris : Edition Morrisset.
- 171.** Jaruzelski, B., Staack, V., & Goehle, B. (2014). Proven paths to innovation success. *Strategy+business*, 77, 1-18.
- 172.** Jassawalla, A.R., & Sashittal, H.C. (1998). An examination of collaboration in high-technology new product development processes. *Journal of product innovation management*, 15(3), 237-254.
- 173.** Jeantet A., Tiger H., & Vinck D. (1996). La coordination par les objets dans les équipes intégrées de conception de produit. In G. Terssac and E. Friedberg (Eds.), *Coopération et conception* (pp. 87-100). Toulouse : Octarès.
- 174.** Jiao, J. R., & Chen, C. H. (2006). Customer requirement management in product development: a review of research issues. *Concurrent Engineering*, 14(3), 173-185.
- 175.** Jones, A., Kendira, A., Gidel, T., Moulin, C., Lenne, D., Barthès, J.P., & Guerra, A. (2012, May). Evaluating Collaboration in Table-centric Interactive Spaces. In *AVI workshop on Designing Collaborative Interactive Spaces* (pp. 1-10). ACM.
- 176.** Jordan, P.W. (1998). *An introduction to usability*. Taylor & Francis Ltd.
- 177.** Jung, C.G. (1993). *Types Psychologiques* (1ère édition, 1921). Genève : Georg Editeur.
- 178.** Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F., & Tsuji, S. (1984). Attractive quality and must-be quality. *Journal of the Japanese Society for Quality Control*, 14(2), 147-156.
- 179.** Karsenty, L. (2004). Enjeux, rôles et limites d'une approche ergonomique de la conception de produits. In J. Caelen (Eds.), *Le consommateur au cœur de l'innovation* (pp. 129-146). CNRS Edition.
- 180.** Kaulio, M.A. (1998). Customer, consumer and user involvement in product development: A framework and a review of selected methods. *Total Quality Management*, 9(1), 141-149.
- 181.** Keirse, D., & Bates, M. (1984). *Please Understand Me, Character & Temperament Types*. Del Mar, CA: Prometheus Nemesis Book Company.
- 182.** 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.

- 183.** Kindlein, W. & Ngassa, A. (2005). Conception de produits innovants : proposition d'une méthode pour favoriser la synergie entre le designer et l'ingénieur. *International Journal of Design and Innovation Research*. Repéré à : <http://www.ndsm.ufrgs.br/portal/downloadart/53.pdf>
- 184.** Klemmer, S.R., Newman, M.W., Farrell, R., Bilezikjian, M., & Landay, J.A. (2001, November). The designers' outpost: a tangible interface for collaborative web site. In *Proceedings of the 14th annual ACM symposium on User interface software and technology* (pp. 1-10). ACM.
- 185.** Kline, S.J., & Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. In R. Landau and N. Rosenberg (Eds.), *The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth* (pp 275-305). National Academies Press.
- 186.** 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.
- 187.** 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.
- 188.** Kozinets, R.V. (1997). "I want to believe": A netnography of the X-Philes' subculture of consumption. *Advances in consumer research*, 24, 470-475.
- 189.** Kozinets, R.V. (2002). The field behind the screen: using netnography for marketing research in online communities. *Journal of marketing research*, 39(1), 61-72.
- 190.** Kujala, S. (2003). User involvement: a review of the benefits and challenges. *Behaviour & information technology*, 22(1), 1-16.
- 191.** Kultima, A., Niemelä, J., Paavilainen, J., & Saarenpää, H. (2008, November). Designing game idea generation games. In *Proceedings of the 2008 conference on future play: Research, play, share* (pp. 137-144). ACM.
- 192.** Kvan, T. (2000). Collaborative design: what is it?. *Automation in construction*, 9(4), 409-415.
- 193.** 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.
- 194.** Leborgne, C. (2001). *Proposition d'une démarche anthropocentrée de conception de produits nouveaux basée sur l'usage et destiné à une meilleure intégration, par l'ergonome, des besoins et des attentes des usagers*. Thèse de doctorat. Arts et Métiers ParisTech, France.
- 195.** Lee, E.J. (2004). Effects of Visual Representation on Social Influence in Computer-Mediated Communication. *Human Communication Research*, 30(2), 234-259.
- 196.** Leitheiser, R.L., & Hoffman, G.M. (1994). User Participation in Successful Application Development: An Exploratory Field Study. *Journal of Information Technology Management*, 5(2), 19.
- 197.** Le Masson, P., Weil, B., & Hatchuel, A. (2006). *Les processus d'innovation: conception innovante et croissance des entreprises*. Paris : Lavoisier Hermès Sciences.
- 198.** Lendrevie, J., Lévy, J., & Lindon, D. (2009). *Mercator : Théories et nouvelles pratiques du marketing*. Paris : Dunod.
- 199.** Lenté, C., Berthelot, S., & Buisine, S. (2014). Storyboarding to improve collaboration between ergonomics, design and engineering. In N. Couture, J.M.C. Bastien, and T. Dorta (Eds.), *Proceedings of the 2014 Ergonomie et Informatique Avancée Conference-Design, Ergonomie et IHM: quelle articulation pour la co-conception de l'interaction* (pp. 80-87). ACM.

- 200.** Leonard, D., & Rayport, J. F. (1997). Spark innovation through empathic design. *Harvard business review*, 75, 102-115.
- 201.** Leplat, J. (2000). *L'analyse psychologique de l'activité en ergonomie. Aperçu sur son évolution, ses modèles et ses méthodes*. Toulouse : OCTARES édition.
- 202.** Lévi-Strauss, C. (1958). *Anthropologie structurale*. Paris : Librairie Plon.
- 203.** Linde, C. (1992). *Personal experience*. Palo Alto: Institute for research on learning.
- 204.** Lim, D. (2003). *Modélisation du processus de conception centrée utilisateur, basée sur l'intégration des méthodes et outils de l'ergonomie cognitive: application à la conception d'IHM pour la télévision interactive*. Thèse de doctorat. Arts et Métiers ParisTech, France.
- 205.** Long, F. (2009, May). Real or imaginary: The effectiveness of using personas in product design. In *Proceedings of the Irish Ergonomics Society Annual Conference* (pp. 1-10). Ireland.
- 206.** Loup-Escande, É., Burkhardt, J.-M., & Richir, S. (2013). Anticiper et évaluer l'utilité dans la conception ergonomique des technologies émergentes : une revue. *Le travail humain*, 76(1), 27-55.
- 207.** Lubart, T. (2005). How can computers be partners in the creative process. *International Journal of Human-Computer Studies*, 63, 365-369.
- 208.** Mack, R.L., & Nielsen, J. (1994). *Usability inspection methods*. New York: Wiley & Sons.
- 209.** Madsen, K.H., & Aiken, P.H. (1993). Experiences using cooperative interactive storyboard prototyping. *Communications of the ACM*, 36(6), 57-64.
- 210.** Maguire, M., & Bevan, N. (2002, August). User requirements analysis: a review of supporting methods. In *Proceedings of the IFIP 17th World Computer Congress* (pp. 133-148). Springer US.
- 211.** Maher, M.L., Rosenman, M., Merrick, K., Macindoe, O., & Marchant, D. (2006, March). Designworld: an augmented 3D virtual world for multidisciplinary, collaborative design. In *Proceedings of CAADRIA 2006* (pp. 133-142). Japan.
- 212.** Maiden, N. (2008). User requirements and system requirements. *Software, IEEE*, 25(2), 90-91.
- 213.** Maiden, N., Gizikis, A., & Robertson, S. (2004). Provoking Creativity: Imagine What Your Requirements Could be Like. *IEEE Software*, 21(5), 68-75.
- 214.** Maiden, N.A., & Hare, M. (1998). Problem domain categories in requirements engineering. *International Journal of Human-Computer Studies*, 49(3), 281-304.
- 215.** Madsen, K.H., & Aiken, P.H. (1993). Experiences using cooperative interactive storyboard prototyping. *Communications of the ACM*, 36(6), 57-64.
- 216.** Maline, J. (1994). *Simuler le travail: une aide à la conduite de projet*. Lyon : ANACT.
- 217.** 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.
- 218.** Marrelli, A.F. (2005). The performance technologist's toolbox: Literature reviews. *Performance Improvement*, 44(7), 40-44.

- 219.** Marquis-Faulkes, F., McKenna, S.J., Gregor, P., & Newell, A.F. (2003, June). Scenario-based drama as a tool for investigating user requirements with application to home monitoring for elderly people. *HCI International* (pp 512-516). Greece.
- 220.** Maslow, A.H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological review*, 50(4), 370-396.
- 221.** Mateas, M., Salvador, T., Scholtz, J., & Sorensen, D. (1996, April). Engineering ethnography in the home. In *Conference companion on Human factors in computing systems* (pp. 283-284). ACM.
- 222.** Mattelmäki, T., & Battarbee, K. (2002, June). Empathy probes. In *Participatory Design Conference* (pp. 266-271). Sweden.
- 223.** Mayhew, D.J. (1999). *The Usability Engineering Lifecycle: A Practitioner's Handbook for User Interface Design*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- 224.** Maznevski, M.L., & Chudoba, K.M. (2000). Bridging space over time: Global virtual team dynamics and effectiveness. *Organization science*, 11(5), 473-492.
- 225.** McCrae, R.R., & Costa, P.T. (2003). *Personality in adulthood: A five-factor theory perspective*. NY: Guilford Press.
- 226.** McConnell, S. (1996). *Rapid development: taming wild software schedules*. Washington: Microsoft Press.
- 227.** McDonough, E.F. (2000). Investigation of factors contributing to the success of cross-functional teams. *Journal of product innovation management*, 17(3), 221-235.
- 228.** Mehto, K., Kantola, V., Tiitta, S., & Kankainen, T. (2006). Interacting with user data—Theory and examples of drama and dramaturgy as methods of exploration and evaluation in user-centered design. *Interacting with computers*, 18(5), 977-995.
- 229.** Meneely, J., & Portillo, M. (2005). The adaptable mind in design: Relating personality, cognitive style, and creative performance. *Creativity Research Journal*, 17(2-3), 155-166.
- 230.** Michalko, M. (1991). *Thinkertoys: A Handbook of Business Creativity*. New York: Ten Speed Press.
- 231.** Mich, L., Anesi, C., & Berry, D.M. (2005). Applying a Pragmatics-based Creativity-fostering Technique to Requirements Elicitation. *Requirements Engineering*, 10(4), pp 262-275.
- 232.** Michinov, N. (2012). Is Electronic Brainstorming or Brainwriting the Best Way to Improve Creative Performance in Groups? An Overlooked Comparison of Two Idea-Generation Techniques. *Journal of Applied Social Psychology*, 42(S1), E222-E243.
- 233.** 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.
- 234.** Michinov, N., Brunot, S., Le Bohec, O., Juhel, J., & Delaval, M. (2011). Procrastination, participation, and performance in online learning environments. *Computers & Education*, 56(1), 243-252.
- 235.** 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.
- 236.** Midler, C. (2000). *Les partenariats interentreprises en conception: pourquoi ? comment ?*. Rapport pour l'ANRT.

- 237.** Midler, C., Beaume, R., & Maniak, R. (2012). *Réenchanter l'industrie par l'innovation: L'expérience des constructeurs automobiles*. Paris : Dunod.
- 238.** Mital, A. (1995). Is the background knowledge of ergonomists important if ergonomics is to succeed within a simultaneous engineering (SE) environment?. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 16(4), 441-450.
- 239.** Moget, C., Bonnardel, N., & Galy-Marie, E. (2014). Ergonomie prospective et âge : proposition de méthodes nouvelles pour la conception d'un système de maintien à domicile. *Le travail humain*, 77(3), 231-255.
- 240.** Moles, A. & Caude, R. (1970). *Créativité et méthodes d'innovation dans l'entreprise*. Tours : Fayard-Mame.
- 241.** Monticolo, D., & Mihaita, S. (2014). A Multi Agent System to Manage Ideas during Collaborative Creativity Workshops. *International Journal of Future Computer and Communication*, 3(1), 66-70.
- 242.** Mowery, D., & Rosenberg, N. (1979). The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies. *Research Policy*, 8(2), 103-153.
- 243.** Muller, M. (1993). PICTIVE: democratizing the dynamics of the design session. In D. Schuler and A. Namioka (Eds.), *Participatory Design, Principles and Practices* (pp. 211–238). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- 244.** Myers, I.B., McCaulley, M.H., & Most, R. (1985). *Manual: A guide to the development and use of the Myers-Briggs Type Indicator*. Palo Alto: Consulting Psychologists Press.
- 245.** Myers, I.B., & Kirby, L.K. (1998). *Introduction to Type: a Guide to Understanding your Results on the Myers-Briggs Type Indicator*. Palo Alto: Consulting Psychologists Press.
- 246.** Nagard-Assayag, E., & Manceau, D. (2011). *Le marketing de l'innovation*. Paris : Dunod.
- 247.** Nardi, B.A. (1992). The use of scenarios in design. *ACM SIGCHI Bulletin*, 24(4), 13-14.
- 248.** Nardi, B.A. (1997). The Use of Ethnographic Methods in Design and Evaluation. In M.G. Helander, T.K. Landauer and P.V. Prabhu (Eds.), *Handbook of human-computer interaction* (pp 361-366). Amsterdam: Elsevier.
- 249.** Nelson, J. (2011). *Contribution à l'analyse prospective des usages dans les projets d'innovation*. Thèse de doctorat. Arts et Métiers ParisTech, France.
- 250.** Nelson, J., Buisine, S., Aoussat, A., & Gazo, C. (2014). Generating prospective scenarios of use in innovation projects. *Le travail humain*, 77(1), 21-38.
- 251.** Newell, A.F., Carmichael, A., Morgan, M., & Dickinson, A. (2006). The use of theatre in requirements gathering and usability studies. *Interacting with computers*, 18(5), 996-1011.
- 252.** Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. San Diego, CA: Academic Press.
- 253.** 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.
- 254.** Nishimoto, K., Sumi, Y., & Mase, K. (1996). Toward an outsider agent for supporting a brainstorming session—an information retrieval method from a different viewpoint. *Knowledge-Based Systems*, 9(6), 377-384.

- 255.** Noiriél, G. (1990). Journal de terrain, journal de recherche et auto-analyse. Entretien avec Florence Weber. *Genèses*, 2(1), 138-147.
- 256.** Norimatsu, H., & Pigem, N. (2008). *Les techniques d'observations en sciences humaines*. Paris : Armand Colin.
- 257.** Norman, D.A. (1983). Some observation on mental models. In D. Gentner and L.A. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 7-14). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- 258.** Norman, D.A. (1988). *The psychology of everyday things*. Basic books.
- 259.** Norman, D.A. & Draper, S.W. (1986). *User Centered System Design: New Perspectives on Human-computer Interaction*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- 260.** O'Shaughnessy, W. (1992). *La faisabilité de projet. Une démarche vers l'efficience et l'efficacité*. Trois-Rivières : Les Editions SMG.
- 261.** OCDE. (2005). *Manuel d'Oslo: principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation*. OECD Publishing.
- 262.** Olsen, G. (2004). *Persona creation and usage toolkit*. Repéré à : [http://www.interactionbydesign.com/presentations/olsen\\_persona\\_toolkit.pdf](http://www.interactionbydesign.com/presentations/olsen_persona_toolkit.pdf)
- 263.** Olsson, E. (2004). What active users and designers contribute in the design process. *Interacting with computers*, 16(2), 377-401.
- 264.** Osborn, A. (1963). *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem-Solving*. New York: Scribner.
- 265.** Osborn, A. (1958). *Your Creative Power. How to Use Imagination to brighten life, to get ahead*. New York: Scribner.
- 266.** Oulasvirta, A., Kurvinen, E., & Kankainen, T. (2003). Understanding contexts by being there: case studies in bodystorming. *Personal and Ubiquitous Computing*, 7(2), 125-134.
- 267.** Pahl, G., & Beitz, W. (1996). *Engineering Design. A systematic Approach*. London: Springer-Verlag.
- 268.** Palen, L., & Salzman, M. (2002, November). Voice-mail diary studies for naturalistic data capture under mobile conditions. In *Proceedings of the 2002 ACM conference on Computer supported cooperative work* (pp. 87-95). ACM.
- 269.** Parasuraman, R., & Rizzo, M. (2007). *Neuroergonomics: the brain at work*. New York: Oxford University Press.
- 270.** Parker, J. (2012). Business, user, and system requirements. Repéré à <http://enfocussolutions.com/business-user-and-system-requirements/>
- 271.** Paulus, P. (2000). Groups, Teams, and Creativity: The Creative Potential of Idea-generating Groups. *Applied psychology*, 49(2), 237-262.
- 272.** Pedgley, O. (2007). Capturing and analysing own design activity. *Design Studies*, 28(5), 463-483.
- 273.** Péladeau, P., Romac, B., Rozen, A., & Sevin, C. (2013). *L'innovation dans les entreprises en France*. Rapport de Booz & Company.
- 274.** Peña, J., & Blackburn, K. (2013). The Priming Effects of Virtual Environments on Interpersonal Perceptions and Behaviors. *Journal of Communication*, 63(4), 703-720.

- 275.** Peppler, K.A., & Solomou, M. (2011). Building creativity: Collaborative learning and creativity in social media environments. *On the Horizon*, 19(1), 13-23.
- 276.** Petiot, J.F., & Yannou, B. (2004). Measuring consumer perceptions for a better comprehension, specification and assessment of product semantics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 33(6), 507-525.
- 277.** Potts, C. (1995, August). Using schematic scenarios to understand user needs. In *Proceedings of the 1st conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, & techniques* (pp. 247-256). ACM.
- 278.** Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw-Hill.
- 279.** Pruitt, J., & Adlin, T. (2006). *The Persona Lifecycle: Keeping People in Mind Throughout Product Design*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- 280.** Pruitt, J., & Adlin, T. (2010). *The Essential Persona Lifecycle: Your Guide to Building and Using Personas*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- 281.** Pruitt, J., & Grudin, J. (2003, June). Personas: Practice and Theory. In *Proceedings of the 2003 Conference of Designing for User Experiences* (pp. 1-15). San Francisco, USA.
- 282.** Rampillon, F. (2013). *Conception d'une solution numérique pour l'éducation*. Projet de fin d'étude. Arts et Métiers ParisTech, France.
- 283.** Rasmussen, J. (1986). *Information processing and human-machine interaction*. North-Holland: Elsevier Science Ltd.
- 284.** 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.
- 285.** REXfelt, O., & Rosenblad, E., (2006). The progress of user requirements through a software development project. *International journal of industrial ergonomics*, 36(1), 73-81.
- 286.** 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.
- 287.** Robert, J.M., & Brangier, E. (2009). What is prospective ergonomics? A reflection and a position on the future of ergonomics. In *Ergonomics and Health Aspects of Work with Computers* (pp. 162-169). Springer Berlin Heidelberg.
- 288.** Robertson, S. (2001). Requirements trawling: techniques for discovering requirements. *International Journal of Human-Computer Studies*, 55(4), 405-421.
- 289.** Robertson, S. & Robertson, J. (2006). *Mastering the requirements process: Getting Requirements Right*. NJ: Pearson.
- 290.** Rogers, Y. (2004). New theoretical approaches for HCI. *Annual review of information science and technology*, 38(1), 87-143.
- 291.** Rosenberg, N. (1974). Science, Invention and Economic Growth. *The Economic Journal*, 84(333), 90-108.

- 292.** Rosenman, M., Merrick, K., Maher, M.L., & Marchant, D. (2006, July). Designworld: A multidisciplinary collaborative design environment using agents in a virtual world. Design computing and cognition. *Proceedings of the Second International Conference on Design Computing and Cognition*, Eindhoven, Netherlands.
- 293.** Rosson, M.B., & Carroll, J.M. (2002). *Usability engineering: scenario-based development of human-computer interaction*. San Diego, CA: Academic Press.
- 294.** Rothmann, S., & Coetzer, E.P. (2003). The big five personality dimensions and job performance. *SA Journal of Industrial Psychology*, 29(1), 68-74.
- 295.** Roussel, B. (1996). *Ergonomie en conception de produits: proposition d'une méthode centrée sur la formulation de principes de solutions ergonomiques dans le processus de conception interdisciplinaire de conception de produits nouveaux*. Thèse de Doctorat. Arts et Métiers ParisTech, France.
- 296.** Royce, W.W. (1970, August). Managing the development of large software systems. In *proceedings of IEEE WESCON* (pp 1-9). TRW.
- 297.** Rugg, G., & McGeorge, P. (1997). The sorting techniques: a tutorial paper on card sorts, picture sorts and item sorts. *Expert Systems*, 14(2), 80-93.
- 298.** Sagot, J.C., Gomes, S., & Zwolinski, P. (1998). Vers une ergonomie de conception: gage de sécurité et d'innovation. *International Journal of Design and Innovation Research*, 1(2), 22-35.
- 299.** Sakhnini, V., Mich, L., & Berry, D.M. (2012). The Effectiveness of an Optimized EPMcreate as a Creativity Enhancement Technique for Web site Requirements Elicitation. *Requirements Engineering*, 17(3), 171-186.
- 300.** Sayarh, N. (2013). La netnographie: mise en application d'une méthode d'investigation des communautés virtuelles représentant un intérêt pour l'étude des sujets sensibles. *Recherches Qualitatives*, 32(2), 227-251.
- 301.** 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.
- 302.** Schleicher, D., Jones, P., & Kachur, O. (2010). Bodystorming as embodied designing. *interactions*, 17(6), 47-51.
- 303.** Schmookler, J. (1966). *Invention and economic growth*. Cambridge: Harvard University Press.
- 304.** Schumpeter, J.A. (1934). *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle*. Boston, MA: Harvard University Press.
- 305.** Shen, X.X., Tan, K.C., & Xie, M. (2000). An integrated approach to innovative product development using Kano's model and QFD. *European journal of innovation management*, 3(2), 91-99.
- 306.** Shneiderman, B. (2000). Creating creativity: user interfaces for supporting innovation. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 7(1), 114-138.
- 307.** Sireli, Y., Kauffmann, P., & Ozan, E. (2007). Integration of Kano's model into QFD for multiple product design. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 54(2), 380-390.
- 308.** Smith, K.T. (2011). Needs Analysis: Or, How Do You Capture, Represent, and Validate User Requirements in a Formal Manner/Notation before Design. In W. Karwowski, M.M. Soares and N.A. Stanton (Eds.), *Human Factors and Ergonomics in Consumer Product Design: Methods and Techniques* (pp. 415-427). CRC Press.

- 309.** Sommerville, I. (2006). *Software Engineering* (1ère édition, 1982). Addison Wesley.
- 310.** Sommerville, I., Rodden, T., Sawyer, P., Bentley, R., & Twidale, M. (1993, January). Integrating ethnography into the requirements engineering process. In *Proceedings of IEEE International Symposium on Requirements Engineering* (pp. 165-173). IEEE.
- 311.** 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.
- 312.** Spendolini, M.J. (1992). *The benchmarking book*. New York: American Management Association.
- 313.** Spérandio, J-C. (1991). Les méthodes d'analyse du travail en psychologie ergonomique. In J-P Rossi (Eds.), *La recherche en psychologie : domaines et méthodes* (pp. 197-237). Paris : Dunod.
- 314.** St-Pierre, R. (2010). Des jeux vidéo pour l'apprentissage ? Facteurs de motivation et de jouabilité issus du game design. *DistanceS*, 12(1), 4-26.
- 315.** Stellman, J.M. (2000). *Encyclopédie de sécurité et de santé au travail. Volume 2*. Genève : Organisation Internationale du Travail.
- 316.** Sternberg, R.J., & Lubart, T.I. (1992). Buy low and sell high: An investment approach to creativity. *Current Directions in Psychological Science*, 1(1), 1-5.
- 317.** Stevens, G.A., & Burley, J. (1997). 3000 raw ideas= 1 commercial success. *Research Technology Management*, 40(3), 16-27.
- 318.** Stevens, G., Burley, J., & Divine, R. (1999). Creativity business discipline= higher profits faster from new product development. *Journal of Product Innovation Management*, 16(5), 455-468.
- 319.** Stroebe, W., & Diehl, M. (1994). Why groups are less effective than their members: on productivity losses in idea-generating groups. *European review of social psychology*, 5(1), 271-303.
- 320.** Sundholm, H., Artman, H., & Ramberg, R. (2004, May). Backdoor Creativity: Technological support and Collaborative Creativity. In *Proceedings of Conference on the Design of Cooperative Systems*, Hyères, France.
- 321.** Tassinari, R. (2006). *Pratique de l'Analyse fonctionnelle*. Paris : Dunod.
- 322.** Temponi, C., Yen, J., & Amos Tiao, W. (1999). House of quality: A fuzzy logic-based requirements analysis. *European Journal of Operational Research*, 117(2), 340-354.
- 323.** Thalen, J., & van der Voort, M. (2014, June). 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.
- 324.** Tieger, P.D., Barron, B., & Tieger, K. (2007). *Do what you are: Discover the perfect career for you through the secrets of personality type*. New York: Little, Brown and Company.
- 325.** Tontini, G. (2003). Deployment of customer needs in the QFD using a modified Kano model. *Journal of Academy of Business and Economics*, 2(1), 103-116
- 326.** Torrance, E.P. (1966). *The Torrance Tests of Creative Thinking*. Princeton, NJ: Personnel Press.
- 327.** Ulijn, J.M., & Weggeman, M.C.D.P. (2001). Towards an innovation culture: what are it's national, corporate, marketing and engineering aspects, some experimental evidence. In CL. Cooper, S. Cartwright and PC. Earley (Eds.), *Handbook of organizational culture and climate* (pp. 487-517). London: Wiley.

- 328.** Ullman, D.G. (1992). *The mechanical design process*. New York: McGraw-Hill.
- 329.** Ulwick, A.W. (2002). Turn customer input into innovation. *Harvard business review*, 80(1), 91-98.
- 330.** 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.
- 331.** Van Gundy, A. (2005). *101 Activities for teaching creativity and problem solving*. San Francisco: Pfeiffer.
- 332.** Van Schaik, P. (1999). Involving users in the specification of functionality using scenarios and model-based evaluation. *Behaviour & Information Technology*, 18(6), 455-466.
- 333.** Verhagen, T., Feldberg, F., van den Hooff, B., Meents, S., & Merikivi, J. (2012). Understanding users' motivations to engage in virtual worlds: A multipurpose model and empirical testing. *Computers in Human Behavior*, 28(2), 484-495.
- 334.** Vernet E., (1997), Evaluation de la validité prédictive de la méthode Delphi-Leader. In *Actes du Congrès International de l'AFM, Volume 13* (pp. 988-1010). AFM.
- 335.** Vial, S. (2014). Pour introduire le « plaisir ». Pourquoi les appareils numériques sont « ludogènes » ? *Interfaces numériques*, 3(1), 149-161.
- 336.** Vinck, D. (2000). *Pratiques de l'interdisciplinarité: mutations des sciences, de l'industrie et de l'enseignement*. Grenoble : PUG.
- 337.** Vissers, G., & Dankbaar, B. (2002). Creativity in multidisciplinary new product development teams. *Creativity and Innovation Management*, 11(1), 31-42.
- 338.** Vivier, J. (2008). La traduction des émotions. Approche psycholinguistique. In D. Mellier P. Le Maléfan and J. Vivier (Eds.), *Le langage émotionnel, le comprendre et le parler* (pp 99-118). Publications de l'Université de Rouen et du Havre.
- 339.** Von Hippel, E. (1986). Lead users: a source of novel product concepts. *Management Science* 32(7), 791-805.
- 340.** Von Hippel, E. (2001). User toolkits for innovation. *Journal of product innovation management*, 18(4), 247-257.
- 341.** Von Hippel, E., & Katz, R. (2002). Shifting innovation to users via toolkits. *Management science*, 48(7), 821-833.
- 342.** Von Hippel, E. (2005). *Democratizing innovation*. Cambridge: MIT press.
- 343.** Von Hippel, E., Ogawa, S., & de Jong, J. (2011). The age of the consumer-innovator. *MIT Sloan Management Review*, 53.1, 1-16.
- 344.** Wasson, C. (2000). Ethnography in the field of design. *Human organization*, 59(4), 377-388.
- 345.** 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.
- 346.** Witmer, B.G., & Singer, M.J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 7(3), 225-240.

**347.** Wood, L.E. (1997). *User interface design: Bridging the gap from user requirements to design*. Florida: CRC Press.

**348.** Woolley, A.W., Chabris, C.F., Pentland, A., Hashmi, N., & Malone, T.W. (2010). Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups. *Science*, 330(6004), 686-688.

**349.** Yee, N., & Bailenson, J.N. (2007). The proteus effect: The effect of transformed self representation on behavior. *Human Communication Research*, 33(3), 271-290.

**350.** Zavod, M.J., Rickert, D.E., & Brown, S.H. (2002, September). The automated card-sort as an interface design tool: a comparison of products. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (pp. 646-650). SAGE Publications.

## ANNEXES



## ANNEXE 1 : Questionnaire de satisfaction (expérimentation 1).

Nom/prénom \_\_\_\_\_

Age \_\_\_\_\_

Formation/métier \_\_\_\_\_

Connaissez-vous cette méthode ? OUI NON

Avez-vous apprécié cette méthode ? Argumentez en quelques lignes :

-----  
-----  
-----  
-----

Pensez-vous être arrivé à de bons résultats avec cette méthode ? Pourquoi ?

-----  
-----  
-----  
-----

Auriez-vous obtenu d'aussi bons voire de meilleurs résultats avec d'autres méthodes (brainstorming, scénarios...) ? Si oui lesquelles et pourquoi ?

-----  
-----  
-----  
-----  
-----

Pouvez-vous évaluer cette méthode (entourez la réponse de votre choix) :

(-) **1.** **2.** **3.** **4.** **5.** (+)

## ANNEXE 2 : Questionnaire MBTI (expérimentation 1 – étude 1).

Nom/Prénom : \_\_\_\_\_

Age : \_\_\_\_

Formation \_\_\_\_\_

### 1. Etes-vous plutôt « I » ou plutôt « E » ? Cochez la case vous correspondant :

Les « I » en général :

- Font preuve d'une calme énergie
- Écotent plus qu'ils ne parlent
- Réfléchissent posément
- Pensent, puis agissent
- Se sentent bien quand ils sont seuls
- Sont considérés comme plutôt secrets et réservés
- Possèdent une bonne capacité de concentration
- Préfèrent se concentrer sur une seule chose à la fois
- Sont indépendants, peu communicatifs

Les « E » en général :

- Sont très dynamiques
- Parlent plus qu'ils n'écoutent
- Pensent tout haut
- Agissent, puis pensent
- Aiment être en société
- Sont faciles à comprendre
- Peuvent facilement être distraits
- Préfèrent faire plusieurs choses à la fois
- Sont expansifs et enthousiastes

### 2. Etes-vous plutôt « S » ou plutôt « N » ? Cochez la case vous correspondant :

Les « S » en général :

- Se concentrent sur les faits et les détails précis
- Apprécient les solutions pratiques
- Notent les détails et ont la mémoire des faits
- Vivent dans l'instant présent
- Font confiance à l'expérience
- Préfèrent se fier aux compétences reconnues
- Préfèrent les instructions étapes par étapes
- Travaillent à un rythme régulier
- Sont réalistes

Les « N » en général :

- S'intéressent aux idées et aux grandes synthèses
- Remarquent tout ce qui est nouveau et différent
- Pensent aux implications futures
- Suivent leur instinct
- Cherchent à comprendre
- Aiment apprendre de nouvelles compétences
- Sont imaginatifs : voient ce qui pourrait se faire
- Débordent d'énergie
- Sont attirés par les idées originales

3. Etes-vous plutôt « T » ou plutôt « F » ? Cochez la case vous correspondant :

Les « T » en général :

- S'efforcent d'être objectifs dans leurs décisions*
- Apparaissent calmes et réservés*
- Apprécient la loyauté et la justice*
- S'impliquent dans peu de choses*
- Remarquent vite les failles et les défauts*
- Adorent argumenter pour le plaisir*
- Sont motivés par la réalisation de ce qu'ils entreprennent*
- Sont sensibles à la logique*
- Sont honnêtes et directs*

Les « F » en général :

- Fondent leurs décisions sur leurs valeurs et leurs sentiments*
- Sont chaleureux et amicaux*
- Apprécient l'harmonie et la compassion*
- Prennent les choses à cœur*
- Sont prompts à faire des compliments*
- Évitent la discussion et le conflit*
- Sont motivés par des félicitations*
- Font confiance à leurs impressions*
- Sont diplomates et font preuve de tact*

4. Etes-vous plutôt « J » ou plutôt « P » ?

Cochez la case vous correspondant :

Les « J » en général :

- Aiment prendre des décisions*
- Sont sérieux et conventionnels*
- Suivent leur calendrier et sont parfaitement ponctuels*
- Vont au bout de leurs projets*
- Travaillent d'abord, s'amuse après*
- Veulent des décisions*
- Ne discutent pas les règles*
- Aiment faire des plans et les suivre*
- Sont à l'aise au sein de plans bien définis*

Les « P » en général :

- Remettent les décisions à plus tard chaque fois qu'ils le peuvent*
- Sont ludiques et non-conventionnels*
- N'ont ni heure ni délais*
- Préfèrent démarrer des projets que les mener au bout*
- S'amuse d'abord et travaillent ensuite*
- Rechignent à s'engager*
- Discutent les règles*
- Aiment conserver leur liberté d'action*
- Détestent les programmes rigides*

## ANNEXE 3 : Les Personas de l'expérimentation 1.

### Julie

18 ans  
Etudiante

Julie vient de passer son baccalauréat Littéraire et continue ses études à l'université Paris-Sorbonne en section « Lettre ». Peu habituée aux nouvelles technologies elle possède cependant une tablette tactile depuis l'an dernier pour ses études. Elle pense dorénavant que cet outil est vraiment utile et qu'elle aurait du mal à s'en passer.

#### PRESENTATION DE JULIE

Julie a 18 ans, elle habite en région Parisienne dans une résidence universitaire depuis le début de l'année. Ses parents n'ont jamais été très férus de technologie, préférant les activités de plein air (sport, ballade...) ou artistiques (peinture, littérature...). Julie n'a donc jamais vraiment baigné dans un univers technophile jusqu'à la rencontre avec son petit ami, Thomas, au lycée. C'est lui qui a commencé à lui parler des tablettes tactiles, elle se disait « curieuse mais réservée vis-à-vis de ce genre d'outils ». C'est lors de son précédent anniversaire que Thomas lui a offert une tablette tactile. « Cela correspondait au début de mes révisions pour l'épreuve de Français, j'avais pris comme sujet d'étude Molière ». Durant cette période Julie emmenait sa tablette partout avec elle « cela me permettait de libérer de la place dans mon sac à main chargé par les livres...l'application Kiosque m'a vraiment rendu service car j'ai pu récupérer de grands classiques comme Don Juan, Tartuffe ou encore Les Précieuses Ridicules ».

#### LES TABLETTES A LA FAC

A la fac son intérêt pour les tablettes n'a cessé de croître « j'ai beaucoup de présentations orales à préparer et cela m'évite de transporter mon ordinateur portable qui est 5 fois plus encombrant et qui a toujours besoin d'être rechargé ». Avec les outils de traitement de texte et les logiciels de présentation incorporés, c'est une sorte de « clé USB interactive ! ». Cependant elle ne cache pas qu'elle utilise toujours des feuilles et des stylos pour prendre ses cours « j'ai encore du mal à taper sur un clavier virtuel ». Dans son université ses professeurs mettent progressivement en place des systèmes de cours en lignes (pdf voire mp3), Julie peut donc les consulter n'importe où grâce à la couverture 3G, « de plus, lorsque l'on rencontre des problèmes on peut même chatter avec les enseignants ! ». Entre Internet et la mise en place de ces services, l'accès à l'information devient continue (24/24h et 7/7) : « lorsque je rends visite à mes parents à la campagne, je peux continuer à travailler à distance tout en restant joignable ».

#### STORY-BOARD : Quelques moments dans le vie de Julie

Comme de nombreux étudiants, Julie travaille beaucoup chez elle, aussi elle essaye d'adapter son domicile pour que son travail soit efficace.



Pour se détendre Julie passe beaucoup de temps à l'extérieur, marche quotidienne pour aller à la fac et jogging hebdomadaire !



### Myriam

31 ans  
Professeur de Biologie

Myriam est professeur de Biologie au collège Augustin Thierry de Blois. Son établissement prévoit de s'équiper en tablettes tactiles d'ici la fin du mois. Motivée par cette nouvelle expérience, elle modifie ses cours pour utiliser le mieux possible ces tablettes.

#### PRESENTATION DE MYRIAM

Myriam est une jeune professeur célibataire et sans enfant de 31 ans. Cela fait maintenant 5 ans qu'elle enseigne la biologie au Collège-Lycée de Blois, « je connais très bien cette ville, j'y suis née et j'ai grandi dans la région, mon père travaillait chez Poulain, vous savez, le chocolat ! ». Passionnée par son travail elle retrouve ses collègues enseignants au moins une fois par semaine à l'extérieur de l'établissement, « à tour de rôle on s'invite mutuellement autour d'un repas, on peut discuter travail plus librement, mais pas seulement, il n'y a pas que le travail dans la vie ! ». Myriam est depuis l'enfance intriguée par le monde végétal et animal, « j'ai eu mon premier microscope à 7 ans ». Elle possède chez elle des centaines d'ouvrages sur la question, « lorsque j'ai su que toute cette connaissance pouvait tenir dans une tablette tactile, je m'y suis tout de suite intéressée ».

#### SES PROJETS AVEC LES TABLETTES

Des idées pour ses élèves, Myriam en a des centaines, « il existe des applications intéressantes pour les élèves comme les logiciels interactifs : Système Solaire, Corps Humain ou Atomes...ils compléteront bien les manuels ». L'aspect ludique est important pour elle : « dans l'ère du tout numérique, les enfants sont plus réceptifs à ce type d'outils, l'apprentissage ne pourra qu'en être meilleur ! ». Selon elle, il n'est pas toujours simple de maintenir l'attention des élèves : permuter de temps en temps les méthodes traditionnelles avec cet outil de travail pourrait maintenir la motivation des élèves.

#### STORY-BOARD : Les plus et les moins des tablettes

Le travail collectif est aussi au cœur de sa réflexion, « Je veux qu'ils puissent travailler ensemble, il est hors de question que les tablettes les désocialisent ». Des travaux pratiques notamment avec AirMicroPad (microscope à brancher sur la tablette) sont prévus durant l'année.



Cependant comme ses collègues Myriam a quelques craintes : « vais-je avoir le contrôle total de ce qui est fait sur les tablettes ? ». Les dérives comme les recherches Internet non demandées, les bavardages entre élèves à travers le chat, les jeux durant les cours...autant d'appréhensions mentionnées dans les salles des profs.



# Tim

14 ans  
En classe de 3e

Tim est un garçon de 14 ans qui habite Paris. Comme son père il adore les nouvelles technologies. Il possède chez lui de nombreux appareils électroniques : ordinateurs, consoles de jeux vidéo, home-cinéma... Il utilise d'ores et déjà un Ipad chez lui et attend avec impatience l'introduction de la tablette d'UNOWHY dans son établissement scolaire.

## PRESENTATION DE TIM

Tim est un adolescent de son temps, comme ses copains il adore les nouvelles technologies (téléphone portable, jeux vidéo...). Il vit avec ses parents, Sylvie et Paul, dans le 15e arrondissement de Paris. Il est actuellement scolarisé en classe de 3e et souhaite continuer dans les filières scientifiques comme son père, ingénieur informaticien de formation. Tim utilise l'outil informatique depuis l'âge de 5 ans mais préfère dorénavant se servir de son Ipad lorsqu'il est chez lui. Cet outil lui permet de dialoguer avec ses amis (via Skype), de jouer à de nombreux jeux (Infinity Blade, Angry Birds...) et de consulter des fichiers audio et vidéo : « c'est un outil tout en un, une sorte de Couteau Suisse informatique » nous rapporte-t-il. Ayant l'esprit vif et curieux il est toujours à l'affût des nouveaux gadgets sur le marché, mais Tim n'aime pas n'importe quoi, il recherche avant tout plaisir et satisfaction dans ce qu'il utilise !

## LES TABLETTES A L'ECOLE

Dans son établissement scolaire Tim utilise l'informatique dans deux situations : en cours de langue et en technologie.

- Le laboratoire de langue est équipé d'ordinateurs et de casques depuis 2010. Il permet le travail sur des fichiers audio et vidéo (textes à trous, questionnaires...). Tim peut gérer son rythme de travail lors des entraînements, pour lui c'est une grosse évolution par rapport au cours sur cassettes qu'il a connu lors de son arrivée en classe de 6e. Selon lui « l'apprentissage sera encore plus simple » avec l'arrivée des tablettes (plus de logiciels, travail à la maison...).
- Les cours de technologie de l'année consistent en la construction d'un prototype de borne internet. Pour cela différents logiciels sont utilisés (guide des automatismes, DAO/CAO...). Tim apprécie beaucoup les cours de technologie car il apprend beaucoup sur ce qu'il voudrait faire plus tard et surtout parce qu'il crée lui-même les produits ! Cependant il pense que certains logiciels ne pourraient pas forcément être adaptés pour les tablettes (vitesse de traitement limitée, manque de périphérique...).

## STORY-BOARD : une journée avec Tim



Tous les matins Tim prend le bus de 7h39 à l'arrêt « St-Martin » qui se situe en bas de chez lui.



Tim apprécie beaucoup les cours scientifiques, particulièrement la technologie, car il utilise l'outil informatique



Les soirs Tim se détend en regardant la télé ou en jouant aux jeux vidéo.



# Marc

49 ans  
Professeur de Technologie

Marc est professeur de Technologie au Lycée Central de Versailles, il gère également l'option SI (Science de l'Ingénieur) de la filière Scientifique. De nature cartésienne et prudente il se dit intéressé par les tablettes mais ne pense pas qu'elles révolutionneront l'enseignement.

## PRESENTATION DE MARC

Marc est un homme de 49 ans, marié à Valérie depuis bientôt 20 ans, ils ont trois enfants : Pierre (24 ans), Marie (19 ans) et Julien (14 ans). Ils habitent tous les 5 dans le 78 « assez loin de Paris pour se croire à la campagne » s'amuse Marc. Sa femme est également enseignante, mais au collège « Valérie est plutôt littéraire, elle enseigne l'anglais ». Leur fille Marie suit la même voie que Valérie. L'aîné, Pierre, est dans une école d'ingénieur « en dernière année ». Quant au petit dernier, Julien, il est toujours au lycée « il adore l'informatique, il ne se déplace jamais sans un gadget informatique, ce qui agace beaucoup sa mère ».

## L'OPINION DE MARC A PROPOS DES TABLETTES

A la question pour ou contre l'introduction des tablettes dans l'enseignement, Marc nous répond : « Contre ? Non ! Je trouve que cet outil peut être intéressant dans certaines situations, mais je ne pense pas que cela révolutionnera l'enseignement ». Chaque année Marc réalise environ 20 000 impressions A4, « les pdf pourront être directement envoyés par mail, ce sera une sacrée économie de temps et d'argent ! ». Pour le reste Marc est sceptique, sourire au coin il s'amuse à rêver que les élèves travailleront plus, « cela fait plus 20 ans que j'enseigne, un devoir restera un devoir même sur tablette... ». Mais sait-on jamais, il peut y avoir un gain de temps important grâce au tout en un de la tablette et à sa simplicité d'utilisation, « les élèves pourront passer des tableaux Excel aux logiciels de simulations ou de graphismes par exemple en un rien de temps, peut être que ce gain de temps pourrait être mis à profit pour consolider leurs connaissances ».

## STORY-BOARD : Une journée avec Marc



Tous les matins Marc prend sa voiture pour se rendre au lycée, « pas plus de 15 minutes de trajet ».



Les premières heures sont occupées par les photocopies à faire pour les élèves.



Le soir Marc corrige les copies des élèves, « si on informatise une partie des exercices je pourrais alors corriger en ligne sur mon ordinateur ! ».

## ANNEXE 4 : Questions de l'analyse des besoins (expérimentation 1 - étude 2).

### Condition POEPMcreate :

Session 0 : Faites le vide dans votre esprit...maintenant imaginez :

Session 1 : Quels sont les besoins d'une étudiante ?

Session 2 : Quels sont les besoins du collégien ?

Session 3 : Quels sont les besoins du professeur de collège ?

Session 4 : Quels sont les besoins du professeur de lycée ?

-----

Session 5 : Quels sont les besoins communs entre l'étudiante et du collégien ?

Session 6 : Quels sont les besoins communs entre l'étudiante et du professeur de collège ?

Session 7 : Quels sont les besoins communs entre l'étudiante et du professeur de lycée ?

Session 8 : Quels sont les besoins communs entre le collégien et le professeur de lycée ?

Session 9 : Quels sont les besoins communs entre le collégien et le professeur de collège ?

Session 10 : Quels sont les besoins communs entre le professeur de collège et le professeur de lycée ?

-----

Session 11 : Quels sont les besoins de l'étudiante mais qui ne concernent pas le collégien ?

Session 12 : Quels sont les besoins de l'étudiante mais qui ne concernent pas le professeur de lycée ?

Session 13 : Quels sont les besoins de l'étudiante mais qui ne concernent pas le professeur de collège ?

Session 14 : Quels sont les besoins du collégien mais qui ne concernent pas le professeur de collège ?

Session 15 : Quels sont les besoins du collégien mais qui ne concernent pas le professeur de lycée ?

Session 16 : Quels sont les besoins du collégien mais qui ne concernent pas l'étudiante ?

Session 17 : Quels sont les besoins du professeur de lycée mais qui ne concernent pas le professeur de collège ?

Session 18 : Quels sont les besoins du professeur de lycée mais qui ne concernent pas le collégien ?

Session 19 : Quels sont les besoins du professeur de lycée mais qui ne concernent pas l'étudiante ?

Session 20 : Quels sont les besoins du professeur de collège mais qui ne concernent pas le collégien ?

Session 21 : Quels sont les besoins du professeur de collège mais qui ne concernent pas le professeur de lycée ?

Session 22 : Quels sont les besoins du professeur de collège mais qui ne concernent pas l'étudiante ?

-----

Session 23 : Quels sont les besoins qui ne concernent ni l'étudiante, ni le collégien ?

Session 24 : Quels sont les besoins qui ne concernent ni l'étudiante, ni le professeur de collège ?

Session 25 : Quels sont les besoins qui ne concernent ni l'étudiante, ni le professeur de lycée ?

Session 26 : Quels sont les besoins qui ne concernent ni le collégien, ni le professeur de collège ?

Session 27 : Quels sont les besoins qui ne concernent ni le collégien, ni le professeur de lycée ?

Session 28 : Quels sont les besoins qui ne concernent ni le professeur de lycée, ni le professeur de collège ?

-----

Session 29 : Quels sont les besoins communs pour tous les 4 ?

Session 30 : Quels sont les besoins qui ne concernent aucun des 4 ?

### Condition PLT :

Session 0 : Faites le vide dans votre esprit...maintenant imaginez :

Session 1 : Quels sont les besoins de Julie ?

Session 2 : Quels sont les besoins de Tim ?

Session 3 : Quels sont les besoins de Myriam ?

Session 4 : Quels sont les besoins de Marc ?

-----

Session 5 : Quels sont les besoins communs entre Julie et Tim ?

Session 6 : Quels sont les besoins communs entre Julie et Myriam ?

Session 7 : Quels sont les besoins communs entre Julie et Marc ?

Session 8 : Quels sont les besoins communs entre Tim et Marc ?

Session 9 : Quels sont les besoins communs entre Tim et Myriam ?

Session 10 : Quels sont les besoins communs entre Myriam et Marc ?

-----

Session 11 : Quels sont les besoins de Julie mais qui ne concernent pas Tim ?

Session 12 : Quels sont les besoins de Julie mais qui ne concernent pas Marc ?

Session 13 : Quels sont les besoins de Julie mais qui ne concernent pas Myriam ?

Session 14 : Quels sont les besoins de Tim mais qui ne concernent pas Myriam ?

Session 15 : Quels sont les besoins de Tim mais qui ne concernent pas Marc ?

Session 16 : Quels sont les besoins de Tim mais qui ne concernent pas Julie ?

Session 17 : Quels sont les besoins de Marc mais qui ne concernent pas Myriam ?

Session 18 : Quels sont les besoins de Marc mais qui ne concernent pas Tim ?

Session 19 : Quels sont les besoins de Marc mais qui ne concernent pas Julie ?

Session 20 : Quels sont les besoins de Myriam mais qui ne concernent pas Tim ?

Session 21 : Quels sont les besoins de Myriam mais qui ne concernent pas Marc ?

Session 22 : Quels sont les besoins de Myriam mais qui ne concernent pas Julie ?

-----

Session 23 : Quels sont les besoins qui ne concernent ni Julie, ni Tim ?

Session 24 : Quels sont les besoins qui ne concernent ni Julie, ni Myriam ?

Session 25 : Quels sont les besoins qui ne concernent ni Julie, ni Marc ?

Session 26 : Quels sont les besoins qui ne concernent ni Tim, ni Myriam ?

Session 27 : Quels sont les besoins qui ne concernent ni Tim, ni Marc ?

Session 28 : Quels sont les besoins qui ne concernent ni Myriam, ni Marc ?

-----

Session 29 : Quels sont les besoins communs à Julie, Tim, Myriam et Marc ?

Session 30 : Quels sont les besoins qui ne concernent aucun des 4 ?

## ANNEXE 5 : Les Personas de l'expérimentation 2.



**Emilie** 21 ans  
Etudiante

122 Bd Vincent Auriol  
75013  
Paris

Etudiante sur Paris, Emilie est toujours surbookée. Elle est pour le développement durable, mais n'a pas de temps à y consacrer. Entre les cours et les sorties son agenda est toujours rempli. Son quartier ayant été tiré au sort pour effectuer le test de la plate-forme éco-citoyenne, elle accepte contrainte et forcée son « statut de cobaye » dit-elle..

### PRESENTATION D'EMILIE

Emilie à 21 ans, en section Marketing depuis 2 ans elle adore ses études, « mes parents travaillent dans la publicité, j'ai grandi avec des spots TV et des magazines de mode ». Depuis l'âge de 5 ans elle souhaite devenir « businesswoman » pour parcourir le monde. Ce qu'elle aimerait c'est faire carrière dans de grandes maisons de luxe (couture, parfum...). Emilie a un petit copain qui est dans la même classe qu'elle, « il n'est pas très mode, il préfère les nouvelles technologies ». Dans la famille d'Emilie ils ne parlent pas trop d'écologie « on produit à mon avis beaucoup de carbone... » se désole-elle.

### EMILIE ET L'ENVIRONNEMENT

Si elle ne s'intéresse pas à l'environnement, c'est surtout par manque de temps « je ne suis pas foncièrement contre mais je n'ai pas le temps ». Ni les réflexes, elle nous avoue ne pas penser à éteindre les appareils électroniques, ni les lumières des pièces inoccupées, « mes parents sont pires que moi, donc mon éducation éco je dois la faire seule ». Elle adopte progressivement certains gestes qui ne lui font pas perdre de temps, c'est le cas de l'impression recto/verso « au travail je me suis rendue compte de la possibilité d'imprimer en recto/verso, personne ne le fait, moi si ! ».

### SON AVIS SUR LE PROJET

Sa participation au test de quartier n'est pas volontaire à 100%, pourtant elle se dit prête à relever le défi même si elle connaît déjà l'issue : « je ne vais pas être une participante assidue...je risque d'oublier les choses à faire ».

### Ses gestes "éco-citoyen"



- Utilisatrice des transports en commun
- Imprime recto/verso
- Trie le plastique, le verre, le papier et le métal
- X N'éteint pas les appareils électroniques
- X N'utilise pas d'ampoules basse consommation
- X Ne réutilise pas ses sacs plastiques
- Souhaite trier ses ampoules et ses piles usagées

### STORY-BOARD :



Emilie prend le métro pour se rendre à la fac : « c'est vrai que je prends les transports en commun, mais honnêtement dans Paris c'est plus pratique... ».



Elle possède chez elle de nombreux appareils électroniques (ordinateurs, télévisions...), mais elle ne les éteint quasiment jamais « je m'endors devant ».



**Hugo** 33 ans  
Mécanicien

22 Rue des Combes  
63 100  
Clermont-Ferrand

Hugo a 33 ans, il n'est pas très porté sur l'écologie mais participe malgré lui à l'effort de développement durable à travers ses désirs d'économies ! Lorsqu'on lui a parlé pour la première fois du projet GOOD il n'a pas été intéressé « pas assez concret » selon lui. Cependant lorsque la seconde fois nous lui avons présenté l'idée de l'objet communicant, il s'est dit tenté par l'expérience.

#### PRESENTATION DE HUGO

Hugo est mécanicien depuis près de 15 ans, marié à Jessica qui est esthéticienne « ma femme adore les produits cosmétiques naturels ». Ils ont un fils de 5 ans, Paul, « il est comme son papa il aime les voitures » s'amuse Hugo. C'est un garçon plutôt solitaire « je suis fils unique, il a bien fallu que je m'occupe comme je pouvais ». Ses parents habitent tout près, ils les voient plusieurs fois par mois. Avec mon père on parle surtout mécanique, même si forcément ces dernières années l'écologie est fortement corréée à l'automobile.

#### HUGO ET L'ENVIRONNEMENT

« Depuis que je suis mécanicien j'ai vu l'évolution de l'écologie dans notre société : taxe carbone, voitures hybrides... et dernièrement les pneus verts ». Hugo a équipé sa voiture de ce type de pneu « plus par soucis d'économie que pour l'environnement » nous confie-t-il. Au volant il adopte une conduite souple « je suis mécanicien, il est normal que je prenne soin des moteurs ». Cependant il est conscient de l'impact de l'homme sur la nature « si je peux faire d'une pierre deux coups... tant mieux ! ».

Pour lui tous les biens de consommation ne permettent pas des économies, « c'est le cas des produits labellisés Bio par exemple, ils coûtent trop chers ». Il va bientôt commencer des travaux chez lui notamment pour réduire la facture d'électricité (isolation des fenêtres et des murs, installation d'un chauffage solaire...), « je suis bricoleur, autant en profiter ».

#### SON AVIS SUR LE PROJET

L'idée de l'objet communicant lui plaît bien, certaines choses pourraient selon lui être améliorées dans son mode de vie : « les déchets plastiques par exemple, lesquels sont recyclables ? Entre le PET, PP ou encore PE, difficile à suivre, et difficile à trouver sur les emballages surtout ! ». Un appareil qui puisse l'assister au quotidien dans ce genre de tâche est pour lui vraiment intéressant.

STORY-BOARD :



Hugo utilise souvent sa voiture : pour aller au travail, faire les courses ou encore pour partir en vacances



Il propose à ses clients de leur poser des pneus verts : plus résistants, usant moins de carburant...

#### Ses gestes "éco-citoyen"



- ➔ Imprime en recto/verso
- ➔ Adopte une conduite souple au volant
- ➔ A installé des pneus "verts"
- ✗ N'achète pas de produits Bio ou Eco
- ✗ Ne trie pas (sauf les bouteilles)
- ➔ Veut installer un chauffage solaire
- ➔ Va bientôt isoler sa maison

**Jean** 81 ans  
Agriculteur à la retraite

11 rue de la mairie  
89000  
Auxerre



Retraité de l'agriculture, Jean suit de très près l'évolution de l'environnement. Il est intéressé par toutes les actions susceptibles de protéger la nature, même les plus extravagantes. Le projet d'un objet communicant est une très bonne idée selon lui « on n'arrête pas le progrès ! ».

#### PRESENTATION DE JEAN

Jean est un monsieur de 81 ans, marié à Thérèse depuis plus de 50 ans ils ont eu 2 enfants, un garçon et une fille « cela fait maintenant plus de 30 ans qu'ils ont quitté la maison ». Ils ont également 4 petits enfants et 2 arrière petits enfants « à la maison nous avons toujours du monde ». Il a été agriculteur pendant 40 ans, tout comme son père et son grand-père « ils m'ont toujours appris à respecter la nature ». Ses enfants n'ont pas continué dans ce secteur « ce n'est plus comme avant, certes l'agriculture est mécanisée ce qui facilite le travail, mais les aléas sont trop nombreux ». Jean se souvient encore de la sécheresse de 1976 « tous les points d'eau étaient asséchés...c'est l'impôt de solidarité qui m'a permis de continuer mon métier ».

#### JEAN ET L'ENVIRONNEMENT

Il est conscient que l'impact de l'homme sur l'environnement risque d'être irréversible « le monde a tellement changé ces 50 dernières années...j'ai peur pour mes petits enfants ». Jean essaye d'être éco-responsable du mieux qu'il peut « je trie mes déchets, j'achète des produits écologiques, je n'utilise plus ma voiture...de toute façon je n'ai pas le choix, je suis trop vieux pour conduire ». La seule chose qu'il ne fait pas c'est le tri des piles et des ampoules « le magasin est trop loin pour moi, ce n'est pas facile pour les personnes âgées de trier ce genre de produit ». Parmi ses futures bonnes résolutions : utiliser des piles rechargeables pour créer moins de déchet.

#### SON AVIS SUR LE PROJET

En ce qui concerne le projet d'ESD Environnement, Jean espère pouvoir communiquer plus facilement avec la mairie « certaines choses sont décidées sans que l'on soit consulté ». Par contre il se pose un certain nombre de questions quant à la manière dont le système fonctionnera « je n'ai pas Internet chez moi et encore moins d'ordinateur... ».

STORY-BOARD :



Jean trie ses déchets. Dans son jardin, il possède une poubelle pour chaque catégorie. Il y descend 4 fois par semaine même si la relève ne s'effectue que le mardi matin.



Avec sa femme Thérèse ils essaient d'acheter local ou équitable " même si c'est souvent plus cher, c'est meilleur ! "

#### Ses gestes "éco-citoyen"



- ➔ Trie le plastique, le verre, le papier et le métal
- ➔ Achète des produits Bio et Eco-labellisés
- ➔ Achète des Eco-recharges et/ou produits en grand format
- ✗ Ne boit pas l'eau du robinet
- ✗ Ne trie pas les piles et les ampoules
- ➔ Souhaite utiliser des ampoules basse consommation
- ➔ Souhaite utiliser des piles rechargeables



**Danielle** 58 ans  
Employée de mairie

Quartier Ste Catherine  
83560  
Rians

Danielle travaille à la mairie de son village, peu d'action environnementale y sont menées. C'est le nouvel adjoint au maire qui a demandé l'intégration de la plateforme 0D6D dans le village, elle trouve cette initiative prometteuse même s'il reste encore beaucoup de travail à faire dans la région.

### PRESENTATION DE DANIELLE

Danielle habite dans un petit village du sud de la France depuis près de 20 ans. Son mari Bertrand, travaille dans l'immobilier, il prospecte dans tout le département et réalise de nombreux déplacements en voiture. Ils ont deux enfants, Paul (20 ans) et Jeanne (17 ans). Jeanne part tous les matins pour St-Maximin en car pour aller au lycée, quant à Paul il est maintenant sur Aix-en-Provence pour ses études d'ingénieur, « je suis fier de mes enfants » dit-elle. Ils possèdent une grande maison, « mon mari adore le bricolage et moi le jardinage ». Le week-end Danielle et Bertrand passent du temps chez eux, « on essaye d'aménager notre chez nous pour qu'il soit le plus confortable possible ».

### DANIELLE ET L'ENVIRONNEMENT

L'écologie n'est pas le sujet de discussion privilégié dans la maison, « on en parle un peu, mais c'est surtout par rapport à ce qui est dit à la télé ». Danielle aimerait être « plus écolo », mais il n'y a quasiment pas d'effort de fait dans sa région, « la ville ne propose même pas le tri, ni poubelles personnelles ni collectives, on jette tout dans le même sac » se plaint Danielle. Depuis 6 mois la ville a installé un conteneur pour les bouteilles, « c'est déjà ça ». Danielle reconnaît cependant que la ville n'est pas la seule à blâmer « j'avoue ne pas faire attention au calendrier des fruits et légumes de saison par exemple, ni à la provenance... ». Par contre elle a doré et déjà adopté certains réflexes (réutilisation des sacs plastiques, achat de produits grands formats...).

### SON AVIS SUR LE PROJET

Danielle espère que le projet sensibilisera la ville et ses habitants « dont je fais partie... j'ai beaucoup de progrès à faire » nous confie-t-elle. Elle se demande pourtant comment cela va se dérouler « nous ne sommes pas très gadgets informatiques chez nous, ni dans le village ». Une interface simple d'utilisation avec des conseils clairs seront indispensables pour que l'action fonctionne à 100%.

### STORY-BOARD :



Danielle achète les fruits et légumes au hasard...ou par gourmandise : « des fraises en plein hiver ça fait envie, non ? »



Elle jardine beaucoup, « Je commence à cultiver mes propres fruits et légumes... ».

### Ses gestes "éco-citoyen"



- Trie le verre
- Utilise un sac Cabas
- Achète des Eco-recharges ou produits au format familial
- X Ne respecte pas le calendrier des fruits et légumes de saison
- Souhaiterait trier (plastique, carton...) si sa commune lui permettait
- Elle s'engage à boire l'eau du robinet avec sa carafe filtrante nouvellement acquise
- Elle voudrait acquérir une poubelle à compost pour avoir son engrais naturel



**Pierre** 45 ans  
Médecin généraliste

22 rue Desseigne  
69 400  
Villefranche-Sur-Saône

On peut dire de lui que c'est un écologiste engagé, toujours prêt à participer à l'effort collectif du développement durable, Pierre accueille le projet d'E3D Environnement avec beaucoup d'enthousiasme, « ça fait 10 ans que j'attends ça ! » dit-il.

### PRESENTATION DE PIERRE

Pierre est médecin généraliste dans une petite ville de la banlieue de Lyon. Marié à Sylvaine, 41 ans qui est infirmière à domicile. Ils ont 5 enfants âgés de 3 à 18 ans, « la maison est toujours pleine de vie » s'amuse Pierre. Etre aussi nombreux demande une certaine organisation au quotidien : pour prendre une douche, pour préparer à manger, pour partir en vacances... « nous avons l'impression d'être à la tête d'une écolo ». Pierre et Sylvaine sont très organisés, ils possèdent un planning géant dans la cuisine où toutes les tâches collectives mais aussi individuelles sont répertoriées comme les activités culturelles des enfants, « une des choses les plus importantes dans la vie c'est la connaissance » estime Pierre.

### PIERRE ET L'ENVIRONNEMENT

La famille possède de nombreux écrits sur l'environnement, « des livres pour enfants aux ouvrages scientifiques, nous en avons des dizaines ». Pierre et sa femme essayent d'inculquer à leurs enfants les bons gestes à tenir pour participer au développement durable de notre société. Ils trient (plastique, verre, papier...), ils achètent « vert » (produits Bio, appareils électriques basse consommation...) et évitent de trop consommer au quotidien (eau, électricité...) « même si ce n'est pas toujours facile, nous sommes tout de même sept ». La seule chose que ne fait pas Pierre et sa famille c'est de boire l'eau du robinet « nous n'aimons pas le goût ».

### SON AVIS SUR LE PROJET

L'idée du projet 0D6D et de l'objet communicant est pour lui une avancée considérable « cela va permettre de responsabiliser les gens ». Pierre avoue que parfois, étant trop distrait ou pressé il n'adopte pas toujours les bons gestes, « peut-être apprendrons nous de nouvelles choses ». Pour les enfants cela permettra également un suivi « autre que papa et maman » sur ce qui doit être fait !

### STORY-BOARD :



La famille de Pierre possède au fond du jardin une poubelle à compost, principalement pour les déchets ménagers périssables (pluches de légumes...), ce qui lui fait diminuer presque de moitié la quantité des ordures classiques.



Pierre veille à acheter des appareils électroniques et ménagers à faible consommation énergétique « nous restons toujours dans le vert ».

### Ses gestes "éco-citoyen"



- Trie le plastique, le verre, le papier et le métal
- Achète des produits "éco" (rechargeables, recyclables...)
- Utilise un sac Cabas
- Il est équipé d'appareils électriques à faible consommation énergétique
- Utilise une poubelle à compost
- X Ne boit pas l'eau du robinet

ANNEXE 6 : Dossier support (expérimentation 3).



# Séance de créativité dans un monde virtuel

**Session du 1<sup>er</sup> juillet 2014**

**Dossier support**

# SOMMAIRE

**Partie 1 : Login et Mot de passe personnel de Second Life**

**Partie 2 : Tutoriel pour l'utilisation de Second Life**

**Partie 3 : Profils utilisateurs pour la séance de créativité**

**Partie 4 : Présentation de la technologie Smart Windows**

# Login et Mot de passe personnel de Second Life

**Login :**

ParticipantX

**Mot de passe :**

XXXXXX

# Tutoriel pour l'utilisation de Second Life

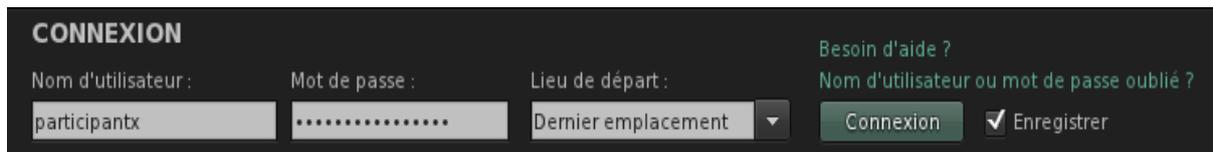
## TELECHARGEMENT DE SECOND LIFE

Cliquer sur le lien suivant :

<https://secondlife.com/support/downloads/?lang=fr-FR>

Suivez les instructions à l'écran pour l'installer.

## Connexion à Second Life



The screenshot shows a dark-themed login box titled "CONNEXION". It contains the following elements:

- Labels: "Nom d'utilisateur :", "Mot de passe :", "Lieu de départ :", "Besoin d'aide ?", "Nom d'utilisateur ou mot de passe oublié ?"
- Input fields: "participantx" in the username field, "\*\*\*\*\*" in the password field, and "Dernier emplacement" in the location dropdown menu.
- Buttons: "Connexion" and "Enregistrer" (with a checked checkbox).

Entrer le **login** ainsi que le **mot de passe**

Cliquer sur connexion pour commencer

Ouvrir la fenêtre de chat :

- En cliquant sur « Chat » dans les onglets en bas de l'écran
- Ou en tapant sur « Entrée »

- Vous pouvez également positionner et redimensionner la fenêtre du chat à votre convenance.

NB : Pour couper la musique, cliquer en haut à droite de l'écran sur l'icône du haut parleur.

## FAMILIARISATION

**Exercice 1.** Communiquez avec les autres participants

*Ne divulguez pas d'informations personnelles (nom, prénom etc.), il est important que vous conserviez l'anonymat. De même, ne modifiez pas l'apparence de votre avatar*

- Faire apparaître la fenêtre de chat : taper sur « Entrée » (en vue subjective) ou cliquer sur « Chat » en bas à droite
- Débuter l'écriture : **cliquer sur la zone de saisie**
- Envoyer un message : **taper « Entrée »**
- Remonter vers les messages précédents : **utiliser la molette** (ou l'ascenseur à droite de la fenêtre)
- Reprendre le contrôle sur l'avatar et la caméra : **cliquer en dehors de la fenêtre de chat**

NB : - Si la fenêtre de chat disparaît, tapez « Entrée » pour la faire réapparaître

- Pour utiliser du chat en vue subjective, **cliquer sur « Entrée »**. (Vous ne pourrez cependant pas remonter l'historique de la conversation dans la fenêtre de chat, il faut quitter la vue subjective pour cela)

**Exercice 2.** Prenez le temps de bien observer votre avatar

- Déplacer la caméra autour de l'avatar : **Alt + clic sur l'avatar**

NB : Si vous perdez le contrôle de la caméra, il suffit de **déplacer votre avatar avec les flèches directionnelles pour la recentrer**

### **Exercice 3.** Déplacez-vous dans l'environnement

- Déplacement : **flèches du clavier**
- Zoomer / dézoomer : **molette de la souris**
- Vue subjective : touche « **M** » ou **zoom maximal** de la molette

### **Exercice 4.** S'asseoir / se lever / voler

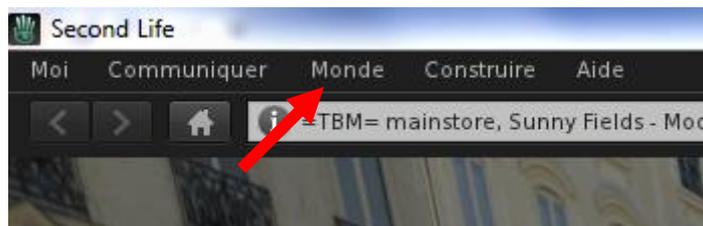
- S'asseoir : **placer le curseur de la souris sur la chaise/le banc** et cliquer lorsque le pointeur prend la forme d'une chaise
- Se lever : **cliquer sur le bouton « Me lever »** sous l'avatar
- Voler/atterrir : touche « **F** »

**NB : NE PAS SE LEVER LORSQU'UN VEHICULE EST EN MARCHE**

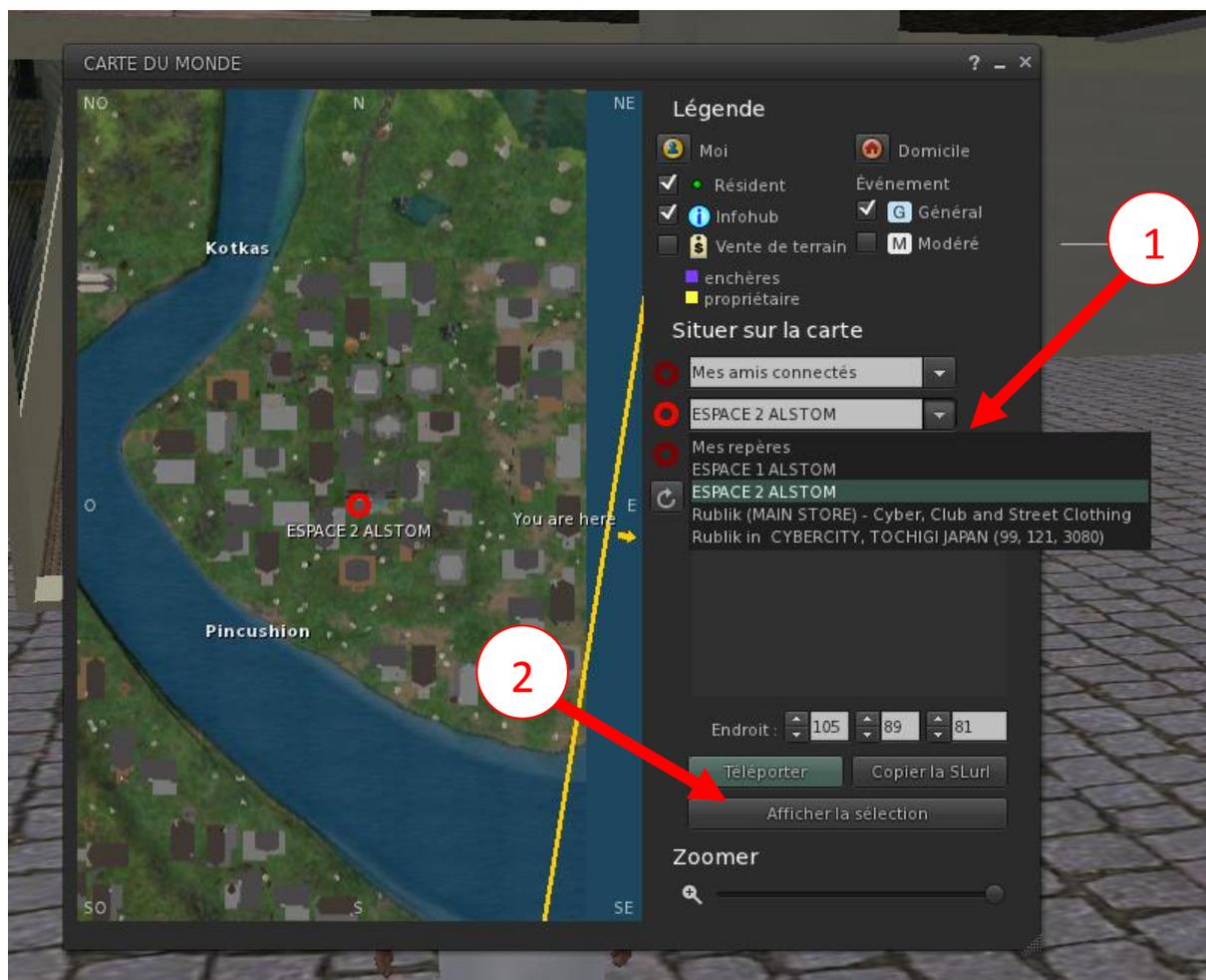
### **Exercice 5.** Changez la luminosité

- Pour changer la luminosité (aube, milieu de journée, couché de soleil ou minuit) : **Cliquer sur « monde » puis sur « luminosité ».**

## TELEPORTATION



Cliquer sur « **monde** » en haut de la fenêtre. Cliquer ensuite sur « **carte du monde** » (ou directement Ctrl + M).



La fenêtre « carte du monde » apparaît, cliquer sur « **mes repères** ».

Cliquer sur « ESPACE 1 ALSTOM » ou « ESPACE 2 ALSTOM » selon les instructions de l'animateur.

Puis cliquer sur « Téléporter ».



## Anne - 33 ans

### Responsable marketing

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

35 rue  
Saint-Pierre  
13005  
Marseille

Voyageur régulier

Métro/TGV

Carte Enfant+/Carte  
Transpass (metro Marseille)

### Anne et les transports

Pour se rendre sur son lieu de travail elle prend une des deux lignes que compte 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, « environ deux fois par mois ». Anne et ses collègues de travail prennent le plus souvent un carré pour pouvoir discuter tout au long du trajet.

En dehors du cadre professionnel, Anne rend régulièrement visite à sa famille restée sur la région Parisienne, « dans le cadre de mon 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 cauchemar », selon elle. Mais le plus dur semble être de gérer la petite dernière pendant les trois heures de trajet : les roulis du train, le bruit et la température du wagon, le soleil qui tape sur les fenêtres...



Les marches de la gare Saint-Charles ne sont pas adaptées aux bagages.



## Eric - 51 ans

### Contrôleur SNCF

Eric travaille à la SNCF depuis près de 25 ans. Il habite un petit village près de Dijon avec sa femme Jeanne et leurs deux enfants, Elodie et Alexandre. Son fils va d'ailleurs effectuer un stage à la SNCF cet été.

15 rue Bernard  
21121 DAIX

Employé à la SNCF

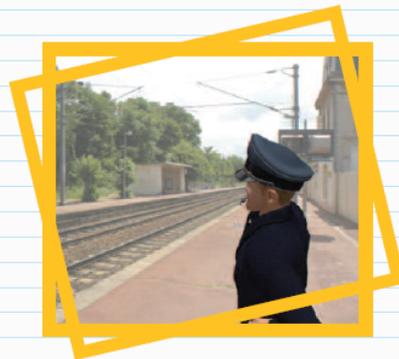
TGV/Ter

Tarifs spéciaux  
pour lui et sa famille

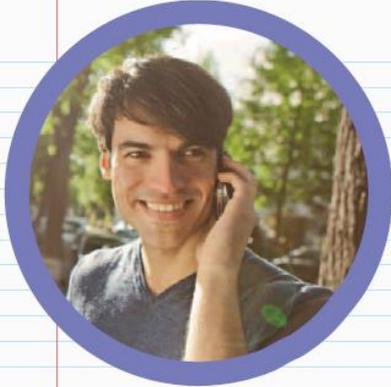
### Eric et les transports

Eric a été contrôleur sur plusieurs lignes de train (TGV et Ter) : Dijon-Lyon, Paris-Lyon, Dijon-Nancy, Nancy-Besançon... Cela lui a permis de voir pas mal de paysages, il a même pendant un temps desservi une ligne reliant la France à l'Allemagne. Le plus agréable pour lui est le changement de saison, « j'adore la période hivernale, le train devient tout de suite plus chaleureux et accueillant durant cette saison ».

Dans son travail le plus difficile est de gérer les imprévus, « lorsque le train accuse un retard important la transmission de l'information aux passagers devient une priorité ». Eric garde alors son sourire en toute circonstance. Il se remémore alors une panne de train durant un hiver assez glacial « il faisait tellement froid que les vitres ont gelé, tout le monde a sorti des vêtements supplémentaires des valises pour se couvrir ».



En plus de contrôler les billets, Eric gère l'embarquement et la descente des passagers.



**Jonathan - 41 ans**

**124 rue Fieffé  
33800  
Bordeaux**

**Chef de projet informatique**

**Jonathan a 41 ans, il est célibataire et n'a pas d'enfant. Il habite Bordeaux mais passe également beaucoup de temps sur la capitale à cause de son travail.**

*Voyageur régulier  
TGV/Métro  
Carte Grand Voyageur*

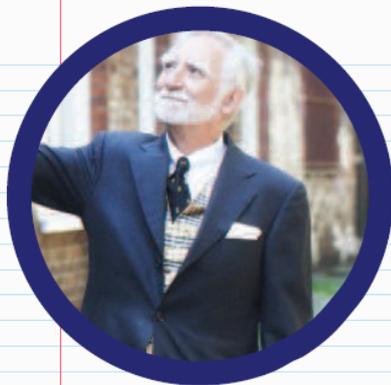
### **Jonathan et les transports**

**Il travaille pour une société d'informatique qu'il a conjointement créée avec des anciens de son université, « nous avons actuellement deux sites, l'un sur Bordeaux et l'autre sur Paris, je suis le chef de projet des deux sites ». Il fait donc de nombreux aller/retour entre les deux villes, « je travaille beaucoup dans le train, l'Espace Pro est idéal pour moi car je peux travailler au calme ».**

**Pour travailler dans le train Jonathan possède un abonnement internet chez un opérateur téléphonique pour pouvoir utiliser son ordinateur portable, « j'utilise beaucoup mon Smartphone dans le train, notamment pour le service de billets électroniques et pour l'application SNCF Direct afin de connaître l'info trafic en temps réel, il ne remplace pas pour autant mon ordinateur ». Il a hâte que le wifi se démocratise au sein des TGV.**



**L'attente en gare est peut être le moment le plus ennuyeux pour Jonathan.**



**Joseph - 83 ans**

**15 rue de la  
Tour  
75016 Paris**

**Retraité du secteur Bancaire**

**Joseph a 83 ans, il a travaillé plus de 40 ans dans le secteur bancaire et 20 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 » s'amuse-t-il à nous raconter. Joseph est marié et a 3 enfants et 8 petits enfants.**

*Voyageur occasionnel  
Métro/Tramway/  
TER/TGV  
Carte Senior+*

### **Joseph et les transports**

**La première fois que Joseph est monté dans un transport en commun, c'était le tramway Parisien, « j'avais 8 ans et c'était le dernier tramway en circulation dans la capitale avant leur disparition totale à la fin des années 30 ». Joseph s'amuse 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 secousse 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 suis vite essoufflé 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 debout et les secousses ont faillit me faire perdre l'équilibre, ce n'est plus trop de mon âge ».**



**Joseph ne prend plus le métro car il a de plus en plus de mal à se déplacer**



## Noa - 10 ans

### En classe de CM2

**Noa est la fille d'Anne. Elle est en classe de CM2. Elle passe beaucoup de temps avec ses camarades de classe qui habitent le quartier, mais ce qu'elle préfère, c'est s'occuper de sa petite sœur Zoé.**

35 rue  
Saint-Pierre  
13005  
Marseille

Voyageur occasionnel  
Métro/TGV  
Carte de réduction Enfant+

### Noa et les transports

Le matin pour aller à l'école, Noa fait le trajet le plus souvent en voiture avec son père Nicolas. Mais parfois, il lui arrive de prendre le métro avec sa mère, « je préfère la voiture, on est moins serré même si cela prend plus de temps à cause des embouteillages » nous confie-t-elle.

Le soir par contre, elle rentre à pieds avec ses copines d'école. Par beau temps elle s'arrête parfois sur la Place Jean Jaurès près de chez elle au niveau des jeux d'enfants, « surtout pendant les vacances ». Durant les périodes de vacances elle rend également visite à ses grands parents. Elle prend alors le train avec sa mère et sa petite sœur, « mais cet été je vais prendre le train toute seule » avec le service Junior & Cie de la SNCF dans un wagon spécialement aménagé et décoré. Des activités collectives ou individuelles y seront organisées tout au long du voyage avec d'autres enfants (jeux de cartes, Mikado, dessins, coloriages...).



Noa prend le train le plus souvent avec sa mère et sa sœur.



## Baptiste - 23 ans

### Etudiant en Pharmacie

**Baptiste est en troisième année d'étude de Pharmacie à l'université Paris Descartes. Originaire de l'est de la France, cela fait maintenant 3 ans qu'il habite Paris avec sa petite amie Aurélie. Tous les deux adorent la vie Parisienne.**

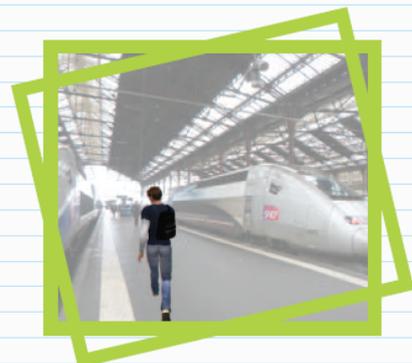
56 avenue  
Ledru-Rolin  
75012 Paris

Voyageur régulier  
Métro/Ter/TGV  
Carte Imagin R/carte 12/25

### Baptiste et les transports

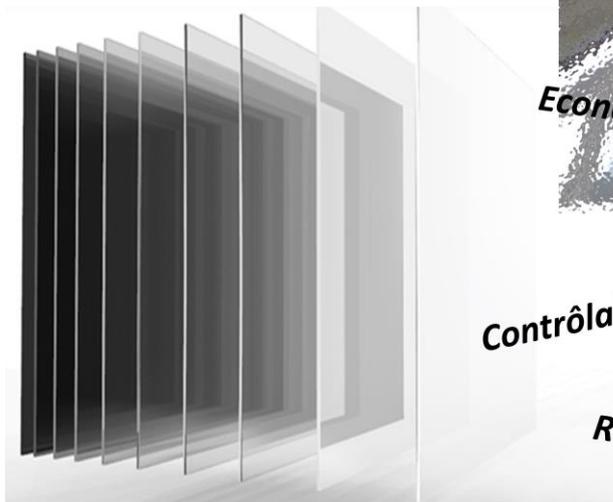
Il se rend tous les matins à la Fac avec le métro, la ligne 6 puis la ligne 8 pour environ 40 minutes de trajet, « la ligne 6 est la plus agréable de Paris car elle est en grande partie située en extérieur ». Par contre Baptiste redoute les heures de pointes : « c'est le moment de la journée que je déteste le plus, beaucoup trop de monde » nous dit-t-il.

Baptiste rentre tous les mois dans sa famille pour voir ses parents et ses sœurs, « parfois je prends le TGV car ils sont rapides mais les TER sont plus économiques ». La plupart du temps il dort pendant tout le trajet, sauf durant la période des examens. Lorsqu'il voyage avec sa petite amie, ils partagent alors l'ordinateur pour regarder des films.



Baptiste est souvent en retard, que ce soit pour se rendre à la Fac ou pour prendre son TGV.

## SMART WINDOWS



Contrôlable à distance

Plus sécuritaire

Rapidité d'utilisation

Multi-touch

- Permet de modifier l'aspect du verre de la fenêtre sous l'effet de la lumière, de la chaleur ou sous l'application d'une tension (voltage) ou d'une pression digitale.
- Une fois la vitre activée, le verre devient transparent, translucide ou opaque bloquant tout ou une partie des longueurs d'onde de la lumière. Cela agit notamment sur la luminosité et la température du wagon (illustration 1).
- Cette technologie pourrait permettre de réaliser des interactions plus ou moins complexes sur la fenêtre (illustration 2).



Illustration 1



Illustration 2

## ANNEXE 7 : Déroulé des séances de travail (Expérimentation 3).

**Chaque séance de travail était divisée en deux parties. Dans la première partie les participants devaient se familiariser avec l'interface de Second Life dans l'environnement n°1 puis ils devaient se rendre dans l'environnement n°2 pour réaliser la seconde partie de la séance : ils prenaient place dans un métro et réalisaient l'anticipation des besoins dans le métro circulant dans Paris. Ils notaient leurs idées et interagissaient entre eux via la messagerie instantanée de Second Life :**

Une fois l'ensemble des participants connectés, ils étaient accueillis dans l'environnement n°1 par l'animatrice virtuelle qui donnait les consignes au fur et à mesure de l'exercice : « Bonjour, je m'appelle Myriam et je suis l'animateur. Vous allez réaliser une séance de créativité en groupe dans un monde virtuel. Lors de cette séance, vous, ainsi que tous les autres participants, allez être représentés par des avatars (des personnages virtuels). Il est important que vous ne révéliez pas votre identité pendant la séance et que vous ne sachiez pas qui est qui, c'est-à-dire lequel de vos collègues agit derrière chaque avatar. Je vais vous accompagner pendant toute la durée de la séance. Notre seul moyen de communiquer est la fenêtre de chat : c'est de cette manière que vous allez participer. Si vous avez des questions, vous pouvez aussi me les poser par le chat. Avez-vous compris ? ».

Pour le groupe des avatars Utilisateurs seulement : « Chacun d'entre vous dispose de la biographie de son avatar (présent dans le dossier support à partir de la page 8) : veuillez lire la biographie de votre personnage pour vous en imprégner ».

Puis les participants des deux groupes, étaient invités à réaliser la phase de familiarisation : « Veuillez maintenant consulter les consignes du tutoriel page 5, pour l'utilisation de Second Life. Faites les 5 exercices de FAMILIARISATION proposé dans ce tutoriel. Si vous avez un problème ou des questions je suis là pour vous aider. Dans cet espace, vous pouvez vous déplacer autour du train, dans les wagons et sur le quai (...) Maintenant dans le cadre de cette séance de créativité, nous nous rendons dans un Paris virtuel, pour nous y promener et prendre les transports en commun. Pour s'y rendre nous allons nous téléporter vers ce lieu qui se nomme ESPACE 2 ALSTOM<sup>1</sup> pour y réaliser un brainstorming. Veuillez suivre les indications du tutoriel pour vous y rendre (section TELEPORTATION page 7 du tutoriel). Une fois téléporté là-bas ne bougez pas du quai et attendez-moi ».

A partir de cette étape les participants sont arrivés dans le MV n°2 : « Nous sommes ici à la station de métro « Concorde ». Veuillez me suivre à l'extérieur nous allons nous diriger vers la station de métro « Nationale ». Une fois arrivé sur le nouveau quai attendez mon signal pour monter dans le métro (...) Dispersez-vous sur le quai pour ne pas vous gêner et attendez mon signal pour prendre place (...) Voilà notre moyen de transport qui arrive, nous allons monter dedans. Dès que vous êtes à l'intérieur, asseyez-vous sur un des sièges ».

Après quelques instants, l'animateur annonce le début de la séance : « L'objectif de notre séance est d'imaginer des applications de Smart Windows pour les transports ferrés. Vous pouvez lire dans votre

---

<sup>1</sup> Cet espace représentait notre environnement virtuel n°2.

*dossier à la dernière page une présentation de la technologie des smart windows. Je vous laisse la lire (...) Nous allons maintenant débiter le travail sur les Smart Windows. Pendant toute cette phase de génération d'idées, je vais vous demander de respecter les consignes suivantes : les idées folles, farfelues, fantaisistes sont les bienvenues, l'objectif est de produire le plus d'idées possibles, il est interdit de critiquer les idées des autres, ni ses propres idées, Les idées appartiennent au groupe, n'hésitez pas à rebondir sur les idées des autres, à les combiner ou les améliorer (...) Voici l'exercice proposé aujourd'hui : 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...).*

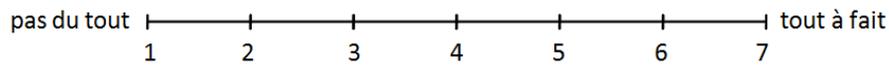
Les participants étaient alors invités à répondre à 6 questions relatives à chacun des utilisateurs finaux identifiés (une mère de famille, un contrôleur SNCF, un homme d'affaire, une personne âgée, un étudiant et une petite fille dans un groupe et Anne, Eric, Jonathan, Joseph, Baptiste et Noa dans l'autre groupe). Les items des concepteurs étaient générés dans le chat textuel de SL (10 minutes par utilisateur final) : « *Nous allons commencer par imaginer des applications pour ANNE. Vous pouvez lire son profil dans le dossier et proposez des idées dans la fenêtre de chat* » (groupe des avatars utilisateurs) ou « *Nous allons commencer par imaginer des applications pour une mère de famille. Vous pouvez proposer des idées dans la fenêtre de chat* » (groupe des avatars inventeurs).

Une fois la session de génération de besoin terminée, les participants devaient répondre au questionnaire d'évaluation subjective : « *Merci à tous pour votre participation ! Nous allons maintenant vous fournir un lien Hypertexte pour remplir un questionnaire, merci d'y répondre maintenant. Nous vous recontacterons également dans quelques semaines* ».

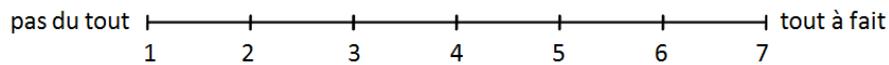
## ANNEXE 8 : Questionnaire final et analyse statistique (expérimentation 3).

**Durant la tâche, diriez-vous que :**

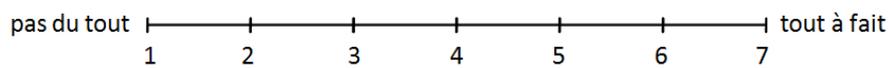
1. J'ai eu personnellement beaucoup d'idées



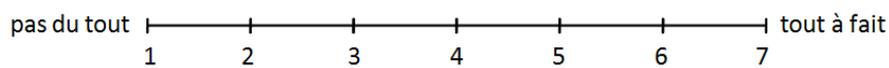
2. J'ai eu des idées de grande qualité



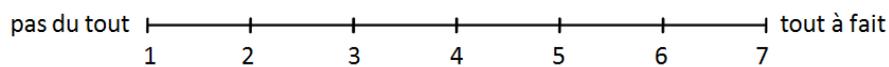
3. J'étais motivé(e) pour bien faire



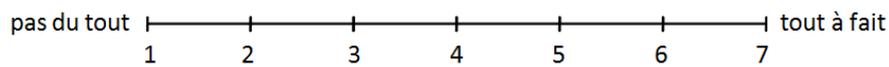
4. J'ai essayé de faire de mon mieux



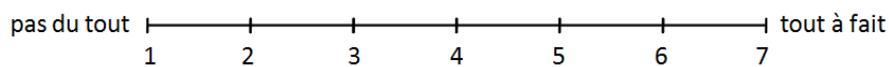
5. Je voudrais connaître ma performance



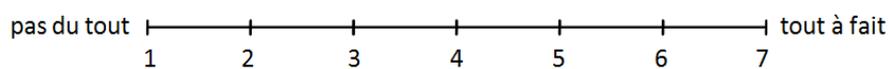
6. Je voudrais connaître la performance des autres participants



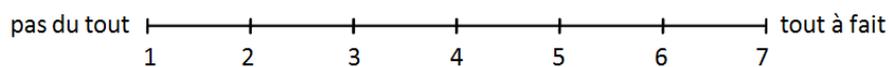
7. J'ai trouvé cette méthode plus satisfaisante que les autres méthodes de créativité que je connais



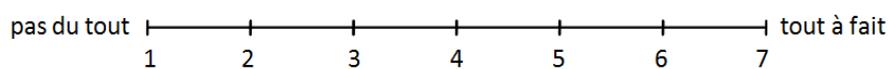
8. J'ai envie de continuer à utiliser cet outil



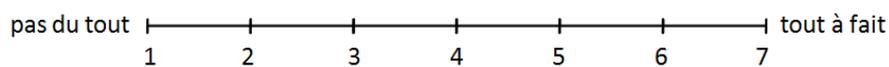
9. L'outil était ludique



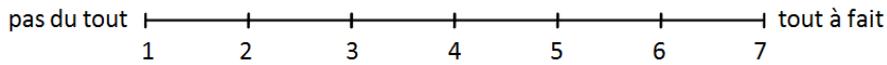
10. J'ai dû faire des efforts pour rester concentré sur l'activité



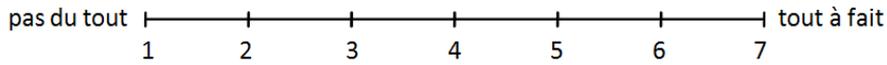
11. Lorsque je réalisais l'activité, je ne pensais à rien d'autre



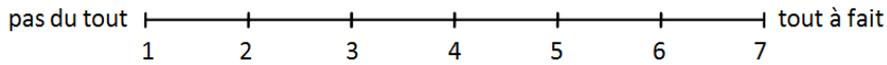
12. J'étais content de réaliser cette activité



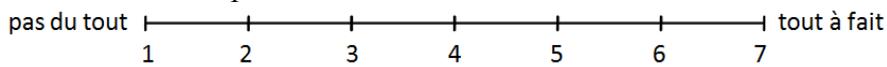
13. J'ai trouvé cette activité intéressante



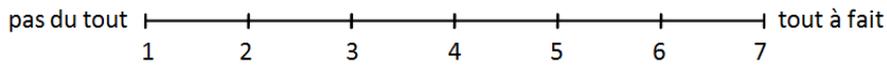
14. J'ai eu des difficultés pour réaliser cette activité



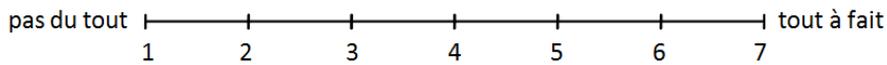
15. Cette activité m'a permis d'être créatif



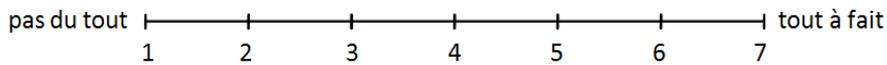
16. Je considère que j'incarnais mon avatar



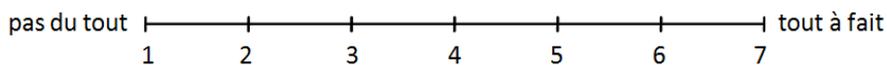
17. J'ai proposé des idées adaptées à mon avatar



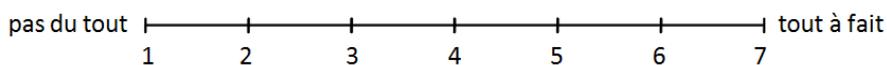
18. Je ne pouvais pas identifier les personnes, mais seulement leur avatar



19. Mon avatar me semblait attractif



20. Mon avatar ressemblait au personnage présenté dans le profil OU Mon avatar ressemblait à un inventeur ?



Avez-vous des remarques ?

-----  
-----  
-----  
-----  
-----

Age : \_\_\_

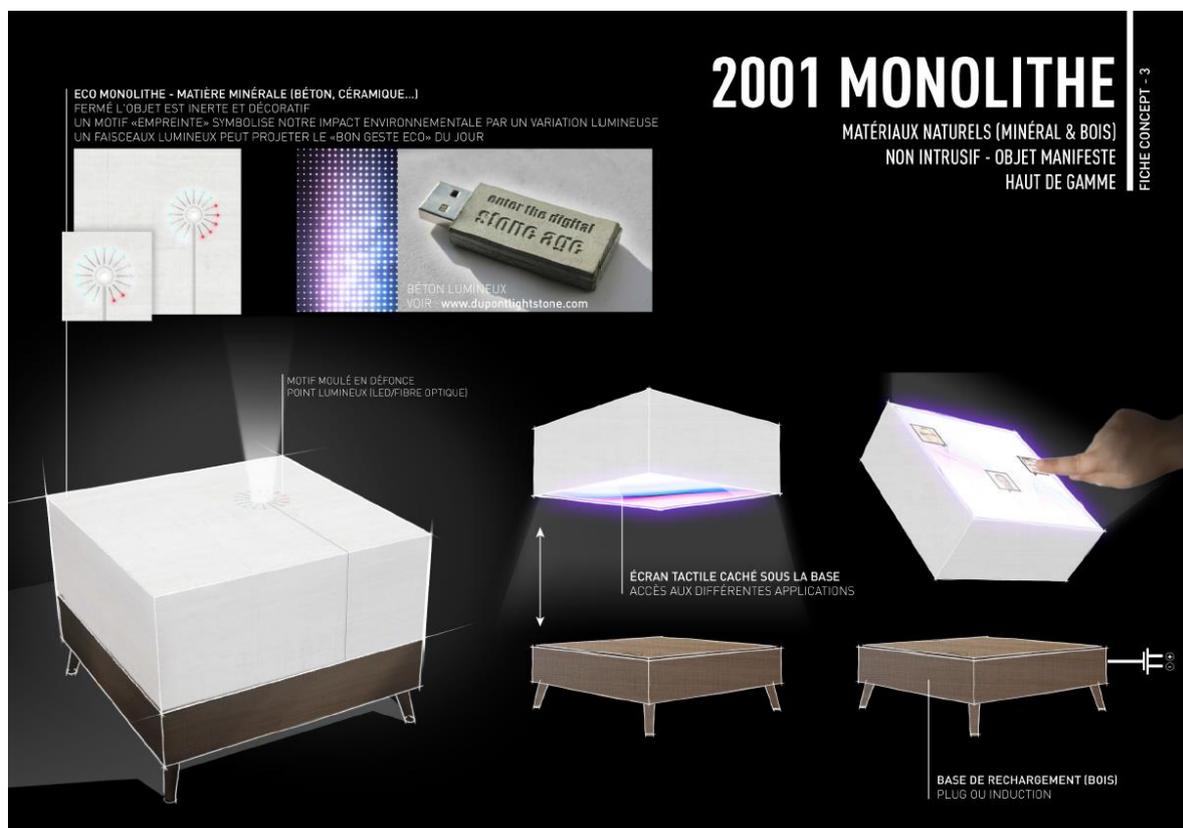
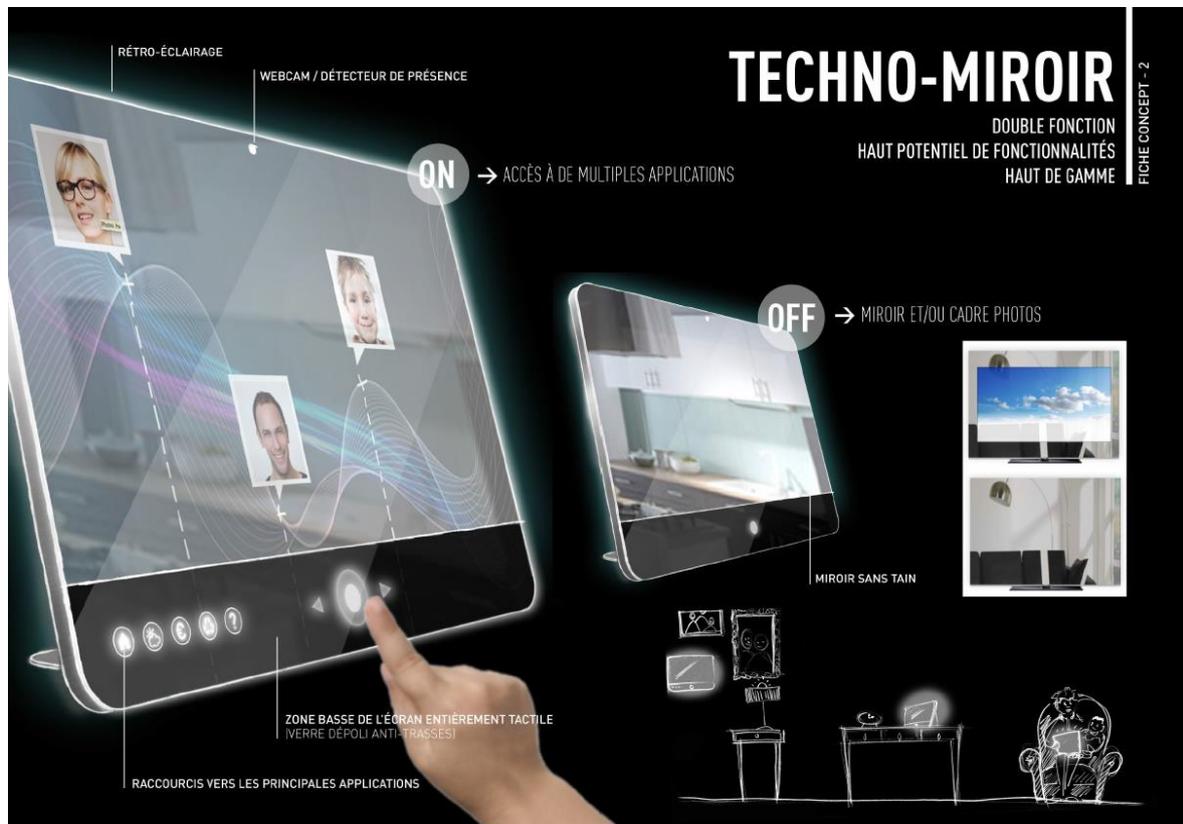
Sexe : \_\_\_

Login : \_\_\_

**Analyse statistique du questionnaire :**

Variable dépendante	COND	Moyenne	Erreur standard		Intervalle de confiance à 95 %	
					Borne inf.	Borne sup.
Quantité	I	5,333	,587	F(1/10)=0 ; P=1	4,026	6,641
	U	5,333	,587		4,026	6,641
Qualité	I	5,000	,447	F(1/10)=2,5 ; P=0,145	4,004	5,996
	U	4,000	,447		3,004	4,996
Motivation	I	6,000	,437	F(1/10)=0,29 ; P=0,601	5,026	6,974
	U	5,667	,437		4,693	6,640
Satisfaction	I	5,833	,617	F(1/10)=0,912 ; P=0,362	4,459	7,208
	U	5,000	,617		3,625	6,375
Envie de l'utiliser encore	I	5,667	,782	F(1/10)=0,818 ; P=0,387	3,925	7,408
	U	4,667	,782		2,925	6,408
Flow	I	6,357	,362	F(1/10)=1,458 ; P=0,255	5,549	7,165
	U	5,738	,362		4,930	6,546
Incarnation avatar	I	2,833	,580	F(1/10)=5,000 ; P=0,049	1,542	4,125
	U	4,667	,580		3,375	5,958
Adéquation idées / Avatar	I	2,667	,486	F(1/10)=25,941 ; P<0,001	1,584	3,749
	U	6,167	,486		5,084	7,249
Anonymat	I	5,667	,519	F(1/10)=2,526 ; P=0,143	4,510	6,823
	U	6,833	,519		5,677	7,990
Avatar attractif	I	3,333	,643	F(1/10)=5,671 ; P=0,039	1,900	4,767
	U	5,500	,643		4,067	6,933
Avatar ressemblant	I	4,667	,497	F(1/10)=6,798 ; P=0,026	3,559	5,775
	U	6,500	,497		5,392	7,608

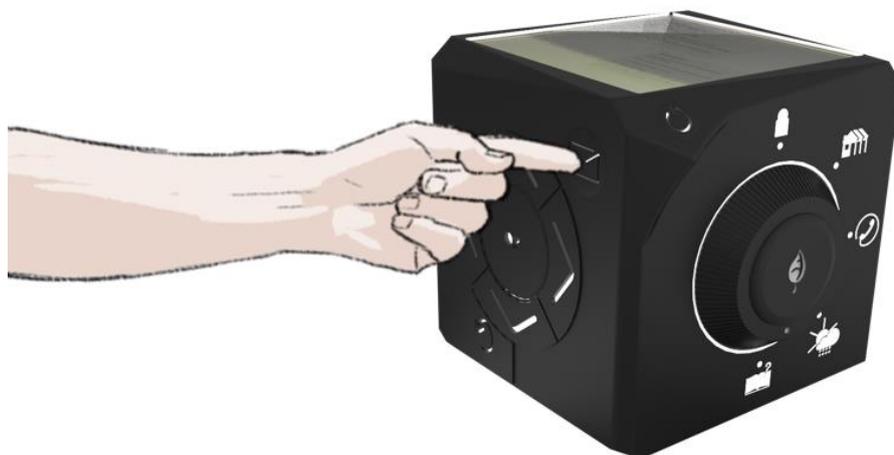
## Annexe 9 : Concepts intermédiaires pour le projet E3D-Environnement.



## Annexe 10 : Protocole du test utilisateur de la maquette E3D-Environnement



### PROTOCOLE DU TEST UTILISATEUR DE LA MAQUETTE E3D-Environnement



*Kubeco*

*Janvier 2014*

# SOMMAIRE

## **PARTIE 1 : CONSIGNES**

*Dans cette partie vous trouverez les consignes à donner aux participants avant l'expérimentation.*

## **PARTIE 2 : SCENARIO**

*Cette partie représente l'exercice qui devra être réalisé par tous les participants.*

## **PARTIE 3 : QUESTIONNAIRES**

*Ici vous trouverez les questionnaires à donner aux participants, au début (caractéristiques personnelles) et à la fin de l'exercice (avis sur l'objet).*

## PARTIE 1 : CONSIGNES

### INTRODUCTION

*Bonjour,*

*Vous êtes ici pour évaluer la maquette d'un objet communicant faisant le lien entre les citoyens et leur collectivité locale pour acquérir des gestes éco-responsables.*

*Je vais vous demander de réaliser une série d'actions pour évaluer cet objet. Je resterai avec vous tout au long de l'expérimentation pour relever vos impressions. Tout sera filmé et je prendrais des notes sur les difficultés rencontrées lors de l'exercice.*

*Ne vous inquiétez pas, ce n'est pas vous qui êtes évalué mais bien l'objet. Si vous rencontrez des difficultés cela sera dû à des problèmes de conception, c'est ce que nous essayons d'améliorer. Réalisez les tâches demandées d'une manière naturelle et fidèle à ce que vous auriez fait seul.*

### EXERCICE :

*Vous avez en votre possession « Kubeco », l'objet communicant pour l'adoption de gestes éco-responsables. La première question est la suivante : « Selon vous quelles sont les fonctionnalités présentes sur cet objet ?, pouvez-vous nous les énumérer :*

-----  
-----  
-----

*Cet objet possède trois grandes familles de fonction :*

**1 : Fonctions Interactives** *(contenu confidentiel)*

**2 : Fonctions complémentaires** *(contenu confidentiel)*

### 3 : Fonctions pédagogiques et informatives (contenu confidentiel).

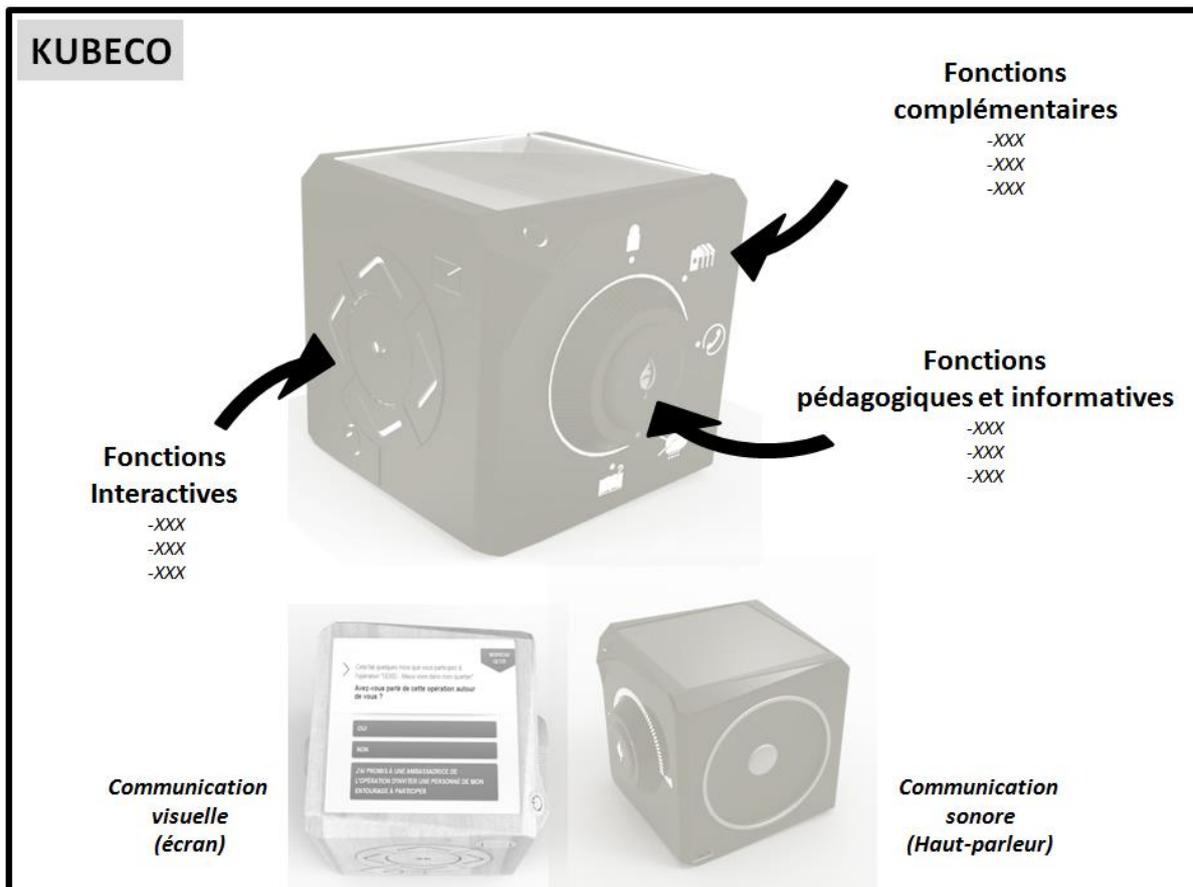


Figure : Schéma de l'objet qui sera distribué aux participants  
NB : les XXX représentent des données confidentielles effacées

*Vous entrez en interaction avec l'objet à l'aide des boutons situés sur les côtés du cube. L'objet quant à lui communique avec vous d'une manière visuelle (écran sur le dessus) ou sonore (haut parleur situé à l'arrière).*

**CONSIGNE :** *Un scénario va vous être donné à l'oral, à vous d'interagir avec l'objet comme il va vous être demandé.*

## PARTIE 2 : SCENARIO



*Le matin, lorsque vous vous levez, la première chose que vous faite c'est d'aller consulter la « Météo » sur Kubeco puis obtenir les informations de votre « Tableau de bord » (c'est-à-dire votre profil personnel).*

Q1 : Pour commencer vous devez allumer l'objet. Allez-y. (introduire GD6D)

Q2 : Vous vouliez donc consulter la « Météo ». Comment faites-vous ?

Q3 : Maintenant vous souhaitez accéder à votre « Tableau de bord ». Que devez vous faire ?

Q4 : Vous souhaitez connaître les économies financières que vous avez réalisées. Allez dessus. Un écran représentant vos économies générales s'affiche devant vous.

Q5 : Vous voulez connaître précisément vos économies liées à l'électricité. A vous.

Q6 : Puis maintenant vos économies liées à l'eau, comment faite vous pour y accéder ?

Q7 : Aujourd'hui c'est dimanche. Vous souhaitez aller visiter une brocante. Pour connaître les brocantes de votre région, il vous faut aller sur « Informations sur ma collectivité ». Allez-y.

Q8 : Vous devez maintenant aller sur « Les actus » du week end. C'est à vous.

*Vous avez obtenu les informations que vous souhaitez. Vous pouvez éteindre l'objet et vous rendre à la brocante trouvée.*

*Le soir vous rentrez chez vous et vous vous apercevez qu'un voyant clignote sur l'objet. Cela indique que vous avez un message.*

Q9 : Comment faites-vous pour lire ce message ? Le message apparaît alors sur l'écran et également de manière audio.

Q10 : Voici le contenu du message :

*« Une colonne de tri sera installée demain à l'entrée de la résidence. Les habitants de la résidence ont une semaine pour la remplir ! Souhaitez-vous participer à ce défi ?*

*-oui*

*-non*

Cette information représente un défi collectif. Répondez à la question en sélectionnant « oui ».

Q11 : Vous voulez corriger votre réponse. Comment retournez-vous en arrière ?

Q12 : Validez votre nouvelle réponse avec « non ».

*Comme vous le savez il y a des informations relatives à l'environnement consultable à partir du bouton « Eco Push ». Il y a une nouvelle information chaque jour avec une thématique aléatoire. Ce soir vous souhaitez consulter cette information.*

Q13 : Comment faites-vous ?

Q14 : Aujourd'hui il s'agit d'une question « Quiz ». La question est la suivante (visuelle et sonore) :

*« Dans une maison, quel appareil consomme le plus d'électricité ?*

*-le lave-vaisselle*

*-le réfrigérateur*

*-la télévision».*

Vous choisissez de répondre « le réfrigérateur ». Allez-y. Félicitation c'est une bonne réponse.

Q15 : Vous trouvez que le son est trop fort, et vous souhaitez le diminuer. Comment faites-vous ?

Q16 : Un nouveau message apparaît pendant votre consultation. Vous souhaitez le lire. Allez-y. Il s'agit d'un rappel concernant un geste écologique que vous avez décidé de suivre le mois dernier : « ramener les médicaments périmés à la pharmacie ». Le message demande si vous avez réalisé ce geste. Vous répondez « oui ».

*Vous voulez maintenant passer à une autre activité.  
Vous décidez donc d'éteindre votre objet.*



-----

**VARIABLES MESUREES** (a posteriori à l'aide de l'enregistrement vidéo) :

- Temps de réalisation de chaque étape
- Temps de réalisation total
- Nombre d'erreurs
- Nombre de réussite au premier essai
- Communications avec l'expérimentateur

-----

**INFORMATIONS ECHANTILLON**

- 5 à 10 personnes
- Age/genre/CSP divers
- Experts et novices à GD6D (50/50)
- Technophiles et non technophiles (50/50)

-----

## **PARTIE 3 : QUESTIONNAIRES**

### ***Pré-questionnaire :***

**Genre :**    H       F

**Age :**        18-29 ans        30-49 ans        +50 ans

**Participez-vous à une opération GD6D ?**    OUI        NON

**Avez-vous choisi l'accompagnement par téléphone ou par email ?**    OUI        NON

**A quelle fréquence allez-vous sur la plateforme ? :**

Rarement

Occasionnellement

Souvent

Tout le temps

**Possédez-vous un Smartphone ?**    OUI        NON

**Quelles activités autre que le téléphone réalisez vous avec ?**

Consultation internet

Jeux

Mails/SMS

Musique

Autre \_\_\_\_\_

**Avez-vous déjà utilisé des objets communicants ?**    OUI        NON

**A quelles occasions ?**

-----  
-----  
-----

**Questionnaire final :**

*Qu'avez-vous pensé de cet objet ?*

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

*Avez-vous rencontré des difficultés lors de l'interaction ou de la manipulation de l'objet ?  
Pouvez-vous nous les décrire ?*

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

*Quels sont pour vous les avantages et inconvénients d'un tel objet ?*

Avantages : -----  
-----  
-----  
-----  
-----

Inconvénients : -----  
-----  
-----  
-----  
-----

Certains icônes n'ont pas été évalués dans l'exercice. La photo ci-dessous représente les autres icônes présents sur l'objet. Pouvez-vous les remettre dans l'ordre :

Météo, « Le saviez-vous ? », Tableau de bord/Profil personnel, Informations sur ma collectivité, Informations sur mon quartier.



1 \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
2 \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
3 \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
4 \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
5 \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Auriez-vous des pistes d'améliorations à nous donner pour perfectionner notre objet ?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Merci pour votre participation**

## ANNEXE 11 : Liste de publications scientifiques<sup>2</sup>

- Barré, J., Buisine, S., Pitel, G. & Soubrevilla, L. (2011). *Innovation pour les Salons Virtuels Online*. Communication présentée à CONFERE'11, Montbéliard, France.
- Barré, J., Afonso Jaco, A., Buisine, S. & Aoussat, A. (2012). *L'utilisation de l'EEG pour l'Analyse des Usages*. Communication présentée à CONFERE'12, Venise, Italie.
- 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.
- Barré, J., Buisine, S. & Aoussat, A. (2014). **PLT (Persona Logical Thinking): A Method to Generate User Requirements for Multidisciplinary Design Teams**. In F. Rebelo and M. Soares (Eds.), *Proceedings of International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics* (pp. 436-442). Kraków, Poland: Published by AHFE Conference.
- Barré, J., Buisine, S., Guegan, J., Mantelet, F., & Aoussat, A. (2014). **Le caractère ludique comme levier de performance pour l'anticipation des besoins utilisateurs**. In N. Couture, J.M.C. Bastien, and T. Dorta (Eds.), *Proceedings of the 2014 Ergonomie et Informatique Avancée Conference-Design, Ergonomie et IHM: quelle articulation pour la co-conception de l'interaction* (pp. 25-32). Bidart, France : ACM.
- Guegan, J., Maranzana, N., Barré, J., Mantelet, F., Segonds, F., & Buisine, S. (2015). **Design and Evaluation of Inventive Avatars for Creativity and Innovation**. In A. Chakrabarti, T. Taura and Y. Nagai (Eds.), *Proceedings of The Third International Conference on Design Creativity, Indian Institute of Science* (pp. 209-216), Bangalore, India: The Design Society.
- Barré, J. & Guegan, J. (2015). **L'intégration de l'ergonomie et de la psychologie dans les projets de conception et d'innovation**. Conférence invitée à Ecole Boule, Paris.
- Barré, J., Afonso Jaco, A., Buisine, S. & Aoussat, A. (2015). **L'imagerie cérébrale et la conception de produit : vers de nouveaux outils d'évaluation**. *Le travail Humain*, 78(3), 217-238.
- Barré, J., Buisine, S. & Aoussat, A. (Soumis). **Persona Logical Thinking: Optimizing quantitative performance and usefulness of user requirements**. *International Journal of Human-Computer Interaction*.

---

<sup>2</sup> En gras : les publications en lien direct avec le travail de thèse.

## ANNEXE 12 : Nouvelle proposition d'expérimentation

Il nous paraît important de comparer l'efficacité de la méthode PLT en fonction du type de technologie support. Nous proposons une nouvelle expérimentation, à travers un cas fictif, afin d'associer nos deux axes de recherche. Les aspects motivationnels, la ludogénéité de la technologie ou encore la qualité des résultats sont autant de paramètres qui nous restent à étudier afin de sélectionner et développer la méthode la plus adéquate pour l'anticipation des besoins. Nous présentons ci-après la mise en pratique du modèle d'anticipation des besoins que nous proposons à l'issue de notre travail de thèse. Ce modèle (voir [Figure 39](#)) repose sur l'association de méthodes d'analyse des besoins et de technologies support. Il peut être réutilisé dans les projets de conception, principalement pour les innovations incrémentales et de rupture, lorsque les utilisateurs ne sont pas encore identifiés et où la technologie proposée ne possède pas encore d'application approuvée.

### Exemple :

Selon le cabinet d'étude Gartner, il y aura dans chaque foyer plus de **500 objets connectés** d'ici 10 ans<sup>3</sup>. Ces objets, pour la plupart, n'existent pas encore. Les équipes de conception doivent donc répondre présentes, afin de créer ces produits et ces interfaces.



Une des questions majeures est de savoir comment anticiper les besoins des utilisateurs de ces futurs produits ?

Prenons par exemple la machine à recycler de la société **Canibal** présente à la Foire de Paris cette année<sup>4</sup> et qui a été développée en partie au sein d'Arts et Métiers ParisTech. Ces machines sont commercialisées dans les lieux publics, les écoles ou encore les entreprises et permettent de **trier ses déchets**. Il suffit de déposer les déchets dans la machine. Celle-ci reconnaît l'objet et le jette dans le sac de tri approprié parmi ceux dont elle dispose. Les utilisateurs ont également la possibilité de connaître leurs efforts et progrès au fur et à mesure de l'utilisation de la machine.

<sup>3</sup> Mons, M. (2014). En 2022, une maison familiale contiendra plus de 500 objets connectés. *La revue du digital*. URL : <http://www.larevuedudigital.com/2014/09/10/en-2022-une-maison-familiale-contiendra-plus-de-500-objets-connectes/>

<sup>4</sup> Marie P (2015). Le recyclage devient ludique avec Canibal. *Objetconnecte.net*. URL : <http://www.objetconnecte.net/foire-paris-recyclage-avec-canibal-115030>

Enfin, et c'est un point qui nous intéresse particulièrement dans nos travaux, le recyclage effectué sur la machine est rendu **ludique** avec la présence d'une loterie sur la machine, afin notamment d'encourager l'utilisateur à l'acte de tri. Après le tri du déchet, la machine déclenche automatiquement cette loterie qui permet de gagner des bons de réduction ou bien de réaliser des dons à des associations.

**Le projet fictif que nous proposons concerne l'utilisation de cette machine au sein du foyer.** A quoi pourrait ressembler un tel système à intégrer chez soi ? Une réflexion devrait être engagée sur les besoins des différents utilisateurs de la machine (les parents et les enfants du foyer, les amis ou la famille en visite...etc.) et sur les fonctions du futur produit (taille et forme, fonctionnalités, interactivité...).

Il nous faut donc commencer par une analyse des besoins, mais pas n'importe laquelle, **une analyse prospective des besoins** afin de générer des idées innovantes.

Pour cela nous proposons donc d'utiliser la méthode *Persona Logical Thinking* sur deux supports technologiques : *Second Life* (condition 1) et une Table Interactive (condition 2). La mise en œuvre de la méthode PLT est disponible dans « **Etapes de mise en œuvre de la méthode PLT** ».

Nous proposons ici de travailler sur 4 utilisateurs finaux représentant les deux grandes catégories d'utilisateurs précédemment cités : les membres du foyer et les personnes externes. Pour cela nous sélectionnons (arbitrairement, car rappelons-le il s'agit d'un projet fictif), le père de famille, l'adolescent de la maison, la grand-mère et une voisine. Il s'agit de créer 4 profils de Personas concernant ces utilisateurs potentiels, ainsi que leur avatar respectif sur *Second Life*.

Comme indiqué dans la fiche pratique du PLT, les séances de travail devront idéalement s'effectuer sur deux Personas seulement, il faudra alors organiser deux groupes de travail. Chaque groupe de travail sera constitué de 3 à 4 concepteurs de spécialités différentes.

- **Condition 1** : Pour réaliser la séance de travail nous proposons d'utiliser une salle de réunion virtuelle, et d'intégrer virtuellement la machine de Canibal comme source d'inspiration. Les questions seront affichées directement dans l'environnement virtuel, et les participants devront noter leurs réponses via le chat textuel de *Second Life*. Les Personas seront distribués sous forme de fiches au préalable.
- **Condition 2** : Les idées seront notées par les participants directement sur la Table Interactive, les Personas seront distribués sous forme de fiches.

**L'analyse des résultats nous permettra de sélectionner la technologie la plus adaptée à la méthode PLT.**

## VERS DE NOUVEAUX OUTILS POUR L'ANTICIPATION DES BESOINS UTILISATEURS : APPORTS MÉTHODOLOGIQUES POUR L'ERGONOMIE PROSPECTIVE

**RESUME :** L'analyse des besoins est la première étape du processus de conception. C'est aussi une source importante d'innovation en entreprise, notamment lorsqu'elle est partagée au sein de l'équipe de conception pluridisciplinaire. La prospection et l'anticipation des besoins futurs des utilisateurs porte ainsi des enjeux stratégiques majeurs pour développer des produits nouveaux adaptés aux utilisateurs finaux. L'objectif de cette thèse est de contribuer à optimiser l'anticipation des besoins dans le but de favoriser l'innovation. Nos hypothèses portent sur des facteurs méthodologiques et technologiques qui permettent d'améliorer la collaboration de l'équipe pluridisciplinaire et la performance d'anticipation des besoins. Ces hypothèses sont opérationnalisées comme trois déclinaisons de la méthode des Personas et sont testées dans le cadre de trois projets industriels. Nous montrons qu'en proposant une méthode combinant plusieurs modes de raisonnements adaptés aux profils métiers de l'équipe pluridisciplinaire, l'anticipation des besoins est améliorée en quantité et en qualité (utilité perçue par les utilisateurs). Nous montrons également que les technologies support jouent un rôle important dans l'efficacité des méthodes : une technologie collaborative et ludique comme une table interactive peut augmenter le nombre d'items stratégiques pour l'entreprise (c'est-à-dire utiles et faisables) ; une technologie immersive et ludique comme un monde virtuel permet d'orienter l'anticipation des besoins selon les objectifs du projet (techno-centrés ou centrés-utilisateurs). Ces résultats ouvrent de nombreuses perspectives pour l'évolution méthodologique et technologique de la phase d'anticipation des besoins dans les projets d'innovation.

**Mots clés :** Analyse des besoins, Innovation, Ergonomie prospective, Méthodologie, Technologie, Persona.

## TOWARDS NEW TOOLS TO THE ANTICIPATION OF FUTURE NEEDS: METHODOLOGICAL CONTRIBUTIONS FOR PROSPECTIVE ERGONOMICS

**ABSTRACT :** Requirements analysis is the first step of the design process. It is also an important source of innovation in companies, particularly when it is shared and fulfilled by the multidisciplinary design team. The prospection and anticipation of future needs are therefore an important challenge for the development of new products adapted to their user. The goal of this thesis is to optimize the anticipation of future needs in order to foster innovation. Our assumptions include methodological and technological factors to improve the collaboration of the multidisciplinary team and the performance of requirements anticipation. These assumptions are operationalized through three different ways of running the Persona method and tested in the context of three industrial projects. We show that a method combining several reasoning modes adapted to the various professional backgrounds in the multidisciplinary team, the anticipation of needs is improved quantitatively and qualitatively (i.e. usefulness assessed by users). We also show that the technological support plays an important role in the effectiveness of methods: a collaborative and playful technology such as an interactive tabletop can increase the number of strategic ideas for the company (i.e. useful and technically feasible); an immersive and playful technology such as a virtual world can shape needs anticipation in accordance with the project priorities (Techno-Centered or User-Centered). These results open many opportunities for the methodological and technological evolution of front-end innovation phases towards the anticipation of future needs.

**Keywords :** Requirements analysis, Innovation, Prospective ergonomics, Methodology, Technology, Persona.