



HAL
open science

**VERS UNE CONCEPTION CENTRÉE SUR
L'UTILITÉ: Une analyse de la co-construction
participative et continue des besoins dans le contexte
des technologies émergentes**

Emilie Loup-Escande

► **To cite this version:**

Emilie Loup-Escande. VERS UNE CONCEPTION CENTRÉE SUR L'UTILITÉ: Une analyse de la co-construction participative et continue des besoins dans le contexte des technologies émergentes. Autre. Université d'Angers, 2010. Français. NNT : . tel-00742444

HAL Id: tel-00742444

<https://theses.hal.science/tel-00742444>

Submitted on 16 Oct 2012

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.

VERS UNE CONCEPTION CENTRÉE SUR L'UTILITÉ : Une analyse de la co-construction participative et continue des besoins dans le contexte des technologies émergentes

THÈSE DE DOCTORAT

Spécialité : Sciences de l'ingénieur
École doctorale : STIM

Présentée et soutenue publiquement :
le 8 Décembre 2010
à la Faculté des Sciences d'ANGERS
par **Emilie LOUP-ESCANDE**

Devant le jury ci-dessous :

Patrick BOURDOT	Examineur, Chargé de Recherche, CNRS
Stéphanie BUISINE	Examinatrice, Ingénieure de Recherche, Arts et Métiers ParisTech
Françoise DETIENNE	Rapporteuse, Directrice de Recherche, CNRS
Jean-Claude SAGOT	Rapporteur, Professeur des Universités, UTBM
Simon RICHIR	Directeur de thèse, Professeur des Universités, Arts et Métiers ParisTech
Jean-Marie BURKHARDT	Co-directeur de thèse, Maître de Conférences, Univ. Paris Descartes
Hervé CHRISTOFOL	Co-directeur de thèse, Maître de Conférences, Univ. d'Angers

Arts et Métiers ParisTech, LAMPA, 2 bd du Ronceray, 49000 ANGERS

ED 503

Remerciements

Mes premiers remerciements vont à Simon Richir, Jean-Marie Burkhardt et Hervé Christofol.

Merci à Simon pour m'avoir accueilli dans son équipe de recherche et pour m'avoir fait confiance en me proposant notamment de gérer le module « lieux et ambiances 3D » du projet 3D Child, ce qui a facilité le recueil de données nécessaires à la réalisation de cette thèse.

Merci à Jean-Marie pour son encadrement de qualité et pour m'avoir aidé à construire cette thèse par ses conseils rigoureux quant à la formalisation de la revue de littérature et des données empiriques, ainsi que pour ses multiples relectures de textes.

Merci à Hervé pour l'intérêt et l'attention qu'il a portés à mes travaux de recherche notamment de par ses suggestions sur ce manuscrit.

Je tiens ensuite à remercier Françoise Détienne et Jean-Claude Sagot d'avoir accepté d'être rapporteurs de ma thèse, ainsi que Patrick Bourdot et Stéphanie Buisine de l'intérêt qu'ils ont témoigné à ce travail en acceptant de faire partie du jury.

Je remercie le Pôle Enfant et l'IFTH de m'avoir fourni un terrain d'expérimentation au travers du projet 3D Child. Merci également aux professionnels et aux étudiants sans qui les études empiriques n'auraient pu être réalisées.

J'exprime ma reconnaissance aux collectivités territoriales de la Mayenne (CG53, Laval Agglomération) qui ont financé ce travail de recherche.

Merci à tous les membres de l'équipe des Arts et Métiers ParisTech de Laval et d'Angers, en particulier à ceux qui se sont toujours montré à l'écoute de mes joies et déceptions (ils se reconnaîtront). Un grand merci à Olivier pour ses conseils et relectures qui ont été d'une aide plus précieuse qu'il le croit. Un merci tout particulier à Franck, Gill, Elise, Dalia, Stan, Emilien et Damien pour leurs relectures de chapitres de ce manuscrit. Merci également à Majid qui, par ses développements sur Appli-Viz'3D, a joué un rôle important dans ma thèse.

Merci également aux membres du Réseau des Jeunes Chercheurs en ergonomie (RJCe), et en particulier à Julien Nelson pour m'avoir fait connaître cette association.

Un grand merci à tous mes proches et amis, et tout particulièrement à mes parents, Serge et Danielle Escande, pour le soutien sans faille qu'ils m'ont apporté et les valeurs qu'ils m'ont enseignées et qui ont contribué à l'aboutissement de ce travail. Merci à Florian, mon frère, pour nos conversations téléphoniques qui m'ont permis de garder le moral loin des miens.

J'adresse mes derniers remerciements à mon mari, Guillaume Loup, pour ses multiples relectures mais surtout pour continuer à m'accompagner et m'épauler dans nos choix, et à mes enfants, Orian et Eléia, qui par leur simple présence m'ont donné la force de mener à bien cette aventure.

À mes enfants

Table des Matières

INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 ÉTAT DE L'ART SUR LA PRISE EN COMPTE DE L'UTILITE ET DES BESOINS DANS LA CONCEPTION	7
1 Introduction : un panorama des disciplines sur la conception	9
2 La notion d'utilité en conception	11
2.1 L'utilité : destination de l'artefact vs. valeur pour les utilisateurs	11
2.2 L'utilité en tant que propriété construite et évolutive de l'artefact	12
2.3 L'univers prospectif et l'univers rétrospectif de l'utilité	13
2.4 L'utilité potentielle et l'utilité réelle	14
2.5 L'utilité en tant que « réponse » à un ou des besoins	14
2.6 Des typologies des « besoins » à une redéfinition des contributions à la notion d'utilité	14
2.6.1 Le besoin selon qu'il correspond à une fonction, un attribut utilitaires ou une émotion attendus	15
2.6.2 Le besoin selon qu'il est potentiel ou prescrit	15
2.6.3 Les besoins exprimés ou avérés	15
2.6.4 Les besoins « latents »	16
2.6.5 Du besoin individuel au besoin d'un groupe ou d'une population	16
2.7 Les représentations des concepteurs sur la prise en compte des besoins dans la conception	17
2.7.1 Quelques clarifications quant à l'usage du terme « représentation »	17
2.7.2 Des études empiriques portant sur les représentations des concepteurs quant à la prise en compte des besoins dans la conception	18
3 Une revue des modèles et des processus de conception en regard de la prise en compte de l'utilité et de la construction des besoins	20
3.1 Panorama des modèles et des processus de conception	20
3.1.1 Le processus de développement d'un nouveau produit en marketing	20
3.1.2 Le processus de développement d'un nouveau produit en design	21
3.1.3 Les processus de conception en génie industriel : des modèles outillés	22
3.1.4 L'ingénierie concourante	24
3.1.5 Les processus de conception en génie logiciel : des modèles ciblés sur la réalisation	25
3.1.6 Les modèles de l'ingénierie des exigences centrés sur la phase d'identification des besoins	26
3.1.7 Les modèles de conception utilisés en ergonomie : les processus itératifs et centrés sur l'utilisateur et les modèles participatifs et développementaux	28
3.2 Eléments communs et spécifiques aux modèles et aux processus de conception	33
3.2.1 Phases de la conception	33
3.2.2 Implication des utilisateurs	34
3.2.3 Prise en compte de l'utilité et des besoins	34
4 Un modèle pour penser la conception centrée sur l'utilité	36
4.1 La conception centrée sur l'utilité inspirée des modèles de la conception pluridisciplinaire, participative et continue	36
4.2 Les phases du processus de conception centrée sur l'utilité	36
4.3 Articulation des étapes des processus de construction de besoins et des phases du processus de conception centrée sur l'utilité	37
5 Les méthodes et les outils du processus de conception centrée sur l'utilité	40

5.1	La production d'hypothèses sur la destination de l'artefact et les bénéfices attendus pour l'utilisateur	40
5.1.1	Les étapes et les acteurs associés à la production d'hypothèses	40
5.1.2	Les méthodes et les outils permettant de prescrire la destination des logiciels	41
5.1.3	Les méthodes et les outils favorisant l'invention de fonctionnalités, propriétés et usages de l'artefact	41
5.1.4	Les méthodes permettant de concevoir des logiciels <i>a priori</i> bénéfiques pour l'utilisateur	43
5.1.5	La traduction des besoins en spécifications : les niveaux d'abstraction et les processus d'inférence	45
5.2	Le choix des alternatives parmi le champ des possibles	46
5.2.1	Les étapes et les acteurs associés à la sélection des alternatives	46
5.2.2	Les méthodes et les outils de priorisation pour faciliter la sélection des alternatives	47
5.2.3	Les études empiriques concernant l'application de méthodes de priorisation	49
5.3	Approche rétrospective : de la mesure et l'évaluation de l'utilité à la production de spécifications candidates	50
5.3.1	Etapes et acteurs associés à l'évaluation de l'utilité	50
5.3.2	L'existant comme source d'alimentation de l'univers rétrospectif de l'utilité	50
5.3.3	L'inspection et l'évaluation itérative par les concepteurs pour enrichir la destination des artefacts	52
5.3.4	La confrontation des utilisateurs à l'artefact pour faire correspondre la destination du logiciel à une plus-value « réelle »	53
5.3.5	Des séances collectives pour favoriser l'expression de solutions et de besoins	54
6	Conclusion	56
 CHAPITRE 2 PROBLÉMATIQUE ET DÉMARCHE DE RECHERCHE		59
1	Introduction	61
2	Problématique : assister et améliorer la prise en compte de l'utilité lors de la conception d'artefacts issus des technologies émergentes	61
3	Démarche de recherche	62
3.1	Analyse des représentations de l'utilité et des besoins chez divers profils de concepteurs : une approche par entretiens	63
3.2	Analyse de la construction des spécifications par des concepteurs : une étude expérimentale	63
3.3	Analyse de la construction de besoins dans le cadre d'un projet réel de conception	63
3.3.1	Projet 3D Child	63
3.3.2	Analyse de la dynamique de construction des besoins : une étude longitudinale	64
3.3.3	Analyse de la construction participative des besoins : contribution des concepteurs et des utilisateurs à différentes phases du projet	64
3.4	Analyse statistique pour le traitement des données	65
 CHAPITRE 3 L'UTILITÉ ET LA CONSTRUCTION DE BESOINS : ÉTUDE DES REPRÉSENTATIONS DES ACTEURS DE LA CONCEPTION		67
1	Introduction	69
2	Méthode	70
2.1	Participants	70
2.2	Procédure de recueil de données : entretiens semi-directifs	71
2.3	Données recueillies	71
2.4	Méthode d'analyse des données : analyse catégorielle et fréquences d'occurrence	71
2.4.1	Préparation du corpus : suppression de verbalisations non pertinentes pour nos objectifs d'études et	

préparation des expressions	72
2.4.2 Choix et définition des catégories	72
2.4.3 Sous-catégories utilisées	72
2.4.4 Identification et insertion des attributs dans les sous-catégories	73
2.4.5 Analyse statistique des données : fréquences d'occurrences des unités de sens	75
3 Résultats : les représentations des concepteurs à propos de l'utilité et des besoins	76
3.1 Des catégories plus représentées que d'autres et des degrés de proximité variables en fonction du profil	76
3.2 Des définitions de l'utilité contrastées selon le profil des concepteurs	77
3.3 Des représentations du processus de construction de besoins différentes selon les profils de concepteurs	80
4 Discussion : des représentations différentes de l'utilité et de la construction des besoins selon le métier et l'expérience	84
5 Limite de l'étude	85
6 Conclusion et perspectives	86

CHAPITRE 4 LA CO-CONSTRUCTION PARTICIPATIVE ET CONTINUE DES BESOINS ENTRE LES ACTEURS DANS UN PROJET RÉEL : UNE ETUDE LONGITUDINALE 89

1 Introduction	91
2 Méthode	91
2.1 Participants	91
2.2 Recueil de données : observation participante et étude longitudinale	92
2.3 Données recueillies	92
2.4 Méthode d'analyse de données : codage des expressions de besoins et des actions élémentaires, fréquences	93
2.4.1 Caractérisation des besoins recueillis	93
2.4.2 Catégorisation des besoins extraits : état de besoins, phase de conception et statut des acteurs	94
2.4.3 Décomposition des besoins en actions élémentaires de construction de besoins	94
2.4.4 Types d'enchaînements relevés en ce qui concerne les états de besoin	95
2.4.5 Analyse des fréquences des enchaînements d'états de besoins et des actions élémentaires	96
3 Résultats : caractéristiques du processus de construction participative et continue des besoins	97
3.1 Des besoins généralement validés ou rejetés, certains restant non traités voire soumis à des patterns d'actions plus complexes	97
3.2 Des besoins majoritairement traités à cheval au cours de deux phases de la conception	98
3.3 Des besoins énoncés majoritairement par les utilisateurs et une proportion de rejet sensible au profil de l'acteur à son origine	99
3.4 Des états de besoins spécifiques aux phases de la conception	99
3.5 Des états de besoin distincts selon le statut des acteurs	100
3.6 Une participation aux phases de la conception différente selon le statut des acteurs	101
4 Discussion : le développement des connaissances impacte sur le processus de construction de besoins	102
5 Limite de l'étude	103
6 Conclusion et perspectives	104

CHAPITRE 5 L'ÉLABORATION DE SPÉCIFICATIONS PAR DES CONCEPTEURS : UNE ETUDE EXPERIMENTALE 107

1	Introduction	109
2	Méthode	109
2.1	Participants	109
2.2	Protocole expérimental	110
2.2.1	Matériel	110
2.2.2	Procédure de recueil de données	110
2.2.3	Conditions de passation	111
2.3	Données recueillies	111
2.4	Méthode d'analyse de données	112
2.4.1	Découpage du corpus en unités : propositions, groupes nominaux et mots	112
2.4.2	Catégorisation des unités	112
2.4.3	Application du schéma de codage au corpus	114
2.4.4	Analyses du contenu des fiches-réponses, des supports et des verbalisations issus des entretiens	115
3	Résultats : connaissances sur l'élaboration de spécifications par des ingénieurs, designers et ergonomes	117
3.1	Caractéristiques des besoins et des spécifications produites selon les profils	117
3.1.1	Deux fois plus d'expressions extraites des verbalisations qu'inférées par les concepteurs	117
3.1.2	Des besoins et des spécifications communs et spécifiques	119
3.1.3	Une majorité de besoins et de spécifications physiques	120
3.1.4	Les spécifications sont des redites, paraphrases, ensembles, précisions et solutions par rapport aux besoins	121
3.1.5	Des classes d'abstraction différentes selon les profils de concepteurs	121
3.2	Modes opératoires mis en œuvre pour passer d'une retranscription de description des attentes à la proposition de spécifications	122
3.2.1	Deux modes opératoires pour identifier et noter les besoins sur les fiches correspondantes	122
3.2.2	Deux modes opératoires pour transformer les besoins en spécifications	123
4	Discussion : des contributions aux niveaux d'abstraction différentes selon les profils de concepteurs	124
5	Limites de l'étude	125
6	Conclusion et perspectives	125

CHAPITRE 6 ETUDE DE LA PRIORISATION DES BESOINS FONCTIONNELS PAR LES UTILISATEURS 127

1	Introduction	129
2	Méthode	129
2.1	Participants	129
2.2	Méthodes de recueil de données : questionnaire et méthode nominale de priorisation	130
2.3	Données recueillies	131
2.4	Méthodes d'analyse de données : fréquences d'occurrence et analyse du contenu des listes complétées	131
2.4.1	Analyse statistique des attributions aux niveaux de priorité en fonction des fonctionnalités	131
2.4.2	Analyse des relations entre les niveaux de priorité et la présence vs. l'absence de propositions d'ajouts	132
2.4.3	Analyse des propositions d'ajouts de fonctionnalités	132

2.4.4	Analyse de la prise en compte des priorisations par les concepteurs	132
3	Résultats : contributions et activités associées à la priorisation des besoins dans la conception par les utilisateurs (l'exemple d'Appli-Viz'3D)	133
3.1	Des niveaux de priorités différents selon les fonctionnalités	133
3.2	Des fonctionnalités prioritaires pour les utilisateurs n'ont pas été implémentées par les concepteurs	134
3.3	Des niveaux de priorités différents selon les fonctionnalités et le profil des utilisateurs	136
3.3.1	Priorisation des fonctionnalités selon les ingénieurs	136
3.3.2	Priorisation des fonctionnalités selon les designers	138
3.3.3	Priorisation des fonctionnalités selon les marketeurs	139
3.3.4	Conclusion sur la priorisation des fonctionnalités selon le profil des utilisateurs	141
3.4	Les utilisateurs qui ont essentiellement attribué les niveaux « important » et « peu important » ont évoqué des fonctionnalités supplémentaires	142
3.5	Les fonctionnalités évoquées spontanément sont principalement des précisions de fonctions anticipées	143
4	Discussion : effets de la priorisation des fonctions au moyen d'une méthode nominale sur la construction de besoins	144
5	Limite de l'étude	145
6	Conclusion et perspectives	145
 CHAPITRE 7 ETUDE DE LA CONSTRUCTION DE BESOINS LORS DE SÉANCES D'UTILISATION DU LOGICIEL		 147
1	Introduction	149
2	Méthode	149
2.1	Participants	149
2.2	Méthode de recueil de données : simulation de situations d'usage	150
2.3	Données recueillies	150
2.4	Méthode d'analyse de données : codage des unités et des séquences	151
2.4.1	Segmentation du corpus : l'unité et la séquence	151
2.4.2	Catégorisation des unités basée sur le schéma « Type[Activité/Sujet] »	151
2.4.3	Catégorisation des séquences : dix thèmes extraits des retranscriptions	153
3	Résultats : contribution des participants et dynamique des situations de revue de projet et de formation	154
3.1	Analyse de la situation de revue de projet	154
3.1.1	Des types d'unités spécifiques aux profils de participants	154
3.1.2	Des activités cognitives de construction de besoins spécifiques aux profils de participants	154
3.1.3	Des sujets spécifiques aux profils de participants	156
3.1.4	Dynamique de la construction de besoins lors de la réunion de revue de projet	157
3.2	Analyse des situations de formation	159
3.2.1	Des types d'unités spécifiques aux profils de participants	159
3.2.2	Des activités cognitives de construction de besoins spécifiques aux profils de participants	159
3.2.3	Des sujets non spécifiques aux profils de participants	161
3.2.4	Dynamique de la construction de besoins au cours de trois séances de formation	162
4	Discussion : des similitudes et des différences entre les deux types de situations	165

5	Limites de l'étude	166
6	Conclusion et perspectives	167
CHAPITRE 8 DISCUSSION GÉNÉRALE : VERS UN MODÈLE DE L'UTILITÉ DANS LA CONCEPTION		169
1	Introduction	171
2	Rappel et discussion des principaux concepts : utilité, besoin, concepteur et utilisateur	171
3	Discussion des résultats : de la co-construction participative et continue des besoins à la conception d'un artefact « réellement » utile	172
3.1	La construction des besoins potentiels : entre formalisation de l'expression des utilisateurs et imagination	172
3.2	La sélection des besoins traités : le passage des possibles à l'utilité potentielle	172
3.3	Evaluation de l'artefact : de l'utilité réelle à l'univers rétrospectif de l'utilité	173
3.4	Projection de nouvelles fonctionnalités et propriétés non-fonctionnelles à partir des résultats de l'évaluation	174
3.5	Vers un modèle des relations entre univers prospectif, univers rétrospectif, utilité potentielle et utilité réelle dans la conception	175
CONCLUSION GÉNÉRALE : APPORTS ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE		177
1	Introduction	179
2	Apports théoriques	179
2.1	Absence de représentation totalement partagée des notions d'utilité et de besoins par les concepteurs	180
2.2	Complémentarité des modèles, des méthodes et des outils du processus de conception centrée sur l'utilité	181
2.3	Caractérisation des contributions des concepteurs et des utilisateurs au processus de co-construction participative et continue des besoins	184
2.4	Un modèle de l'utilité dans la conception	185
3	Apport méthodologique : extension de la méthode I ² I	186
4	Perspectives de recherche	189
4.1	Elargir la portée de notre modèle de l'utilité dans la conception	189
4.2	Valider notre extension de la méthode I2I	189
4.3	Vers la construction d'un Living Lab à Laval	190
BIBLIOGRAPHIE		191
PRODUCTION PERSONNELLE		203
Bibliographie		205
Logiciel		205

ANNEXES	207
Annexe 1 : Guide d'entretien utilisé dans l'étude présentée dans le Chapitre 3	209
Annexe 2 : Tableau de données brutes de l'étude présentée dans le Chapitre 3	211
Annexe 3 : Tableaux des Taux de Liaison de l'étude présentée dans le Chapitre 3	212
Annexe 4 : Tableaux des Taux de Liaison de l'étude présentée dans le Chapitre 4	213
Annexe 5 : Tableau de données brutes de l'étude présentée dans le Chapitre 4 (états de besoin couplés aux phases de la conception)	214
Annexe 6 : Tableau de données brutes de l'étude présentée dans le Chapitre 4 (états de besoin couplés aux acteurs du projet)	215
Annexe 7 : Tableaux des Taux de Liaison de l'étude présentée dans le Chapitre 5	216
Annexe 8 : Tableau des Taux de Liaison de l'étude présentée dans le Chapitre 6	217
Annexe 9 : Tableau des Taux de Liaison de l'étude présentée dans le Chapitre 7 (situation de revue de projet)	220
Annexe 10 : Tableau des Taux de Liaison de l'étude présentée dans le Chapitre 7 (situations de formation)	221

Table des Illustrations

FIGURE 1: CAPTURES ÉCRANS DU LOGICIEL APPLIVIZ'3D	5
FIGURE 2 : PROCESSUS DE DÉVELOPPEMENT D'UN NOUVEAU PRODUIT EN MARKETING D'APRÈS URBAN & HAUSER, 1980	20
FIGURE 3 : PROCESSUS DE DÉVELOPPEMENT D'UN NOUVEAU PRODUIT EN DESIGN D'APRÈS ULRICH & EPPINGER, 2003.....	21
FIGURE 4 : LA MÉTHODE I ² I, TIRÉE DE RICHIR (2003A, 2003B)	23
FIGURE 5 : LA DÉMARCHE DE CONCEPTION DE PRODUITS NOUVEAUX, TIRÉE DE AOUSSAT, 1996	24
FIGURE 6 : CYCLE EN CASCADE (FIG. GAUCHE) ET CYCLE EN V (FIG. DROITE)	25
FIGURE 7 : CYCLE EN SPIRALE D'APRÈS BOEHM, 1988	26
FIGURE 8 : PROCESSUS D'INGÉNIEURIE DES BESOINS D'APRÈS MACAULAY (1996), NOTRE TRADUCTION	27
FIGURE 9 : PROCESSUS D'INGÉNIEURIE DES BESOINS DE KOTONYA & SOMMERVILLE (1998) ADAPTÉ PAR ALENLJUNG (2005), NOTRE TRADUCTION	28
FIGURE 10 : PROCESSUS DE CONSTRUCTION DE BESOINS DE MAGUIRE & BEVAN (2002), NOTRE TRADUCTION.....	29
FIGURE 11: LA BOUCLE DE CONCEPTION D'APRÈS RABARDEL, 1995, p.164.....	32
FIGURE 12 : CORRESPONDANCE ENTRE LES ÉTAPES DES PROCESSUS DE CONSTRUCTION DE BESOINS DE MAGUIRE, ALENLJUNG ET MACAULAY, ET LES PHASES DU PROCESSUS DE CONCEPTION CENTRÉE SUR L'UTILITÉ	39
FIGURE 13 : PROCESSUS DE TRADUCTION DES BESOINS EN SPÉCIFICATIONS D'APRÈS ALENLJUNG ET PERSSON (2008)	46
FIGURE 14 : PROCESSUS DE DÉVELOPPEMENT « MARKET PULL » TIRÉ DE (ROTHWELL, 1994)	51
FIGURE 15 : PRÉSENTATION DES CATÉGORIES, DES SOUS-CATÉGORIES ET DES ATTRIBUTS ANALYSÉS	74
FIGURE 16: TAXONOMIE DES ENCHAÎNEMENTS D'ÉTATS DE BESOINS ASSOCIÉS AUX TROIS PHASES DU PROCESSUS DE CONCEPTION	95
FIGURE 17: TAXONOMIE DES ENCHAÎNEMENTS D'ÉTATS DE BESOINS INITIÉS PAR LES ACTEURS DU PROJET	96
FIGURE 18: RÉPARTITION DES ENCHAÎNEMENTS D'ÉTATS DE BESOINS EN FONCTION DES PHASES DE LA CONCEPTION	98
FIGURE 19: RÉPARTITION DES ÉTATS DE BESOINS FINAUX INITIALEMENT ÉNONCÉS PAR LES CO-CONCEPTEURS (FIG. DE GAUCHE) ET PAR LES CONCEPTEURS (FIG. DE DROITE).....	99
FIGURE 20 : PRINCIPALES ATTRACTIONS ENTRE LES ÉTATS DE BESOINS ET LES PHASES DE LA CONCEPTION.....	100
FIGURE 21 : PRINCIPALES ATTRACTIONS ENTRE LES ÉTATS DE BESOINS ET LE STATUT DES ACTEURS	101
FIGURE 22 : PRINCIPALES ATTRACTIONS ENTRE LE STATUT DES ACTEURS ET LES PHASES DE LA CONCEPTION	102
FIGURE 23 : SCHÉMA RÉCAPITULANT LES PRINCIPAUX RÉSULTATS DE L'ÉTUDE	105
FIGURE 24: LES 6 CLASSES D'ABSTRACTION DE BESOINS ET DE SPÉCIFICATIONS	113
FIGURE 25: RÉPARTITION DES EXPRESSIONS CONTENUES DANS LES FICHES-RÉPONSES EN FONCTION DE LEUR CARACTÈRE EXPLICITE OU INFÉRÉ	118
FIGURE 26: RÉPARTITION DES EXPRESSIONS CONTENUES DANS LES FICHES-RÉPONSES EN FONCTION DES TROIS DEGRÉ DE RAFFINEMENT	120
FIGURE 27 : CONTRIBUTIONS DES PROFILS DE PARTICIPANTS AUX NIVEAUX D'ABSTRACTION	124
FIGURE 28: VIRTUAL KID.....	130
FIGURE 29 : RÉPARTITION DES FONCTIONNALITÉS NOUVELLES ET DES PRÉCISIONS PARMIS LES FONCTIONNALITÉS ÉVOQUÉES SPONTANÉMENT	143
FIGURE 30 : PRINCIPALES ATTRACTIONS ENTRE LES CATÉGORIES D'ACTIVITÉ ET LES STATUTS ET MÉTIERS DES PARTICIPANTS POUR LA SITUATION DE REVUE DE PROJET.....	155
FIGURE 31 : PRINCIPALES ATTRACTIONS ENTRE LES CATÉGORIES DE SUJETS ET LES STATUTS ET MÉTIERS DES PARTICIPANTS POUR LA SITUATION DE REVUE DE PROJET.....	157
FIGURE 32 : SÉQUENCE "AGIR SUR LES PRODUITS" DE LA REVUE DE PROJET	158
FIGURE 33 : PRINCIPALES ATTRACTIONS ENTRE LES CATÉGORIES D'ACTIVITÉS ET LES STATUTS ET MÉTIERS DES PARTICIPANTS DANS LES SITUATIONS DE FORMATION	160
FIGURE 34 : PRINCIPALES ATTRACTIONS ENTRE LES CATÉGORIES DE SUJETS ET LES STATUTS ET MÉTIERS DES PARTICIPANTS DANS LES SITUATIONS DE FORMATION	162
FIGURE 35 : SÉQUENCE "AGIR SUR LES PRODUITS" DE LA FORMATION 1.....	163
FIGURE 36 : SÉQUENCE "AGIR SUR LES PRODUITS" DE LA FORMATION 2	164
FIGURE 37 : SÉQUENCE "AGIR SUR LES PRODUITS" DE LA FORMATION 3.....	165
FIGURE 38 : RELATIONS ENTRE UNIVERS PROSPECTIFS ET RÉTROSPECTIFS DE L'UTILITÉ, UTILITÉ POTENTIELLE ET UTILITÉ RÉELLE	175
FIGURE 39 : POSITIONNEMENT DES ATTRIBUTS VERBALISÉS DANS LE DISCOURS DES CONCEPTEURS	180
FIGURE 40 : EXTENSION DE LA MÉTHODE I ² I.....	188

Table des Tableaux

TABLEAU 1: CORRESPONDANCE DES ÉTAPES DES PROCESSUS D'INGÉNIERIE DES BESOINS DE MACAULAY (1996) ET ALENJUNG (2005) ..	27
TABLEAU 2: DIMENSIONS DE L'UTILITÉ ET PHASES DU PROCESSUS DE CONCEPTION CENTRÉE SUR L'UTILITÉ.....	37
TABLEAU 3 : TABLEAU RÉCAPITULATIF DES PHASES, ACTIVITÉS, MODÈLES/MÉTHODES/OUTILS, DISCIPLINES ET ACTEURS.....	56
TABLEAU 4: DISTRIBUTION DU NOMBRE D'UNITÉS EN FONCTION DU PROFIL DE CONCEPTEUR	76
TABLEAU 5: RELATIONS ENTRE LE PROFIL DES CONCEPTEURS ET LES CATÉGORIES ÉVOQUÉES	77
TABLEAU 6: DISTRIBUTION DU NOMBRE D'UNITÉS CONTENUES DANS LA CATÉGORIE « UTILITÉ AU SENS DE LA VALEUR OU DE LA DESTINATION » EN FONCTION DES PROFILS DE CONCEPTEUR	77
TABLEAU 7: DISTRIBUTION DU NOMBRE D'UNITÉS CONTENUES DANS LA CATÉGORIE « L'UTILITÉ VUE COMME RÉPONSE À UN OU DES BESOINS » EN FONCTION DES PROFILS DE CONCEPTEURS	78
TABLEAU 8: RELATIONS ENTRE LE PROFIL DES CONCEPTEURS ET LES TERMES CORRESPONDANT À L'UTILITÉ VUE COMME LA RÉPONSE À UN OU DES BESOINS.....	80
TABLEAU 9: DISTRIBUTION DU NOMBRE D'UNITÉS CONTENUES DANS LA CATÉGORIE « PHASES DU PROCESSUS » EN FONCTION DES PROFILS DE CONCEPTEURS.....	80
TABLEAU 10: RELATIONS ENTRE LE PROFIL DES CONCEPTEURS ET LES PHASES DU PROCESSUS DE CONSTRUCTION DE BESOINS.....	81
TABLEAU 11: DISTRIBUTION DU NOMBRE D'UNITÉS CONTENUES DANS LA CATÉGORIE « OUTILS UTILISÉS DANS LE PROCESSUS » EN FONCTION DES PROFILS DE CONCEPTEURS	82
TABLEAU 12: RELATIONS ENTRE LE PROFIL DES CONCEPTEURS ET LES OUTILS ET MÉTHODES UTILISÉS DANS LE PROCESSUS DE CONSTRUCTION DE BESOINS	83
TABLEAU 13: DISTRIBUTION DU NOMBRE D'UNITÉS CONTENUES DANS LA CATÉGORIE « ACTEURS IMPLIQUÉS DANS LE PROCESSUS » EN FONCTION DES PROFILS DE CONCEPTEURS.....	83
TABLEAU 14: RELATIONS ENTRE LE PROFIL DES CONCEPTEURS ET LES ACTEURS ÉVOQUÉS.....	84
TABLEAU 15: EXTRAIT DU TABLEAU RÉCAPITULATIF DE BESOINS.....	93
TABLEAU 16 : RÉPARTITION DES SOUS-CATÉGORIES D'ENCHAÎNEMENTS DES ÉTATS DE BESOIN	98
TABLEAU 17: DISTRIBUTION DU NOMBRE D'ACTIONS RELATIVES À CHAQUE ÉTAT DE BESOINS EN FONCTION DE CHACUNE DES PHASES DE LA CONCEPTION	100
TABLEAU 18 : DISTRIBUTION DU NOMBRE D'ACTIONS RELATIVES À CHAQUE ÉTAT DE BESOINS EN FONCTION DE CHACUN DES STATUTS D'ACTEURS DE LA CONCEPTION	101
TABLEAU 19: DISTRIBUTION DU NOMBRE D'ACTIONS RELATIVES À CHACUN DES STATUTS D'ACTEURS EN FONCTION DE CHACUNE DES PHASES DE LA CONCEPTION	102
TABLEAU 20: EXTRAIT DE GRILLE DE CODAGE UTILISÉE	115
TABLEAU 21 : EXEMPLE D'ANALYSE QUALITATIVE D'UN SUPPORT (SUPPORT D'UN INGÉNIEUR)	116
TABLEAU 22 : EXEMPLE DE MODE OPÉRATOIRE D'IDENTIFICATION DE BESOINS (EXTRAIT D'UN ENTRETIEN AVEC UN INGÉNIEUR)	117
TABLEAU 23 : EXTRAIT DE L'ANALYSE QUALITATIVE DE LA VERBALISATION CITÉE DANS LE TABLEAU 22.....	117
TABLEAU 24: DISTRIBUTION DU NOMBRE D'EXPRESSIONS RELATIVES À CHACUNE DES SOURCES DE BESOINS ET DE SPÉCIFICATIONS EN FONCTION DES PROFILS DE PARTICIPANTS	118
TABLEAU 25 : BESOINS ET SPÉCIFICATIONS COMMUNS ET SPÉCIFIQUES AUX PARTICIPANTS	119
TABLEAU 26 : DISTRIBUTION DES BESOINS ET DES SPÉCIFICATIONS COMMUNS VERSUS SPÉCIFIQUES EN FONCTION DES PROFILS DE PARTICIPANTS	120
TABLEAU 27: DISTRIBUTION DES EXPRESSIONS CONTENUES DANS LES FICHES-RÉPONSES SELON TROIS DEGRÉS DE RAFFINEMENT EN FONCTION DES PROFILS DE PARTICIPANTS	120
TABLEAU 28: DISTRIBUTION DU NOMBRE D'EXPRESSIONS RELATIVES AUX SIX CLASSES D'ABSTRACTION DES BESOINS ET DES SPÉCIFICATIONS EN FONCTION DES PROFILS DE PARTICIPANTS	122
TABLEAU 29: RELATIONS ENTRE LE PROFIL DES PARTICIPANTS ET LES SIX CLASSES D'ABSTRACTION DES BESOINS.....	122
TABLEAU 30 : FONCTIONNALITÉS ANTICIPÉES, ISSUES DU DÉMONSTRATEUR "VIRTUAL KID"	130
TABLEAU 31 : LISTE DE FONCTIONNALITÉS COMPLÉTÉE PAR UN DESIGNER	131
TABLEAU 32 : DISTRIBUTION DU NOMBRE D'ATTRIBUTIONS À CHACUN DES CINQ NIVEAUX DE PRIORITÉ AUX FONCTIONNALITÉS ANTICIPÉES	133
TABLEAU 33 : TAUX DE LIAISONS ENTRE FONCTIONNALITÉ ET NIVEAU DE PRIORITÉ, AINSI QU'ÉTAT DE LA FONCTIONNALITÉ EN FIN DE PROJET	

.....	135
TABLEAU 34 : DISTRIBUTION DU NOMBRE D'ATTRIBUTIONS, PAR LES INGÉNIEURS, À CHACUN DES CINQ NIVEAUX DE PRIORITÉ AUX FONCTIONNALITÉS ANTICIPÉES	136
TABLEAU 35 : RELATIONS ENTRE LES FONCTIONNALITÉS ET LES NIVEAUX DE PRIORITÉ POUR LES INGÉNIEURS.....	137
TABLEAU 36 : DISTRIBUTION DU NOMBRE D'ATTRIBUTIONS, PAR LES DESIGNERS, À CHACUN DES CINQ NIVEAUX DE PRIORITÉ AUX FONCTIONNALITÉS ANTICIPÉES	138
TABLEAU 37 : RELATIONS ENTRE LES FONCTIONNALITÉS ET LES NIVEAUX DE PRIORITÉ POUR LES DESIGNERS	139
TABLEAU 38 : DISTRIBUTION DU NOMBRE D'ATTRIBUTIONS, PAR LES MARKETEURS, À CHACUN DES CINQ NIVEAUX DE PRIORITÉ AUX FONCTIONNALITÉS ANTICIPÉES	140
TABLEAU 39 : RELATIONS ENTRE LES FONCTIONNALITÉS ET LES NIVEAUX DE PRIORITÉ POUR LES MARKETEURS	141
TABLEAU 40 : DISTRIBUTION DU NOMBRE DE LISTES COMPORTANT DES PROPOSITIONS D'AJOUTS DE FONCTIONNALITÉS OU PAS, EN FONCTION DES NIVEAUX DE PRIORITÉ MAJORITAIRES	142
TABLEAU 41: EXEMPLES D'UNITÉS CODÉES	152
TABLEAU 42: EXTRAIT D'UNE SÉQUENCE ISSUE DE LA SITUATION DE SIMULATION DE REVUE DE PROJET.....	153
TABLEAU 43: DISTRIBUTION DU NOMBRE D'UNITÉS RELATIVES À CHACUN DES TYPES EN FONCTION DES PROFILS DE PARTICIPANTS.....	154
TABLEAU 44: DISTRIBUTION DU NOMBRE D'ACTIVITÉS EN FONCTION DES PROFILS DE PARTICIPANTS	155
TABLEAU 45: DISTRIBUTION DU NOMBRE DE SUJETS EN FONCTION DES PROFILS DE PARTICIPANTS.....	156
TABLEAU 46: DISTRIBUTION DU NOMBRE D'UNITÉS RELATIVES À CHACUN DES TYPES EN FONCTION DES PROFILS DE PARTICIPANTS.....	159
TABLEAU 47: DISTRIBUTION DU NOMBRE D'ACTIVITÉS EN FONCTION DES PROFILS DE PARTICIPANTS	160
TABLEAU 48: DISTRIBUTION DU NOMBRE DE SUJETS EN FONCTION DES PROFILS DE PARTICIPANTS.....	161

Glossaire

Activité : ensemble des processus observables et inobservables, des régulations mis en œuvre par l'opérateur pour effectuer la tâche.

Besoin (au sens de besoin utilitaire) : fonction, qualité ou attribut non hédonique qu'un logiciel doit posséder.

Concepteur (en ergonomie cognitive) : ne renvoie pas à une fonction sociale ou un statut mais renvoie à un professionnel qui met en place des activités de résolution de problème, comme le professionnel des bureaux d'étude et des bureaux des méthodes, le rédacteur de "guidelines" informatiques ou l'ingénieur informaticien qui conçoit un programme.

Conception participative : conception caractérisée par une participation multilatérale de tous les acteurs concernés par un projet de conception, et par le rôle actif des utilisateurs dans le processus de conception.

Design : discipline qui s'intéresse à l'esthétique industrielle appliquée à la recherche de formes nouvelles et adaptées à leur fonction (pour les objets utilitaires, les meubles, l'habitat en général).

Ergonomie des activités de conception : discipline qui étudie les activités liées à l'évolution du problème de conception et de la solution, les activités liées à la gestion de groupe et les activités liées à la communication afin d'assurer la construction d'un référentiel commun par le groupe de participants de conception.

Génie Industriel : discipline qui englobe la conception, l'amélioration et l'installation de systèmes intégrés. Il utilise les connaissances provenant des sciences mathématiques, physiques et sociales, ainsi que les principes et méthodes propres au "génie" ou, à l'art de l'ingénieur, dans le but de spécifier, de prédire et d'évaluer les résultats découlant de ces artefacts.

Ingénierie des Exigences : champ de l'ingénierie des logiciels qui s'intéresse à la formalisation du processus de construction des besoins, de leur énonciation à leur validation.

Marketing : ensemble des actions ayant pour objet d'analyser le marché présent ou potentiel d'un bien ou d'un service, et de mettre en œuvre les moyens permettant de satisfaire la demande ou, le cas échéant, de la stimuler ou de la susciter.

Prospective : ensemble de recherches concernant l'évolution future de l'humanité et permettant de dégager des éléments de prévision.

Réalité Virtuelle : technologie émergente exploitant l'informatique et les interfaces comportementales, en vue de simuler dans un monde virtuel, le comportement d'entités 3D, qui sont en interaction, en temps réel entre elles et avec un ou des utilisateurs en immersion pseudo-naturelle par l'intermédiaire de canaux sensori-moteurs.

Univers prospectif de l'utilité : univers des possibles envisageables et envisagés par chaque acteur de la conception.

Univers rétrospectif de l'utilité : (re)construction des fonctionnalités, de l'utilisation et des usages, sur la base de l'état actuel ou d'états précédents du logiciel.

Utilisateur (au sens d'utilisateur final) : personne qui est concrètement concernée par le logiciel à concevoir dans le sens où elle interagit avec l'outil pour réaliser son travail.

Utilité : adéquation entre les fonctionnalités des propriétés non-fonctionnelles de l'artefact d'une part, et les besoins, les buts des utilisateurs et les contextes d'usages de l'artefact d'autre part.

Utilité-valeur : avantages ou bénéfices significatifs que peut apporter l'artefact aux utilisateurs ; cet avantage étant relatif aux objectifs de l'utilisateur, aux alternatives que l'utilisateur est à même de mobiliser pour atteindre les mêmes objectifs, aux outils existants ou habituellement utilisés, à l'environnement d'utilisation, aux dépendances avec les autres activités et au temps.

Utilité-destination : description des fonctionnalités et des propriétés non-fonctionnelles inscrites dans l'artefact.

INTRODUCTION

L'utilité est considérée comme un critère majeur en ergonomie (voir Bastien & Tricot, 2008 ; Burkhardt & Sperandio, 2004 ; Haradji & Faveaux, 2006 ; Nielsen, 1993 ; Wolff *et al.*, 2005) au côté d'autres critères également importants tels que l'utilisabilité, l'accessibilité ou encore l'acceptabilité. Concernant ces trois derniers critères, les cadres, les méthodes et les objectifs qui leurs sont associés ont aujourd'hui une large diffusion dans les communautés impliquées dans la conception des artefacts utilisant les nouvelles technologies. Cette diffusion se traduit par une littérature empirique foisonnante, des cadres théoriques variés et des méthodes nombreuses en vue de produire des préconisations à différentes étapes de la conception. L'utilisabilité comme l'accessibilité sont d'ailleurs dotées de définitions précises s'insérant dans les normes encadrant la conception.

Le constat est inverse pour le critère de l'utilité. Il n'y a pas en effet aujourd'hui - pour le praticien comme pour le chercheur en ergonomie - de cadre théorique ou méthodologique traitant explicitement de l'utilité pour guider la conception et pour définir les objectifs à atteindre. La définition comme la mesure de l'utilité sont peu définies dans la littérature, et il y a peu d'études s'intéressant spécifiquement aux contributions des méthodes de l'ergonomie à cette dimension d'utilité. Il en résulte également peu de préconisations à fournir aux concepteurs en termes d'utilité.

Dans le domaine de la conception de logiciels innovants, cela conduit d'ailleurs au paradoxe soulevé par Anastassova, selon lequel il y a d'une part « *un besoin fort de principes, de préconisations et de recommandations ergonomiques, à cause du caractère émergent de la technologie, et, d'autre part, il n'y a que peu de réponses ergonomiques concrètes à fournir aux concepteurs, puisque le savoir de l'ergonomie s'appuie en grande partie sur l'analyse de défauts [...] observés antérieurement ou par ailleurs* » (Anastassova, 2006, pp. 156, 157).

Ces défauts peuvent être certes des défauts technologiques (Anastassova, 2006), mais également des défauts liés aux fonctionnalités qui sont encore imparfaitement cernées du fait du manque d'usage et de précédents, on parle alors de « défaut d'utilité » (Burkhardt, 2006). Les logiciels innovants peuvent présenter un défaut d'utilité, c'est-à-dire une inadéquation entre les buts poursuivis par les utilisateurs et ceux rendus possibles par le logiciel¹. Les utilisateurs sont les personnes qui sont concrètement concernées par le logiciel à concevoir dans le sens où elles interagissent avec ce dernier pour réaliser leur travail (Darses, 2004).

On peut supposer plusieurs raisons pour l'existence de tels défauts d'utilité dans la conception des logiciels innovants. Cela peut être la conséquence d'une absence de considération de l'utilité par les acteurs de la conception.

Ainsi, dans une approche de la conception dite « techno-centrée » (Bertin, 1998) de logiciels innovants, l'objectif est souvent de tester des possibilités technologiques et résoudre des verrous techniques, plutôt que de concevoir des logiciels qui auront de réelles applications. Pour constater cela, il suffit de regarder les nombreuses solutions technologiques développées dans les laboratoires et présentées lors de conférences internationales (par ex., Virtual Reality International Conference). Bien souvent, ces solutions restent sans applications industrielles concrètes, essentiellement parce qu'elles n'ont pas été conçues dans un objectif de transposition vers des entreprises.

¹Le logiciel est ici considéré comme un moyen parmi - et en coordination avec - d'autres éléments du contexte d'activité.

Cela peut aussi provenir du fait que les concepteurs considèrent que les fonctionnalités qu'ils choisissent *a priori* d'intégrer au logiciel seront « forcément » utiles.

Outre l'absence de considération de l'utilité par les concepteurs, nous pensons qu'un défaut d'utilité peut également trouver son origine dans l'hétérogénéité et la diversité des profils d'acteurs impliqués dans la conception (par ex., technique, créatif ...), pouvant mener à des divergences, d'une part entre leurs représentations à propos de l'« utilité » et, d'autre part, au niveau des méthodes à mettre en œuvre pour l'atteindre. En effet, selon leurs formations initiales et leurs vécus professionnels, les concepteurs et/ou les utilisateurs peuvent ne pas partager *a priori* la même définition de ce qu'est un logiciel utile, et ne parviendront pas à se mettre d'accord sur l'utilité du logiciel à concevoir. L'utilité du logiciel final sera alors le fruit d'un compromis entre les différents concepteurs et/ou utilisateurs. Ce logiciel est susceptible de présenter un défaut d'utilité dans le sens où il ne sera pas ou que partiellement utile pour certains utilisateurs. Il peut également y avoir une absence de connaissances et de compréhensions partagées des moyens à mettre en œuvre pour améliorer l'utilité des logiciels innovants. Nous entendons par moyens, les modèles, les méthodes et les outils associés aux processus d'identification, de hiérarchisation, de sélection des besoins et d'évaluation de l'utilité. Par ailleurs, si les concepteurs et/ou les utilisateurs - selon leurs formations initiales et leurs vécus professionnels - ne sont pas tous outillés de manière égale pour améliorer l'utilité des logiciels, alors nous pouvons supposer qu'ils n'influenceront pas le processus de construction de besoins de la même manière. Les besoins sont à comprendre au sens de besoins utilitaires : il s'agit des fonctions et des attributs non hédoniques d'un artefact.

L'objectif de cette thèse est d'améliorer la prise en compte de l'utilité dans le processus de conception des artefacts issus des technologies émergentes. Pour cela, nous avons choisi de nous intéresser à la façon dont cette dimension de l'utilité est effectivement traitée aujourd'hui, dans les collectifs de conception. Deux interrogations principales ont servi d'axe organisateur pour ce travail et les approches retenues. La première était que l'hétérogénéité et la diversité des profils pourraient expliquer - au moins en partie - les difficultés à concevoir « pour l'utilité », au travers d'au moins deux aspects : des représentations peu précises voire antagonistes de l'utilité et des moments critiques pour cette dimension au cours de la conception, d'une part, et des moyens et des méthodes propres aux différentes perspectives sur la conception peu voire non articulés tout au long du processus. La seconde interrogation concerne la place et la contribution réelles des utilisateurs à la conception d'artefacts innovants qui soient utiles pour eux, au côté et en interaction avec les concepteurs de ces « nouvelles » technologies.

Pour répondre à ces interrogations, nous avons d'abord étudié les représentations des notions d'« utilité » et de « besoin » chez les acteurs et les disciplines associées au domaine de la conception : l'ingénierie, le design et l'ergonomie.

Nous avons ensuite cherché à identifier les méthodes et les outils utilisés ou préconisés dans le processus de construction de besoins pour améliorer la prise en compte de l'utilité dans les champs disciplinaires s'y intéressant.

Enfin, nous avons étudié comment, quand et sur quel contenu porte sur la contribution des différents groupes d'acteurs - concepteurs et/ou utilisateurs - au processus de co-construction participative et continue des besoins.

Cette thèse a été réalisée dans le contexte d'une Recherche-Action² menée dans le cadre d'un projet réel de conception appelé 3DChild et piloté par un ensemble d'entreprises spécialisées dans la production d'accessoires pour enfants. A partir des actions menées dans ce projet et des données issues du terrain, nous avons eu l'objectif de produire des connaissances scientifiques matérialisées dans ce manuscrit. Ces actions ont par ailleurs contribué à la conception du logiciel Appli-Viz'3D (Figure 1). Il s'agit d'un logiciel de Réalité Virtuelle au sens de génération par ordinateurs d'entités 3D interagissant en temps réel et se modifiant en fonction du comportement de l'utilisateur (Loeffler & Anderson, 1994). Ce logiciel était destiné à trois Petites et Moyennes Entreprises (les entreprises A, B et C ont contribué à la plupart des études décrites dans cette thèse). L'entreprise A, basée sur trois sites, est un fabricant de meubles qui compte 1050 salariés. L'entreprise B, présente dans quinze pays, conçoit des équipements de puériculture et comptait 4700 personnes en 2006. L'entreprise C est une ébénisterie spécialisée dans les jouets, elle emploie neuf ébénistes. Le logiciel a deux objectifs. Il permet aux concepteurs de produits de mettre en scène des prototypes et des avatars dans des environnements virtuels 3D réalistes afin de les aider à évaluer rapidement les concepts de produits³. Il permet également aux commerciaux de présenter des produits virtuels de manière interactive dans leurs environnements d'utilisation. Vous trouverez plus de détails sur le logiciel dans (Loup-Escande *et al.*, 2010).



Figure 1: Captures écrans du logiciel AppliViz'3D

Ce manuscrit est structuré en huit Chapitres. Le Chapitre 1 constitue notre état de l'art portant sur la prise en compte de l'utilité et des besoins dans la conception. Après avoir établi un panorama des disciplines de la conception, une section détaille la manière dont est définie l'utilité dans la conception. Une synthèse des modèles et des processus de conception en regard de la prise en compte de l'utilité et de la construction des besoins est ensuite proposée. Elle nous permet de repérer les limites de chaque modèle et processus, ce qui nous amène à proposer un processus de conception centrée sur l'utilité. La section qui suit présente les méthodes et les outils qui peuvent être associés à un tel processus. Nous concluons par la proposition d'un tableau articulant les phases et les activités du processus de conception centrée sur l'utilité avec les méthodes, les outils, les disciplines et les acteurs impliqués.

Dans le Chapitre 2, nous posons notre problématique visant à assister et améliorer la prise en compte de l'utilité lors de la conception d'artefacts issus des technologies émergentes. Puis, nous décrivons la démarche de recherche mise en œuvre pour y répondre.

Les Chapitres 3 à 7 exposent nos contributions empiriques. Chacun d'eux est structuré comme suit : une précision sur les objectifs de l'étude, une description de la méthode de recueil et d'analyse des données, une description des résultats obtenus, une discussion de ces derniers

² Pour une réflexion sur la Recherche-Action, voir (Allard-Poesi & Perret, 2003).

³ Pour des exemples d'utilisation de la Réalité Virtuelle en conception de produits, voir (Bourdot *et al.*, 2006).

confrontés à la littérature, les limites de l'étude, une conclusion sur ses apports et les perspectives de recherche qu'elle ouvre. Le Chapitre 3 expose une étude sur l'exploration des représentations qu'ont trois catégories de concepteurs sur la notion d'utilité et sur les éléments clés du processus de construction de besoins. Le Chapitre 4 dépeint la contribution de trois groupes d'acteurs (concepteurs, utilisateurs et porteurs de projet) au processus de co-construction participative et continue des besoins durant toute la durée du projet de conception d'Appli-Viz'3D. Le Chapitre 5 contient une analyse de l'activité d'élaboration de spécifications par trois profils de concepteurs (ingénieurs, designers et ergonomes). Le Chapitre 6 décrit une étude portant sur l'activité de priorisation des besoins fonctionnels par trois profils d'utilisateurs (ingénieurs, designers et marketeurs). Le Chapitre 7 expose une analyse de la construction de besoins lors de séances d'utilisation du logiciel.

Le Chapitre 8 comprend la discussion générale. Nous y expliquons dans quelle mesure nos contributions empiriques permettent de formaliser les relations existantes entre l'univers prospectif et l'univers rétrospectif de l'utilité, l'utilité potentielle et l'utilité réelle.

En conclusion, nous synthétisons les apports théoriques et méthodologiques de cette thèse, avant d'ouvrir sur trois perspectives de recherche.

CHAPITRE 1

ÉTAT DE L'ART SUR LA PRISE EN COMPTE DE L'UTILITE ET DES BESOINS DANS LA CONCEPTION

1 Introduction : un panorama des disciplines sur la conception

L'objectif de cet état de l'art est d'identifier la prise en compte de l'utilité et des besoins dans la conception. Pour ce faire, nous avons examiné les littératures de plusieurs disciplines qui s'intéressent à la conception : le génie industriel, le génie logiciel, l'ingénierie des exigences, le design, le marketing ou encore l'ergonomie. Dans cette introduction, nous allons définir les disciplines et les acteurs de la conception qui leur sont associés. Cela nous permettra de cerner à quelles disciplines et à quels acteurs nous faisons référence dans la suite de l'état de l'art.

Le génie industriel est la discipline qui « englobe la conception, l'amélioration et l'installation de systèmes intégrés. Il utilise les connaissances provenant des sciences mathématiques, physiques et sociales, ainsi que les principes et méthodes propres au génie ou, à l'art de l'ingénieur, dans le but de spécifier, prédire et évaluer les résultats découlant de ces systèmes » (Définition tirée de American Institute of Industrial Engineers). Le processus de conception est formalisé depuis l'identification d'un besoin jusqu'à la réalisation d'un produit (Beitz & Pahl, 1996).

Le génie logiciel, est une branche de l'ingénierie informatique, qui correspond à « l'ensemble des moyens techniques, industriels et humains qu'il faut réunir pour spécifier, construire, distribuer et maintenir des logiciels qui soient sûrs, conviviaux, évolutifs, économiques ... » (Printz, 2005). En génie logiciel, le processus de conception correspond à une description des étapes et des opérations nécessaires à la réalisation d'un logiciel (Kruchten, 2006). Ce processus implique notamment des développeurs, c'est-à-dire des informaticiens qui programment dans différents langages informatiques.

L'ingénierie des besoins, ou ingénierie des exigences, est également une branche de l'ingénierie informatique qui a pour objectif de formaliser le processus de construction de besoins (Pohl, 1996). Il s'agit d'un processus itératif qui débute par l'énonciation de besoins et se termine par leur validation (Bendjenna *et al.*, 2008). L'ingénieur des exigences est un informaticien qui a pour missions principales de déterminer les besoins, sélectionner une solution parmi la diversité de solutions possibles, documenter les spécifications du logiciel à concevoir ou à adapter et gérer l'évolution continue des besoins et du logiciel (Davis & Hickey, 2002).

Le marketing est « une fonction organisationnelle et un ensemble de processus visant à créer, à communiquer et à fournir une valeur destinée à des clients, de même qu'à gérer les relations avec ceux-ci de façon rentable pour l'entreprise et ses partenaires » (Définition tirée de Association des Professionnels de la Communication et du Marketing). En marketing, la valeur client est définie comme la somme des avantages reçus par le client, déduction faite des coûts qu'il a supportés dans l'acquisition d'un bien ou d'un service (Wiersema & Treacy, 2002). Ces avantages sont pour partie déterminés par l'usage : on parle alors de valeur d'usage. La valeur d'usage est une estimation subjective de la satisfaction que procurent directement ou indirectement la possession d'un bien et son utilisation ; cette estimation est faite à un moment donné et dans un contexte social précis (Brémond & Gélédan, 1993). Dans le processus de développement du nouveau produit, le marketeur a trois missions (Hoffmann *et al.*, 2006 ; Roehrich *et al.*, 2006, p.344) : il évalue l'attractivité d'un marché (par ex., taille, évolution potentielle, situation concurrentielle, attentes des clients) ; il étudie le comportement des clients

(par ex., les mécanismes de l'achat, test de nouveaux concepts auprès des clients) ; il définit les caractéristiques de la stratégie de lancement (par ex., cible visée, positionnement choisi, moyens engagés).

Le design a pour objet l'harmonisation esthétique des produits (Marco, 2006). Le design industriel est « *le service professionnel de création et de développement de concepts et de caractéristiques qui optimise la fonction, la valeur et l'apparence de produits et de systèmes dans l'intérêt commun de l'utilisateur et du fabricant* » (Définition tirée de Industrial Society of America). D'après Bouchard (1997), la valeur au sens où elle est entendue en design correspond aux modes de comportement spécifiques (par ex., le courage, l'honnêteté, le romantisme) et aux buts de l'existence à atteindre (par ex., l'épanouissement personnel, l'hédonisme). La fonction est ici à comprendre au sens de la finalité pour laquelle le produit sera conçu (par ex., la fonction principale du stylo est d'écrire, une fonction secondaire est d'être facilement effaçable). Dans cette thèse, le designer industriel est considéré au sens français du terme, il s'agit d'un styliste. Dans le cadre de projets de conception, le designer apporte une réflexion sur les attributs sensoriels, c'est-à-dire les caractéristiques perceptibles par les sens de l'utilisateur. Ces attributs regroupent les attributs stylistiques (par ex., formes, couleurs, textures, aspects des matériaux) et les attributs d'usages (par ex., scénarios d'utilisation) de l'artefact (Christofol & Samier, 2006).

En ergonomie, parler de conception ne renvoie pas à une fonction sociale ou un statut, mais revient à identifier un ensemble de caractéristiques formelles propres à certaines situations professionnelles : caractéristiques de la tâche d'une part, et caractéristiques de l'espace-problème et du raisonnement d'autre part (Darses & Falzon, 1996 ; Darses *et al.*, 1996). Cette perspective est celle de l'ergonomie des activités de conception qui comporte quatre objets principaux d'étude :

- Des études focalisées sur l'analyse fine de l'activité des concepteurs, l'activité étant considérée plutôt dans sa dimension individuelle : par exemple, les recherches sur les mécanismes cognitifs ou l'utilisation effective des outils par les concepteurs ;
- Des études focalisées sur l'analyse de la dimension collaborative de l'activité : par exemple, les activités de synchronisation (par ex., Darses & Falzon, 1996), les processus d'ajustements et de communications induits par la collaboration (par ex., Détienne, 2006) et la description des interactions sociales entre les concepteurs intrinsèques au processus de conception (par ex., Cross & Cross, 1995) ;
- Des études visant à caractériser les modalités de la participation effective de l'ergonome et de l'ergonomie dans ces processus de conception, voire à en mesurer la contribution tant au niveau du processus que de la qualité de l'artefact qui en résulte (par ex., Sagot, 2003 ; Garrigou *et al.*, 2001) ;
- Des études visant à mesurer la prise en compte effective des besoins et des caractéristiques de l'utilisateur dans le processus de conception, et à proposer voire évaluer l'apport d'outils et de méthodes pour assister le processus de conception sous cet angle de l'intégration des utilisateurs (par ex., les études portant sur la conception centrée-utilisateur et la conception participative).

Nous examinons les différentes manières d'aborder la question de l'utilité ou des notions proches dans ces disciplines, et nous montrons qu'une façon de considérer l'utilité est de l'envisager

comme une réponse à un ou à des besoins. Nous identifions les éléments communs et spécifiques aux différents modèles et processus de conception du point de vue des phases qui les composent, de l'implication des utilisateurs, et de la prise en compte de l'utilité et des besoins dans chacun d'eux. Ces éléments nous permettent de poser les bases de notre processus de conception centrée sur l'utilité établi à partir des modèles de la conception participative et de la conception continuée dans l'usage. Nous examinons ensuite ce que la littérature propose concernant les méthodes et les outils d'un processus de conception centrée sur l'utilité, à travers des recherches issues du marketing, du génie industriel, de l'ingénierie des exigences, du génie logiciel, du design et de l'ergonomie des activités de conception. Enfin, nous proposons un tableau récapitulatif des phases, les activités, les méthodes, les outils, les disciplines et les acteurs associés à un tel processus.

2 La notion d'utilité en conception

Dans cette section, nous examinons la notion d'utilité dans la conception. Nous montrons qu'il est possible de définir deux dimensions de l'utilité : la destination de l'artefact, sa plus-value pour l'utilisateur. Nous montrons que ces deux dimensions sont des propriétés construites et évolutives de l'artefact, plutôt que données *a priori*. Nous expliquons ensuite dans quelle mesure elle peut être vue comme la réponse à un ou des besoins. Cela nous amène à clarifier ce en quoi le terme de besoin correspond à l'inspiration d'origine, l'argument et la justification de l'utilité de l'artefact. Nous montrons, par l'intermédiaire d'études empiriques, que les concepteurs ont une représentation partielle des besoins des utilisateurs.

2.1 L'utilité : destination de l'artefact vs. valeur pour les utilisateurs

Le Nouveau Petit Robert (2007) distingue deux définitions quant à la notion d'utilité.

- La première définition correspond au « caractère de ce qui est utile », c'est-à-dire au caractère de « ce dont l'usage, l'emploi est ou peut être avantageux pour quelqu'un » ou de ce qui « satisfait un besoin ». L'utilité est alors synonyme de « bon, profitable, salubre, indispensable, nécessaire ».
- La deuxième définition correspond à « ce en quoi un objet est utile », c'est-à-dire à la « fonction » qu'il remplit ou le « service » qu'il fournit.

Cette définition littéraire permet d'introduire une distinction entre deux facettes - également importantes pour la conception - de l'utilité :

- La notion d'utilité comprise comme la « destination » associée à l'objet considéré ;
- La notion d'utilité comprise comme la « plus-value » ou la « valeur » associée à l'emploi de cet objet pour celui qui l'utilise effectivement.

Ces deux facettes ne peuvent être confondues. Ainsi, l'utilité-destination correspond à la description des fonctionnalités et des propriétés inscrites dans le logiciel. Cette description peut prendre des formes différentes en fonction du moment dans la conception (par ex., concept, spécifications, prescription d'usage, maquette, prototype, logiciel). L'utilité-valeur correspond donc quant à elle à un avantage ou un agrément significatif du logiciel pour l'utilisateur. Cet avantage est toujours relatif : relatif aux objectifs de l'utilisateur, aux alternatives que l'utilisateur est à même de mobiliser pour atteindre les mêmes objectifs, aux outils existants ou

habituellement utilisés, à l'environnement d'utilisation, aux dépendances avec les autres activités (Burkhardt & Sperandio, 2004), et relatif au temps. Pour l'ergonomie s'intéressant à l'amélioration des conditions de travail au sens large notamment au travers d'outils plus « adaptés », le fait que le logiciel assiste effectivement l'utilisateur dans l'atteinte de ses objectifs ne constitue pas en soi un critère suffisant. Il est en effet nécessaire que les conditions dans lesquelles l'artefact permet d'atteindre les objectifs poursuivis constituent une amélioration réelle par rapport à l'existant. L'utilité-valeur renvoie donc aux améliorations ou aux bénéfices significatifs que le logiciel apporte effectivement ou potentiellement aux utilisateurs, relativement à ce dont ils disposent déjà.

Les deux facettes entretiennent néanmoins une forte dépendance. En effet, l'utilité-valeur découle au moins en partie du degré d'adéquation qui existe entre, d'un côté, les fonctionnalités pourvues par l'artefact logiciel (l'utilité-destination) et de l'autre côté, les buts de l'utilisateur et les contextes où se déroule l'utilisation (Wolff *et al.*, 2005). Ce degré d'adéquation - ou encore de compatibilité avec la tâche - constitue par ailleurs l'un des objectifs revendiqués par la conception centrée-utilisateur. La conception vise en effet à ce que l'utilité (au sens de la destination) de l'objet conçu corresponde à une utilité (au sens de la plus-value) « réelle », tangible pour celles ou ceux qui vont l'utiliser. Cependant, dans la pratique, tous les cas de figures sont envisageables, y compris celui où l'utilité-destination de l'artefact effectivement créé s'avèrerait ne pas apporter une quelconque utilité-valeur à ses utilisateurs potentiels.

Le terme d'utilité apparaît en langue anglaise avec deux traductions possibles : *utility* et *usefulness*. La première traduction, « *utility* », est surtout utilisée en sciences économiques (Neumann & Morgenstern, 1947). Elle se rencontre peu dans la littérature en conception, à l'exception de quelques auteurs (par ex., Nielsen, 1993). Elle désigne alors les fonctionnalités et les propriétés inscrites dans l'artefact.

La seconde traduction, « *usefulness* », est plus largement employée dans le champ de la conception, et en particulier dans la littérature sur les Interfaces Homme-Machine (Davis, 1989 ; Diez & McIntosh, 2009 ; Franz & Robey, 1986 ; Keil *et al.*, 1995 ; Legris *et al.*, 2003 ; Silius & Tervakari, 2003 ; Wealands, 2006). Elle correspond à la notion d'utilité-valeur la plupart du temps.

2.2 L'utilité en tant que propriété construite et évolutive de l'artefact

L'ergonomie des activités de conception considère que l'utilité de tout artefact n'est pas une propriété « donnée » mais construite et évolutive (par ex., Barcellini *et al.*, 2008 ; Blandford *et al.*, 2007 ; Brangier, 2006 ; Burkhardt & Sperandio, 2004).

L'utilité est une propriété construite dans le sens où elle ne préexiste pas à l'objet conçu. C'est-à-dire qu'elle émerge de l'interaction entre les acteurs concepteurs et/ou utilisateurs, des objets intermédiaires et des représentations diverses mobilisées autour de la conception.

L'utilité est une propriété évolutive, dans le sens où elle n'est ni complète ni définitive à chaque instant du processus de conception. En effet, elle change au cours du temps en fonction de la définition progressive des utilisateurs, du logiciel, de l'environnement et des tâches à réaliser avec le logiciel (Sutcliffe, 2002). Ainsi, l'utilité du logiciel - ou le besoin recherché au travers de l'utilisation - évolue en parallèle des schèmes d'usage, et des modifications éventuelles apportées par le sujet au logiciel, voire aux modifications du contexte social et organisationnel dans lequel

prend place l'utilisation (Bourmaud, 2007). L'usage désigne « *une action, le fait de se servir de quelque chose, la fonction, la destination, l'emploi que l'on peut faire, [mais aussi] les pratiques qu'une personne peut élaborer pour et dans le fait de se servir de quelque chose et dans un cadre de l'action plus global* » (Buisine & Roussel, 2008, p. 45).

La définition de l'utilité au sens de la destination et de la valeur est complémentaire avec la perspective considérant l'utilité comme une propriété construite et évolutive. En effet, la destination de l'artefact et le bénéfice attendu par l'utilisateur sont déterminés par les échanges entre les concepteurs et les utilisateurs (propriété construite) ainsi que par les changements qui s'opèrent entre les phases amont et les phases aval de la conception (propriété évolutive). Ces échanges et changements concrétisent et, dans le même temps, sont alimentés par deux univers de l'utilité : le prospectif et le rétrospectif.

2.3 L'univers prospectif et l'univers rétrospectif de l'utilité

La dimension de l'utilité désigne un objet en partie différent selon les phases du processus de conception. La première phase de la conception concerne la définition progressive, itérative et de plus en plus précise de la destination du logiciel au fur et à mesure du processus de conception. Mais également la valeur du logiciel qui en découlerait dans les situations d'usages futures et hypothétiques. La seconde phase correspond à l'évaluation, c'est-à-dire à la mesure plus ou moins précise de l'utilité associée à un état donné de la conception du logiciel. Il en découle une démarcation entre deux univers de l'utilité d'un logiciel, à chaque instant du processus de conception : un univers prospectif et un univers rétrospectif.

L'univers prospectif de l'utilité correspond à l'univers des possibles envisageables et envisagés par chaque acteur de la conception. Il relève de la prédiction, de la projection ou de l'imagination des fonctionnalités, de la forme du logiciel et de ses futurs usages avant leur réalisation. Cet univers prospectif est par essence hypothétique, de l'ordre du potentiel. Les éléments qui le composent n'ont pas nécessairement une cohérence intrinsèque et complète. Il peut être partiel, flou, conceptuel et peu partagé entre les acteurs de la conception à certains moments. Inversement, il peut s'avérer à d'autres moments quasi-complet, précis et commun à tous les acteurs. Ainsi, il peut être décrit de façon formelle au travers de documents de spécifications du logiciel à concevoir.

L'univers rétrospectif de l'utilité correspond à une (re)construction des fonctionnalités, de l'utilisation et des usages, sur la base de l'état actuel ou d'états précédents du logiciel. Dans le sens large où nous l'entendons, l'univers rétrospectif de l'utilité résulte de toutes les démarches qui visent à rendre explicite l'utilité, pour tout état précédent du logiciel, en tenant compte de l'état des connaissances de l'utilisateur et des propriétés de l'environnement dans lequel se déroule l'activité. Dans un sens restrictif centré sur le logiciel, cet univers pourrait être assimilé au résultat d'un processus de rétro-conception (retro-engineering) appliqué au logiciel, ou de façon plus diffuse à l'application d'une démarche de réutilisation en génie logiciel (Burkhardt, 1997). Cet univers peut également être issu de la mise en œuvre de techniques empiriques visant la mesure et la validation de l'utilité, à un instant donné de la conception.

En résumé, le premier univers regroupe l'ensemble des particularités, besoins ou solutions

pensables (mais pas forcément souhaitables), tandis que le second univers est assimilable à l'ensemble des expériences pertinentes en termes d'utilité pour informer la conception du logiciel. La démarcation entre les deux univers de l'utilité suggère une distinction entre l'utilité potentielle (l'artefact est pensé) et l'utilité réelle (l'artefact est réalisé).

2.4 L'utilité potentielle et l'utilité réelle

Une distinction est ainsi également à établir entre ce qui est de l'ordre du possible et du souhaitable d'une part, et du concrètement réalisé d'autre part. Il existe, pour chaque artefact, une utilité potentielle et une utilité réelle. L'utilité potentielle désigne les fonctionnalités ou les propriétés possibles, voire souhaitables pour l'artefact à concevoir, tandis que l'utilité réelle correspond aux choix réellement implémentés sous forme de maquette, prototype ou produit final, et à la traduction des besoins des utilisateurs par les concepteurs.

Cette distinction entre utilité potentielle et utilité réelle est complémentaire avec la définition des univers de l'utilité, dans la mesure où l'utilité réelle d'un artefact est en grande partie déterminée par la façon dont l'univers prospectif et l'univers rétrospectif sont explorés de manière approfondie et articulée par les acteurs de la conception, y compris les utilisateurs. Ces derniers contribuent à la définition de l'utilité au travers, entre autres, de l'évocation de leurs besoins.

2.5 L'utilité en tant que « réponse » à un ou des besoins

Une autre façon de définir l'utilité en conception est le degré avec lequel une solution proposée répond de façon satisfaisante aux « besoins » des utilisateurs. En ergonomie, l'utilité est ainsi souvent définie comme l'adéquation de l'artefact avec les besoins de l'utilisateur (Bastien & Tricot, 2008 ; Haradji & Faveaux, 2006). Les deux facettes de l'utilité distinguée précédemment (destination de l'artefact et valeur pour l'utilisateur) se retrouvent d'ailleurs selon cette perspective, dans la mesure où un besoin peut être compris à la fois comme une fonction ou un service (destination) attendus ou souhaités par les utilisateurs concernés, et à la fois comme une valeur permettant de quantifier ou qualifier la force de cette attente, voire son degré de pertinence. L'utilité peut ainsi être vue comme une propriété de l'artefact qui résulte de la prise en compte effective ou non des besoins des utilisateurs. Pour concevoir un artefact utile, l'enjeu réside alors dans l'identification des besoins des utilisateurs, mais aussi dans leur traduction efficace au niveau de l'artefact issu du processus de conception. La thématique de recherche portant sur les besoins est d'ailleurs reconnue comme étant importante dans le domaine de la conception (Ozkaya & Akin, 2006). Toutefois, la notion de besoins (user needs & requirements) reste en fait souvent mal définie (Anastassova, 2006 ; Nicolas, 2000).

2.6 Des typologies des « besoins » à une redéfinition des contributions à la notion d'utilité

Le terme de « besoin » est utilisé assez largement dans la littérature sur la conception, sans qu'un sens précis et communément adopté ne semble s'imposer. Dans son sens commun, un besoin est un manque de ce qui est perçu comme nécessaire (Le Petit Robert, 2007). Ce manque peut être de l'ordre de l'utilitaire ou de l'hédonique. Il peut être comblé par un service, une fonctionnalité et des propriétés non-fonctionnelles utilitaires ou hédoniques, susceptibles d'apporter un

bénéfice pour l'utilisateur. Le besoin est alors vu comme l'inspiration d'origine, l'argument et la justification de l'utilité de l'artefact : il en existe de nombreuses définitions et classifications.

2.6.1 Le besoin selon qu'il correspond à une fonction, un attribut utilitaires ou une émotion attendus

Aussi bien en ingénierie des exigences qu'en ergonomie, le besoin renvoie à une fonction plutôt qu'à une émotion. En ergonomie, un besoin est assimilé à une fonction, un service ou un attribut. En ingénierie des exigences, le besoin désigne un état du logiciel caractérisé par les services qu'il est censé fournir et les contraintes sous-jacentes qui lui permettent de fonctionner (Sommerville, 1995). En marketing, le besoin est qualifié d'« utilitaire » dès lors qu'il correspond à un problème pratique et qu'il est satisfait par une solution (Macinnis & Jaworski, 1989). Ces solutions peuvent être les fonctionnalités qu'un logiciel doit posséder telles que « enregistrer un film », « permettre de réaliser une action », ainsi que les qualités ou les attributs qu'un logiciel doit avoir comme la performance, la sécurité, l'utilisabilité, l'accessibilité et la maintenabilité.

La différence entre l'ingénierie des exigences et l'ergonomie quant à la notion de besoin se trouve - au moins en partie - dans l'assimilation des services aux seules exigences fixées par le commanditaire dans le premier cas (par ex., Cerezuela *et al.*, 2001 ; Rolland *et al.*, 2004), alors qu'ils sont également assimilés aux besoins des utilisateurs dans le second cas.

En design et en marketing, le besoin est également une émotion. On parle de besoins « hédoniques » (Hornbæk, 2005), également qualifiés de « besoins attractifs » (Kano *et al.*, 1984) ou de « besoins expérientiels » (Macinnis & Jaworski, 1989) - s'ils sont satisfaits - n'ont pas pour objectif d'aboutir à un artefact utile, mais plutôt à un artefact esthétique et plaisant (Jordan, 2000 ; De Rouvray, 2006 ; Tiger, 1992). Ceci étant dit, il n'y a pas une opposition exclusive entre les besoins utilitaires et les besoins hédoniques, les deux catégories pouvant être vues comme faisant appel à des critères d'évaluation différents pour l'utilisateur.

2.6.2 Le besoin selon qu'il est potentiel ou prescrit

Le « besoin » désigne tantôt une exigence, tantôt un besoin potentiel. Le terme d'exigences (« requirements ») est abondant dans la littérature de l'ingénierie des exigences dans laquelle il correspond aux services que devra rendre l'artefact, aux fonctionnalités et aux propriétés non-fonctionnelles demandés, exigés ou prescrits par les commanditaires. Le terme de besoin (« user needs ») est plus largement employé en ergonomie où il désigne les services que devra rendre l'artefact, les fonctionnalités, les propriétés non-fonctionnelles et les bénéfices attendus, évoqués ou découverts, par les utilisateurs.

2.6.3 Les besoins exprimés ou avérés

Les besoins « conscients » (Robertson, 2001) correspondent à ceux explicitement formulés par les (futurs) utilisateurs. Les besoins conscients sont généralement incomplets, voire en décalage avec les besoins réels, et ce d'autant plus qu'ils sont assimilés sans précaution à la demande ; laquelle provient d'ailleurs rarement de l'utilisateur réel, mais plutôt du commanditaire.

Les besoins conscients peuvent désigner les besoins que le commanditaire est en capacité de

prescrire et de formuler. Cette définition correspond aux exigences en génie industriel (par ex., Scaravetti, 2004) et aux contraintes prescrites par le commanditaire (par ex., Chevalier & Bonnardel, 2003 ; Chevalier & Cegarra, 2006 ; Darses, 1994).

Le terme de besoins conscients peut également correspondre partiellement à celui d'attentes exprimées par des clients potentiels dans le domaine du marketing (Olivier, 1980 ; Patterson *et al.*, 1997 ; Sheth, 1973 ; Spreng *et al.*, 1996). Une attente correspond à un souhait, un désir ou un idéal que le client exprime sans nécessairement s'attendre à ce qu'elle soit entièrement satisfaite, contrairement au besoin qui vise à être comblé.

Les besoins « non conscients » (Robertson, 2001) sont des besoins avérés, existants mais non explicitement formulés par les utilisateurs. Ces besoins non conscients chez les utilisateurs peuvent être déduits par les concepteurs. On parle alors de contraintes inférées par les concepteurs (par ex., Chevalier & Bonnardel, 2003 ; Chevalier & Cegarra, 2006 ; Darses, 1994). Cette absence d'accès à la conscientisation par les utilisateurs peut être attribuée à plusieurs facteurs possibles. L'absence d'opportunité offerte aux utilisateurs concernés pour réfléchir sur leur activité actuelle en préalable à la conception est un premier facteur. Un second réside dans la méconnaissance qu'ont les utilisateurs des propriétés et des potentialités offertes par la technologie choisie, empêchant ainsi la mise en correspondance de ces potentialités avec les propriétés critiques de la tâche et de l'activité ciblée. Un troisième facteur majeur réside dans la nature non verbalisable de certains besoins liés par exemple aux automatismes dans l'activité. Certains automatismes peuvent d'ailleurs avoir été développés pour contourner ou minimiser des difficultés ou des manques des outils existants quant à l'activité courante.

2.6.4 Les besoins « latents »

Les besoins « latents » (Sperandio, 2001) se caractérisent par leur nature encore non avérée ou encore « inimaginée » (« undreamed-of » requirements, Robertson, 2001). Ce troisième type de besoin est un enjeu important pour les technologies émergentes, encore au stade du développement en laboratoire, et donc en devenir, dans la mesure où elles sont en recherche de leurs applications. Or, anticiper la technologie et les applications qui vont « marcher » constitue l'un des défis actuels de l'innovation intensive (Durand *et al.*, 2003).

2.6.5 Du besoin individuel au besoin d'un groupe ou d'une population

Par ailleurs, en tant que particularisation de la relation entre des utilisateurs et un logiciel ou une technologie, les besoins peuvent s'analyser selon leur degré plus ou moins spécifique et selon la cible.

Ainsi, le besoin individuel peut être spécifique à un sujet particulier, comme dans le cas d'un appareillage technologique lié à un handicap.

Le besoin peut se construire en référence à une population spécifique de sujets utilisateurs, comme dans le contexte de la conception d'un outil propre à un métier, une expertise et une tâche donnés. C'est ce degré qui nous intéresse dans le cadre de cette thèse et c'est selon cette perspective que notre synthèse portant sur l'outillage du processus de conception centrée sur l'utilité a été réalisée. Cela est dû au fait que le projet réel de conception sur lequel s'appuie la majorité des études empiriques concernait une population spécifique et bien identifiée.

Le besoin peut également se construire en référence à une population large et non spécifique, voire aux caractéristiques et aux compétences éminemment variables. Ce degré pose la question

de l'adaptation de l'artefact à d'autres utilisateurs que ceux ayant été impliqués dans la conception, avec en filigrane les coûts éventuels (obligation de développer d'autres ou de nouvelles fonctionnalités), voire les conséquences de non acceptation qui peuvent en découler. Enfin, au-delà de ces besoins liés à une utilisation individuelle (y compris dans le cas d'un nombre massif d'utilisateurs), un niveau différent peut être celui du besoin social, c'est-à-dire correspondant aux besoins exprimés au niveau de la société et des institutions ou de leurs émanations variées.

Comme nous venons de l'exposer, les définitions de la notion de besoins existent. Néanmoins, elles ne sont pas partagées par l'ensemble des interlocuteurs de la conception, incluant les utilisateurs eux-mêmes.

2.7 Les représentations des concepteurs sur la prise en compte des besoins dans la conception

2.7.1 Quelques clarifications quant à l'usage du terme « représentation »

Etudier les représentations des concepteurs nécessite de clarifier ce que nous entendons par représentation dans le présent contexte. En psychologie cognitive, le terme de représentation s'applique soit à une représentation circonstancielle, soit à une représentation permanente en mémoire (ou schéma).

Une représentation circonstancielle désigne un ensemble d'informations qui, traitées par le système cognitif, permettent au sujet de réaliser une tâche (Richard, 1990). Elle est par nature transitoire puisqu'une fois la tâche terminée, elle est remplacée par d'autres représentations liées à d'autres tâches.

Une représentation permanente désigne la forme et les propriétés des connaissances acquises par la pratique d'une activité, qui sont stabilisées et stockées en mémoire à long terme : elle est alors assimilée à la notion de schéma (Roulin, 2004).

En ergonomie, ces représentations permanentes sont construites par l'action, dans l'action et pour l'action, et sont considérées de fait comme les produits de l'activité déployée par un sujet particulier au cours de sa confrontation à la situation. C'est en ce sens que des auteurs (Weill-Fassina A. *et al.*, 1993) parlent de « représentation pour l'action » qu'ils définissent comme des « réseaux de propriétés, de concepts, de savoirs, de savoir-faire, de croyances, de sensations éprouvées, construites, sélectionnées au cours de l'histoire du sujet, de son expérience et des besoins de l'action » (p. 17). Cette définition suggère que les représentations pour l'action sont assimilables aux représentations fonctionnelles (Leplat, 1985) dans la mesure où elles sont finalisées puisqu'il s'agit de « représentations pour » (Denis, 1989). Elles sont de la même façon similaires au concept de modèle mental (Norman, 1983) et d'image opérative (Ochanine, 1978) de par leur propriété sélective qui implique qu'elles ne conservent que les objets et les relations utiles à l'atteinte du but ; et parce que, comme elles, elles sont déformées dans la mesure où les éléments utiles pour l'opérateur sont sur-déterminés.

Ces caractéristiques supposent d'ailleurs que si les objectifs de l'action changent ou s'ils sont multiples, un même objet peut engendrer une multiplicité de représentations chez plusieurs opérateurs ou chez un même opérateur (Sperandio, 1984).

C'est cette posture de représentations pour l'action que nous adoptons dans cette thèse.

2.7.2 Des études empiriques portant sur les représentations des concepteurs quant à la prise en compte des besoins dans la conception

Peu d'études font explicitement référence aux représentations des besoins en conception. Quelques études s'intéressent aux représentations des concepteurs quant aux besoins des utilisateurs (par ex. Darses & Wolff, 2006 ; De la Garza & Fadier, 2005), ou sur la contribution des concepteurs au processus de construction de besoins (par ex. Alenljung & Persson, 2008).

Dans une étude, De La Garza et Fadier (2005) se sont intéressés à la façon dont était prise en compte la dimension de la sécurité des utilisateurs dans le processus de conception en s'appuyant sur deux approches. La première a été l'étude de documents. La seconde a consisté en l'étude des représentations de différents types de concepteurs (chefs de projet, ingénieurs, ingénieurs spécialisés, projeteurs) sur divers thèmes de la conception de machines sécurisées, tels que la sécurité ou les risques connus par rapport à la santé et à la sécurité des futurs utilisateurs. Les représentations ont été étudiées au moyen d'entretiens semi-directifs menés auprès de concepteurs afin d'identifier les différentes modalités d'intégration de la sécurité dans leur représentation du processus de conception. Ces entretiens ont fait l'objet d'une analyse thématique, lorsque seule la prise de note a été possible ou d'une Analyse Cognitivo-Discursive (ACD), dans le cas où les entretiens ont été enregistrés puis retranscrits *verbatim* (voir sur cette seconde approche notamment Wolff *et al.*, 2005). L'analyse thématique correspond à une recherche de thèmes selon une grille prédéfinie par le codeur. L'ACD⁴ est associée à une Analyse Propositionnelle du Discours (APD). Cette dernière permet, au moyen d'indicateurs langagiers (verbes, modalisations, connecteurs et adjectifs), de dégager les styles discursifs utilisés par les locuteurs. L'APD a été effectuée avec le logiciel Tropes⁵. Ce dernier permet également une approche sémantique fondée sur des dictionnaires préétablis via une analyse en « univers de référence », chaque univers comprenant des « équivalents sémantiques » (Wolff & Visser, 2005). L'ACD permet d'extraire des « propositions remarquables », c'est-à-dire des propositions importantes selon différents paramètres (poids de la proposition, position dans la chronologie du discours, sa fonction, son apparition ...). Les résultats montrent que selon leur métier, les concepteurs intègrent différemment le concept de sécurité lors de la conception : les ingénieurs spécialisés privilégient une représentation pour la conception centrée sur la machine, tandis que les ingénieurs non spécialisés et les projeteurs intègrent aussi l'environnement et l'opérateur. Les auteurs soulignent également que les concepteurs possèdent une représentation mentale incomplète et partiellement pertinente quant aux besoins des utilisateurs ou aux usages des équipements industriels. Cela peut s'expliquer par un modèle de la machine dans lequel l'utilisateur est absent (automatisme intégral), et dans lequel l'intervention en cas de panne ne pose pas de problème de sécurité, la machine étant à l'arrêt (De La Garza, 2005). De plus, les connaissances sur les utilisateurs finaux y apparaissent extrêmement partielles (De La Garza, 2005).

⁴ Pour une description détaillée, voir (Ghiglione *et al.*, 1998).

⁵ Tropes, version 6.0 (2002). Acetic, 23, rue Gauthey. 75 017 Paris - <http://www.acetic.com>.

Darses et Wolff (2006) ont étudié les représentations qu'ont les concepteurs des besoins des utilisateurs, dans le cadre de la conception d'une machine de découpe d'éléments de carrosserie en composite. Les auteurs ont analysé sept réunions de conception, impliquant concepteurs et utilisateurs. Les réunions ont été transcrites *verbatim* afin d'extraire tous les énoncés faisant référence aux utilisateurs. Une analyse thématique de ces énoncés a ensuite été menée, qui a permis de montrer certains facteurs à l'origine d'une faible pertinence des représentations qu'ont les concepteurs à propos des utilisateurs et de leurs besoins. Ainsi, les résultats ont montré trois grands modes d'intégration des utilisateurs et de leur activité dans les représentations observées au cours de ces réunions. Le premier, et plus fréquent, assimile les utilisateurs à des sortes de « sous-systèmes » du système principal, leur contribution étant envisagée uniquement sous l'angle de leurs interactions avec le système technique. Dans ce cas, les concepteurs cherchent à savoir quelles actions auront à faire les utilisateurs dans le système global. Un second mode, plus rare, consiste à simuler les utilisateurs comme des éléments d'un scénario imaginé dans lequel les concepteurs adoptent le point de vue de l'utilisateur, en simulant ses actions et son raisonnement. Les concepteurs imaginent alors comment les futurs utilisateurs vont réaliser leurs tâches. Enfin, un troisième mode consiste à considérer les opérateurs au travers de principes généraux concernant l'humain. Ainsi, cette étude souligne que, plus qu'au travers de données factuelles et recueillies auprès des utilisateurs, les besoins sont anticipés par les concepteurs sur la base de leurs propres représentations du comportement « courant » des utilisateurs.

Alenljung et Persson (2008) ont réalisé une étude sur les représentations qu'ont les ingénieurs des exigences de leur contribution au processus de construction de besoins. La méthodologie a compris des entretiens ainsi qu'une session de discussion collective focalisée (focus-group). Ces entretiens ont été retranscrits et le contenu a été analysé. Les résultats de l'étude montrent que les ingénieurs se représentent leur participation au processus de construction des besoins au travers de deux phases qui sont l'identification des exigences et la gestion des changements de ceux-ci. Dans la première étape, il s'agit d'identifier les exigences du commanditaire, d'examiner les solutions existantes pour réduire l'espace des possibles et finalement d'évaluer et de sélectionner les alternatives de solutions. Cette étape est vue par les ingénieurs comme nécessitant de faire preuve de créativité, et comme correspondant davantage à un travail en équipe. La seconde étape est plus individuelle et consiste à gérer les changements quant aux besoins pendant la durée du projet.

Ces trois études illustrent les travaux sur les représentations des concepteurs à propos des besoins en conception et de leur contribution aux processus de conception. Elles suggèrent que les concepteurs ont une représentation seulement partielle des besoins des utilisateurs, qui plus est éminemment variable selon leur métier. Toutefois, elles ne traitent pas explicitement de l'utilité de l'artefact et ne disent rien sur les moyens utilisés pour prendre en compte les besoins et l'utilité dans la conception. Une autre limite réside dans le profil des concepteurs impliqués dans ces études dans la mesure où il s'agit d'ingénieurs uniquement. Or, plusieurs disciplines s'intéressent à la prise en compte des besoins, au travers de modèles et de processus de conception.

3 Une revue des modèles et des processus de conception en regard de la prise en compte de l'utilité et de la construction des besoins

Après avoir dressé un panorama des modèles et des processus de conception issus de plusieurs disciplines, nous relevons les éléments qui leur sont communs ou spécifiques en termes de phases de la conception, d'intégration de l'utilisateur final et de la prise en compte de l'utilité et des besoins dans la conception.

3.1 Panorama des modèles et des processus de conception

3.1.1 Le processus de développement d'un nouveau produit en marketing

L'approche classique du marketing est « centrée sur la recherche d'idées, la validation (test de concept) de l'idée du concept de nouveau produit, puis sur l'acceptation (tests de produits de lancement), par les clients potentiels, du produit qui en découle » (Roehrich et al., 2006). Le processus de développement est présenté sur la Figure 2. Ce processus insiste sur les aspects annexes à la conception du produit comme la prévision des ventes de ce produit ou encore les tests de concept et de produit qui correspondent à l'évaluation des possibilités de succès.

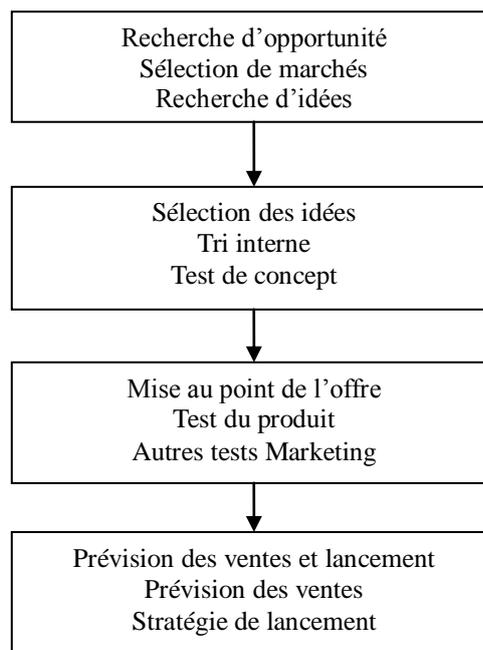


Figure 2 : Processus de développement d'un nouveau produit en marketing d'après Urban & Hauser, 1980

Ce processus fait clairement apparaître qu'il s'agit davantage de trouver une idée nouvelle que de répondre explicitement à un besoin, puis de vérifier si cette idée est viable d'un point de vue économique (recherche d'opportunité et sélection de marchés). Ce processus est linéaire, et ne possède aucun retour arrière : la non validation d'une étape entraîne la fin du processus. Par exemple, si un concept ne fait pas l'unanimité auprès des équipes marketing (c'est-à-dire, s'il n'est pas économiquement viable), il n'y a pas de mise au point du produit.

3.1.2 Le processus de développement d'un nouveau produit en design

Inversement au processus de développement d'un nouveau produit en marketing, en design, une grande importance est accordée à la phase proprement dite de conception, et plus précisément à la conception de la « forme » du produit : ses interfaces, sa géométrie, son apparence (par ex., matériaux, ...). Aux vues de la Figure 3, ce processus est séquentiel comme en marketing, mais il s'arrête au lancement de la production alors que le modèle marketing continue jusqu'au lancement du produit sur le marché.

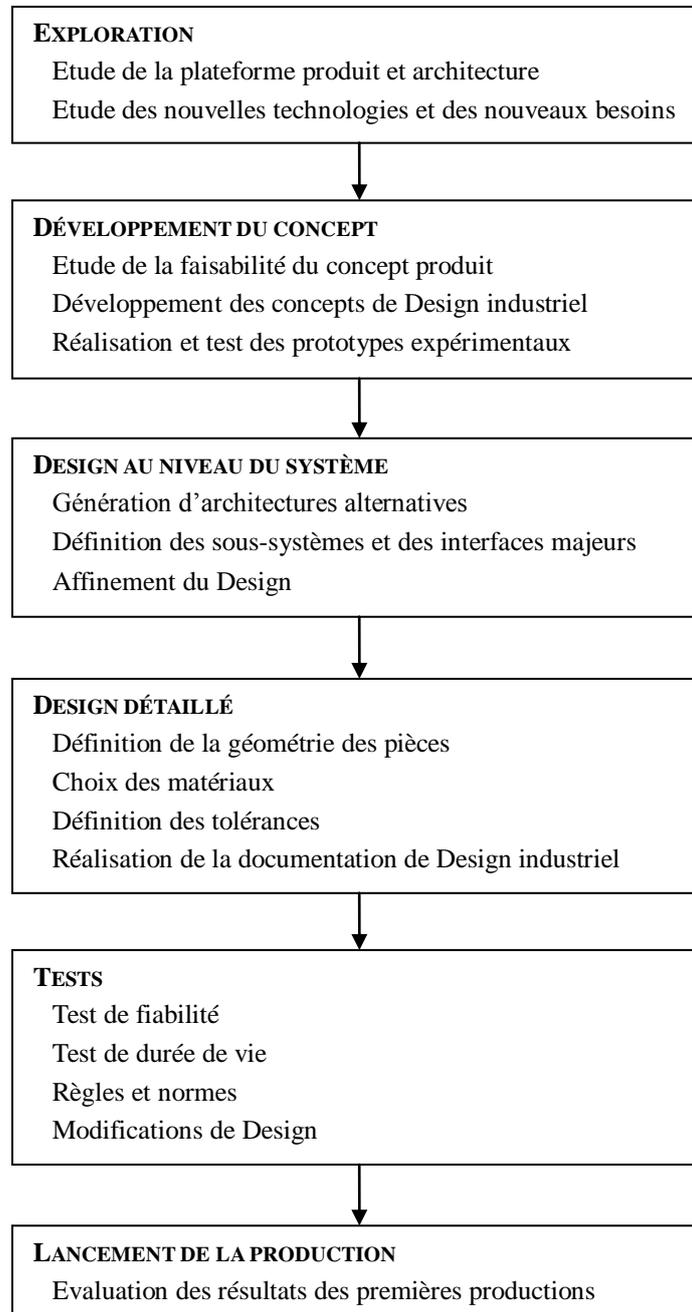


Figure 3 : Processus de développement d'un nouveau produit en design d'après Ulrich & Eppinger, 2003

Comme le met en évidence le processus formalisé par la Figure 3, le design s'intéresse davantage aux caractéristiques du produit, en imaginant une forme compatible avec les contraintes techniques, tout en étant esthétiquement attractive, ce qui contribue à enrichir la

destination de l'artefact. Les tests correspondent à des tests de fiabilité, de durée de vie et de respect des normes ; ces tests visent à améliorer le produit au regard de sa fiabilité, de sa durée de vie et des normes ; ils ne nécessitent pas la contribution des utilisateurs.

3.1.3 Les processus de conception en génie industriel : des modèles outillés

Les modèles du génie industriel ont en commun de partir d'un besoin identifié pour se terminer par la phase de production (qualifiée d'exploitation ou industrialisation).

La méthode I²I

La méthode I² guide le concepteur dans la prise en compte des caractéristiques cognitives et sensori-motrices de l'utilisateur pour la conception d'un environnement virtuel interactif (Fuchs & Moreau, 2006). Richir (2003a, 2003b) a complété la méthode I² en intégrant certains outils méthodologiques des ingénieurs industriels, comme la veille technologique ou des documents normalisés, par exemple le cahier des charges fonctionnel (CDCF). La méthode I²I (Figure 4) est construite sur trois niveaux d'abstraction décrivant l'immersion et l'interaction de l'utilisateur, depuis l'interfaçage entre l'homme et le monde virtuel au niveau des sens et des réponses motrices (I²sm) jusqu'aux activités à accomplir dans le monde virtuel (I²f) :

- L'Immersion et l'Interaction sensori-motrices (I²sm) : ce niveau correspond à l'interfaçage entre l'homme et le monde virtuel au niveau physique, c'est-à-dire au niveau des sens et des réponses motrices. A ce niveau, ce sont les Aides Logicielles Comportementales (ALC) permettant d'assister l'utilisateur dans l'emploi des dispositifs qui sont précisées.
- L'Immersion et l'Interaction cognitives (I²c) : il est ici question de Schème Comportemental Importé, lorsque l'utilisateur fait appel à un schème comportemental assimilé dans le monde réel qui est transposé et adapté dans l'environnement virtuel. Si cette transposition directe n'est pas possible, il est également possible de recourir à des métaphores, c'est-à-dire à des images symboliques de la perception ou de l'action.
- L'Immersion et l'Interaction fonctionnelles (I²f) : ce niveau concerne les activités à accomplir, elles sont décomposées en activités élémentaires appelées Primitives Comportementales Virtuelles (PCV).

Dans la méthode I²I, les auteurs prévoient la mise en place d'une veille technologique et concurrentielle et d'une action de propriété industrielle (étape 1). L'étape suivante (étape 2) concerne l'identification et la validation pour le démarrage de la conception du système ; elle débouche sur la rédaction du Cahier des Charges Fonctionnel (CDCF) et la détermination des I²f (étape 3). Le choix des Processus Cognitifs (PC), au niveau I²c, et des interfaces comportementales au niveau I²sm, se voit enrichi de méthodes de créativité (par ex., TRIZ) pour favoriser l'élaboration de nouvelles interfaces physiques (étape 6). Enfin, le logiciel, une fois en exploitation, peut faire naître le souhait d'obtenir de nouvelles fonctionnalités, ce qui va conduire à améliorer le système (étape 11). Cette étape reboucle directement sur la programmation. Par ailleurs, les auteurs prévoient des livrables à chaque étape, depuis le CDCF jusqu'au prototype.

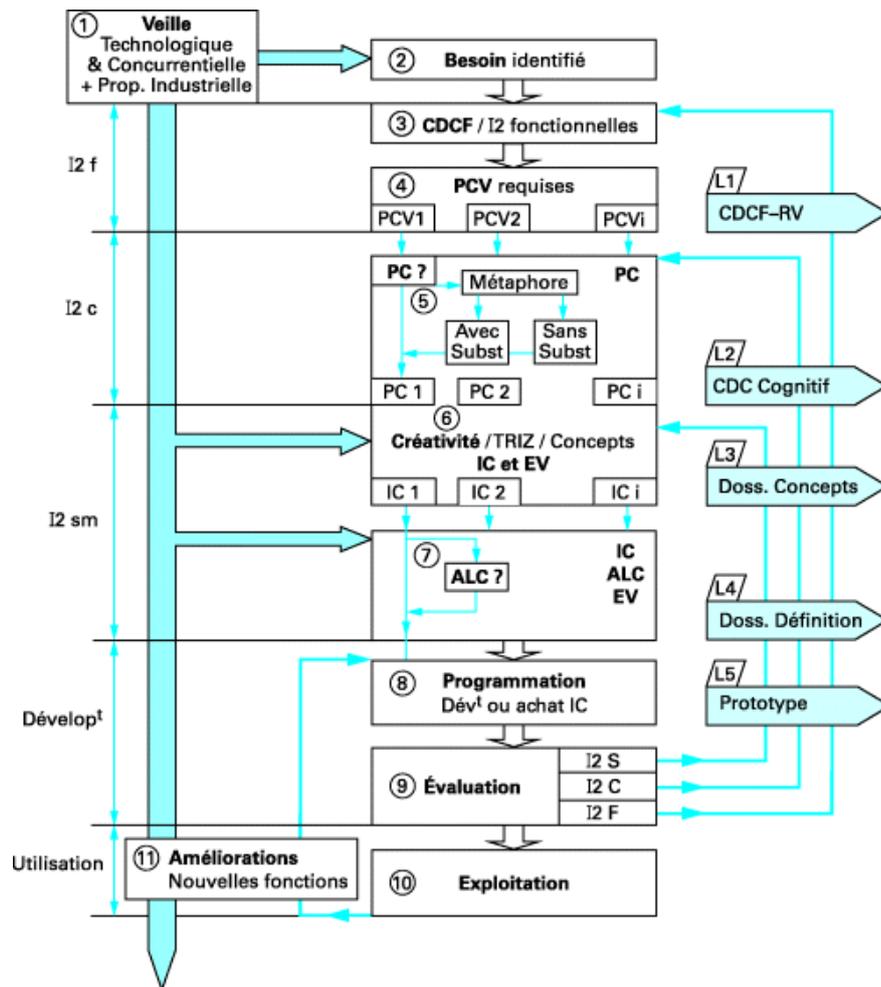


Figure 4 : La méthode I²I, tirée de Richir (2003a, 2003b)

La démarche de conception de produits nouveaux

Une autre méthode orientée vers la conception de produits est directement ancrée dans le génie industriel, il s'agit de la méthode proposée par (Aoussat, 1996). Celle-ci se caractérise par un ensemble d'étapes (Figure 5) regroupées en quatre grandes phases : la traduction du besoin, l'interprétation du besoin, la définition du produit et la validation du produit. Des livrables sont prévus à chaque phase (cahier des charges fonctionnel, cahier des charges concepteur, dossier produit et prototype). Ce modèle de conception introduit explicitement une étape de test avec les utilisateurs, qui permet d'itérer éventuellement tout le processus en revenant au besoin identifié.

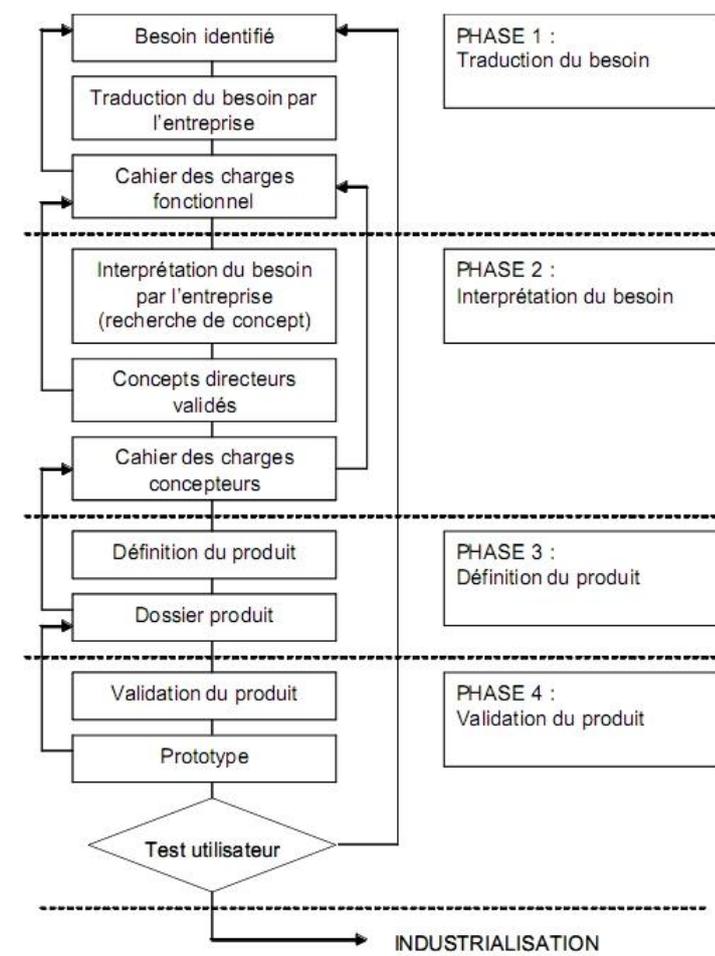


Figure 5 : La démarche de conception de produits nouveaux, tirée de Aoussat, 1996

Les modèles du génie industriel (méthode I²I et démarche de conception de produits nouveaux) présentent l'avantage de préconiser des outils pour réaliser chacune des étapes de la conception. Les phases de test permettent des itérations vers les phases initiales contrairement aux modèles du marketing et du design présentés préalablement.

3.1.4 L'ingénierie concourante

Plutôt connue sous la dénomination d' « ingénierie simultanée » dans l'industrie ou par le terme d' « ingénierie intégrée », privilégié par l'AFNOR, l' « ingénierie concourante », de son nom prédominant dans le monde scientifique, est une approche qui a déjà été définie par plusieurs auteurs (par ex., Carratt *et al.*, 2000 ; Boucher, 1999 ; Papazoglou, 2000). Elle est caractérisée par la parallélisation des tâches et le chevauchement des étapes de conception et d'industrialisation. Ceci a deux implications sur la prise en compte de l'utilité et des besoins dans la conception. D'une part, les attentes du client (au sens de commanditaire) sont intégrées tout au long du processus de conception prenant ainsi l'évolution du besoin des clients dans la conception. D'autre part, le fait que des équipes pluridisciplinaires soient intégrées au plus tôt et de façon simultanée favorise la confrontation des idées de chacun, et de fait, la génération de données étant potentiellement des besoins non-conscients ou latents.

3.1.5 Les processus de conception en génie logiciel : des modèles ciblés sur la réalisation

Les processus de conception en génie logiciel présentent les activités de conception propres au développement de logiciels (par ex., codage ...), contrairement au génie industriel qui propose des processus de conception orientés sur les outils à déployer pour passer d'une étape de la conception à une autre.

Les processus strictement séquentiels : le cycle en cascade et le cycle en V

Les premiers modèles en génie logiciel (par ex., cycle en cascade et cycle en V initiaux) assimilaient la conception à une succession stricte de phases ou d'étapes selon un flux linéaire et séquentiel arrière (Cernuzzi *et al.*, 2005) autorisant peu - ou avec un fort coût - les retours en arrière. Puis la possibilité de retour en arrière, à une étape précédente, a été intégrée de façon à mieux rendre compte de la dimension itérative de la conception, telle qu'observée dans les études empiriques sur ce domaine d'activité. Le cycle en cascade est structuré comme une succession de phases, où la sortie d'une phase constitue l'entrée de la suivante (Figure 6). Le cycle en V reste relativement proche du modèle en cascade (Kruchten, 2006). Il introduit néanmoins explicitement les étapes de validation et la notion de qualité. Après le codage, des tests sont réalisés en réponse aux phases de recueil des besoins, élaboration des spécifications, et de conception générale et détaillée (Figure 6).

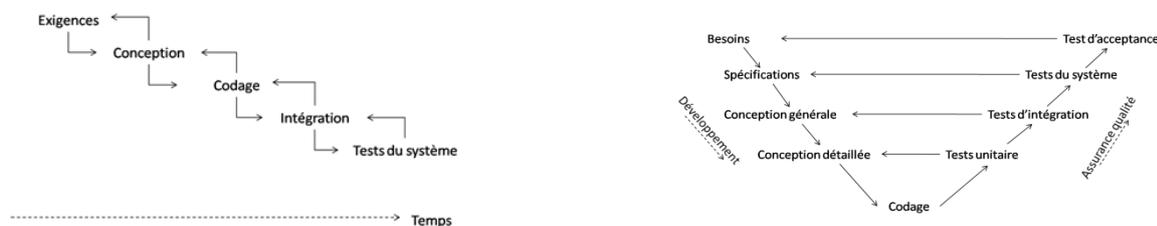


Figure 6 : Cycle en cascade (Fig. gauche) et Cycle en V (Fig. droite)

Les processus itératifs : le cycle en spirale

Les modèles itératifs de la conception apparaissent comme une première réponse à l'idée que le produit conçu peut être amené à évoluer dans sa forme et dans ses fonctionnalités, avant et/ou après la phase d'industrialisation. Le cycle en spirale (Boehm, 1988) s'appuie sur la répétition de quatre phases du développement et la réalisation de multiples prototypes (Figure 7). Sa caractéristique principale est son déroulement cyclique. La phase 1 (quadrant haut gauche) correspond aux objectifs à atteindre et à l'identification des alternatives de solutions possibles et des contraintes techniques associées. La phase 2 (quadrant haut droit) correspond à l'évaluation des alternatives possibles, avec une phase de prise de décision. La phase 3 (quadrant bas droit) consiste en le développement d'un prototype et de sa vérification. La dernière phase correspond à la revue des résultats des étapes antérieures et à la planification de la nouvelle itération (Cernuzzi *et al.*, 2005). Les objectifs, les alternatives et les contraintes, tels qu'ils apparaissent dans le quadrant supérieur gauche, peuvent être initialement peu détaillés : par exemple, « augmenter la productivité du développement de logiciels » (Boehm, 1988) (la productivité vise à minimiser le coût humain et à augmenter la production de lignes de code).

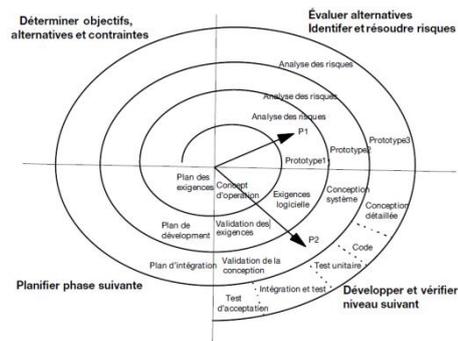


Figure 7 : Cycle en spirale d'après Boehm, 1988

Les modèles itératifs et incrémentaux : les méthodes Agile et le modèle Rationale Unified Process

Les modèles incrémentaux et itératifs rendent possibles la prise en compte des retours obtenus par les clients, aussi bien au niveau du développement que de l'utilisation de l'artefact. Ils se définissent par de courtes étapes permettant un raffinement progressif de la conception et de la réalisation du logiciel. Cette capacité d'itération rapide se retrouve, par exemple, dans les méthodes dites « agiles » : le processus de développement se caractérise par de très courtes itérations, en révisant constamment le code source du logiciel. Une communication idéalement directe (face à face) entre les différents acteurs (développeurs, porteurs de projet, client) est mise en place. Un exemple de méthode agile est la méthode « Extreme Programming » (XP) inventée par Beck (Beck, 1999).

Le modèle Rationale Unified Process (RUP), qui décrit également un processus itératif et incrémental. Dans ce modèle, le cycle de vie du logiciel est décrit comme un nombre fini de cycles de développement. Chaque cycle est divisé en quatre phases : début, élaboration, construction et transition. Durant ces différentes phases, plusieurs étapes sont réalisées itérativement : par exemple, le modèle économique, la conception, l'implémentation, ... (Pilemalm *et al.*, 2007). Ces étapes sont exécutées en parallèle et non séquentiellement comme dans les modèles précédents. Plusieurs inconvénients de ces méthodes ont été rapportés dans (Pilemalm *et al.*, 2007). Le principal inconvénient réside dans la représentation des utilisateurs. Les utilisateurs sont impliqués comme des consultants, appelés comme des sources d'information quand cela est nécessaire, mais sans réelle influence sur le processus de conception (Constantine & Lockwood, 1999). Ce sont les itérations qui permettent de déterminer les objectifs, alternatives et contraintes qui constitueront la destination du logiciel.

3.1.6 Les modèles de l'ingénierie des exigences centrés sur la phase d'identification des besoins

Les processus d'ingénierie des besoins se positionnent en amont de la réalisation technique de l'artefact logiciel. Ils détaillent les étapes par lesquelles un besoin passe d'un état « identifié » à un état « formalisé ». Ces processus détaillent la phase intermédiaire entre le « besoin identifié » et la rédaction du « Cahier des Charges Fonctionnels » en génie industriel.

Le processus de Macaulay (1996)

Le processus formalisé par Macaulay (1996) suggère une vue statique des besoins dans la mesure où le besoin n'évolue pas. Le besoin passe d'un état de « concept » à un état formalisé dans un document. Ce processus est composé de cinq étapes (Figure 8).

Le concept de produit est le point de départ du processus : il peut s'agir soit d'une idée nouvelle, soit de l'amélioration d'un produit existant. La seconde étape est l'analyse du problème (« problem analysis ») : il s'agit de la nature du concept (vu comme un problème de conception à résoudre). C'est également durant cette étape que les ingénieurs des exigences identifient un ensemble de solutions alternatives possibles, et que de nouveaux besoins sont identifiés.

La troisième étape dite de faisabilité et choix des options (« feasibility and choice of options ») correspond à l'étape d'évaluation de chaque alternative. A ce niveau, les parties prenantes et les développeurs travaillent conjointement afin de trouver un compromis sur les spécifications du système.

La quatrième étape nommée analyse et modélisation (« analysis and modeling »), est l'étape durant laquelle chaque alternative choisie est validée et vérifiée par différentes parties prenantes (« stakeholders »). Toutefois, les décisions finales en termes des spécifications à implémenter sont généralement prises par les développeurs et les chefs du projet.

Ce processus se termine par la rédaction du document de besoins qui comprend les spécifications qui seront finalement implémentées.

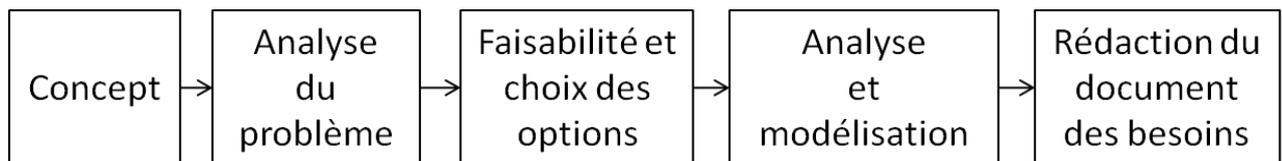


Figure 8 : Processus d'ingénierie des besoins d'après Macaulay (1996), notre traduction

Le processus de Kotonya & Sommerville (1998) adapté par Alenljung (2005)

Le processus de construction de besoins formalisé par Alenljung (2005) introduit explicitement une vue transformationnelle des besoins entre les besoins énoncés en entrée par les parties prenantes et les sorties qui représentent la traduction des besoins au niveau de l'artefact en termes de besoins validés, de spécifications du système et de modèles du logiciel au sens de spécifications techniques (Figure 9). Cette transformation passe par une succession d'étapes dont nous avons pu établir une correspondance avec celles décrites par Macaulay (1996) comme le montre le Tableau 1.

Tableau 1: Correspondance des étapes des processus d'ingénierie des besoins de Macaulay (1996) et Alenljung (2005)

Macaulay (1996)	Alenljung (2005)
Analyse du problème	Identification des besoins
Faisabilité et le choix des options	Analyse des besoins et négociation
Analyse et la modélisation	Validation des besoins
Rédaction du document des besoins	Rédaction du document de besoins

Ces deux processus diffèrent au niveau de l'étape de validation qui est préalable à la rédaction du document chez Macaulay (1996) ; et ultérieure chez Alenljung (2005). Une autre différence

fondamentale entre les deux modèles de processus est l'absence d'itération chez Macaulay (1996) et la présence d'itérations chez Alenljung (2005) entre les différentes étapes. Enfin, inversement à Macaulay (1996), Alenljung (2005) fait apparaître les éléments qui doivent être pris en compte dans le processus de construction de besoins tels que les artefacts existants, les besoins des parties prenantes, les normes et les informations du domaine pour lequel l'artefact est conçu.

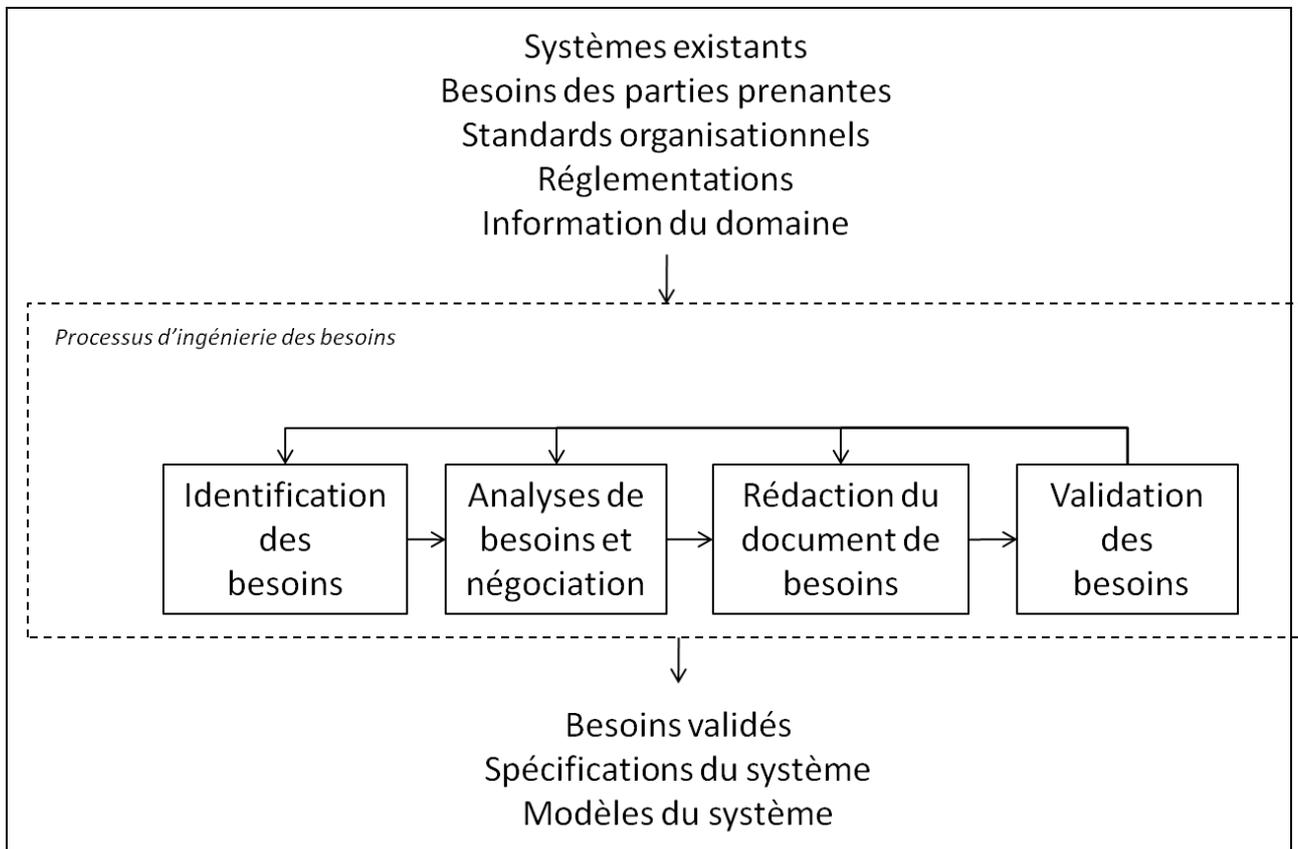


Figure 9 : Processus d'ingénierie des besoins de Kotonya & Sommerville (1998) adapté par Alenljung (2005), notre traduction

Une limite des processus d'ingénierie des besoins est qu'ils s'arrêtent préalablement à la réalisation technique, ce qui ne laisse pas la possibilité d'intégrer des besoins ni au cours, ni en aval de la conception. Ces modèles ne disent pas explicitement intégrer l'utilisateur final, ils parlent plutôt de parties prenantes.

3.1.7 Les modèles de conception utilisés en ergonomie : les processus itératifs et centrés sur l'utilisateur et les modèles participatifs et développementaux

Les modèles de l'ergonomie ont en commun d'intégrer les utilisateurs dans le processus de conception, et ce dès les phases préalables à la réalisation technique, afin d'intégrer les besoins qui évoluent au cours du processus de conception voire pendant l'usage de l'artefact.

Les processus itératifs et centré-utilisateur

Le processus de conception centrée-utilisateur tel que décrit par Bastien et Scapin (2004) comporte cinq étapes :

- L'identification des besoins, qui correspond à la description des besoins, des caractéristiques de l'utilisateur, des tâches qu'il lui incombe de réaliser et de l'environnement dans lequel son activité prend place ;
- La production de solutions au sens de maquettes ou prototypes ;
- L'évaluation par les utilisateurs de ces solutions non encore finalisées ;
- L'implémentation concerne la réalisation technique de l'artefact final intégrant les résultats de l'évaluation ;
- Le suivi, c'est-à-dire l'analyse des stratégies et des difficultés rencontrées par les utilisateurs dans la situation réelle d'utilisation.

D'autres auteurs (par ex., Maguire & Bevan, 2002) n'intègrent pas la phase de suivi, ni d'implémentation et se focalisent sur les phases de construction de besoins (Figure 10).

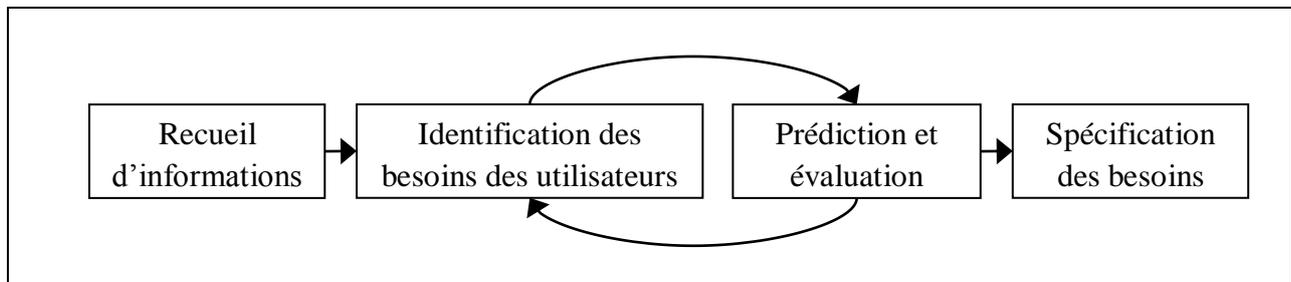


Figure 10 : Processus de construction de besoins de Maguire & Bevan (2002), notre traduction

La première étape correspond au recueil d'informations (« information gathering »). Elle a pour objectif de collecter des informations et d'identifier les exigences divergentes des parties prenantes (y compris les utilisateurs), ainsi que d'obtenir des informations sur le contexte d'utilisation et les tâches des utilisateurs potentiels. Les parties prenantes sont toutes les personnes impliquées de près ou de loin dans l'utilisation du futur produit.

La seconde étape est l'identification des besoins des utilisateurs (« user needs identification ») pour déterminer les fonctionnalités et les propriétés non-fonctionnelles du futur artefact. Un prototype est alors développé. Cette étape n'est pas formalisée dans le processus de Maguire et Bevan (2002) puisqu'il s'agit d'un processus de construction de besoins, qui n'est qu'une partie d'un processus de conception.

La troisième étape est la prédiction et l'évaluation de ce prototype (« envisioning and evaluation ») durant laquelle un retour des utilisateurs peut-être obtenu quant à l'implémentation faite des besoins ; l'objectif est de valider et raffiner les besoins des utilisateurs préalablement identifiés.

La quatrième étape est la rédaction du document de spécification de besoins (« requirements specification »). Le document de spécification de besoins comprend les informations collectées durant les trois étapes précédentes. Il comprend notamment les informations sur les acteurs du projet et les utilisateurs, la satisfaction des normes, les besoins avec leur niveau de priorité et la preuve de l'acceptation des besoins par les acteurs.

La priorisation des besoins qui seront implémentés se fait en fonction des ressources disponibles (par ex., humaines, matérielles).

Ce processus se caractérise également par une alternance des étapes d'évaluation (étape 3) et d'identification de nouveaux besoins (étape 2). Ce qui suggère une vue évolutive des besoins. Toutefois, l'idée dans ce modèle est de valider ou de raffiner les besoins identifiés initialement, plus que de prendre en compte les besoins qui évolueront une fois la réalisation technique avancée.

Les limites des processus itératifs et centrés-utilisateurs

La première limite découle du fait que l'itération se restreint aux phases d'identification de besoins et d'évaluation de l'artefact, et ce à condition que l'évaluation soit réalisée suffisamment tôt dans le processus (Bastien & Scapin, 2004). De fait, les retours des utilisateurs issus du suivi sont peu pris en compte, et ce d'autant plus que les développements techniques sont alors bien avancés.

La deuxième limite est l'idée que le processus de conception centrée-utilisateur peut paraître très éloigné des contraintes pratiques (coûts, délais) des concepteurs de Sociétés de Service en Ingénierie Informatique (SSII), qui utilisent des processus de développement logiciel traditionnels (par ex., le cycle en spirale) (Mouloudi, 2007).

La troisième limite concernant le processus centré-utilisateur est que l'approche prospective des besoins reste en grande partie celle des concepteurs, même si elle correspond concrètement à une interprétation des demandes et des attentes recueillies auprès des (futurs) utilisateurs. En ce sens, les utilisateurs sont des fournisseurs d'informations sur l'usage (Darses, 2004).

Au sein du processus de conception, tous les utilisateurs n'ont pas des capacités d'action, ni une possibilité de participation aux discussions de conception similaires et équilibrées.

La conception participative

Certains auteurs comme Reich *et al.* (1996) défendent l'idée qu'il est préférable d'adopter une approche participative plutôt que l'approche itérative et centrée-utilisateur qui consiste à extraire les besoins des utilisateurs. D'après Caelen (2009), la conception participative est intéressante pour la conception d'artefacts innovants puisqu'elle n'impose pas de connaître le but ou le besoin *a priori*. Dans ces modèles, un processus de conception est mené conjointement par les utilisateurs et les concepteurs et implique un apprentissage mutuel, grâce auquel l'artefact et l'activité des utilisateurs se développent conjointement. C'est en ce sens que Darses (2004) considère que l'approche participative est par nature développementale (Béguin, 2007b).

Les principaux principes qui sous-tendent la conception participative sont :

- La participation démocratique (Von Hippel, 2005) ou multilatérale (Reich *et al.*, 1996) de tous les acteurs concernés par un projet de conception, y compris les utilisateurs ;
- L'implication des utilisateurs finaux dans la prise de décisions quant à la transformation de l'artefact (Muller *et al.*, 1997) et la définition de l'utilité pour le logiciel (Darses, 2004).

Il existe peu d'études empiriques qui formalisent le fonctionnement réel de l'élaboration participative des besoins dans le cadre de la conception de logiciels innovants.

Une étude (Pilemalm *et al.*, 2007) a consisté à analyser le rôle des utilisateurs dans le processus de conception participative. Sur la base de leurs lectures et expériences antérieures, les auteurs avancent que 1/3 du temps et des ressources du projet sont consacrés aux phases du processus de conception dans lesquelles les utilisateurs sont impliqués, tandis que les phases se focalisant sur la technologie nécessitent les 2/3 du temps et des ressources du projet. Ils affirment que l'implication des utilisateurs dans une conception dite participative apparaît forte lors des phases suivantes :

- La modélisation de l'environnement et du futur contexte organisationnel ;
- L'identification, le raffinement et la priorisation de besoins ;
- L'évaluation des spécifications, c'est-à-dire la traduction des besoins dans le système (« vue externe du système ») ;
- La priorisation des besoins implémentés, c'est-à-dire des alternatives de solutions qui répondent aux besoins exprimés ;
- La formation à l'artefact lors de son déploiement ;
- La validation des besoins implémentés dans l'artefact par la confrontation des besoins mis au jour au cours de la conception et ceux nés de l'usage. C'est à l'issue de cette phase que l'on saura si une nouvelle itération est nécessaire pour prendre en compte les nouveaux besoins ou de modifier les solutions implémentées.

Les auteurs ne fournissent toutefois pas d'éléments empiriques précis sur la contribution effective des concepteurs et des utilisateurs aux actions de construction de besoins (par ex., validation, rejet), ni aux phases de la conception (par ex., amont, parallèle et aval à la réalisation).

Les modèles de la conception développementale et continuée dans l'usage

Le processus de conception est continué au travers de l'usage (Rabardel & Beguin, 2005) ; on parle également de « processus de conception assisté par l'usage » (Caelen, 2004). Il consiste alors en une « boucle usage-adaptation-reconception (Brangier & Simon, 2006), qui est une variante du modèle de « la boucle de la conception » (Bourmaud, 2008 ; Rabardel, 1995). Le modèle de la boucle de la conception représente l'inscription des processus de genèse instrumentale dans le cycle d'ensemble de la conception d'un artefact. La genèse instrumentale désigne le processus de construction et d'évolution de l'instrument au cours de l'usage ; l'instrument étant constitué de l'artefact et de schèmes d'utilisation définis comme des organisateurs de l'action des sujets (Bourmaud, 2008 ; Rabardel, 1995). Ce modèle postule que les fonctionnalités conçues (ou fonctionnalités constituées) par les sujets et les schèmes d'utilisation mis en œuvre vont s'articuler à la conception et former respectivement de nouvelles fonctionnalités constituantes et de nouveaux modes opératoires pour une version ultérieure du logiciel (Figure 11). La genèse instrumentale implique deux processus : l'instrumentalisation et l'instrumentation (Bourmaud, 2008 ; Rabardel, 1995). L'instrumentation désigne la transformation voire l'acquisition de connaissances et de schèmes d'utilisation par le sujet. L'instrumentalisation correspond à la transformation voire à la l'élaboration de propriétés et fonctionnalités de l'artefact par le sujet : le sujet transforme l'artefact afin qu'il lui soit bénéfique.

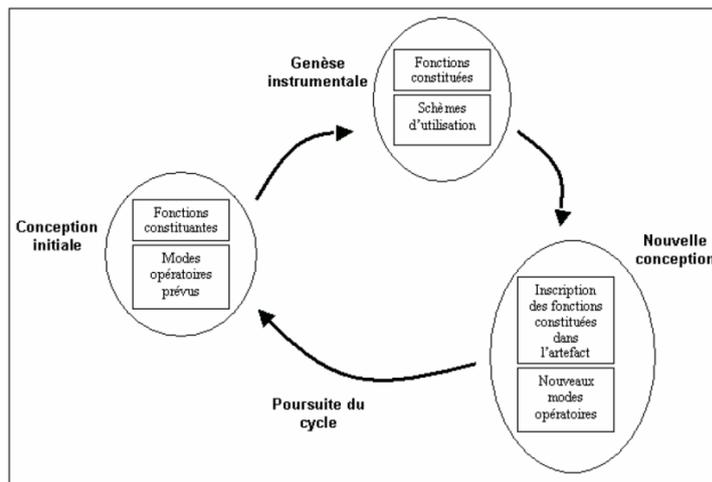


Figure 11: La boucle de conception d'après Rabardel, 1995, p.164

Les limites des modèles participatifs et continus

Le processus de conception participative et continue n'est pas facilement mis en œuvre dans les projets de conception (Anastassova, 2006). Cela peut s'expliquer par quatre raisons.

- La première raison est que l'approche de la conception participative est souvent critiquée pour être imprécise et ne parvenant pas à définir et à spécifier un processus (Constantine & Lockwood, 2002).
- La seconde raison est qu'il peut être difficile pour des concepteurs d'accepter que des personnes non techniques comme les utilisateurs puissent agir sur la conception (Harker & Eason, 1984). Dans une approche participative et développementale, cette crainte peut provenir du fait que les concepteurs appréhendent que les retours des utilisateurs ayant lieu en fin de conception, voire postérieurement au déploiement de l'artefact, soient trop difficiles à implémenter. Cette crainte peut également provenir du fait que les ingénieurs n'ont pas été formés et ne disposent pas d'outils méthodologiques permettant d'interpréter et de comprendre les retours fait par les utilisateurs. C'est entre autres, ce qui justifie l'intégration d'ergonomes dans les équipes de conception (Harker & Eason, 1984).
- La troisième raison concerne le fait que l'implication des utilisateurs finaux dans les prises de décisions quant à la transformation de l'artefact est souvent limitée, et cela est d'autant plus vrai dans les projets industriels (Anastassova, 2006). Un des pré-requis est de permettre aux utilisateurs d'avoir les connaissances suffisantes pour qu'ils soient en capacité de prendre ces décisions.
- La quatrième raison est la difficulté d'opérationnalisation du principe de participation multilatérale de tous les acteurs d'un projet de conception (Gulliksen *et al.*, 2006). Ce principe suppose la mise en place d'outils de facilitation pour un apprentissage par échanges mutuels communs (Beguin, 2003). Ces outils doivent favoriser les processus dialogiques durant lesquels le concepteur peut réaliser de nouveaux apprentissages sur l'activité développée par les utilisateurs d'une part, et durant lesquels l'utilisateur peut apprendre à partir du résultat temporaire du travail du concepteur d'autre part. Un exemple de processus dialogique concerne le fait que les concepteurs fassent un feedback aux utilisateurs sur la faisabilité des besoins et sur les implications de l'infaisabilité (Watts & Hirst, 1982).

3.2 Éléments communs et spécifiques aux modèles et aux processus de conception

3.2.1 Phases de la conception

Suivant les approches et les modèles, les phases et les détails privilégiés diffèrent. Le processus de développement de nouveaux produits en marketing décrit les activités annexes à la conception (par ex., lancement, prévision des ventes ...), alors que les processus en design, en génie industriel et en génie logiciel détaillent les phases de réalisation proprement dites (par ex., design détaillé, programmation, conception générale). Ces derniers éludent les premières phases du processus de conception, c'est-à-dire d'identification et d'analyse des besoins. Nous constatons que le processus démarre dès lors que le besoin est identifié.

Au sein même des disciplines, des distinctions sont à établir. Par exemple, les cycles en V et en cascade décrivent plus en détail les étapes depuis l'analyse du besoin jusqu'à la production du logiciel final, tandis que les cycles en spirale détaillent davantage les phases de test et d'évaluation. En génie industriel, le modèle I²I et celui formalisé par (Aoussat, 1996) sont relativement proches dans leur déroulement, même si ce dernier est davantage généralisable à tout type de produits, alors que le premier est destiné à la conception de technologie de réalité virtuelle. Ils diffèrent néanmoins sur un point important : le modèle I²I intègre le fait que l'exploitation peut faire naître des souhaits d'améliorations, quand la phase d'industrialisation ne permet plus de revenir en arrière dans l'autre modèle.

Une même phase peut se dérouler à des moments différents en fonction des modèles et des disciplines. C'est par exemple le cas de l'analyse de besoins en ingénierie des exigences et en ergonomie. En ingénierie des exigences, les modèles décrivent les étapes qui permettent de passer d'un besoin exprimé à un besoin formalisé. L'analyse des besoins est alors réalisée en amont de la réalisation technique. Inversement, il est reconnu que, dans les modèles itératifs et centrés-utilisateur tels que mis en œuvre en ergonomie, les phases d'évaluation et d'identification de besoins s'enchaînent au fur et à mesure du raffinement des besoins (Burkhardt & Sperandio, 2004) et jusqu'à ce que l'artefact conçu corresponde aux besoins des utilisateurs (Vredenburg *et al.*, 2002). De fait, il n'est pas rare que l'analyse des besoins soit menée simultanément à la spécification voire à la réalisation détaillée plutôt que dans la phase amont du projet. Ces itérations impliquent la participation des utilisateurs tant sous l'angle de la contribution aux spécifications que sous l'angle de l'évaluation des propriétés du logiciel.

Enfin, selon les modèles et les disciplines, une même phase (en l'occurrence, l'évaluation) n'est pas réalisée au moyen de méthodes et d'outils similaires et ne se base pas sur les mêmes critères. Un test en marketing vise à évaluer les possibilités de succès d'un produit avant son lancement. Un test en design a pour objectif d'améliorer la fiabilité et la durée de vie du produit. Les tests itératifs du génie logiciel visent à vérifier le bon fonctionnement du logiciel (par ex., modèle en spirale) voire à ajouter des incréments pour que le logiciel corresponde au plus près des besoins des utilisateurs (par ex. méthodes Agile). Les tests utilisateurs et l'évaluation réalisés en génie industriel, ainsi que les méthodes visant à extraire l'expérience des utilisateurs en ergonomie contribuent à améliorer l'utilité du logiciel pour l'utilisateur intégré dans la conception.

3.2.2 Implication des utilisateurs

La participation des utilisateurs à la conception de dispositifs en général, et de leurs outils de travail en particulier, est reconnue comme un élément positif et nécessaire à la conception (Baroudi *et al.*, 1986 ; Chatzoglou & Macaulay, 1996 ; Damodaran, 1996 ; Darses & Reuzeau, 2004 ; Foster & Franz, 1999 ; Wilson *et al.*, 1996). Pourtant, dans la plupart des modèles du génie logiciel, de l'ingénierie des exigences, du génie industriel et du design, les besoins sont principalement dictés par le commanditaire et peu de place est laissée à l'utilisateur final, au début et au cours de la conception. La définition des fonctionnalités et des propriétés non-fonctionnelles de l'artefact relève majoritairement du concepteur.

Dans les processus de conception du génie industriel et dans le modèle RUP du génie logiciel, la phase d'évaluation suppose la présence de l'utilisateur final, mais celui-ci ne prend pas part au reste du processus de conception. Il est uniquement cantonné aux tests et aux évaluations postérieures à la phase d'implémentation ou de réalisation d'un prototype.

Dans les modèles de la conception centrée-utilisateur, l'utilisateur est vu comme une source d'informations à qui les concepteurs ont recours lors de l'identification des besoins et pour l'évaluation de l'artefact.

Dans l'approche de la conception participative, les utilisateurs sont considérés comme co-concepteurs (Ehn, 1993 ; Kensing & Blomberg, 1998), c'est-à-dire qu'ils ont un rôle double : d'une part, ils jouent le rôle de futurs utilisateurs qu'il faut sensibiliser et former à l'utilisation du futur outil d'aide à la conception de produits (Darses *et al.*, 2002) ; d'autre part ils doivent faire avancer la conception du nouvel outil en imaginant des solutions et évaluer les propositions faites par les autres co-concepteurs (Muller *et al.*, 1997). En ce sens, les utilisateurs sont acteurs dans la conception de l'utilité du logiciel et sont en capacité de fournir aux concepteurs les avantages ou les bénéfices associés aux fonctionnalités produites, c'est-à-dire de définir en partie l'utilité-valeur du logiciel pour modifier l'utilité-destination en conséquence.

3.2.3 Prise en compte de l'utilité et des besoins

Le panorama des processus de conception dans les différentes disciplines suggère des divergences de prise en compte de l'utilité et des besoins dans ces processus. Le besoin est vu comme donné *a priori* dans les modèles du design, de l'ingénierie des exigences, du génie logiciel et du génie industriel. En effet, même dans les processus itératifs de ces disciplines, les itérations ne rendent possibles qu'une modification « en surface de l'artefact », sans pouvoir réellement refondre celui-ci. Le besoin, identifié dès les premières phases du processus de conception, est pratiquement figé pour toute la durée du projet. L'évolution des besoins dans l'usage et au fur-et-à mesure de l'utilisation des produits n'est pas prise en compte, et de fait, l'artefact ne peut être modifié que très partiellement par l'ajout de nouvelles fonctionnalités qui n'implique pas une refonte du système.

Le fait que les équipes pluridisciplinaires produisent une grande quantité d'informations plus ou moins formalisées et structurées (par ex., cahier des charges, mail, courrier, discussions) présente certes l'inconvénient de complexifier la gestion et le traitement d'importantes masses de données

(Dartigues, 2002). Mais, nous estimons que la pluridisciplinarité contribue également à anticiper l'utilité de l'artefact, dans la mesure où davantage d'informations et d'idées sont générées par rapport aux modèles linéaires, itératifs et incrémentaux, ces données étant susceptibles d'être des besoins non-conscients ou latents. Toutefois, la destination des fonctionnalités et propriétés non-fonctionnelles de l'artefact est restreinte par les contraintes de délais et de garantie de réussite qui caractérisent l'ingénierie concourante : les concepteurs ont tendance à adopter une attitude prudente en n'utilisant que les solutions déjà éprouvées pour limiter les incertitudes inhérentes aux solutions innovantes (Darses, 1997).

Dans une approche itérative et centrée sur les utilisateurs (par ex. Maguire & Bevan, 2002 ; Jean-Daubias, 2004), le besoin spécifique à un individu est probablement le cas le plus simple en termes d'analyse et de traduction dans l'artefact, puisque les besoins actuels sont entièrement « contenus » dans l'utilisateur ciblé à condition que celui-ci soit impliqué dans la conception du logiciel et que des activités de communication entre les (futurs) utilisateurs et les concepteurs soient établies (Coughlan & Macredie, 2002). En d'autres termes, les besoins conscients comme inconscients sont accessibles potentiellement pour autant que les méthodes appropriées soient utilisées, et que la personne spécifiquement concernée puisse participer au processus de conception. La situation devient plus compliquée lorsque la population est plus large et hétérogène. En effet, il découle de cette hétérogénéité trois difficultés. La première difficulté est que tous les utilisateurs n'ont pas les mêmes « besoins » en termes de fonctionnalités, services et logiciel détaillé. La deuxième difficulté est que pour chacun des besoins, les mesures d'avantages tirés diffèrent, voire sont hiérarchisés de manière différente. La troisième difficulté est que l'on ne peut généralement pas avoir à disposition toute la population d'utilisateurs. L'accès aux besoins se fait sur la base d'un échantillon d'utilisateurs, ce qui pose la question de la définition exacte des frontières de la population de référence, de la construction de l'échantillon lui-même et de la représentativité des données qui en sont extraites, qu'il s'agisse d'idées « besoins » ou de mesure des bénéfices et des avantages mesurés.

Dans les modèles participatifs et développementaux, la question des besoins est abordée sous l'angle d'une construction continue (Brangier, 2006). Si des besoins conscients peuvent émerger en amont de la conception, ils évolueront (c'est-à-dire seront précisés voire invalidés) et d'autres naîtront au cours ou en aval de la conception : il s'agit des besoins « latents » (Sperandio, 2001) ou « inimaginés » (Robertson, 2001). Les utilisateurs, alors co-concepteurs, adaptent les artefacts aux buts qu'ils se fixent et aux usages qu'ils en font (Brangier & Bastien, 2006). Par conséquent, l'utilité de l'artefact évolue au gré de ses modifications, des changements dans l'environnement de travail mais aussi au fur-et-à mesure du temps et des connaissances que les utilisateurs élaborent. Il y a ici l'idée de co-construction des deux univers de l'utilité - prospectif et rétrospectif - impliquant une coopération et des apprentissages croisés entre concepteurs et utilisateurs. C'est parce que l'articulation de ces deux univers favorise la prise en compte de l'utilité dans la conception en ce qu'ils facilitent l'élaboration participative des besoins de l'amont jusqu'à l'usage de l'artefact, que nous proposons de les intégrer à un modèle de la conception centrée sur l'utilité.

4 Un modèle pour penser la conception centrée sur l'utilité

La synthèse des modèles et des processus de conception nous a permis de souligner les avantages des modèles de la conception participative, de la conception continue au cours du processus voire dans l'usage de l'artefact et de la pluridisciplinarité au sein des équipes de conception, par rapport à la prise en compte de l'utilité. C'est pourquoi nous proposons un processus de conception centrée sur l'utilité en nous appuyant sur ces modèles. Nous présentons ensuite les phases de ce processus : la production d'hypothèses sur la destination de l'artefact et les bénéfices attendus, la sélection des alternatives à implémenter, puis la mesure et l'évaluation de l'utilité. Par ailleurs, nous avons expliqué dans quelle mesure l'utilité était une réponse à des besoins ; ce qui suggère que la conception centrée sur l'utilité est - au moins en partie - déterminée par l'évocation, la construction et l'évolution des besoins. Nous proposons une mise en correspondance des étapes des processus de construction de besoins avec les phases de notre processus de conception centrée sur l'utilité.

4.1 La conception centrée sur l'utilité inspirée des modèles de la conception pluridisciplinaire, participative et continue

L'utilité est une propriété de l'artefact qui se construit et qui évolue au fil des interactions entre les concepteurs et les utilisateurs d'une part, et au cours voire en aval de la conception d'autre part. Au travers de la forte implication des utilisateurs dans les choix de conception et l'intégration des besoins nés de l'usage de l'artefact, les modèles de la conception participative et de la conception continue visent à concevoir un artefact dont l'utilité-destination correspond à une plus-value pour l'utilisateur. C'est pourquoi nous proposons de nous inspirer des modèles de la conception participative et continuée dans l'usage pour définir la conception centrée sur l'utilité. Par ailleurs, la pluridisciplinarité au sein des équipes de conception telle que présentée dans le modèle de l'ingénierie concourante, incite la génération d'importantes masses d'informations qui sont susceptibles de contenir des besoins non-conscients ou latents.

En regard de ces éléments, les modèles de la conception participative et continuée dans l'usage, ainsi que la pluridisciplinarité des équipes de conception favorisent une conception « pour l'utilité ». Cela suggère qu'une conception centrée sur l'utilité implique une co-construction participative et continue des besoins.

4.2 Les phases du processus de conception centrée sur l'utilité

Nous définissons la conception centrée sur l'utilité comme un processus composé de trois phases qui ne supposent pas forcément un découpage séquentiel strict (Tableau 2). La première est la production des « besoins » et la génération des spécifications candidates. La deuxième concerne la prise de décision en regard de cet éventail de possibles. La troisième correspond à la mesure et l'évaluation de l'utilité associée spécifiquement à l'utilisation d'un existant en situation.

Tableau 2: Dimensions de l'utilité et phases du processus de conception centrée sur l'utilité

	Univers prospectif : production d'hypothèses sur	Décision et Implémentation	Univers rétrospectif : mesures et évaluation
Utilité « destination » de l'artefact	Fonctionnalités, services et dialogues possibles ; Propriétés non- fonctionnelles possibles ;	Hierarchisation et décisions quant aux fonctionnalités, services, dialogues et interfaces à développer	Mesures de la pertinence des choix Identification des défaillances
Utilité « valeur » pour l'utilisateur	Bénéfices attendus (hypothèses qualitative et quantitative)	Sélection et opérationnalisation des hypothèses privilegiées en termes de bénéfices et d'avantages	Mesure des bénéfices et des avantages

Il y a une dialectique continue entre les univers prospectif et rétrospectif tout au long du processus de conception. Cette dialectique commence depuis l'amont, où tant l'utilité que la forme et le détail du logiciel restent flous et hypothétiques, jusqu'à l'aval, où la forme finale est éprouvée et continue à évoluer dans l'usage. La mise en exergue de ces deux univers provient de l'idée que l'utilité réelle d'un logiciel est en grande partie déterminée par la façon dont ces deux univers sont explorés de manière approfondie et articulée par les acteurs de la conception. Ne pas construire et explorer l'un ou l'autre de ces deux univers, ou encore le faire de façon partielle ou superficielle, comporte en effet le risque de définir un logiciel apportant peu voire aucune amélioration de l'existant en ce qui concerne les contraintes, les défaillances observables et l'assistance aux objectifs poursuivis par les utilisateurs. Quand bien même il y a amélioration, un autre risque est que cette amélioration porte sur des aspects fonctionnels ou non-fonctionnels de faible valeur pour les utilisateurs. Il se peut par ailleurs que l'utilité-destination du logiciel ne corresponde à aucun objectif ou besoin des utilisateurs, engendrant dans le meilleur des cas la création d'un nouvel usage, sans pour autant répondre nécessairement aux besoins qui préexistent.

4.3 Articulation des étapes des processus de construction de besoins et des phases du processus de conception centrée sur l'utilité

Nous proposons dans la Figure 12 de mettre en correspondance les étapes des processus de construction de besoins et les phases de notre processus de conception centrée sur l'utilité. Nous montrons que les étapes des processus de construction de besoins en ingénierie des exigences se positionnent dans les phases de production de besoins et de sélection des alternatives. Nous mettons également en évidence que les étapes du processus en ergonomie se répartissent dans les phases de production de besoins et d'évaluation de l'utilité.

La première phase est la production de besoins et la génération de spécifications candidates, c'est-à-dire la production d'hypothèses sur les fonctionnalités, les services, les dialogues, les propriétés non-fonctionnelles possibles et les bénéfices attendus de l'artefact. C'est à ce niveau que nous positionnons les étapes de recueil d'informations et d'identification des besoins des utilisateurs du processus de Maguire et Bevan (2002) ; l'étape d'identification des besoins du processus de Kotonya et Sommerville (1998) adapté par Alenljung (2005) ; l'étape d'analyse du problème du processus de Macaulay (1996).

La seconde phase concerne le choix des alternatives parmi le champ des possibles et leur implémentation. Elle comprend la hiérarchisation et la sélection des fonctionnalités, des services, des dialogues, des interfaces à développer et l'opérationnalisation des hypothèses privilégiées en termes de bénéfices et d'avantages. A ce niveau, nous positionnons les étapes d'analyse de besoins et négociation et de validation des besoins du processus de Kotonya et Sommerville (1998) adapté par Alenljung (2005), ainsi que les étapes de faisabilité et choix des options et d'analyse et modélisation du processus de Macaulay (1996).

La troisième phase correspond à la mesure et l'évaluation de l'utilité ; il s'agit concrètement de mesurer la pertinence des choix, d'identifier les défaillances et de mesurer les bénéfices et les avantages effectifs. L'étape de prédiction et d'évaluation du processus de Maguire & Bevan (2002) se situe à ce niveau.

Dans le modèle de processus que nous proposons, ce n'est qu'une fois ces mesures et évaluations réalisées qu'il est possible de proposer de nouveaux besoins ou de préciser les spécifications initiales. On boucle alors sur la première phase. C'est à ce niveau que nous positionnons l'étape de spécifications des besoins du processus de Maguire & Bevan (2002) ; l'étape de rédaction du document de besoins du processus de Kotonya et Sommerville (1998) adapté par Alenljung (2005) ; l'étape de rédaction du document de besoins du processus de Macaulay (1996).

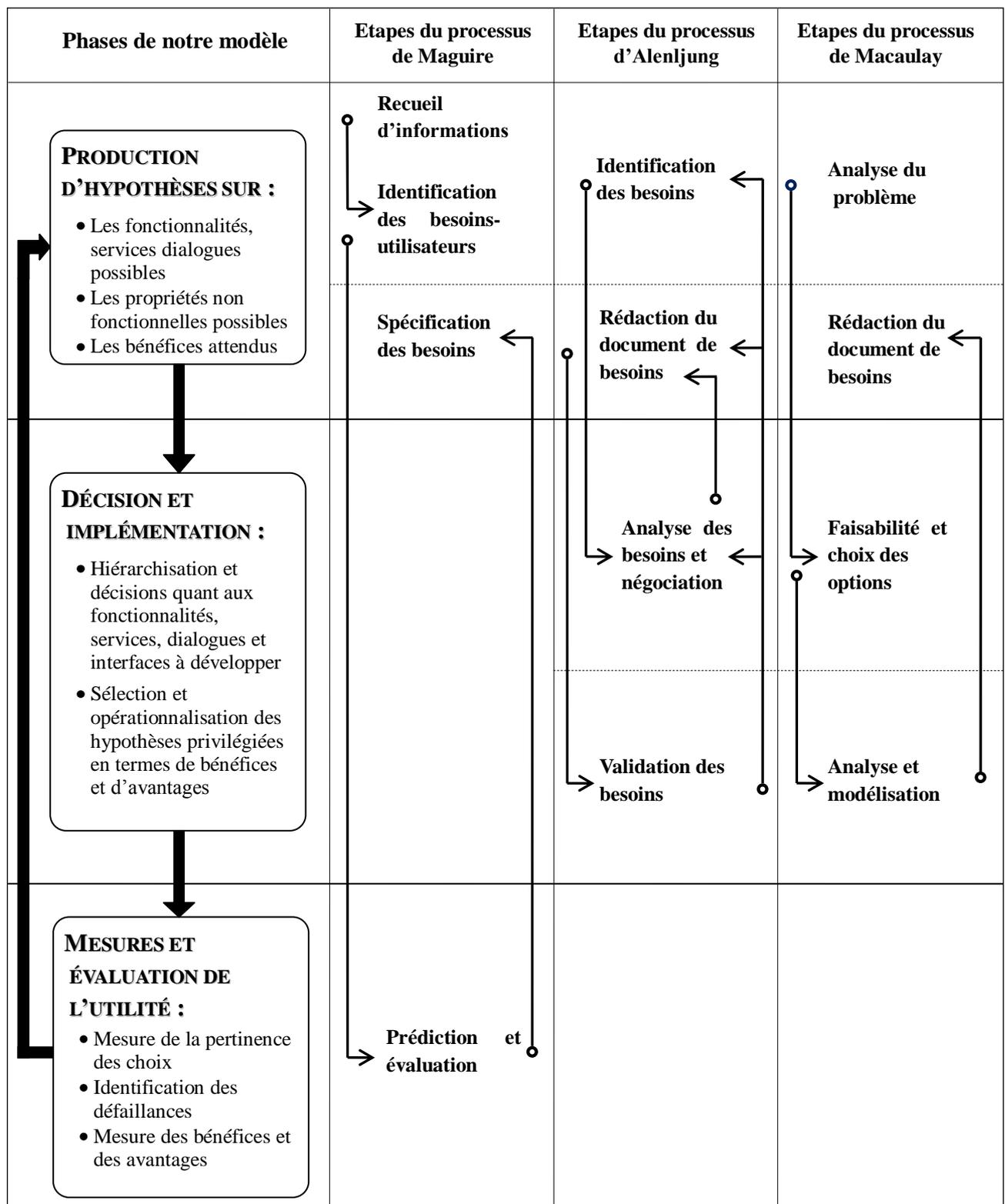


Figure 12 : Correspondance entre les étapes des processus de construction de besoins de Maguire, Alenljung et Macaulay, et les phases du processus de conception centrée sur l'utilité

Dans le processus de conception centrée sur l'utilité tel que nous le concevons, la conception nécessite l'implication multilatérale de tous les acteurs - ayant des postures (par ex., concepteur, utilisateur) et des métiers différents (par ex., ergonomes, designers, ingénieurs) - dans chacune de ses trois phases. Nous allons dans la section suivante répertorier les processus, les méthodes et les outils - préconisés ou utilisés - en ingénierie, en design, en marketing et en ergonomie, pour

impliquer les utilisateurs et prendre en compte leurs besoins au cours des trois phases du processus de conception centrée sur l'utilité : la production de besoins et de spécifications, le choix et l'implémentation des alternatives ainsi que la mesure et l'évaluation de l'utilité.

5 Les méthodes et les outils du processus de conception centrée sur l'utilité

Nous allons structurer cette section en fonction de trois phases de notre processus de conception centrée sur l'utilité. Nous montrons que les méthodes et les outils utilisés ou préconisés pour la production d'hypothèses sur la destination de l'artefact et les bénéfices attendus pour l'utilisateur permettent de prévoir l'utilité de l'artefact au moyen de documents formalisant les besoins, par l'intermédiaire de la créativité ou encore sur la base de l'activité existante. Le choix des alternatives implique des méthodes et des outils de priorisation et de sélection. Les moyens utilisés pour mesurer et évaluer l'utilité correspondent à l'analyse de l'existant (par ex., veille), l'inspection et l'évaluation itérative par des concepteurs et l'évaluation par les utilisateurs.

5.1 La production d'hypothèses sur la destination de l'artefact et les bénéfices attendus pour l'utilisateur

Après avoir globalement présenté les étapes et les acteurs associés à la production d'hypothèses sur la destination de l'artefact et les bénéfices attendus pour l'utilisateur, nous montrons que l'utilité-destination se prescrit par les commanditaires voire par les concepteurs. L'identification des exigences étant insuffisante pour définir une utilité-destination qui couvrirait également les besoins non-conscients ou latents, nous mettons en évidence l'apport des méthodes et des outils pour favoriser l'émergence de fonctionnalités, de propriétés, d'usages ou encore de bénéfices attendus. Une fois les exigences et les besoins identifiés, les concepteurs doivent les traduire en spécifications : nous proposons une revue sur les niveaux d'abstraction et les processus d'inférence pour explorer l'élaboration des spécifications.

5.1.1 Les étapes et les acteurs associés à la production d'hypothèses

En ingénierie des exigences, en génie industriel et en ergonomie, la production de besoins et de spécifications candidates concerne la phase préalable à la hiérarchisation et à la sélection des alternatives : il s'agit des étapes de recueil d'informations et d'identification des besoins. Cette production d'hypothèses sur la destination de l'artefact et sur les bénéfices attendus pour le commanditaire se fait également ultérieurement à la sélection des alternatives par l'intermédiaire de documents (document de besoins, cahier des charges, proposition d'intervention). En ergonomie, la mesure et l'évaluation de l'utilité pendant le processus de conception voire dans l'usage de l'artefact sont suivies d'une identification des besoins et de leur formalisation dans un document de spécification de besoins.

Plusieurs acteurs sont impliqués dans cette phase de production d'hypothèses sur la destination et les bénéfices attendus de l'artefact, et ceci est variable selon les disciplines. En ingénierie des exigences, cette phase concerne les chefs de projet, les commanditaires, les développeurs et les ingénieurs des exigences (Alenljung & Persson, 2008 ; Aurum & Wohlin, 2003). L'ergonome est,

de plus en plus, intégré dès les premières phases du processus de conception (Béguin, 2007a ; Falzon, 2005). Cela a pour conséquence une considération pour les utilisateurs dans cette phase.

5.1.2 Les méthodes et les outils permettant de prescrire la destination des logiciels

En génie industriel et en ingénierie des exigences, seuls les prescripteurs - c'est-à-dire les ingénieurs des exigences, les commanditaires, les chefs de projet, les concepteurs - sont impliqués dans l'identification des exigences en amont de la réalisation technique du dispositif.

En ingénierie des exigences, certaines exigences sont imposées ou décidées par les développeurs, tandis que d'autres sont produites par les échanges entre l'ingénieur des exigences, le développeur et le commanditaire (Aurum & Wohlin, 2003). A partir de ces exigences, l'ingénieur des exigences et le développeur construisent les spécifications techniques (Alenljung & Persson, 2008). Ces spécifications techniques sont formalisées dans un « document de besoins » (Alenljung, 2005 ; Aurum & Wohlin, 2003 ; Macaulay, 1996).

En génie industriel, les exigences sont formalisées dans un Cahier des Charges Fonctionnel (CDCF) (Aoussat, 1990 ; Richir, 2003a). Les spécifications techniques sont formalisées dans un Cahier des Charges Concepteur (CDCC) (Aoussat, 1990).

Dans les deux cas, les utilisateurs finaux ne sont pas impliqués. Il en découle des prescriptions précises en termes de destination de l'artefact, c'est-à-dire les services qu'il est censé rendre, les fonctionnalités et les caractéristiques, qui seront probablement bénéfiques pour le commanditaire, mais pas nécessairement pour l'utilisateur.

Dans la pratique de l'ergonomie, le commanditaire exprime une demande ou des problèmes qui font l'objet d'une analyse dite « analyse de la demande ». L'ergonome doit reformuler la demande du commanditaire. Pour ce faire, il est amené à rencontrer plusieurs acteurs (les membres de la direction et les représentants du personnel) et à visiter l'entreprise initiatrice de la demande (Guérin, 2001). Cette analyse va lui permettre de savoir s'il accepte ou pas l'intervention. Dans le cas où il accepte, il doit rédiger une proposition d'intervention qui servira de contrat entre lui et le commanditaire, au même titre que le CDCF pour l'ingénieur industriel. La proposition d'intervention comprend la demande initiale, la demande reformulée, les axes de travail à suivre pour répondre à la demande, les moyens temporels et matériels et les conditions nécessaires à la réalisation de l'intervention (Guérin, 2001).

Les exigences sont extraites auprès des commanditaires en ingénierie des exigences et en génie industriel. L'analyse de la demande est réalisée en collaboration avec le commanditaire, et implique des rencontres avec d'autres acteurs qui ne sont pas nécessairement des utilisateurs finaux. La proposition d'intervention, comme le CDCF ou le document de besoins, peuvent être plus ou moins précis en fonction des demandes qu'ont les commanditaires à propos de la situation de travail à transformer, du logiciel ou du système à concevoir.

5.1.3 Les méthodes et les outils favorisant l'invention de fonctionnalités, propriétés et usages de l'artefact

Le terme « créativité » est employé sous de multiples acceptions et dans plusieurs disciplines comme, par exemple, en design et en génie logiciel. En génie logiciel, cette notion désigne la

recherche de solutions à des difficultés d'implémentation de fonctionnalités dans le système, tandis qu'en design, il correspond à la découverte d'artefacts innovants. Ici, le terme créativité est entendu au sens d'invention de nouvelles fonctionnalités et attributs de l'artefact d'une part, de nouvelles utilisations de l'artefact et usages « non contenus » ou non directement déductibles de l'existant (c'est-à-dire des besoins actuels identifiés) d'autre part. Pour inventer les fonctionnalités, les propriétés et les usages de l'artefact, il existe des méthodes et des outils pour favoriser la créativité.

Les méthodes et les outils favorisant la créativité tendent plutôt à éviter de raisonner en termes d'utilité du futur logiciel afin d'ouvrir l'espace des contraintes et proposer des idées ou des solutions inédites (Bonnardel & Marmèche, 2005 ; Johnson & Carruthers, 2006 ; Sternberg, 2005). Une conséquence est que la plupart des designers perçoivent un conflit entre le fait d'être innovants et d'interroger les utilisateurs sur leurs besoins (Bruseberg & McDonagh-Philip, 2002). Rester figé sur l'utilité-destination de l'artefact, notamment en interrogeant les utilisateurs sur leurs besoins, revient à restreindre le champ des possibles sur les fonctionnalités et les propriétés de l'artefact ou des artefacts quasi-similaires (c'est-à-dire, appartenant à la même catégorie) ou attendues par les utilisateurs. Pour ouvrir ce champ, les créatifs, comme les designers, vont s'intéresser à des artefacts ayant des fonctionnalités et des caractéristiques éloignées de l'artefact à concevoir. C'est notamment ce que montre l'étude de Bonnardel et Zenasni (2010). Ouvrir ce champ contribue à définir différents aspects de la destination de l'artefact à concevoir, et notamment des aspects pas systématiquement couverts et « non-contenus » dans les utilisateurs.

Des études empiriques ont cherché à identifier l'impact effectif d'outils informatiques sur l'activité de production d'idées créatives chez les designers, par exemple l'étude réalisée par Bonnardel et Zenasni (2010). Ces idées peuvent prendre la forme d'attributs hédoniques, de fonctionnalités et de propriétés utilitaires non-fonctionnelles. Ces deux derniers points correspondent à l'utilité-destination du logiciel, c'est pourquoi nous nous intéressons à cette étude. Cette étude a pour objectif de montrer dans quelle mesure un outil comme TRENDS a une influence sur l'évocation d'idées créatives par les designers. TRENDS est un outil qui vise à donner des sources d'inspirations (images ou photos) aux concepteurs à partir de mots clés (Bouchard *et al.*, 2008). Les résultats montrent que les novices évoquent davantage d'idées créatives en s'inspirant d'images éloignées du domaine de l'artefact à concevoir, alors que les experts évoquent plus d'idées créatives à partir d'images d'artefacts possédant des fonctionnalités communes bien qu'éloignés du domaine cible de la conception. Ces productions restent des productions de designers uniquement, et n'intègrent pas le point de vue et les contraintes de l'utilisateur. Ce qui a pour conséquence que la prospection de l'utilité est le domaine du designer : il choisit la destination de l'artefact en termes de fonctionnalités et de propriétés non-fonctionnelles, sans que cette destination soit éprouvée par l'utilisateur.

Quelques recherches sur les méthodes de créativité intégrant les utilisateurs ont été réalisées. Une de ces méthodes est la discussion de groupe (« Focus Group ») qui est utilisée en ergonomie et en design. Une étude portant sur l'utilisation des « Focus Group » par des designers, a été menée par Bruseberg et McDonagh-Philip (2002). Ces auteurs montrent que les Focus Group favorisent la production de concepts innovants par les designers et/ou les utilisateurs, au sens de besoins non couverts ou latents. Les participants aux Focus Group sont dans une atmosphère

créative que les auteurs expliquent par :

- L'opportunité de partager des expériences, des opinions et des idées qui peut conduire à une plus profonde immersion dans le problème de conception ;
- Un environnement informel et amical qui accroît la confiance entre les utilisateurs et les designers.

Cette atmosphère créative permettrait aux participants d'inventer de nouvelles utilisations de l'outil et usages « non contenus » ou non directement déductibles des besoins identifiés isolément pour chaque utilisateur, et ce d'autant plus que ces participants ont des compétences et des domaines d'expertises hétérogènes (Bouzon, 2003 ; Resnick et al., 2005).

La prospective est une autre discipline qui contribue à générer des idées de concepts de nouveaux logiciels et à anticiper de nouveaux usages sans pour autant tenter de détailler l'activité future. Cela rejoint l'approche de Daniellou (1992) qui consiste à ne pas anticiper l'activité future de façon détaillée mais plutôt à prévoir différentes formes possibles d'activités. Pour concrétiser cette méthode, considérons succinctement un exemple d'étude prospective (Jolly et al., 2008). L'objectif de cette étude, impliquant dix spécialistes de domaines différents et complémentaires, était de fournir des axes d'innovation vers lesquels les entreprises devraient, selon eux, évoluer. La méthode employée est de décrypter les évolutions de la société. Par exemple, pour des enfants ne vivant pas avec leurs deux parents (sous le même toit), une contrainte importante est de transporter sans cesse leurs affaires scolaires. Une solution concrète exposée a été le cartable électronique qui leur permettrait de disposer de tout leur matériel scolaire en tout lieu. Cette étude suggère que la prospective, comme d'autres disciplines de la conception, contribue à enrichir l'univers prospectif de l'utilité par des hypothèses sur les concepts (par ex., le concept du cartable électronique), les fonctionnalités (par ex., l'accès aux bases de données de matériels scolaires) et les usages (par ex., la possibilité de faire ses devoirs dans la voiture).

La prospective peut viser à prévoir des besoins potentiellement latents sans impliquer d'utilisateurs finaux. Ces besoins sont soit de nouveaux usages, c'est-à-dire de formes possibles d'activité, soit des idées pour le logiciel à concevoir, c'est-à-dire les concepts et les fonctionnalités. Il se peut que, parmi l'ensemble des concepts proposés, certains, une fois mis sur le marché, créent de nouveaux usages ou répondent à des besoins inconscients voire latents. En ce point, la prospective est proche de l'approche « Technology Push » ou « Science Push » qui suppose que la conception de nouveaux produits est majoritairement orientée par les avancées technologiques (Nemet, 2009). Cette approche postule, par ailleurs, que le succès d'un nouveau produit est directement impacté par les efforts menés en R&D (Rothwell, 1994).

5.1.4 Les méthodes permettant de concevoir des logiciels *a priori* bénéfiques pour l'utilisateur

En ergonomie, comprendre la nature des tâches et des processus conscients et inconscients de l'activité de référence (c'est-à-dire celle dans laquelle le logiciel sera intégré) permet de construire l'univers prospectif de l'utilité par l'identification des besoins et la définition des activités futures souhaitables (par ex., Sagot, 2003). L'ergonome est désormais intégré dès les premières phases du processus de conception où l'on attend de lui qu'il anticipe et prédise les usages (Béguin, 2007a ; Falzon, 2005). Nous allons examiner dans quelle mesure les méthodes de l'ergonomie permettent d'identifier voire d'anticiper les besoins. Nous choisissons de nous

intéresser à trois méthodes qui s'inscrivent dans trois perspectives différentes et complémentaires en termes d'utilité (comme réponse à des besoins) :

- L'utilité est une réponse à des besoins conscients accessibles par des entretiens ;
- L'utilité est une réponse à des besoins avérés mais non conscients chez les utilisateurs, que l'on peut identifier au moyen d'observations ;
- L'utilité est une réponse à des besoins latents susceptibles de se construire lors d'allo-confrontations.

Les entretiens permettent de recueillir des besoins conscients, c'est-à-dire les attentes exprimées, les difficultés conscientisées par les utilisateurs et les manques perçus comme étant à pallier au sein de la situation existante (Anastassova *et al.*, 2005).

Les observations permettent d'identifier les besoins non explicites (Kujala, 2003), dans la mesure où l'analyse systématique d'une activité en situation met en évidence des difficultés et des manques au sein de l'existant dont les utilisateurs n'ont pas obligatoirement conscience ou qu'ils ne parvenaient pas à verbaliser, ainsi que les facteurs explicatifs de ces difficultés (Anastassova *et al.*, 2005).

Les allo-confrontations collectives permettent également aux utilisateurs d'énoncer des besoins non conscients, en expliquant et en justifiant leur propre activité auprès d'autres utilisateurs. L'allo-confrontation collective se déroule de la façon suivante : un enregistrement vidéo est fait d'un opérateur, ou d'un groupe d'opérateurs, lors de la réalisation d'une tâche habituelle. Cet enregistrement est ensuite présenté à l'ensemble de l'équipe, y compris à ceux qui ont été filmés. Le but est alors pour le groupe de discuter la façon dont l'action a été réalisée. Pourquoi l'opérateur a-t-il agi de cette façon, quelle autre méthode pourrait être utilisée, quels sont les bénéfices, les inconvénients et les difficultés de chacune des méthodes, etc. ? » (Falzon, 2005), p.9. Ils parviennent ainsi à extérioriser leurs connaissances sur leurs propres activités. Ce qui leur permet d'acquérir une meilleure compréhension des processus conscients et inconscients de leur propre pratique, c'est-à-dire leurs connaissances, leurs méthodes, leurs difficultés et leurs savoir-faire (Mollo & Falzon, 2004). Comprendre les processus sous-jacents à leur activité permet aux utilisateurs de construire de nouvelles pratiques (Falzon, 2005). Ces nouvelles pratiques constituent une partie de la future activité et donnent accès à des besoins latents.

Les données récoltées sont susceptibles d'être formalisées dans des modèles. Parmi ces modèles, nous trouvons les modèles de l'activité ou les modèles de tâches (Couix, 2007). Ces formalisations offrent une opportunité de matérialiser la compréhension détaillée des tâches des utilisateurs (ordonnancement des tâches, fréquence, difficultés ...), de leur environnement et de leurs contraintes (Burkhardt, 2006). Elles sont un bon outil pour déterminer l'organisation des éléments dans l'interface, c'est-à-dire les propriétés non-fonctionnelles du logiciel. Ces modèles sont aussi un moyen de passer progressivement d'une analyse de l'activité à une inscription des besoins en termes de fonctionnalités (Haradji & Faveaux, 2006) et de concevoir des logiciels pour lesquels *a priori* les fonctionnalités envisagées du logiciel correspondent à une utilité-valeur réellement ancrée dans l'activité des futurs utilisateurs. Le passage d'une analyse de l'activité à la formulation de fonctionnalités correspond à la traduction des besoins en spécifications.

5.1.5 La traduction des besoins en spécifications : les niveaux d'abstraction et les processus d'inférence

Les études s'intéressant à la traduction des besoins en spécifications sont rares. Le terme « spécification » désignera ici la traduction par les concepteurs des exigences des commanditaires et des concepteurs, ainsi que des besoins des utilisateurs. Parmi elles, nous trouvons les recherches portant sur les niveaux d'abstraction (par ex., Darses, 1992 ; Rasmussen, 1986, 1987 ; Alenljung & Persson, 2008), et celles étudiant les processus d'inférence (par ex., Chevalier & Bonnardel, 2003).

Dans le cadre de la conception de systèmes innovants, les spécifications fonctionnelles et les propriétés de l'artefact ne sont pas totalement connues dès le début (Schmitt & Chen, 1991) du fait que le problème de conception est large. Les concepteurs doivent réduire progressivement l'espace de recherche des solutions en produisant des spécifications de plus en plus précises. Le passage des besoins généraux à des spécifications précises peut-être formalisé par des niveaux d'abstraction ou de décomposition fonctionnelle successifs.

La hiérarchie d'abstraction de Rasmussen (1986, 1987), décrite par cinq niveaux, a pour point de départ le but du système (but fonctionnel) et se termine par la forme « physique » du système à implémenter. Elle décrit la structure causale du processus en termes de masse, d'énergie d'information ou de flux de valeur (fonction abstraite), les fonctionnalités basiques que le système doit permettre d'atteindre (fonction généralisée), les caractéristiques des fonctionnalités, des composants et/ou de leurs connexions (fonction physique), l'apparence et la localisation spatiale de ces caractéristiques (forme physique). Par exemple, pour l'objet « réseau » (Darses, 1992), les dernières phases correspondent aux spécifications conceptuelles qui décrivent la structure du réseau et aux spécifications physiques qui sont les données finales en termes de forme physique du réseau.

Ces processus d'abstraction peuvent être rapprochés des processus d'élaboration de spécifications dans la discipline de l'ingénierie des exigences, dans lesquels les spécifications du système sont affinées progressivement : le système initial à concevoir, décrit de manière générale, est alors décomposé en sous-systèmes de plus en plus précis (Dorfman, 1997). Le niveau de détails augmente lorsque l'on « descend » dans la hiérarchie : si au niveau du système, les spécifications sont générales, elles deviennent très spécifiques dans les niveaux « bas » de la hiérarchie. Pour illustrer ce propos, prenons l'exemple d'un système dont la spécification initiale serait « avoir une application permettant d'imprimer les cartes étudiants » : une spécification qui découle de celle-ci serait la nécessité d'avoir accès aux données des étudiants, ce qui pourrait se traduire par « pour imprimer les cartes des étudiants, l'application doit avoir accès aux données des étudiants ». Les sous-systèmes sont définis par les spécifications du système qu'ils rendent possible, mais ne fournissent pas nécessairement un bénéfice direct aux utilisateurs (Parviainen *et al.*, 2003).

Cette décomposition fonctionnelle se retrouve également dans le processus de traduction des besoins en spécifications (Figure 13) exposée par Alenljung et Persson (2008).

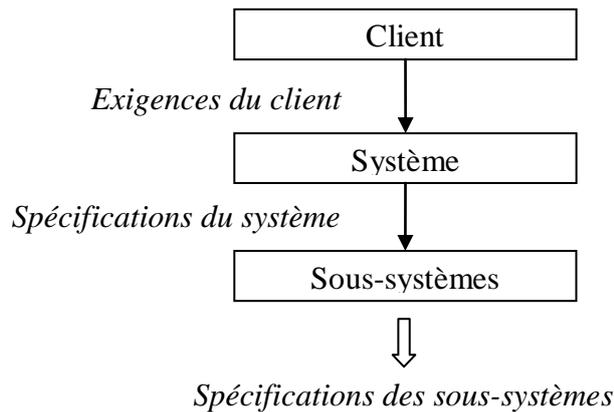


Figure 13 : Processus de traduction des besoins en spécifications d'après Alenljung et Persson (2008)

Lorsque l'énoncé des exigences du commanditaire n'est pas assez précis, les concepteurs mettent en œuvre des processus d'inférence : ceux-ci s'appuient sur les connaissances du sujet à traiter acquises au fur et à mesure de leur expérience professionnelle. Chevalier et Bonnardel (2003) distinguent : le contexte interne de la représentation mentale du problème à traiter lié aux connaissances du concepteur et le contexte externe issu de la situation à traiter. L'étude présentée consiste en l'analyse des effets du niveau de précision du cahier des charges en termes de nombre de contraintes fixées par le commanditaire et du niveau d'expertise des concepteurs de site web sur la résolution d'un problème créatif de conception. Les résultats confirment que l'expertise des concepteurs joue un rôle majeur dans la capacité à inférer des spécifications. La traduction des contraintes du commanditaire en spécification est également impactée par l'expertise des concepteurs : les experts ont mis de côté certaines contraintes du commanditaire pour y revenir ultérieurement (stratégie de report), tandis que les novices ont directement pris en compte les contraintes du cahier des charges (stratégie anticipative).

5.2 Le choix des alternatives parmi le champ des possibles

Les recherches qui concernent la phase de choix des fonctionnalités et des propriétés non-fonctionnelles d'un logiciel à implémenter parmi le champ des alternatives possibles portent sur les processus et les critères de sélection, ainsi que sur les méthodes de priorisation.

5.2.1 Les étapes et les acteurs associés à la sélection des alternatives

En ingénierie des exigences, le processus de sélection concerne les étapes préalables à la réalisation technique : il s'agit des étapes d'analyse des besoins et négociation, de validation des besoins dans le modèle d'Alenljung et Persson (2008), et des étapes de faisabilité et choix des options, d'analyse et modélisation dans le modèle de Macaulay (1996). La sélection concerne aussi bien les services et les rôles attribués à l'artefact logiciel que les fonctionnalités et les propriétés non-fonctionnelles du logiciel qui seront implémentées (Aurum & Wohlin, 2003). Dans cette discipline, la sélection est faite par l'ingénieur des exigences ou par le chef de projet (Aurum & Wohlin, 2003) voire par le développeur lui-même (Macaulay, 1996), en fonction de quatre critères préconisés :

- La faisabilité technique de chaque alternative (Alenljung & Persson, 2008) ;

- Le degré d'incertitudes et de risques associés à chaque alternative (Aurum & Wohlin, 2003) ;
- L'évaluation des coûts et des bénéfices de chacune (Macaulay *et al.*, 1990) ;
- Le degré de convergence des différentes parties prenantes d'un projet de conception pour chaque alternative (Alenljung & Persson, 2008 ; Lehtola & Kauppinen, 2004).

Si des discordances - exigences différentes voire contradictoires - entre les parties prenantes sont observées, l'ingénieur des exigences ou le chef de projet peuvent adopter deux positions : soit ils demandent aux développeurs de prendre la décision, soit ils essaient de faire converger les parties prenantes vers des exigences communes, mais cela est plus difficile à obtenir (Aurum & Wohlin, 2003). La convergence des parties prenantes vers des exigences communes suggère que certains acteurs fassent des compromis. Cela présente le risque que la destination de l'artefact alors définie n'apporte pas de bénéfices réels à ces acteurs, et ce d'autant plus dans le cas où il s'agit des exigences au sens de services que doit rendre l'artefact.

Dès lors que les décisions sont prises quant aux alternatives, ce sont l'ensemble des parties prenantes y compris les utilisateurs qui valident ces choix (Alenljung & Persson, 2008) (Macaulay, 1996).

Dans cette littérature, l'utilisateur final n'est pas explicitement distingué des autres parties prenantes.

En ergonomie, la sélection des alternatives se fait - au moins en partie - suite à la phase de production de besoins et de spécifications candidates. Les alternatives sélectionnées serviront à réaliser une maquette susceptible de recevoir des modifications, et non le logiciel final comme en ingénierie des exigences. Aussi bien en ergonomie qu'en ingénierie des exigences, les étapes de sélection des alternatives sont préalables à la réalisation technique.

Aussi bien dans le cas d'une conception itérative et centrée-utilisateurs que dans le cas d'une conception participative et développementale, les résultats issus de l'évaluation de la maquette seront des éléments qui aideront à (ré-)orienter les choix de conception pour un prototype. Ce sont les utilisateurs qui sont en capacité de fournir aux concepteurs les critères nécessaires pour justifier les nouveaux choix de conception en termes de destination de l'artefact, mais aussi en termes de bénéfices et d'avantages pour lui.

Cette implication des utilisateurs est plus forte dans un contexte de conception participative dans lequel les utilisateurs, considérés comme co-concepteurs, ont la possibilité de prendre des décisions de conception au même titre que les concepteurs. Cela suggère que les décisions prises tiendront compte, au moins en partie, des bénéfices pour l'utilisateur, et pas seulement des contraintes propres aux concepteurs comme en ingénierie des exigences.

5.2.2 Les méthodes et les outils de priorisation pour faciliter la sélection des alternatives

La priorisation des besoins consiste à attribuer des priorités différentes aux besoins dans le but d'obtenir un ordre relatif entre ces besoins (Berander & Andrews, 2005). Cela passe par des outils et des méthodes de priorisation telles que les échelles nominales, les échelles ordinales et les échelles de ratio (Ma, 2009), qui permettent, à chaque utilisateur de la méthode, d'attribuer des valeurs qualitatives ou quantitatives aux besoins.

La compréhension mutuelle et l'accord des différents acteurs sur un élément de la destination

d'un artefact peut être insuffisante, en raison de niveaux de connaissances ou d'intérêts trop divergents (Kaiya *et al.*, 2005). Cette incompréhension mutuelle peut faire naître des conflits entre les acteurs, ce qui est de nature à mettre en péril le développement d'un nouvel artefact. Des outils automatisés permettent d'identifier les discordances entre les acteurs et de simplifier le processus de décision.

L'outil Attributed Goal-Oriented Requirements Analysis (AGORA) permet dans un premier temps de réaliser un graphe des buts à atteindre par le futur artefact : d'abord, sous forme de hiérarchie avec une décomposition de buts généraux vers des buts de plus en plus précis, il est ensuite possible d'ajouter des liens entre des sous buts appartenant à des « branches » différentes. Cette étape est réalisée de manière collaborative entre les différents acteurs, avec l'aide d'un facilitateur qui va construire le graphe sans en influencer l'évolution. L'idée est de décomposer des buts mal compris jusqu'à ce qu'ils soient compréhensibles par chaque acteur.

La seconde étape a pour objectif d'identifier les discordances dans la hiérarchisation des besoins. Dans cette phase, chaque acteur va, individuellement, lier sa propre valeur de préférence à chaque but du graphe, ainsi que la valeur qu'il estime que les autres acteurs auront attribuée. La préférence de chaque but est alors représentée sous forme de matrice (évaluateur x acteur évalué). La variance dans les valeurs diagonales de cette matrice est un indicateur de discordance dans l'évaluation, quand la variance dans les valeurs d'une colonne indique une discordance dans la hiérarchisation des besoins.

Dans les méthodes d'échelles nominales, les exigences sont classées dans différentes catégories. Un exemple de méthode est la méthode MoScow, qui demande de regrouper les exigences dans quatre groupes de priorité : les exigences que le système [doit/devrait/pourrait/pourra] satisfaire dans une nouvelle version. Toutes les exigences classées dans une catégorie ont, de fait, une priorité identique. Cette méthode ne permet pas de faire une priorisation plus fine.

Les méthodes d'échelles ordinales produisent des listes ordonnées de besoins. Par exemple, le classement simple où « 1 » représente l'exigence la plus importante et « n » représente la moins importante. Les algorithmes simples de tri de tableaux sont également bien adaptés à la priorisation d'exigences : par exemple, l'algorithme du « tri à bulle » permet, par comparaison de l'importance relative des exigences deux à deux, d'obtenir un ensemble ordonné d'exigences.

Les méthodes d'échelles de ratio fournissent des différences relatives entre les exigences (par ex., la méthode des 100 dollars consiste à demander aux utilisateurs de celle-ci d'allouer une somme d'argent à chaque besoin). En plus d'obtenir un classement sur la priorité des exigences, cette méthode permet également de connaître l'importance relative des exigences les unes par rapport aux autres.

Les utilisateurs de ces méthodes sont, en général, des spécialistes. Aussi, des méthodes telles que le « tri à bulle » restent difficiles à appréhender par des personnes lambda (Ma, 2009). Des études ont comparé ces différentes méthodes (par ex., Lehtola & Kauppinen, 2004 ; Ma, 2009) : les métriques utilisées sont les performances de l'utilisateur de ces méthodes (par ex., le nombre de décisions à prendre, le temps nécessaire à la priorisation) ou encore la satisfaction de celui-ci. Néanmoins, le public cible de ces études correspond aux concepteurs ; elles éludent les utilisateurs des artefacts qui contiendront les exigences implémentées. La simplicité d'appropriation de ces méthodes par ceux-ci n'est pas abordée.

5.2.3 Les études empiriques concernant l'application de méthodes de priorisation

La priorisation et la sélection des fonctionnalités peuvent dans certains cas être réalisées en deux étapes. Cette démarche est parfois utilisée en ergonomie et adoptée dans le cadre de certains projets de conception de logiciels innovants. Elle consiste à demander à un panel de personnes représentant les utilisateurs de hiérarchiser selon leurs propres critères une liste de besoins préalablement sélectionnés par les ingénieurs eux-mêmes selon les contraintes techniques ou de coût. Cette sélection préalable des fonctionnalités par les concepteurs en amont de leur hiérarchisation par les utilisateurs peut avoir pour conséquence que certaines fonctionnalités à forte valeur d'utilité ne seront pas considérées dans l'évaluation faite par les utilisateurs, parce que perçues comme techniquement complexes ou couteuse par les concepteurs.

La hiérarchisation et la sélection des fonctionnalités peuvent, dans d'autres projets, être réalisées par un groupe de travail, constitué de concepteurs et d'utilisateurs. L'avantage d'intégrer des utilisateurs au niveau de la sélection des fonctionnalités contribue à concevoir un logiciel dans lequel l'utilité-destination correspondra à l'utilité-valeur. Nous présentons deux études qui intègrent les utilisateurs finaux dans la hiérarchisation des besoins. Ces deux études n'ont pas explicitement dégagé le rôle des utilisateurs finaux dans la hiérarchisation : ces derniers ont été inclus dans le groupe au même titre que les concepteurs et les commanditaires. Or, les besoins jugés prioritaires, c'est-à-dire jugés importants, ne seront pas les mêmes selon le statut ou le rôle dans le projet des différents acteurs (Berander & Andrews, 2005).

Dans la première étude, il s'agissait de hiérarchiser les fonctionnalités et de sélectionner les fonctionnalités pertinentes afin de concevoir une aide technique pour personnes handicapées motrices (Plos *et al.*, 2007). Un groupe de dix personnes a été construit : deux utilisateurs, trois thérapeutes, deux techniciens de maintenance et un designer. A l'issue de ce groupe de travail, des spécifications fonctionnelles ont été hiérarchisées par niveau d'importance et de flexibilité. Par exemple, pour la fonction "apporter la main de l'utilisateur dans plusieurs points de l'espace", le niveau d'importance est « 9 » (très important) et le niveau de flexibilité est « F0 » (non négociable). D'après la norme AFNOR X50-151, la flexibilité est l'ensemble des indications exprimées par le demandeur sur les possibilités de moduler un niveau recherché pour une fonction. Cette hiérarchisation consistait en une évaluation subjective rétrospective des fonctionnalités dont la finalité était la sélection des fonctionnalités « pertinentes ».

La seconde étude avait pour objectif de préciser les problèmes et les besoins de différents acteurs concernés par les troubles musculo-squelettiques dans l'activité de bureautique (Collinge & Landry, 1997). Pour cela, des groupes de discussion rassemblant dix acteurs chacun ont été organisés. Ces acteurs étaient des utilisateurs et gestionnaires de diverses entreprises privées, des utilisateurs et gestionnaires d'organismes publics, des représentants des associations sectorielles paritaires, des demandeurs de la CSST (Commission de la Santé et de la Sécurité du Travail), des spécialistes en aménagements de bureaux, des experts ergonomes et des représentants de syndicats. L'animateur invitait les participants à faire l'inventaire des problèmes et des besoins relatifs au thème des « troubles musculo-squelettiques et organisation physique du poste », ainsi qu'à d'autres thèmes qui leur paraissaient importants à aborder. Ensuite, chaque groupe de discussion devait réaliser une revue des principaux besoins et établir une priorité des principaux besoins identifiés. Ainsi, les participants étaient en capacité de définir eux-mêmes les éléments

les plus importants en termes de besoins, et évitait que l'animateur ne fasse une interprétation personnelle de l'essentiel des discussions précédentes. La priorisation des besoins a pu conduire à l'expression de besoins que l'IRSST (Institut de Recherche en Santé et Sécurité au Travail) ne serait pas en mesure de combler. C'est pourquoi l'animateur devait spécifier que cette discussion servait à orienter l'IRSST dans ses actions sans pour autant l'engager dans leur prise en compte.

5.3 Approche rétrospective : de la mesure et l'évaluation de l'utilité à la production de spécifications candidates

Après avoir globalement présenté les étapes et les acteurs associés à la mesure et à l'évaluation de l'utilité, nous décrivons en quoi l'existant permet d'alimenter l'univers rétrospectif de l'utilité. Nous montrons ensuite dans quelle mesure l'évaluation par les concepteurs permet d'enrichir l'utilité-destination. Nous expliquons pourquoi les méthodes et les outils favorisant la confrontation des utilisateurs avec l'artefact sont nécessaires pour faire correspondre l'utilité-destination à une utilité-valeur pour l'utilisateur. Enfin, nous exposons des études empiriques s'intéressant - en partie - à l'élaboration collective de nouvelles propositions et solutions lors de séances collectives de conception, d'évaluation et de validation.

5.3.1 Étapes et acteurs associés à l'évaluation de l'utilité

La dimension rétrospective correspond à la prise en compte des données mesurables de l'utilité de l'existant. Les disciplines de l'ergonomie, du marketing, du génie industriel et du design se positionnent néanmoins différemment dans cette approche. Ce positionnement est déterminé par le moment où se déroule cette évaluation, les méthodes utilisées et les acteurs amenés à la réaliser.

La mesure et l'évaluation de l'utilité peut avoir lieu avant le lancement d'un projet de conception : les ingénieurs, les ergonomes et les marketeurs analysent l'existant afin de faire des hypothèses sur un besoin ou un manque potentiel.

Cette mesure de l'utilité prend généralement place au cours du processus de conception durant la réalisation technique de l'artefact. En design et en ergonomie, cette évaluation à ce stade de la conception peut n'impliquer que les concepteurs (designers et ergonomes) comme elle peut nécessiter l'intégration d'utilisateurs. L'évaluation en aval de la conception n'est pratiquée qu'en ergonomie, comparativement aux autres disciplines explorées, et implique systématiquement des utilisateurs.

5.3.2 L'existant comme source d'alimentation de l'univers rétrospectif de l'utilité

La méthode utilisée en génie industriel est la veille technologique et concurrentielle (Richir, 2003a). La veille au sens où elle est entendue ici consiste en l'observation et l'analyse de l'environnement scientifique, technique et technologique (par ex., l'analyse des brevets), en vue d'en déduire les opportunités de développement quant au nouvel artefact (Jakobiak, 1992). Ces opportunités sont qualifiées de « besoin identifié » par Richir (2003a).

Cette acception de la veille diffère de la veille concurrentielle telle qu'utilisée en marketing et qui vise à collecter des informations sur les avancées et les orientations stratégiques de la concurrence en matière de produits, de techniques de production, de modes de commercialisation

et de communication (Lehu, 2004).

La veille technologique et concurrentielle employée en génie industriel et la veille concurrentielle déployée en marketing ont en commun leur objectif final qui est de se démarquer par rapport à la concurrence en proposant une nouvelle technologie, un nouveau produit ou service, en vue de combler un manque identifié. Ces méthodes sont utilisées avant le démarrage du processus de conception.

Contrairement aux veilles réalisées en génie industriel et en marketing, l'analyse concurrentielle ou benchmarking ergonomique vise à repérer les défauts des artefacts existants en vue de proposer un artefact qui ne reproduit pas les points identifiés comme négatifs sur des artefacts concurrents. Ce type d'analyse consiste à identifier les points positifs et les points négatifs des logiciels ou sites web concurrents en termes de design, de communication et d'utilisabilité (Nogier, 2005). En ergonomie, le benchmarking est utilisé pour définir les fonctionnalités et les propriétés non-fonctionnelles de l'artefact préalablement à la réalisation technique.

Au delà des méthodes de veille, il existe - notamment en marketing - d'autres approches qui permettent d'appréhender l'existant. Parmi elles, nous pouvons citer l'approche dite « Market Pull » ou « Demand Pull », dans laquelle le marché oriente la recherche et le développement, lesquels ont un rôle essentiellement réactif et non proactif. Le processus global de développement est linéaire (Figure 14).

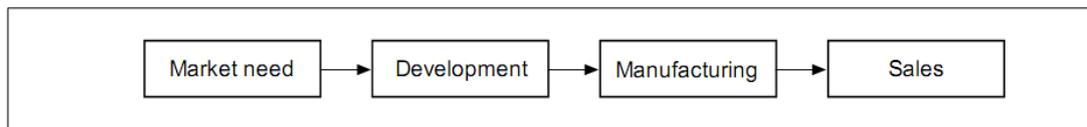


Figure 14 : Processus de développement « market pull » tiré de (Rothwell, 1994)

Ce sont les consommateurs (utilisateurs potentiels de l'artefact) et les marchés qui sont le moteur de l'innovation (Chidamber & Kon, 1994). Le marché est ici à comprendre comme l'ensemble des clients capables et désireux d'acheter un produit en vue de satisfaire un besoin ou un désir. C'est par l'utilisation d'artefacts existants (en l'occurrence, des produits concurrents) que vont naître chez les utilisateurs des besoins jusqu'alors non-conscients ou latents. C'est ce pourquoi nous positionnons l'approche « Market Pull » dans l'approche rétrospective de l'utilité. L'inconvénient de ce type de modèle de développement réside dans sa nature profondément incrémentale, dans laquelle le développement des nouveaux produits est déclenché dès lors que les besoins des consommateurs sont exprimés. Cette limite a pour effet de restreindre toute rupture technologique (Rothwell, 1994). C'est donc le consommateur qui, indirectement, est la source de la destination du futur artefact.

Le marketing s'intéresse également à la valeur d'un nouvel artefact par l'évaluation dans l'usage des artefacts existants. Cette valeur correspond à une expérience de préférence interactive et relative : interactive entre un sujet (le consommateur) et un objet (produit ou service) ; relative parce qu'elle est comparative (entre objets), personnelle (spécifique à une sujet) et situationnelle (dépendant du contexte) (Holbrook, 1994). Ceci est en accord avec le modèle du consommateur de Luffman (1974) qui postule que la formation des attentes est affectée par les expériences passées. Ces expériences concernent aussi bien le « background » des personnes (formation, professions, modes de vie) que les satisfactions relatives aux achats antérieurs. L'utilité valeur

est vue comme le bénéfice tiré de l'utilisation, à un moment donné de la vie d'un utilisateur, d'un objet dans sa dimension utilitaire, hédonique et symbolique (Roehrich *et al.*, 2006). Par ailleurs, certains auteurs ont une vision très réductrice de l'utilité d'un produit, qui est pour eux assurée dès lors qu'il existe une intention d'achat par des utilisateurs potentiels (Premkumar & Bhattacharjeeb, 2006). Or, le lien entre intention d'achat, achat réel et utilisation effective est loin d'être évident, et semble par trop simpliste. En effet, ce n'est pas parce qu'un consommateur a l'intention d'acheter qu'il achètera un artefact, et rien ne dit qu'une fois acheté, il l'utilisera ce dernier. C'est ce constat qui a orienté des études plus récentes en marketing montrant que l'adoption d'un produit dépendait de la « satisfaction post-usage », plutôt que de la satisfaction « anticipée » (Shih & Venkatesh, 2004) associée à l'intention d'achat.

5.3.3 L'inspection et l'évaluation itérative par les concepteurs pour enrichir la destination des artefacts

En ergonomie et en design, l'approche rétrospective correspond à l'identification des défaillances liées à l'utilisation, et l'évaluation peut être menée sans recourir aux utilisateurs finaux.

En ergonomie, il est possible d'adopter une approche d'évaluation basée sur des critères, comme par exemple ceux proposés par (Bastien & Scapin, 1993) pour l'évaluation de logiciels : il s'agit de l'inspection ergonomique. Cette méthode peut-être utilisée afin de découvrir et de corriger des défauts de conception, avant de réaliser des tests utilisateurs (Bastien & Scapin, 1993). Ce type d'évaluation est également pratiqué en design. Elle consiste alors en l'analyse exhaustive de l'ensemble de la maquette ou du prototype par le concepteur lui-même (Hasdogan, 1996), et ce ponctuellement au cours du processus de conception. Un contexte d'application de cette méthode est le « self-modelling » (Hasdogan, 1996). Deux raisons expliquent le choix des designers de ne pas faire appel à l'utilisateur final :

- Ils sont convaincus d'avoir acquis une expérience suffisante pour imaginer ce dont l'utilisateur peut avoir besoin au-delà de ce qui est proposé dans le logiciel (Hasdogan, 1996) ;
- Ils préfèrent ne pas intégrer d'utilisateurs dans le processus, car ils pensent que ces derniers « ne savent pas ce qu'ils veulent », qu'« ils sont souvent très conservateurs » et qu'ils « s'arrêtent à leur expérience existante » (Bruseberg & McDonagh-Philip, 2002).

Il résulte d'une telle évaluation, une suite de recommandations fondées sur la représentation d'un tiers qui n'est pas l'utilisateur final. Ce tiers peut être un ergonomiste, un designer ou un ingénieur ayant *a priori* une meilleure connaissance des technologies à mettre en œuvre que des utilisateurs réels. Par conséquent, une limite de ce type d'évaluation réside dans le fait de réaliser des évaluations hors situation réelle de travail et sans utilisateur, ce qui conduit le concepteur à se faire une idée fautive ou partielle de la tâche et à se construire sa propre représentation qui n'est pas celle des attentes et besoins souhaités par les utilisateurs (Darses & Wolff, 2006). L'évaluation pourra alors conclure que les fonctionnalités sont pertinentes sans qu'elles apportent un bénéfice à l'utilisateur.

Le prototypage itératif se place également dans le dialogue entre univers prospectif et univers rétrospectif, en faisant de très courtes itérations permettant d'améliorer l'artefact et d'explorer

l'espace des solutions, à partir des défaillances apparues lors de la mise en situation d'usage du prototype. Cette oscillation entre les phases de création et de feedback se manifeste de la façon suivante : des hypothèses créatives conduisent à des prototypes, eux-mêmes amenant à de nouvelles questions susceptibles de conduire à l'identification de défaillances, ces dernières entraînant de nouvelles idées, et ainsi de suite... (Dow *et al.*, 2009).

L'étude expérimentale réalisée par Dow *et al.* (2009) illustre l'intérêt d'une telle démarche itérative. La tâche consistait en la réalisation d'une protection permettant à un œuf de résister à une chute, de la hauteur la plus importante possible. Deux conditions ont été testées : la condition « prototypage non itératif », dans laquelle les participants ne disposaient que d'un œuf pour tester leur prototype, et la condition « prototypage itératif » dans laquelle les participants ne disposaient de plusieurs œufs, et pouvaient ainsi tester leurs prototypes plusieurs fois en conditions réelles ; la résistance de l'œuf à la chute était donc le critère simple d'évaluation de la solution. Les vingt-huit participants ont ainsi été répartis en deux groupes et disposaient d'une heure. Les résultats ont montré que le groupe étant dans la condition « prototypage itératif » avait produit de meilleures solutions que le groupe étant dans la condition « prototypage non itératif », c'est-à-dire qu'ils avaient réussi à concevoir des protections permettant aux œufs de résister à des hauteurs plus importantes de chute. Cette étude montre que plusieurs boucles d'itérations rapides permettent aux concepteurs de découvrir des attributs, des fonctionnalités et des contraintes qui n'auraient pas pu être imaginés *a priori*.

5.3.4 La confrontation des utilisateurs à l'artefact pour faire correspondre la destination du logiciel à une plus-value « réelle »

Au travers de la réalisation et de la mise en situation, la mise à l'épreuve de l'utilité engendre une réflexion sur le besoin voire le pousse à évoluer. Cette mise en situation peut passer par plusieurs méthodes comme l'évaluation d'objets intermédiaires (par ex., les prototypes, les maquettes), les scénarios (Carroll, 1995), les cas d'utilisation (Carroll, 2000) et les « personas » (Cooper, 1999)⁶.

En design, l'utilisation de ces méthodes pour encourager l'utilisateur à explorer l'espace des possibles en lui permettant notamment d'essayer différentes alternatives est préconisé (Fischer & Nakakoji, 1994). Lorsqu'elles sont mises en œuvre en design, ce sont des maquettes non-fonctionnelles qui sont utilisées (Hasdogan, 1996). Quant à l'implication de l'utilisateur, la question de la représentativité de la population cible n'est pas présente et l'utilisateur intervient pour donner un avis plutôt binaire du type « c'est bien » ou « ce n'est pas bien » (Hasdogan, 1996).

En ergonomie, l'évaluation de prototypes est une méthode de simulation visant la reconstitution d'une situation de travail ou d'utilisation afin d'observer et d'induire des comportements proches de ceux susceptibles d'apparaître dans une situation réelle.

Les prototypes sont des supports à la compréhension des concepts technologiques flous pour ceux qui n'ont pas une expertise technologique suffisante comme les ergonomes, les futurs

⁶ Nous n'approfondirons pas les méthodes des scénarios, des cas d'utilisation et des « personas » dans la mesure où elles sont surtout utilisées dans des situations où les utilisateurs ne sont pas bien identifiés (Anastassova, 2006). Ce qui n'est pas le cas dans cette thèse.

utilisateurs, les managers ou encore les designers (Anastassova *et al.*, 2007a). Les prototypes aident les utilisateurs à développer les conceptualisations dont ils ont besoin pour en parler avec les concepteurs (Anastassova *et al.*, 2007a).

Les prototypes sont également un moyen pour projeter les utilisateurs dans un contexte d'usage futur intégrant le logiciel en cours de conception. Les utilisateurs sont alors en capacité de proposer des fonctionnalités de l'application future jusque-là latentes et non-conscientes (Sperandio, 2001), et contribuent de fait à enrichir l'utilité-destination en intégrant ces nouveaux besoins au cours de la conception (Newell *et al.*, 2006). La projection des utilisateurs dans la situation future incluant le logiciel permettra d'évaluer son utilité-valeur. Les critères de mesure de l'utilité-valeur sont soit subjectifs (par ex., l'agrément et la performance perçue (Davis, 1989)), soit objectifs (par ex., le gain de temps grâce à l'utilisation du logiciel et la qualité du transfert dans le domaine de l'apprentissage (Burkhardt, 2007)). Une mise en situation dans la future situation est une opportunité pour le concepteur d'étudier les impacts effectifs de l'artefact sur les activités des utilisateurs afin d'identifier les conditions qui permettront aux utilisateurs de tirer un réel bénéfice de leur utilisation (Burkhardt & Lubart, 2010).

5.3.5 Des séances collectives pour favoriser l'expression de solutions et de besoins

Les séances collectives de conception et d'évaluation de l'artefact incluant les concepteurs et/ou les utilisateurs finaux favorisent l'expression de besoins et d'alternatives de solutions. Certaines études se sont intéressées à l'analyse de ces situations : elles concernent l'analyse des données verbales produites lors de réunions de conception (Darses *et al.*, 2001), d'évaluation (D'Astous *et al.*, 2004) et de validation (Karsenty, 1991). Ces études mettent en évidence le rôle des concepteurs et éventuellement des utilisateurs, ainsi que les activités cognitives mises en œuvre durant ces réunions.

Darses *et al.* (2001) ont proposé la méthode COMET pour analyser les activités de concepteurs au cours de réunions durant lesquelles des concepteurs travaillent ensemble sur un projet de conception. Cette méthode a été appliquée à un cas d'étude dont l'objectif était de comprendre le rôle d'assistance des experts aux concepteurs moins expérimentés dans la production de solutions. Cette étude comprenait un concepteur expert et un concepteur plus novice. Elle se déroulait dans une situation médiatisée, et non en situation de face-à-face. Elle utilise deux niveaux de codage : l'unité individuelle (c'est-à-dire le tour de parole) et la séquence (c'est-à-dire un groupe d'unités). Le schéma utilisé pour coder chaque unité individuelle s'appuie sur trois catégories : le type d'unité, l'action et le sujet. Le type d'unité (« modulation ») concerne la requête et l'assertion. L'action (« predicate ») regroupe la génération de nouveaux éléments (comme des solutions, des buts, des données inférées), l'évaluation pouvant être positive, négative ou neutre, l'information concernant l'apport de connaissances sur un sujet particulier et l'interprétation correspondant à une représentation personnelle du sujet du type « je pense ... ». Le sujet (« argument ») qui comprend les données du problème, les éléments de solution, les objets du domaine, les buts, les procédures et règles du domaine et les tâches. Les résultats ont permis de mettre en évidence que les experts mettent essentiellement en œuvre une activité d'évaluation et de planification. Les résultats ont permis de mettre en évidence que les experts mettent essentiellement en œuvre une activité d'évaluation et de planification. Les activités d'évaluation sont spontanées dans le sens où elles ne sont pas systématiquement précédées de requêtes ; elles sont argumentées car suivies de justifications ; elles sont étendues dans le sens de

suivies de diverses extensions comme l'extension de nouvelles propositions.

D'Astous *et al.* (2004) ont mené une étude pour analyser les activités cognitives collectives mises en œuvre durant les réunions d'évaluation pour enrichir les modèles de conception. Cette étude a impliqué quatre ingénieurs en informatique. Sept réunions ont été enregistrées. Les discours ont été retranscrits en protocole. Le protocole a été codé à partir d'unités utilisées en linguistique conversationnelle (Roulet *et al.*, 1985 dans D'Astous *et al.* 2004) : l'interaction verbale correspond à l'ensemble des verbalisations produites pendant la réunion d'évaluation, la séquence concerne un sujet discuté ou un thème abordé durant la réunion, l'échange est lié à une activité fonctionnelle comme l'élaboration d'une solution, et le « move » qui correspond à la contribution d'un seul locuteur à une séquence donnée et caractérisé par une activité et un sujet. Cela peut correspondre à, ou être une sous-partie d'un tour de parole. Toutes les moves ont été décrites par un identifiant (locuteur), un type (requête ou assertion), une activité, un sujet (thème) et un attribut (précision sur le sujet). Les données analysées correspondent 127 séquences. Neuf activités ont été référencées : la gestion qui correspond à la coordination et à la planification des tâches dans le projet ou dans la réunion, l'introduction d'un nouveau sujet dans la discussion, le développement qui correspond à la présentation d'une nouvelle idée en détail, l'évaluation de la valeur d'un sujet, l'hypothèse qui correspond à la représentation personnelle d'un sujet, l'information qui correspond à l'apport de nouvelles connaissances quant au sujet, la justification expliquant un choix, l'acceptation considérant qu'un sujet est valide et le rejet d'un sujet. Les résultats montrent que les échanges étaient principalement liés à la synchronisation cognitive, à l'évaluation, et à des activités d'élaboration d'alternatives.

Karsenty (1991) a étudié quatre situations de validation dans lesquelles des concepteurs et des utilisateurs étaient présents. L'objectif de ces réunions était de valider des Schémas Conceptuels de Données. Cette étude montre que les utilisateurs, lorsqu'ils interviennent pour contester une solution, sont à l'origine d'un dialogue de négociation avec les concepteurs. Ce dialogue peut prendre la forme d'une critique, d'une proposition d'une autre solution ou de l'évocation d'un nouveau besoin. Cette étude souligne l'importance de la présence conjointe des concepteurs et des utilisateurs dans les réunions de conception, en ce sens qu'outre les activités de clarification, d'analyse du problème et d'évaluation, elles permettent la construction de nouveaux besoins.

Ces trois études montrent que, quelque soit l'objectif des séances collectives (conception, évaluation, validation), des activités cognitives d'évaluation et de propositions de solutions sont mises en œuvre. Du point de vue de la conception centrée sur l'utilité, cela montre qu'il y a un passage continu entre l'univers rétrospectif et l'univers prospectif, en particulier dans le cadre des réunions qui s'appuient sur un artefact. De par leur objectif qui est d'analyser l'activité collective de conception déployée par des concepteurs, les deux premières études n'incluent pas les utilisateurs de l'artefact, contrairement à la dernière. Il serait intéressant d'analyser des séances collectives d'évaluation incluant des utilisateurs en vue d'améliorer la prise en compte de l'utilité dans la conception.

6 Conclusion

En guise de synthèse, nous proposons un tableau articulant les phases et les activités du processus de conception centrée sur l'utilité avec les modèles, méthodes et outils et les acteurs et disciplines impliqués.

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des phases, activités, modèles/méthodes/outils, disciplines et acteurs

Phases	Activités	Modèles / Methodes / Outils	Disciplines	Acteurs	
Production d'hypothèses sur la destination et les bénéfices attendus	Prescription de la destination des logiciels	Formalisation des spécifications techniques dans un "Document de besoins" Formalisation des exigences dans un "CDCF"	Ingénierie des exigences Génie industriel	Commanditaires, ingénieurs Commanditaires, ingénieurs	
	Invention des fonctionnalités, propriétés et usages de l'artefact	Analyse de la demande Evocation d'idées créatives via des outils informatiques (par ex., outil TRENDS) Focus-Group Prospective	Design Ergonomie, design	Designers Designers, utilisateurs, ergonomes, ingénieurs Prospectivistes	
	Conception des logiciels <i>a priori</i> , bénéfices pour l'utilisateur	Entretiens sur l'activité des utilisateurs Observations de l'activité des utilisateurs Alo-confrontation Modèles de l'activité ou modèles des tâches	Ergonomie Ergonomie Ergonomie Ergonomie	Utilisateurs, ergonomes Utilisateurs, ergonomes Utilisateurs, ergonomes Utilisateurs, ergonomes	
	Traduction les besoins en spécifications	Décomposition en niveaux d'abstraction Décomposition en sous-systèmes fonctionnels	Ergonomie Ingénierie des exigences	Commanditaires, ingénieurs, ergonomes Commanditaires, ingénieurs	
	Décision et Implémentation	Priorisation des besoins	Outil d'identification des discordances (par ex., outil AGORA)	Ingénierie des exigences	Ingénieurs
			Classement par échelles nominales (par ex., méthode MoScow)	Marketing, ingénierie des exigences	Commanditaires, utilisateurs, ingénieurs
			Classement par échelles ordinales (par ex., méthode de classement simple)		
			Classement par échelles de ratio (par ex., méthode des 100 dollars)		
	Mesure et l'évaluation de l'utilité	Analyse de l'existant, comme source d'alimentation de l'univers retrospectif de l'utilité	Veille technologique et concurrentielle	Génie industriel	Ingénieurs
			Veille concurrentielle	Marketing	Marketeurs
Benchmarking ergonomique			Ergonomie	Ergonomes	
L'inspection et l'évaluation itérative par les concepteurs		Prototypage itératif	Ergonomie, génie logiciel	Ergonomes, ingénieurs, utilisateurs	
		Critères ergonomiques	Ergonomie	Ergonomes	
		Self-modelling	Design	Designers	
L'évaluation par les utilisateurs de l'artefact	L'évaluation par les utilisateurs de l'artefact	Evaluation des représentations intermédiaires (par ex., prototypes, maquettes)	Design, ergonomie	Ergonomes, designers, commanditaires, ingénieurs, utilisateurs	
		Scénarios - cas d'utilisation - personas	Design, marketing, ergonomie, génie logiciel		

Notre état de l'art montre que la participation et l'expérience des utilisateurs sont peu sollicitées en génie industriel, en ingénierie des exigences et en design. Par exemple, dans les modèles linéaires, l'utilisateur n'intervient, au mieux, qu'à la fin, pour la validation de l'artefact conçu. Dans ces disciplines, l'approche prospective est privilégiée au détriment de l'approche rétrospective, d'autant que l'on se situe dans un contexte d'innovation technologique forte. Typiquement, il est affirmé que telle technologie est tellement innovante qu'il est inutile de regarder l'existant et l'activité actuelle des (futurs) utilisateurs car cela va changer ! En ergonomie, l'utilisateur est généralement impliqué dans la conception. Dans les approches centrées utilisateurs, les utilisateurs interviennent au niveau de l'évaluation avec des maquettes et des prototypes. Dans les approches participatives, ils interviennent aussi dans la phase de conception et peuvent avoir un rôle dans la prise de décision, en particulier pour ce qui est de la sélection des caractéristiques et alternatives. Les apports de la conception participative ne sont pas négligeables pour une conception centrée sur l'utilité : l'utilisateur est le seul à pouvoir juger de la valeur associée à chaque fonctionnalité et caractéristique du logiciel, en regard de ses propres besoins déterminés par son activité. De fait, une meilleure prise en compte de l'utilité dans la conception est favorisée par la construction participative des besoins, c'est-à-dire la forte implication des utilisateurs dans toutes les phases du processus de construction de besoins.

Les littératures des différentes disciplines préconisent des méthodes et des outils différents pour prendre en compte l'utilité dans la conception.

Un premier constat est que les littératures de l'ingénierie⁷ et de l'ergonomie abordent davantage les questions de la production des besoins qu'en design. En ingénierie, l'identification des besoins conscients se fait en fonction des attentes des commanditaires, alors qu'en ergonomie elle met également à jour des besoins non-conscients et latents par des analyses de l'activité réalisées auprès d'utilisateurs finaux. Le design révèle également des besoins « non contenus » dans les utilisateurs grâce à l'ouverture du champ des possibles que leurs méthodes et outils permettent de réaliser.

Les questions de la hiérarchisation et de la sélection de besoins ne sont abordées que par les littératures de l'ingénierie et de l'ergonomie. La principale différence entre les deux champs disciplinaires est l'implication des utilisateurs dans ces processus : l'ingénierie préconise la hiérarchisation/sélection des besoins par les concepteurs eux-mêmes, alors qu'en ergonomie, il est recommandé que les utilisateurs contribuent à cette phase de décision.

Un deuxième constat est que les littératures de l'ingénierie, du design, du marketing et de l'ergonomie préconisent des méthodes pour évaluer l'utilité (approche rétrospective). En ingénierie, l'approche rétrospective est restreinte à l'évaluation des solutions existantes (par ex., autres logiciels) afin de juger de celles qui pourront être réutilisées pour le logiciel à concevoir. En design, l'évaluation est généralement pratiquée par les concepteurs eux-mêmes qui se considèrent comme utilisateurs ; dans une moindre mesure, les concepteurs font appel à de réels utilisateurs finaux auxquels ils font évaluer des maquettes non-fonctionnelles en termes de « c'est bien » / « ce n'est pas bien ». En ergonomie, les évaluations de prototypes sont faites par des utilisateurs finaux, ces derniers étant capables de proposer de nouvelles fonctionnalités et de

⁷ Nous regroupons sous un même terme « ingénierie », les ingénieurs du génie industriel et ceux de l'ingénierie des exigences.

mesurer les bénéfices qu'apporte le logiciel par rapport à la situation de référence. En marketing, la satisfaction et le bénéfice qu'un produit apporte par rapport à d'autres produits (de la même catégorie) déterminent les attentes que le consommateur aura sur les futurs produits qu'il achètera.

CHAPITRE 2

PROBLÉMATIQUE ET DÉMARCHE DE RECHERCHE

1 Introduction

Dans ce chapitre, nous exposons notre problématique de recherche qui porte sur la prise en compte de l'utilité tout au long du processus de conception d'artefacts issus des technologies émergentes. Pour cela, deux aspects sont étudiés en particulier. Le premier concerne les représentations de différents acteurs et disciplines concernant l'utilité, les moyens et les moments les plus propices pour sa prise en compte tout au long de la conception. Le second concerne la place et la contribution réelles des différents acteurs impliqués dans ce processus, et en particulier les utilisateurs finaux, dans le contexte de projets donnant lieu à une co-construction participative et continue de besoins.

Nous expliquons la démarche de recherche mise en œuvre pour traiter ces deux aspects. Nous argumentons le choix de l'entretien pour accéder aux représentations sur l'utilité. Puis, nous justifions l'opportunité d'utiliser un projet réel de conception pour étudier plusieurs points du processus de co-construction participative et continue des besoins en les complétant le cas échéant de données expérimentales.

2 Problématique : assister et améliorer la prise en compte de l'utilité lors de la conception d'artefacts issus des technologies émergentes

L'objectif de cette thèse est d'améliorer la prise en compte de l'utilité dans le processus de conception des artefacts issus des technologies émergentes.

Pour répondre à cet objectif, nous avons d'abord examiné comment l'utilité est définie par différentes disciplines associées à la conception. Nous avons montré que l'utilité était vue comme une réponse à un ou des besoins. Cette définition de l'utilité nous a amené à nous intéresser à l'outillage utilisé ou préconisé pour la construction de besoins dans ces différentes disciplines. Nous avons ainsi pu constater que : les ingénieurs utilisaient essentiellement des outils qui favorisaient l'énonciation, par le commanditaire d'un projet, de besoins conscients ; les designers employaient plutôt des outils qui permettaient d'évaluer les besoins conscients et leur implémentation dans le logiciel ; les ergonomes disposaient d'outils qui encourageaient l'émergence de besoins conscients, mais aussi de besoins non-conscients et latents par les utilisateurs.

Notre état de l'art a abouti à deux constats en ce qui concerne les sujets non traités dans la littérature.

Le premier constat concerne le fait qu'il n'existe pas à notre connaissance d'étude qui s'intéresse explicitement à la représentation de ce qu'est l'utilité d'un artefact selon le profil des concepteurs. Par conséquent, nous avons cherché à caractériser cette représentation sur l'utilité et les besoins pour la conception d'artefacts logiciels chez les acteurs de trois champs disciplinaires qui s'y intéressent. Cette étude empirique a eu pour objectif principal d'identifier les représentations communes et spécifiques des ingénieurs, designers et ergonomes sur l'utilité et sur sa prise en compte dans la conception d'artefact par le biais des besoins. Cette étude empirique est présentée dans le Chapitre 3.

Le second constat est que nous n'avons pas trouvé d'études empiriques portant sur la contribution effective de différents profils de concepteurs et de différents profils d'utilisateurs à l'ensemble du processus de co-construction participative et continue de besoins (des phases initiales à l'usage du logiciel). Une telle analyse vise *in fine* à mieux comprendre comment l'utilité valeur et destination sont déterminées et construites, dans le but d'en tirer des préconisations pour assister et améliorer la prise en compte de l'utilité dans la conception des systèmes innovants. Nous avons étudié comment, quand et sur quel contenu portait la contribution des différents groupes d'acteurs - concepteurs et/ou utilisateurs - au processus de co-construction participative et continue des besoins. Pour cela, nous avons commencé par analyser la dynamique globale du processus de co-construction participative et continue des besoins (Chapitre 4), avant de nous focaliser des points plus spécifiques du processus. En particulier, nous nous sommes intéressés aux trois phases clefs du processus traitées chacune dans une étude. Nous explorons l'univers prospectif de l'utilité au travers de l'analyse de l'activité de transcription de besoins à partir de données sur l'activité (Chapitre 5). Nous nous intéressons ensuite à la phase dite « décision et implémentation » par l'intermédiaire de l'étude de la priorisation des besoins par différents profils d'utilisateurs (Chapitre 6). Puis, nous analysons l'approche rétrospective, c'est-à-dire l'élaboration des besoins lors de séances d'évaluation d'Appli-Viz'3D (Chapitre 7).

3 Démarche de recherche

Notre démarche de recherche se découpait en deux étapes principales en adéquation avec les deux sujets non traités dans la littérature et qui fondent notre problématique. La première étape concernait l'exploration par entretiens des représentations des notions d'utilité et de besoins dans la conception. La seconde étape concernait l'analyse du processus de co-construction participative et continue des besoins. Pour cette étape, nous avons le choix entre une approche en profondeur sur un point particulier de ce processus, et l'opportunité d'utiliser un projet réel de conception pour étudier plusieurs points de ce processus en les complétant le cas échéant de données expérimentales. Nous avons choisi la seconde approche.

Pour réaliser ces deux étapes, trois principales approches méthodologiques complémentaires en termes de données produites pour répondre à notre problématique, ont été mises en œuvre : les entretiens (portant sur les représentations), l'expérimentation et l'utilisation de données issues du terrain.

Deux postures ont été adoptées en fonction des approches méthodologiques déployées dans le cadre des études réalisées. Dans les deux premières (entretiens et expérimentation), nous avons adopté la position d'analyste des représentations quant aux notions d'utilité et de besoins d'une part, et d'une situation expérimentale d'élaboration de spécifications d'autre part. Dans les études réalisées à partir des données du terrain, c'est la position d'observateur participant, c'est-à-dire d'acteur du projet (en tant que chef de projet et ergonomiste) et d'analyste des situations de construction de besoins, que nous avons adoptée. Le statut de chef de projet a permis à l'analyste d'avoir accès à l'ensemble des données produites. Les compétences d'ergonomiste nous ont permis de favoriser l'intégration de la co-construction participative et continue des besoins dans le processus de conception pour orienter cette dernière vers une conception centrée sur l'utilité.

3.1 Analyse des représentations de l'utilité et des besoins chez divers profils de concepteurs : une approche par entretiens

Nous avons réalisé des entretiens semi-directifs pour explorer les représentations caractérisant les représentations de professionnels de la conception sur la notion d'utilité. Cette technique avait déjà été utilisée pour l'analyse de représentations en conception (par ex., Wolff *et al.*, 2005). L'approche retenue a été de faire verbaliser les personnes interviewées individuellement sur leurs propres projets vécus, en leur demandant de préciser la prise en compte de l'utilité dans ces projets et la construction de besoins (par ex., le recueil des besoins, la créativité, la formalisation des besoins). Les entretiens réalisés ont permis d'éclairer les représentations de différentes catégories de concepteurs sur l'utilité et la construction de besoins. L'étude est présentée dans le Chapitre 3.

3.2 Analyse de la construction des spécifications par des concepteurs : une étude expérimentale

Nous avons réalisé une expérimentation pour étudier une activité précise de la construction de spécifications par différents groupes de concepteurs : le passage d'une retranscription de description de tâches et de besoins d'utilisateurs à la proposition de spécifications. Nous avons choisi l'expérimentation parce qu'elle permet de :

- Concevoir une situation artificielle de conception dans laquelle les variables parasites sont contrôlées pour n'intégrer que les variables à étudier (par ex., Bonnardel & Marmèche, 2005 ; Bonnardel & Rech, 1999 ; Chevalier & Bonnardel, 2003) ;
- Produire une situation non habituelle dans le réel (par ex., l'analyse des besoins à partir d'une retranscription de description des tâches et d'attentes d'utilisateurs).

Les données produites par les participants étaient des listes de besoins et de spécifications établies par les concepteurs.

Afin de comprendre l'activité mise en œuvre pour parvenir à ces listes, nous avons aussi mené des entretiens semi-directifs d'explicitation des actions effectives de construction de besoins *a posteriori* (Vermersch, 1996). Ils nous ont permis de comprendre comment les concepteurs s'y étaient pris pour réaliser les actions d'identification de besoins et de proposition de spécifications, ainsi que les stratégies mises en œuvre et les difficultés rencontrées lors du déroulement de ces actions.

L'étude est présentée dans le Chapitre 5.

3.3 Analyse de la construction de besoins dans le cadre d'un projet réel de conception

3.3.1 Projet 3D Child

Le projet 3D Child a pour objectif de fournir aux professionnels de la petite enfance des outils (par ex., mannequins 3D réalistes en termes de morphologie, chambre d'enfant virtuelle ...) pour les aider à concevoir et à vendre des produits adaptés à l'enfant. Ce projet était décomposé en deux modules : le module A qui visait à connaître la morphologie et les données anthropométriques des enfants de 0 à 5 ans, et le module B qui concernait la modélisation en 3D

des univers de l'enfant. Dans le cadre de cette thèse, nous avons assisté et analysé le processus de conception mis en œuvre dans le cadre du module B qui a abouti à la livraison du logiciel Appli-Viz'3D. Le collectif de conception impliqué dans ce processus était composé de :

- Deux personnes porteuses de projet provenant de l'Institut Français du Textile et de l'Habillement (IFTH) ;
- Onze concepteurs du Laboratoire des Arts et Métiers ParisTech d'Angers (LAMPA) ;
- Vingt-cinq utilisateurs d'Appli-Viz'3D qui provenaient de trois Petites et Moyennes Entreprises membres du Pôle Enfant de Cholet.

Le logiciel Appli-Vi'3D consiste en la mise en place de prototypes de produits et de mannequins 3D dans deux environnements virtuels réalistes : une chambre d'enfant et une voiture.

Les études brièvement décrites ci-après se basent sur les données produites dans le cadre de ce projet.

3.3.2 Analyse de la dynamique de construction des besoins : une étude longitudinale

Nous avons pu intégrer l'équipe projet en tant qu'observateur participant, c'est-à-dire que l'analyste des données issues du terrain était également membre du collectif de conception du logiciel Appli-Viz'3D. Cette présence régulière sur le terrain permettait de maintenir une vue globale et cohérente de la situation : suivre un réel projet industriel sur le long terme (deux ans et demi), avoir accès à l'ensemble des données et faire une analyse quasi exhaustive de ce qui était produit durant tout le processus. Les contenus de cette étude longitudinale sont détaillés dans le Chapitre 4.

3.3.3 Analyse de la construction participative des besoins : contribution des concepteurs et des utilisateurs à différentes phases du projet

Nous avons réalisé une analyse de deux activités caractéristiques de la construction participative des besoins : la hiérarchisation des besoins par différents profils d'utilisateurs et la production de besoins lors de séances d'utilisation du logiciel Appli-Viz'3D.

Pour analyser ces situations, nous avons utilisé des questionnaires pour l'étude de la première activité, et nous avons combiné des séances d'utilisation du logiciel et des entretiens pour étudier la seconde activité. Ces choix ont été guidés par plusieurs raisons que nous détaillons ci-après.

Questionnaire

Pour étudier l'activité de priorisation des besoins par l'utilisateur, nous avons choisi comme support le questionnaire, comprenant une liste de fonctionnalités logicielles anticipées, parce qu'il permet aux utilisateurs :

- D'acquérir une meilleure connaissance des potentialités du logiciel en termes de fonctionnalités, c'est-à-dire l'inscription des besoins anticipés dans le logiciel. Ils pourront alors mettre en correspondance ces potentialités avec les propriétés de la situation de travail cible ; ce qui leur permettra d'être en capacité d'énoncer des besoins jusqu'alors non-conscients ;
- D'être co-concepteurs du logiciel en étant acteur de la sélection des fonctionnalités à implémenter par le moyen de leurs hiérarchisations.

L'étude est présentée dans le Chapitre 6.

Séances d'utilisation du logiciel

Afin d'étudier la production de besoins lors de séances d'utilisation du logiciel, nous avons choisi d'enregistrer les commentaires verbalisés par chaque utilisateur lors de ces séances. Nous avons réalisé des séances d'utilisation du prototype à haute fidélité⁸ pour faire émerger de nouveaux besoins, parce que, dans le contexte des logiciels innovants, cette technique permet de faire émerger des besoins non-conscients et latents (Anastassova *et al.*, 2007b). Les commentaires enregistrés nous ont permis de caractériser la situation de « naissance » du besoin, c'est-à-dire d'identifier qui a proposé ce besoin, à quel moment de la séance et dans quel contexte (par ex., est-ce suite à une évaluation négative du logiciel ?).

Les analyses des commentaires verbalisés durant les séances d'utilisation du logiciel sont détaillées dans le Chapitre 7.

Les séances d'utilisation enregistrées ont eu lieu à des moments précis et sur des courtes durées. Afin de positionner ces observations ciblées dans le contexte d'intégration du logiciel, nous avons mené des entretiens semi-directifs.

Entretiens

Ces entretiens visaient à comprendre comment les concepteurs et les utilisateurs avaient intégré le logiciel dans les situations de travail cibles (c'est-à-dire, dans les services de conception et les services marketing de deux entreprises partenaires). Il s'agissait également de leur faire verbaliser des besoins nés de l'usage du logiciel. Les contenus de ces entretiens ont servi à construire le corpus de besoins dont l'analyse est détaillée dans le Chapitre 4.

3.4 Analyse statistique pour le traitement des données

Les données des cinq études exposées ci-après ont généralement été traitées comme des effectifs associés à des catégories. Nous avons étudié les variables elles-mêmes ainsi que les croisements pertinents entre variables sous la forme des tableaux de contingences correspondants.

En complément de statistiques descriptives classiques (Moyenne, Ecart-Type, Fréq., %), nous avons défini la force globale du lien entre deux indicateurs (par ex., profil du concepteur et type d'utilité) par le calcul du V2 de Cramer. Puis, nous avons caractérisé la force locale du lien entre deux modalités de deux indicateurs (par ex., ingénieur et utilité destination prospective) par le calcul des Taux de Liaison (TDL) entre ces modalités de variables (Bernard, 2003).

Le V2 de Cramer se calcule en divisant le ϕ^2 par le ϕ^2 max. Le ϕ^2 max est la plus petite dimension du tableau moins 1. Le ϕ^2 est la moyenne des Taux de Liaison du tableau. Compris entre 0 et 1, la liaison est considérée forte pour $V2 \text{ Cramer} > 0.16$, faible pour $V2 \text{ Cramer} < 0.04$, et intermédiaire entre les deux.

Les Taux de Liaison sont des écarts relatifs à l'indépendance. Ils s'obtiennent par la comparaison entre les données observées et celles qui auraient été obtenues si les deux facteurs étudiés étaient indépendants. Il y a attraction lorsque le taux de liaison est positif, et répulsion lorsqu'il est négatif. L'attraction est dite remarquable pour $TDL \geq 0.25$.

⁸ Un prototype à haute fidélité est la représentation la plus proche possible de celle de l'interface finale voire quasi-identique, en termes de présentation (objets interactifs), de navigation globale (entre les espaces d'information), de navigation locale (à l'intérieur d'un espace d'information), de contenu et de fonctionnalités (Vanderdonckt & Coyette, 2006).

L'ensemble de ces statistiques ont été calculées à l'aide du logiciel excel.

CHAPITRE 3

L'UTILITÉ ET LA CONSTRUCTION DE BESOINS : ÉTUDE DES REPRÉSENTATIONS DES ACTEURS DE LA CONCEPTION

1 Introduction

L'objectif de cette étude est d'explorer les représentations qu'ont différents concepteurs à propos de l'utilité et de la construction de besoins dans la conception. En particulier, nous nous sommes focalisés sur la perception des dimensions de l'utilité (destination et valeur) et sur la représentation privilégiée concernant les acteurs, les outils et les phases du processus associés à la construction de besoins. Trois profils de concepteurs ont été étudiés comparativement : les ingénieurs, les designers et les ergonomes.

Cette étude vise à montrer que l'hétérogénéité et la diversité des profils de concepteurs pourraient conduire à une représentation partiellement partagée de l'utilité, des méthodes et des outils, et expliquer les difficultés à concevoir « pour l'utilité ». L'exploration des littératures du génie industriel, du génie logiciel, de l'ingénierie des exigences, du design, de l'ergonomie et du marketing a montré que ces disciplines mobilisaient de manière complémentaire des méthodes et outils propres ; ceux-ci sont articulés différemment au cours du processus de conception. De plus, la perception quant aux acteurs de la conception n'est pas commune dans ces différentes disciplines. En génie industriel et en ingénierie des exigences, par exemple, seuls les prescripteurs sont impliqués dans l'identification des exigences en amont de la réalisation technique du dispositif. Ainsi, les références aux commanditaires sont nombreuses dans ces disciplines (par ex., Alenljung & Persson, 2008 ; Aurum & Wohlin, 2003). La littérature de l'ergonomie présente de nombreuses références à l'utilisateur final.

Des études se sont intéressées aux représentations qu'ont les concepteurs des besoins des utilisateurs (Darses & Wolff, 2006) ou de leur contribution au processus de conception (De La Garza & Fadier, 2005). Alenljung et Persson (2008) ont réalisé une étude sur les représentations qu'ont les ingénieurs des exigences de leur contribution au processus de construction de besoins. Ces études confirment que le caractère partiel de ces représentations a un impact sur le processus de conception, mais elles se limitent à un aspect précis de celui-ci. Ainsi, De La Garza et Fadier (2005) se focalisent uniquement sur un aspect du processus de conception qui est la prise en compte de la sécurité ; l'étude de Darses et Wolff (2006) s'intéresse à la considération des besoins des utilisateurs par les concepteurs ; Alenljung et Persson (2008) s'intéressent seulement aux ingénieurs des exigences, et ce uniquement dans la phase d'identification de besoin. L'étude rapportée dans ce chapitre est originale dans le sens où elle apporte des connaissances portant sur les représentations de plusieurs profils d'acteurs de la conception quant au processus de conception et à la prise en compte de l'utilité.

C'est par l'analyse de verbalisations produites par plusieurs profils de concepteurs à propos de leurs propres expériences dans des projets réels quant aux thèmes de l'utilité, des acteurs, des phases, des méthodes et des outils associés aux processus de conception, que cette étude va mettre en évidence les représentations communes *versus* spécifiques chez les acteurs et les disciplines de la conception.

2 Méthode

Pour répondre à ces objectifs, nous avons réalisé des entretiens semi-directifs individuels auprès d'ergonomes, d'ingénieurs et de designers dans le but de leur faire évoquer des items relatifs à la prise en compte des besoins dans le processus de conception. Ces entretiens ont été transcrits *verbatim*. Après avoir épuré le corpus, nous avons réalisé une analyse catégorielle sur les unités de sens propres à des catégories, c'est-à-dire aux représentations que nous souhaitons étudier. Ces représentations portaient sur l'utilité au sens de la valeur et de la destination, l'utilité vue comme une réponse à un ou des besoins, les phases du processus de conception, les méthodes et outils utilisés, ainsi que les acteurs impliqués. Nous avons ensuite dégagé des sous-catégories (par ex., « outils d'évaluation de besoins » pour la catégorie « outils ») toujours d'après notre état de l'art. La catégorisation des unités de sens et de leurs équivalents sémantiques, s'est appuyée sur notre connaissance *a priori* du corpus et sur notre revue de la littérature.

L'analyse de données a été réalisée sur la base de fréquences d'occurrence des unités de sens dans les différentes catégories et sous catégories établies à l'étape précédente, en fonction du profil des concepteurs. Pour réaliser cette analyse, nous nous sommes appuyés sur le logiciel Tropes, non pas pour la réalisation d'une Analyse Cognitivo-Discursive, mais pour sa puissance à identifier les formes conjuguées des verbes et les formes plurielles à partir de scénarios personnalisés.

2.1 Participants

Cette étude a impliqué dix participants se répartissant entre trois profils de formation et de métier : deux designers industriels, quatre ingénieurs et quatre ergonomes.

Les deux designers donnent des cours à l'École de Design de Nantes Atlantique. Parallèlement ou préalablement à cette activité d'enseignement et d'encadrement, ils déploient ou ont déployé une activité de designer industriel en agence.

Parmi les quatre ingénieurs, trois étaient enseignants-chercheurs et donnaient des cours d'informatique mais également de disciplines connexes (la réalité virtuelle, l'électronique ...) en parallèle de la réalisation de projets recherches intéressant des entreprises, alors que le quatrième était « praticien » et travaillait sur des projets internes à son entreprise.

Parmi les quatre ergonomes, deux étaient chercheurs, l'un d'eux était enseignant-chercheur et travaillait sur des projets recherche, et le dernier était ergonomiste « praticien » en entreprise.

Les participants avaient en moyenne 39 ans (E.T. = 10 ans ; Min = 27 ; Max = 53) et 12 années d'expérience (E.T. = 8,3 ans ; Min = 1 ; Max = 25).

Pour recruter des participants, un mail présentant le contexte et l'objectif global de l'entretien a été envoyé à une liste de personnes. Cette liste a été établie en fonction de la formation et du métier des participants potentiels (ingénierie, ergonomie, design), de leur poste (praticien, chercheur, enseignant-chercheur) et de leurs axes de recherche⁹ identifiés par rapport à leurs publications (par ex., ergonomie prospective, réalité virtuelle, analyse de besoins dans la conception de technologies émergentes, ingénierie des exigences). Toutes les personnes ayant répondu favorablement ont participé à un entretien.

⁹ Ce critère concerne uniquement les chercheurs et enseignants-chercheurs.

2.2 Procédure de recueil de données : entretiens semi-directifs

Nous avons mené les entretiens semi-directifs individuels de façon individuelle. Dans un premier temps, l'analyste posait des questions visant à identifier les caractéristiques et l'expérience de la personne interviewée (poste actuel, postes et expériences antérieures, formation d'origine, âge). Ensuite, l'analyste lui demandait de s'appuyer sur des projets vécus afin d'aborder les thèmes relatifs à la prise en compte des besoins dans le processus de conception pour des systèmes utiles : recueil des besoins, créativité, formalisation des besoins, transformation des besoins en spécifications et/ou en fonctionnalités, évaluation de l'utilité. L'entretien commençait par une question de type « *En vous appuyant sur des projets vécus, j'aimerais que vous m'expliquiez comment vous vous y êtes pris pour recueillir des besoins ?* ». Durant l'entretien, l'ensemble des thèmes ont été abordés via différentes questions (et relances). Par exemple, pour le thème de la créativité, une relance était : « *Avez-vous déjà eu recours aux méthodes de créativité lors de la phase de recueil des besoins, ou lors de la phase de définition des spécifications ?* ». L'ordre des thèmes pouvait varier suivant le déroulement de l'entretien et l'introduction spontanée ou non des thèmes présents dans le guide d'entretien¹⁰.

2.3 Données recueillies

Les dix entretiens enregistrés ont été intégralement retranscrits. Chaque entretien durait en moyenne 40 minutes (min = 26 minutes ; max = 77 minutes). La durée totale représente 6 heures et 50 minutes. Chaque verbalisation a ensuite été annotée selon son locuteur (IR pour interviewer, IE pour interviewé). Les données recueillies sont les questions de l'interviewer et les discours des interviewés.

2.4 Méthode d'analyse des données : analyse catégorielle et fréquences d'occurrence

Notre méthode d'analyse des données repose sur une analyse catégorielle, dont le principe fondamental est le regroupement des objets similaires sous un titre ou une classe commune (Strauss & Corbin, 1998). L'analyse catégorielle repose sur plusieurs étapes (D'Unrug, 1974) qui sont :

- Le repérage d'unité de sens (ou unité d'enregistrement) considérés comme importants : l'unité de sens peut être le mot, le thème, l'objet ou le référent, la personne ou l'événement (Formarier, 1998) ;
- Le regroupement de ces unités de sens en catégories ;
- Le dénombrement des éléments composant ces catégories.

Nous avons choisi le mot (par ex., « fonction ») ou l'expression (par ex., « modèle de l'activité ») comme unités de sens de notre analyse catégorielle.

Notre méthode se décompose en cinq étapes que nous détaillons dans les sous-sections qui suivent :

¹⁰ Cf. Annexe 1, p. 209

- Préparation du corpus ;
- Choix des catégories de codage en regard de nos objectifs ;
- Identification des sous-catégories par rapport à l'état de l'art ;
- Identification des unités de sens et de leurs équivalents sémantiques par rapport au contenu des retranscriptions puis insertion dans les sous-catégories définies ;
- Analyse statistique des données : cette analyse repose sur une analyse des marges des fréquences d'occurrence des catégories et sous-catégories selon les profils de participants, ainsi que sur une analyse des liaisons entre les catégories et sous-catégories évoquées et le profil des participants.

2.4.1 Préparation du corpus : suppression de verbalisations non pertinentes pour nos objectifs d'études et préparation des expressions

Les verbalisations de l'interviewé qui ne portaient pas sur l'utilité et les besoins ont été éliminées. Autrement dit, nous avons épuré les corpus en supprimant ce que disait l'interviewer, ainsi que toutes les verbalisations qui concernaient les questions d'identification de la personne interviewée (description du poste, formation initiale ...).

Le corpus final comportait 2344 lignes de texte soit 34 923 mots.

Ajoutons qu'un travail sur la structure des expressions a été nécessaire afin que le logiciel Tropes puisse comptabiliser les expressions et non pas les mots isolés. A titre d'exemple, l'expression « cahier des charges » a été représentée ainsi : « cahier_des_charges ».

2.4.2 Choix et définition des catégories

Nous avons identifié cinq catégories en rapport avec les objectifs de l'étude :

- L'utilité comprise au sens de la valeur ou de la destination de l'artefact ;
- L'utilité définie plutôt comme la réponse à des besoins ;
- Les acteurs associés explicitement au processus de construction des besoins.
- Les phases associées du processus de construction de besoins ;
- Les outils du processus de construction de besoins ;

La complémentarité de la définition de l'utilité vue comme la réponse à des besoins et de la perspective de l'utilité au sens de la valeur et de la destination nous a conduit à distinguer ces deux catégories dans notre codage.

2.4.3 Sous-catégories utilisées

L'utilité au sens de la valeur et de la destination

Deux façons de définir l'utilité coexistent dans la littérature : l'utilité valeur et l'utilité destination. La première correspond à l'évaluation des bénéfices et des avantages que peut apporter l'artefact aux utilisateurs dans leur activité. La seconde, l'utilité destination, correspond quant à elle à l'évocation des fonctions et des services associés à l'artefact.

L'utilité définie plutôt comme la réponse à des besoins

Nous n'avons pas défini de sous-catégorie pour cette catégorie.

Les phases associées au processus de construction de besoin

L'analyse cognitive de la conception centrée sur l'utilité nous a amené à distinguer trois phases associées au processus :

- Production d'hypothèses sur les fonctionnalités, les services et dialogues possibles, les propriétés non fonctionnelles possibles, les bénéfices attendus. Cette phase correspond à l'univers prospectif de l'utilité ;
- Décision et implémentation : hiérarchisation et décisions quant aux fonctionnalités, services, dialogues et interfaces à développer, et sélection et opérationnalisation des hypothèses privilégiées en termes de bénéfices et d'avantages ;
- Mesure et évaluation de l'utilité : mesure de la pertinence des choix, identification des défaillances, mesure des bénéfices et des avantages. Cette phase correspond à l'univers rétrospectif de l'utilité.

Ces trois phases ancrées dans le processus de conception centrée sur l'utilité ont également été utilisées pour analyser le contenu des représentations des concepteurs. Chaque phase associée au processus de construction de besoins peut se décomposer en actions. Par exemple, deux nouvelles catégories peuvent émerger de la phase de production d'hypothèses : les actions de recueil et d'identification, ainsi que les actions d'imagination. Dans la suite de notre étude, nous appelons ces actions des « attributs ».

Les outils et méthodes du processus de construction de besoin

Les sous-catégories sont directement extraites des méthodes et outils présents dans la littérature : outils et méthodes de production d'hypothèses, de formalisation et d'évaluation. Ces sous-catégories ont également été détaillées : par exemple, la sous-catégorie outils et méthodes de production de besoins est divisée entre les outils et méthodes dédiés au recueil et l'identification de besoins et ceux dédiés à la créativité.

Acteurs impliqués dans le processus de construction de besoin

Trois catégories d'acteurs sont impliquées dans le processus de construction de besoin : les concepteurs, les commanditaires et les utilisateurs. Selon les disciplines et les activités du processus de construction de besoin, ces acteurs sont impliqués et considérés à des degrés divers. Afin d'évaluer le point de vue des acteurs sur leur contribution, ces trois types ont été repris comme sous-catégories.

2.4.4 Identification et insertion des attributs dans les sous-catégories

Notre unité de codage est l'unité de sens, c'est-à-dire le mot ou l'expression. L'analyse de la littérature a montré précédemment l'existence de plusieurs termes correspondant à chaque sous-catégorie. Ainsi la notion de « besoin » est aussi traduite par les termes « attente » en marketing

et « exigence » dans le domaine de l'ingénierie. Les unités de sens correspondant à l'« utilité vue comme la réponse à des besoins » ont donc été constituées à partir des termes « besoin », « manque », « attente », « contrainte », « demande » et « exigence ».

Lorsque plusieurs unités de sens étaient sémantiquement proches, nous avons fusionné les équivalents sémantiques sous un même terme que nous appelons : attribut. Par exemple, « recommandation », « spécification » et « solution » sont des équivalents sémantiques de « spécifications ».

Au final, l'association des unités de sens avec les attributs et les sous-catégories a été validée par une tierce personne (ingénieur en informatique du laboratoire), puis confrontée manuellement au corpus : les mots n'apparaissant pas ont été supprimés, et d'autres, omis, ont été ajoutés. Cette seconde catégorisation a été à nouveau validée par une tierce personne (ingénieur en informatique du laboratoire). La Figure 15 en présente une synthèse. Les attributs correspondent aux unités de sens directement associées à une sous-catégorie (par ex., « bénéfique », « avantage » et « activité » pour la sous-catégorie « utilité-valeur ») ou à un attribut (par ex., « choix », « choisir », « décision », « sélection », « sélectionner » pour l'attribut « actions de sélection »).

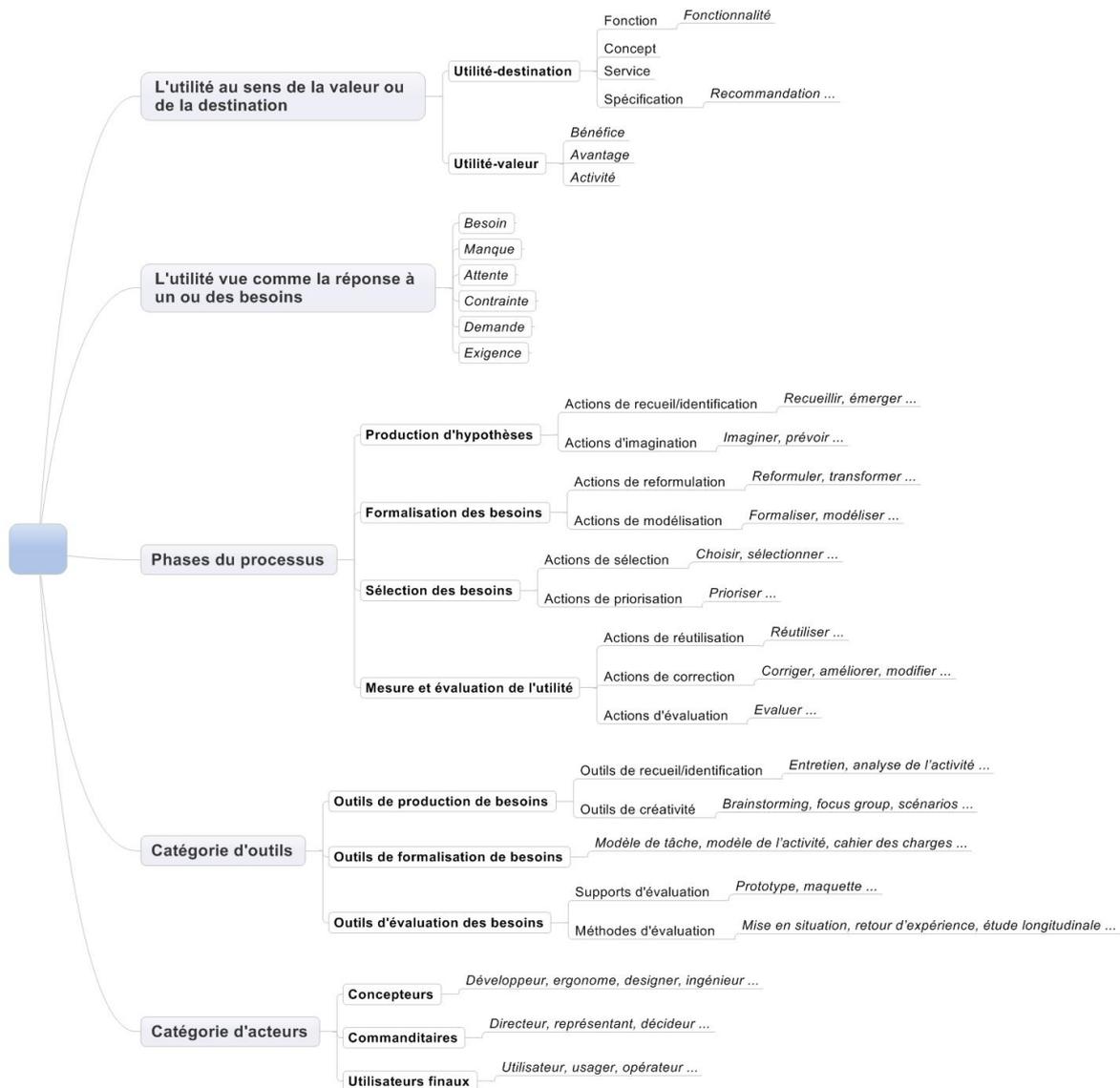


Figure 15 : Présentation des catégories, des sous-catégories et des attributs analysés

2.4.5 Analyse statistique des données : fréquences d'occurrences des unités de sens

Afin de calculer les fréquences d'occurrences des unités de sens par catégories, par sous-catégories et éventuellement par attributs, nous sommes appuyés sur l'utilisation du logiciel Tropes¹¹. Ce logiciel est un puissant outil d'analyse sémantique de corpus textuel et permet de réaliser des analyses cognitivo-discursives (par ex., Wolff *et al.*, 2005 ; Wolff & Visser, 2005). Une caractéristique de l'utilisation de Tropes concerne le fait que c'est le discours qui fournit les catégories principales. Cette approche sémantique est fondée sur des dictionnaires préétablis via une analyse en « univers de référence », chaque univers comprenant des « équivalents sémantiques » (Wolff & Visser, 2005). L'ensemble des univers de référence adopté pour l'analyse d'un certain corpus est appelé scénario dans Tropes (Wolff *et al.*, 2005).

Nous n'avons pas utilisé Tropes dans l'optique d'une analyse cognitivo-discursive, mais pour sa capacité à reconnaître les formes conjuguées des verbes, ainsi que les formes plurielles des noms. Nous avons ainsi construit « manuellement » notre propre scénario, où chaque catégorie correspond à un univers de référence et chaque sous-catégorie à un univers secondaire. Nous avons associé les unités de sens à chaque univers secondaire. Par exemple, l'attribut « actions de recueil/identification » regroupe des équivalents sémantiques comme « émerger », « exprimer » ou encore « expression »...

En appliquant ce scénario à chaque entretien du corpus, Tropes nous a permis de comptabiliser le nombre d'occurrences de chaque unité de sens pour chaque participant. Nous avons obtenu au total, pour l'ensemble des participants, 1732 unités¹². Les unités ont été sommées par catégorie et sous-catégorie pour chaque participant. Enfin, nous avons sommé ces effectifs pour chaque catégorie et pour chacun des trois profils de participants : ingénieurs, ergonomes et designers. Le tableau des données qui en résulte est un tableau croisant les catégories abordées et les profils de concepteurs (Tableau 4).

Par l'analyse statistique, nous souhaitons obtenir une vision globale de l'importance que chaque profil de participants attribue à chacune des catégories, puis à chacune des sous-catégories (par ex., « outils de recueil/identification de besoins » et « outils de créativité », parmi les « outils de production de besoins »). Nous avons réalisé une analyse des marges des fréquences d'occurrences des catégories et sous-catégories selon les profils de participants. Nous avons ensuite analysé les liaisons entre les catégories et sous-catégories évoquées et le profil des participants.

Lorsque nous souhaitons nous intéresser à un niveau de détail supérieur (par ex., la distinction entre « actions de recueil » et « actions d'imagination » pour la phase de « production d'hypothèses »), nous nous sommes appuyés sur des analyses qualitatives afin de préciser et d'explicitier l'emploi d'attributs particuliers relatifs à une sous-catégorie par un participant. Ces analyses qualitatives sont illustrées d'exemples d'unité de sens extraites du corpus étudié.

¹¹ Logiciel Tropes, version 7.0. Site web : www.acetic.fr.

¹² Cf. Annexe 2, p. 211

3 Résultats : les représentations des concepteurs à propos de l'utilité et des besoins

3.1 Des catégories plus représentées que d'autres et des degrés de prolixité variables en fonction du profil

Le nombre d'unités par catégorie de codage et par profil est donné dans le Tableau 4.

Tableau 4: Distribution du nombre d'unités en fonction du profil de concepteur

	Ingénieurs (N=4)	Ergonomes (N=4)	Designers (N=2)	Totaux
L'utilité, au sens de la valeur et de la destination	69	110	34	213 (13%)
L'utilité, comme réponse à un ou des besoins	184	147	15	347 (20%)
Phases du processus	115	114	16	245 (14%)
Outils utilisés	59	166	58	283 (16%)
Acteurs impliqués	183	316	145	644 (37%)
Totaux	611 (35%)	853 (49%)	268 (16%)	1732 (100 %)

Globalement, on voit que ce sont les ergonomes qui ont produit plus le d'unités dans le discours (853/1732 ; c'est-à-dire 49%) suivis par les ingénieurs (611/1732 ; 35%) et les designers (268/1732 ; 16%). Cette différence selon le profil au niveau de la quantité de discours produit à propos de l'utilité reste d'ailleurs vraie si l'on rapporte ce nombre à l'effectif de chaque groupe pour contrôler l'effet des différences d'effectif entre groupes. Les ergonomes restent en effet les plus prolixes puisque contribuant en moyenne à 43% des énoncés contre 30 % pour les ingénieurs et 27 % pour les designers.

La catégorie la plus représentée dans le discours des concepteurs est celle des « acteurs » impliqués dans la conception (37% des unités identifiées, i.e. 644/1732). Elle est suivie par les références aux « besoins » (20%, i.e. 347/1732). Trois catégories viennent ensuite : les « outils » (16%, i.e. 283/1732), les « phases du processus de construction » de besoins (14%, i.e. 245/1732), et les références à « l'utilité en tant que destination de l'artefact ou valeur pour l'utilisateur » (13%, i.e. 213/1732).

L'analyse des relations entre les variables « profils de concepteurs » et « catégories évoquées dans le discours » montre une liaison globale intermédiaire ($V^2 = 0,04$). L'analyse des taux de liaisons¹³ révèle que les ergonomes sont intermédiaires et évoquent chaque catégorie sans prédominance marquée de l'une par rapport aux autres. Les ingénieurs sont caractérisés par une attraction forte en proportion avec l'évocation des besoins et des phases (respectivement $TDL = +.51$ et $TDL = +.33$) et une répulsion forte avec les outils et les méthodes ($TDL = -.41$). Inversement, les designers sont caractérisés par une attraction forte avec l'évocation des outils/méthodes et des acteurs concernés par l'utilité et la construction des besoins (respectivement $TDL = +.32$ et $TDL = +.46$) et une répulsion forte avec les besoins et les phases (respectivement $TDL = -.72$ et $TDL = -.58$). Les ingénieurs insistent donc davantage sur les besoins et sur les phases, mais évitent ou parlent moins des outils et des acteurs. Les designers privilégient dans leur discours les outils et les acteurs, mais ne font pas ou peu référence aux

¹³ Cf. Annexe 3, p. 212

besoins et aux phases. Le discours des ergonomes est le seul à présenter une image complète de l'ensemble des catégories d'information apparaissant dans les représentations de l'utilité, depuis les notions de destination et de valeur de l'utilité jusqu'aux acteurs impliqués dans la construction des besoins, aux phases et aux outils associés.

Les principales attractions et répulsions sont résumées dans le Tableau 5.

Tableau 5: Relations entre le profil des concepteurs et les catégories évoquées

	Attraction(s) notable(s)	Répulsion(s) notable(s)
Ingénieurs	Besoins, Phases	Outils et méthodes
Ergonomes		
Designers	Outils et méthodes, Acteurs	Besoins, Phases

3.2 Des définitions de l'utilité contrastées selon le profil des concepteurs

L'utilité au sens de la valeur ou au sens de la destination

En observant la répartition des effectifs entre évocations de l'utilité sous l'angle de la destination ou de la valeur (Tableau 6), on peut voir que ce sont les ergonomes qui ont exprimé le plus de termes relatifs à l'utilité au sens de la destination et de la valeur (110/213 ; c'est-à-dire 52% des 213 unités), suivis par les ingénieurs (69/213 ; c'est-à-dire 32% des 213 unités) et par les designers (34/213 ; c'est-à-dire 16% des 213 unités). La tendance est identique si l'on rapporte les effectifs au nombre du participants pour chaque profil. Les ergonomes ont énoncé le plus d'unités (45%), suivis par les ingénieurs (28%) et les designers (27%).

Globalement l'analyse des taux de liaison¹⁴ nous indique que l'utilité-destination apparaît majoritairement présente dans représentations des concepteurs (186/213 ; c'est-à-dire 87% des 213 unités) par rapport à l'utilité-valeur (27/213 ; c'est-à-dire 13% des 213 unités). L'analyse des relations entre les deux variables « profils de concepteurs » et « définition d'utilité » met en évidence une liaison globale intermédiaire ($V2 = 0.07$). L'analyse des taux de liaison montre que l'utilité-valeur caractérise fortement le discours tenu par le groupe des ergonomes (TDL = +.65), tandis qu'elle n'est que peu évoquée par les designers (TDL = -.54) et les ingénieurs (TDL = -.77).

Tableau 6: Distribution du nombre d'unités contenues dans la catégorie « utilité au sens de la valeur ou de la destination » en fonction des profils de concepteur

	Utilité Destination	Utilité Valeur	Totaux
Ingénieurs	67	2	69
Ergonomes	87	23	110
Designers	32	2	34
Totaux	186	27	213

¹⁴ Cf. Annexe 3, p. 212

L'analyse qualitative des attributs de l'utilité-destination (fonction, concept, service, spécification) et de l'utilité-valeur (bénéfice, avantage, activité) montre que la catégorie « utilité-destination » est surtout évoquée au travers de références aux « spécifications » et aux « fonctions » quel que soit le profil. Pour illustrer l'emploi de ces attributs, nous citons deux exemples extraits du corpus :

- « C'est les spécifications fonctionnelles, donc là c'est plus ce qui ressort des besoins en fonction. [...] Un document spécifications interface où il y avait plus concrètement quel bouton, où le mettre, les trucs de ce genre, et ensuite spécifications techniques » (ergonome) ;
- « Ca se fait via l'expérience au cours des années de pratiques, des différents projets que j'ai eu, j'arrive à évaluer si telle ou telle fonctionnalité sera possible ou pas, le temps qu'il faudra pour la développer » (ingénieur).

Les designers utilisent surtout le terme « concept » dans le sens de « un concept, c'est un peu une promesse du futur produit, on dit l'objet il va aller dans cette direction là » ou encore « le concept, c'est lancer une réponse originale à un besoin ».

Concernant l'utilité-valeur, notre analyse met en évidence que c'est l'attribut « activité » qui a été majoritairement cité. Un emploi de ce terme extrait du corpus est : « On va décrire cette activité pour essayer d'identifier [...] ce qu'on pourrait y apporter pour l'aider. C'est à partir de là que l'on pourra faire cette expression de besoins » (ergonome).

L'utilité vue comme réponse à un ou des besoins

L'utilité vue comme réponse à un besoin (Tableau 7) est plus fortement représentée chez les ingénieurs (185/347 ; c'est-à-dire 53% des 347 unités), que chez les ergonomes (147/347 ; c'est-à-dire 42% des 347 unités). Les designers ont quant à eux très peu employé de termes associés à ce point de vue sur l'utilité (15/347 ; c'est-à-dire 4% des 347 unités). La tendance est identique si l'on tient compte des différences d'effectifs suivant les profils : les ingénieurs ont contribué à hauteur de 51% des unités, contre 41% pour les ergonomes et 8% pour les designers.

Tableau 7: Distribution du nombre d'unités contenues dans la catégorie « l'utilité vue comme réponse à un ou des besoins » en fonction des profils de concepteurs

	Besoin	Manque	Attente	Contrainte	Demande	Exigence	Totaux
Ingénieurs	96	1	0	4	1	83	185
Ergonomes	114	3	4	0	26	0	147
Designers	5	0	0	9	1	0	15
Totaux	215	4	4	13	28	83	347

L'attribut « besoin » est celui le plus énoncé dans les discours (215/347 ; 62% des 347 unités) par les différents profils :

- « Y a deux formes de besoins, y a ceux qui nous arrivent du terrain et ceux que nous, nous allons faire émerger » (ergonome) ;
- « Le besoin pour moi c'est une notion assez vague [...] on peut avoir un besoin qui soit pas formalisé clairement sur papier » (ingénieur) ;

Un autre terme fréquent est la référence aux « exigences » (83/347 ; c'est-à-dire 24% des 347

unités), comme l'illustre l'exemple suivant :

- « *Il y a des exigences qui vont ensembles, d'autres qui s'excluent les unes les autres* » (ingénieur).

Les autres mots sont bien moins fréquemment employés : « demande » (28/347 ; c'est-à-dire 8% des 347 unités), « contrainte » (13/347 ; c'est-à-dire 4% des 347 unités), « attente » et « manque » (chacun, 4/347 ; c'est-à-dire 1% des 347 unités).

L'analyse des liaisons¹⁵ entre les variables « profils de concepteurs » et les termes employés tels que « besoin », « fonction », etc. montre une liaison globale forte ($V2 = 0.37$). Dit autrement, certains des termes sont plus évoqués tandis que d'autres sont par l'un ou l'autre des profils. Les TDL révèlent que le terme « besoin » se caractérise par une forte attraction en proportion avec le groupe des ergonomes (TDL = +.25), alors qu'il est moins cité par le groupe des designers (TDL = -.46). Le mot « exigence » est caractérisé par une attraction forte en proportion avec le groupe des ingénieurs (TDL = +.88). L'analyse des taux de liaison montre également que le terme « contrainte » est caractérisé par une attraction forte en proportion avec le groupe des designers (TDL = +15.02), tandis qu'une répulsion est observée avec le groupe des ingénieurs (TDL = -.42) et le groupe des ergonomes (TDL = -1.00). Le terme « contrainte » désigne « *les contraintes techniques ou les contraintes vraiment très fortes liées à une marque* » (designer), et peut également correspondre aux contraintes du commanditaire. En effet, un participant explique que « *ce qu'il faut faire au début c'est lui dire [au commanditaire] : donnez moi toutes vos contraintes, toutes celles auxquelles vous pensez, faut me le dire, puis celles auxquelles vous oseriez pas penser, imaginer* » (designer).

Le terme « demande » a été fortement employé par les ergonomes (TDL = +1.19) alors qu'il a faiblement été énoncé par les ingénieurs (TDL = -.93) : « *le principe pour une expression de besoins, c'est de toute façon à un moment donné, il y a une demande* » (ergonome).

De même, le mot « manque » est caractérisé par une attraction forte en proportion avec le groupe des ergonomes (TDL = +.77), tandis qu'une répulsion est observée avec le groupe des ingénieurs (TDL = -.53) : « *Des manques, donc des choses qui ne sont pas réalisées* » (ergonome).

Nous trouvons une forte attraction en proportion entre le terme « attente » et le groupe des ergonomes (TDL = +1.36) : « *Quand un individu dit ah le système il pourrait faire ça, là j'ai l'expression d'une attente* » (ergonome).

Un résumé des relations entre le profil des concepteurs et les termes correspondant à l'utilité vue comme la réponse à un ou des besoins, est présenté dans le Tableau 8.

¹⁵ Cf. Annexe 3, p. 212

Tableau 8: Relations entre le profil des concepteurs et les termes correspondant à l'utilité vue comme la réponse à un ou des besoins

	Attraction(s) notable(s)	Répulsion(s) notable(s)
Ingénieurs	Exigence	Contrainte, Demande, Manque
Ergonomes	Demande, Manque, Besoin, Attente	Contrainte
Designers	Contrainte	Besoin

3.3 Des représentations du processus de construction de besoins différentes selon les profils de concepteurs

Des phases du processus de construction de besoins

Les représentations des différents profils de concepteurs ont également été étudiées sous l'angle des phases évoquées pour exprimer le processus de construction des besoins (Tableau 9).

L'analyse des marges met d'abord en évidence que les ingénieurs et les ergonomes emploient plus de termes relatifs aux phases du processus de construction de besoins (resp., 115/245, c'est-à-dire 47% des 245 unités contenues dans le thème « phases du processus » et 114/245 ; 47%), que les designers (16/245 ; c'est-à-dire 7% des 245 unités). La tendance est identique si l'on rapporte les effectifs au nombre de participants pour chaque profil. Les ergonomes et les ingénieurs ont énoncé le plus d'unités (44%), suivis par les designers (12%).

C'est la phase prospective au sens de production de besoins potentiels qui a été majoritairement abordée dans les discours analysés (92/245 ; c'est-à-dire 38% des unités), suivie de la phase rétrospective (66/245 ; c'est-à-dire 27% des unités) au sens de l'évaluation d'un existant et de la phase de sélection des besoins (50/245 ; c'est-à-dire 20% des unités). La phase de la formalisation des besoins est celle qui a été la moins traitée (37/245 ; c'est-à-dire 15% des unités).

Tableau 9: Distribution du nombre d'unités contenues dans la catégorie « phases du processus » en fonction des profils de concepteurs

	Phase prospective	Formalisation des besoins	Sélection des besoins	Phase rétrospective	Totaux
Ingénieurs	24	19	36	36	115
Ergonomes	60	17	11	26	114
Designers	8	1	3	4	16
Totaux	92	37	50	66	245

L'étude des relations entre les variables « profils de concepteurs » et « phase du processus de construction de besoins » montre une liaison globale intermédiaire ($V^2 = 0.06$). L'analyse des liaisons¹⁶ indique que la phase prospective des besoins est caractérisée par une attraction forte en proportion avec les ergonomes et les designers (resp., TDL = +.40 ; TDL = +.33), tandis que les ingénieurs l'évoquent plutôt plus faiblement en proportion (TDL = -.44).

Une analyse plus fine fait apparaître que l'attribut « recueil et l'identification des besoins » a été majoritairement abordé par les ingénieurs et les ergonomes sous la forme suivante :

- « C'est effectivement l'expression des besoins » (ergonome) ;

¹⁶ Cf. Annexe 3, p. 212

- « *C'est aussi un moyen de recueillir les besoins* » (ergonome) ;
- « *En inférer des besoins et donc en définir les bases d'une utilité* » (ergonome) ;
- « *Le recueil du besoin en général se fait lors de réunion formelle ou informelle, de discussion avec les entreprises où les besoins se font sentir et se précisent au fur et à mesure* » (ingénieur).

Les designers ont essentiellement exprimés des références à l'imagination de type : « *on préfère plutôt deviner ce qu'ils vont faire en situation réelle, plutôt que de créer de fausses situations réelles* » ou encore « *on essaie d'imaginer pleins de choses par rapport au produit, faire des analogies avec des produits existants, des produits concurrents* ». Toutefois, un ergonome a fréquemment fait référence à des actions d'imagination : « *Il faut être capable de prévoir ce qui va se passer* ».

On retrouve une forte évocation des ingénieurs relativement à la phase de sélection des besoins (TDL = +.53) tandis que les ergonomes y font peu beaucoup moins voire pas référence (TDL = -.53). Cela s'est traduit dans le discours des ingénieurs par des verbalisations de type : « *prioriser les buts* » ou « *puis à chaque fois que l'on a des alternatives [...] il y a une décision, un choix à faire* » (ingénieur).

Les principales attractions et répulsions sont résumées dans le Tableau 10.

Tableau 10: Relations entre le profil des concepteurs et les phases du processus de construction de besoins

	Attraction(s) notable(s)	Répulsion(s) notable(s)
Ingénieurs	Sélection	Prospective
Ergonomes	Prospective	Sélection
Designers	Prospective	

Les outils et méthodes utilisés dans le processus de construction de besoins

Les participants ont énoncé davantage d'outils et méthodes de production de besoins (168/283 ; c'est-à-dire 59% des 283 unités), que d'outils et de méthodes de formalisation (62/283 ; c'est-à-dire 22% des 283 unités) et de sélection (62/283 ; c'est-à-dire 19% des 283 unités).

L'analyse des marges (Tableau 11) met en évidence que les ergonomes se sont plus exprimés sur des outils et des méthodes de construction de besoins (166/283 ; c'est-à-dire 59% des 283 unités du thème « outils et méthodes utilisés dans le processus »), que les ingénieurs et les designers (resp., 59/283 ; c'est-à-dire 21% des 283 unités, 58/283 ; c'est-à-dire 20% des 283 unités). La tendance est différente si l'on tient compte des différences d'effectifs suivant les profils : les ergonomes restent ceux qui ont énoncé le plus d'unités (49%) mais sont suivis par les designers (34%) et enfin les ingénieurs (17%).

Tableau 11: Distribution du nombre d'unités contenues dans la catégorie « outils utilisés dans le processus » en fonction des profils de concepteurs

	Outils de production de besoins	Outils de formalisation de besoins	Outils d'évaluation de besoins	Totaux
Ingénieurs	36	20	3	59
Ergonomes	121	11	34	166
Designers	11	31	16	58
Totaux	168	62	53	283

L'analyse des liaisons¹⁷ entre les variables « profils de concepteurs » et « outils et méthodes utilisés dans le processus de construction de besoins » montre une liaison globale intermédiaire ($V2 = 0.14$). L'analyse des taux de liaisons révèle que les designers et les ingénieurs évoquent fortement les outils de formalisation de besoins (resp., $TDL = +1.44$; $TDL = +.55$) : « après avoir sélectionné un concept on a fabriqué un cahier des charges prospectif » (designer).

Les outils d'évaluation de besoins sont caractérisés par une forte attraction en proportion avec le groupe des designers ($TDL = +.47$), qui fait surtout référence à des supports d'évaluation (par ex., dessin, maquette, prototype), alors qu'une répulsion est observée avec le groupe des ingénieurs ($TDL = -.73$).

Un autre résultat intéressant issu de l'analyse qualitative des verbalisations concerne un ingénieur qui a employé l'expression « évaluation écologique » et qui nous expliquer qu'il essayait de « faire de la conception centrée-utilisateurs » et d' « évaluer assez régulièrement soit des concepts, soit des parties du système [...] et puis ensuite [...] régulièrement avec les personnes ».

Un ergonomiste a explicitement lié l'évaluation et la production de nouveaux besoins : « on s'attend à ce que dans l'évaluation du produit, il y ai de nouvelles données qui émergent » (ergonome).

L'analyse qualitative met également en évidence que les termes faisant référence à des outils de production de besoins sont majoritairement des outils de recueil et d'identification des besoins que l'on trouve dans le corpus sous cette forme :

- « Recueil de données de type entretiens, mais également recueil de données de type observation de certains moments » (ergonome) ;
- « C'est vraiment au fur et à mesure des entretiens, des rendez-vous que les besoins se précisent et se confirment, et d'autres disparaissent » (ingénieur) ;
- « Faire une analyse de l'activité existante » (ergonome).

Parmi ces derniers, des outils *a priori* très spécifiques à un profil de concepteur (en l'occurrence, les ergonomes) ont été cités par d'autres profils de concepteur. C'est le cas de l'auto-confrontation généralement utilisée par les ergonomes et pourtant exprimée par un ingénieur : « Y avait une première phase où [...] on a fait aussi une auto-confrontation à domicile chez une personne volontaire, c'est-à-dire qu'on a filmé pendant une journée cette personne en train d'utiliser le système pour faire ce qu'elle voulait faire hein, ce qu'elle avait imaginer de faire

¹⁷ Cf. Annexe 3, p. 212

[...] et on l'a auto-confronté ».

Il convient également de noter que l'ensemble des ergonomes ont cité les entretiens, l'analyse de l'activité et l'observation et comme outils de recueil et de sélection de besoins. Ces deux derniers outils leur sont par ailleurs spécifiques.

Un résumé des relations entre le profil des concepteurs et les outils et méthodes utilisés dans le processus de construction de besoins, est présenté dans le Tableau 12.

Tableau 12: Relations entre le profil des concepteurs et les outils et méthodes utilisés dans le processus de construction de besoins

	Attraction(s) notable(s)	Répulsion(s) notable(s)
Ingénieurs	Outils de formalisation de besoins	Outils d'évaluation de besoins
Ergonomes		
Designers	Outils de formalisation de besoins Outils d'évaluation de besoins	

Les acteurs impliqués dans le processus de construction de besoins

Nous souhaitons également voir le ou les types privilégiés d'acteurs associés potentiellement à la construction des besoins dans les représentations des concepteurs selon leur profil (Tableau 13).

L'analyse des marges met en évidence que les ergonomes sont ceux à avoir exprimé le plus de termes relatifs aux acteurs impliqués dans la construction de besoins (316/644 ; 49% des 644 unités contenues dans la catégorie « acteurs impliqués dans le processus ». Les ingénieurs (183/644 ; 28% des 644 unités) et les designers (145/644 ; 23% des 644 unités) les évoquent en moins grand nombre. Cette tendance est toutefois différente si l'on tient compte du nombre de participants dans chaque groupe : les ergonomes et les designers sont ceux qui tendent à être les plus prolifiques d'unités (resp. 79/197.3 ; 40% des 197.3 unités ; 72.5/197.3 ; 37% des 197.3 unités) par rapport aux ingénieurs (45.8/197.3 ; c'est-à-dire 23% des 197.3 unités).

Les participants ont exprimé davantage d'unités relatives à l'utilisateur final (330/644 ; c'est-à-dire 51% des 644 unités), que faisant référence aux concepteurs (157/644 ; c'est-à-dire 24% des 644 unités) et aux commanditaires (157/644 ; c'est-à-dire 24% des 644 unités).

Tableau 13: Distribution du nombre d'unités contenues dans la catégorie « acteurs impliqués dans le processus » en fonction des profils de concepteurs

	Concepteur	Commanditaire	Utilisateur final	Totaux
Ingénieurs	33	55	95	183
Ergonomes	54	49	213	316
Designers	70	53	22	145
Totaux	157	157	330	644

L'analyse des relations entre les variables « profils de concepteurs » et « acteurs impliqués dans le processus de construction de besoins » montre une liaison globale intermédiaire ($V2 = 0.09$).

L'analyse des liaisons¹⁸ indique que, dans leurs discours, les designers (TDL = +.98) ont accordé plus d'importance aux concepteurs que les ingénieurs (TDL = -.26) et les ergonomes (TDL = -.30) : « *consulter un designer, un graphiste, un ingénieur pour avoir quelques billes pour retranscrire le cahier des charges* » (designer).

De même, les designers évoquent majoritairement les commanditaires (TDL = +.50), contrairement aux ergonomes (TDL = -.36). Ces derniers intègrent fortement les utilisateurs finaux dans leur discours (TDL = +.32), ce qui n'est pas le cas des designers (TDL = -.70) : « *montrer différentes versions des prototypes aux utilisateurs pour les aider en fait à inciter leurs besoins* » (ergonome).

Les principales attractions et répulsions sont résumées dans le Tableau 14.

Tableau 14: Relations entre le profil des concepteurs et les acteurs évoqués

	Attraction(s) notable(s)	Répulsion(s) notable(s)
Ingénieurs		Concepteurs
Ergonomes	Utilisateurs finaux	Concepteurs, Commanditaires
Designers	Concepteurs, Commanditaires	Utilisateurs finaux

4 Discussion : des représentations différentes de l'utilité et de la construction des besoins selon le métier et l'expérience

Lorsqu'on les interroge sur la prise en compte de l'utilité à partir de leur propre expérience dans des projets antérieurs, nos résultats montrent que les concepteurs évoquent principalement les acteurs impliqués dans le processus de conception ainsi que l'utilité au sens d'une réponse à un ou des besoins. Si l'on distingue les profils de concepteurs, on constate que les ingénieurs évoquent principalement les besoins et les phases. La prédominance de ce dernier thème peut s'expliquer par le fait que les principaux modèles de processus de conception sont préconisés par la littérature en génie logiciel, en ingénierie des exigences et en génie industriel. Le fait que les ergonomes mentionnent l'ensemble des thèmes analysés dans cette étude peut trouver son origine dans leur posture d'intermédiaire entre concepteurs et utilisateurs d'une part, et dans le fait que leurs actions se positionnent tout au long du processus de conception, voire en aval, d'autre part.

Nos résultats indiquent que la discipline de conception dans laquelle s'inscrit le concepteur détermine la représentation qu'il a de l'utilité et de la construction de besoins. En effet, l'utilité au sens de la destination de l'artefact est majoritairement abordée par l'ensemble des concepteurs interviewés, tandis que les références à l'utilité-valeur sont trouvées pour l'essentiel dans le discours des ergonomes. L'utilité-valeur correspond aux bénéfices et aux avantages de l'artefact pour l'utilisateur. Selon la perspective de l'utilité en tant que réponse à des besoins, les ergonomes utilisent majoritairement les termes « demande », « besoin », « manque » et « attente ». Ces termes traduisent l'idée de réponse à des besoins provenant des commanditaires et des utilisateurs finaux. Il apparaît cohérent que ces termes et l'utilité-valeur soient

¹⁸ Cf. Annexe 3, p. 212

essentiellement abordée par les concepteurs qui évoquent majoritairement les utilisateurs finaux comme acteurs de la conception.

Nos données mettent en évidence une forte considération des ingénieurs et des designers pour l'utilité-destination. Cela peut s'expliquer par leur approche de la conception qui vise principalement à définir les fonctionnalités et les propriétés non-fonctionnelles de l'artefact, c'est-à-dire son utilité-destination. Notre étude montre que l'utilité en tant que réponse à un besoin est abordée sous le terme de « contraintes » chez les designers, et d'« exigence » chez les ingénieurs. De plus, elle nous indique que les designers associent principalement les acteurs de la conception aux concepteurs et aux commanditaires, avec peu de considération pour les utilisateurs finaux. Ce dernier résultat confirme un constat issu de notre état de l'art quant à la faible implication de l'utilisateur final en design, due au fait que les designers estiment avoir acquis une expérience suffisante pour imaginer ce dont l'utilisateur peut avoir besoin (Hasdogan, 1996) d'une part, et qu'ils jugent les utilisateurs trop conservateurs (Bruseberg & McDonagh-Philip, 2002) d'autre part.

Concernant la prise en compte de l'utilité au cours du processus de conception, nous observons que le positionnement dès la phase prospective du processus de conception se retrouve dans les verbalisations des ergonomes et des designers. *A contrario*, les ingénieurs abordent la phase de sélection et évoquent des outils de formalisation. Ces résultats sont en accord avec la littérature qui suggère que les ingénieurs contribuent fortement à la phase de sélection de besoins (par ex., Alenljung et Persson, 2008 ; Aurum & Wohlin, 2003). A propos de la phase de sélection, notre revue de la littérature a souligné une faible voire une absence de considération des disciplines de l'ingénierie des exigences, du génie industriel et du génie logiciel pour l'utilisateur final. Ces disciplines proposent des modèles de conception qui préconisent plutôt la prise en compte des exigences des commanditaires. Cette moindre considération pour l'utilisateur final suggère la nécessité de conduire des actions visant à rapprocher les sciences de l'ingénierie (par ex., génie industriel) et les sciences humaines (par ex., ergonomie) tant au niveau de la formation que de la pratique et de la recherche.

Un dernier point qui est à souligner est que nos résultats suggèrent que le métier et la formation du concepteur ne sont pas les seuls déterminants de ces représentations chez les différents acteurs. En effet, un ingénieur a utilisé le terme d'auto-confrontation qui est pourtant une méthode spécifique à l'ergonomie. Ce type d'observation laisse penser que les expériences et l'intégration d'équipes pluridisciplinaires qu'ont eues les concepteurs dans les projets antérieurs déterminent les représentations que ces derniers ont à propos de l'utilité et du processus de construction de besoins.

5 Limite de l'étude

Une limite concerne la taille de l'échantillon de professionnels et la faible représentation du profil de designer. Cette limite s'explique cependant par les seules réponses favorables à nos sollicitations, la disponibilité des experts dans ce domaine de la réalité virtuelle et technologies émergente étant problématique. Les résultats de cette étude sont des tendances qu'il faudra confirmer et approfondir dans des recherches ultérieures. Toutefois, il nous faut souligner que les

résultats apportés sont plutôt convergents avec ceux de la littérature, ce qui est rassurant. Par ailleurs, un échantillon plus important pour chacun des profils aurait permis d'étudier la variabilité intra-groupe.

6 Conclusion et perspectives

Cette étude visait à identifier les représentations communes et spécifiques à trois profils de concepteurs (ingénieurs, ergonomes et designers) quant à l'utilité (au sens de la destination et de la valeur, et vue comme réponse à des besoins), et au processus de construction de besoins dans la conception. Il s'agissait également d'étudier les représentations à propos des phases, des outils et méthodes engagés et des acteurs impliqués dans une conception « pour l'utilité ».

L'étude de ces représentations a nécessité de réaliser des entretiens semi-directifs auprès de dix participants. L'approche choisie a été de les faire verbaliser sur leurs propres projets vécus afin d'aborder les catégories que nous souhaitons étudier. Les retranscriptions *verbatim* ont été traitées au moyen d'une analyse catégorielle. Cette dernière s'est basée sur une grille comprenant un ensemble d'attributs répartis en catégories et sous-catégories. Ces attributs ont été identifiés d'après notre état de l'art et enrichis par les unités de sens contenues dans notre corpus. L'analyse statistique a consisté en une analyse des marges et des liaisons entre les catégories et sous-catégories évoquées d'une part, et le profil des participants d'autre part.

Nos résultats mettent en évidence un lien entre les profils des concepteurs d'une part, et les représentations de l'utilité et de la construction des besoins (phases, outils et acteurs) d'autre part. Plus précisément, les ergonomes et les designers disent participer à la phase prospective de production des besoins, alors que les ingénieurs disent contribuer à la phase de sélection des besoins. Les designers et les ingénieurs ont fortement en proportion fait référence aux outils de formalisation de besoins.

Cette étude a montré que l'ensemble des phases de production, de transformation et de sélection de besoins, c'est-à-dire ce qui correspond à la proposition de spécifications, est l'un des éléments considéré central par les participants. Il en découle qu'analyser plus précisément l'activité de production de spécifications par ces trois profils de concepteurs apparaît comme une piste de recherche centrale pour mieux comprendre la conception d'applications et d'artefacts centrée sur l'utilité. Cette piste est empruntée dans le Chapitre 5.

Un autre point important de nos résultats concerne la place de l'utilisateur final dans le processus de construction de besoins. Au delà du discours et des représentations, il importe d'essayer de mieux comprendre et de caractériser leurs contributions effectives dans ce processus. C'est ce que nous avons étudié de façon globale dans l'étude présentée dans le Chapitre 4 et de manière plus détaillée dans les études exposées dans les Chapitre 6 et 7.

Par ailleurs, il aurait aussi été intéressant comme perspective d'évaluer dans quelle mesure l'expérience des concepteurs dans les projets module la représentation qu'ils ont de l'utilité et des besoins. Cette évaluation pourrait se faire au moyen d'entretiens supplémentaires : une première série d'entretiens avec des concepteurs n'ayant jamais travaillé dans des équipes

pluridisciplinaires et une seconde avec des concepteurs ayant travaillé dans le cadre de projets pluridisciplinaires. Nous ne développerons pas cette perspective de recherche dans cette thèse, car elle dépasse le cadre de cette thèse.

CHAPITRE 4

LA CO-CONSTRUCTION PARTICIPATIVE ET CONTINUE DES BESOINS ENTRE LES ACTEURS DANS UN PROJET RÉEL : UNE ETUDE LONGITUDINALE

1 Introduction

Une piste intéressante pour améliorer la prise en compte de l'utilité dans le processus de conception des artefacts issus des technologies émergentes est d'analyser la façon dont l'utilité est effectivement traitée dans les collectifs de conception impliquant des utilisateurs. Cette étude vise à examiner, sur la base d'un projet réel, la contribution effective des différents profils - en particulier des utilisateurs - à la conception de l'utilité (destination) d'un artefact issu des technologies émergentes de la réalité virtuelle. Pour cela, nous avons réalisé une étude longitudinale du processus de construction de besoins sur la base des données recueillies à partir de la conception du logiciel Appli-Viz'3D.

Sur ce point, une étude empirique relatée dans l'état de l'art a identifié le rôle et la place des utilisateurs dans le processus de conception participative, sur la base de lectures et des expériences antérieures des auteurs. Il s'agit de l'étude de (Pilemalm et al., 2007). Ces derniers suggèrent que l'implication des utilisateurs dans une conception dite participative apparaît forte lors de certaines phases de la conception. Ils affirment également que les utilisateurs font avancer la conception du nouvel outil par leur implication lors de l'identification, le raffinement, la priorisation, l'évaluation et la validation de besoins et de spécifications. Ils sont fortement mis à contribution au moment de la formation à l'utilisation de l'artefact lors de son déploiement. Cette étude nous renseigne sur l'implication des utilisateurs dans les phases de la conception. Pour autant, elle ne nous fournit pas d'éléments précis sur la contribution effective des utilisateurs, comparativement aux concepteurs et autres acteurs de la conception.

Notre étude est originale dans la mesure où elle vise à fournir des éléments empiriques précis, sur le fonctionnement réel de l'élaboration participative des besoins utilitaires. Nous entendons par « besoins utilitaires », les fonctionnalités qu'un logiciel doit posséder et les propriétés non-fonctionnelles au sens de la performance, la sécurité, l'utilisabilité et la maintenabilité.

Nous présentons dans ce chapitre une analyse des relations entre les actions de construction (énonciation, validation, rejet, implémentation), les acteurs initiateurs de ces actions et les phases du processus de conception (amont, parallèle et aval à la réalisation) d'une part, et la compréhension de la façon dont les besoins exprimés sont traités par les concepteurs, les utilisateurs et/ou les porteurs de projet au cours du processus de conception.

2 Méthode

2.1 Participants

Trente-huit participants comprenant onze concepteurs, vingt-cinq utilisateurs et deux porteurs de projet ont été impliqués dans l'étude.

Les onze concepteurs provenaient du Laboratoire Arts et Métiers ParisTech d'Angers (LAMP), et se répartissaient de la façon suivante : cinq ingénieurs, un designer, trois infographistes, un ergonomiste et un « marketeur ».

Les vingt-cinq utilisateurs se répartissaient entre quatre ingénieurs de l'entreprise A, six

ingénieurs de l'entreprise B, quatre designers de l'entreprise A, trois designers de l'entreprise B, un designer de l'entreprise C, quatre marketeurs de l'entreprise A et trois marketeurs de l'entreprise B. Comme le montre cette répartition, la plupart des utilisateurs d'Appli-Viz'3D étaient également concepteurs dans leurs entreprises (ingénieurs et designers). Par conséquent, ils sont davantage susceptibles de connaître ou de comprendre les contraintes et les potentialités techniques propres à la conception de l'artefact, relativement à des utilisateurs non-concepteurs. Ce qui a certainement facilité l'énonciation de besoins (Reich *et al.*, 1996).

Les deux porteurs de projet provenaient de l'entreprise D.

Les participants avaient en moyenne 37.3 ans (E.T. = 10.2 ans ; Min = 22 ; Max = 60) et 14.5 années d'expérience (E.T. = 11.5 ans ; Min = 3 ; Max = 37). L'âge et le nombre d'expérience des deux porteurs de projet ne sont pas inclus dans ces calculs, car ils ne nous ont pas été communiqués.

2.2 Recueil de données : observation participante et étude longitudinale

La méthode de recueil est basée sur l'observation participante tout au long d'une étude longitudinale d'un processus réel de conception dans le domaine de la réalité virtuelle et de l'innovation.

Les données ont été recueillies sur une durée de 2 ans et demi par l'analyste entre le 01/10/2007 et le 01/04/2010.

Le recueil était facilité par le fait que l'analyste des données issues du terrain était également membre du collectif de conception du logiciel Appli-Viz'3D. Cette position lui permettait d'assister à toutes les revues de projet et réunions internes, d'assurer le suivi des effets des décisions et de suivre les tests des représentations intermédiaires ainsi que les changements d'objectifs (Darses *et al.*, 2002).

2.3 Données recueillies

Afin d'avoir une vue complète du processus de co-construction participative et continue des besoins, nous avons recueilli l'ensemble des données produites dans le cadre de la conception d'Appli-Viz'3D.

Ces données recueillies étaient extraites des :

- Documents officiels du projet retranscrivant l'évolution des besoins au travers des choix de conception (cahiers des charges, présentations de revues de projet) ;
- Comptes-rendus de réunions internes, les rapports d'avancement des concepteurs ;
- Versions du logiciel.

De plus, en tant qu'ergonome, l'analyste a recueilli des données provoquées selon des méthodes ergonomiques visant à soutenir le processus d'analyse des besoins :

- Retranscriptions de brainstorming et d'entretiens, en particulier sur l'insertion de l'outil en situation d'usage ;
- Enregistrements de séances d'utilisation du logiciel par les « utilisateurs » ;
- Enregistrements de situations de formation au logiciel ;
- Questionnaires.

144 expressions de besoins ont été recueillies durant la période du 01/10/2007 au 01/04/2010.

Ces expressions correspondent à des besoins utilitaires, et peuvent être regroupées selon cinq catégories :

- Les rôles et services attendus de l'outil (par ex., « l'outil doit aider à la validation en amont de la conception ») ;
- Ses fonctionnalités générales (par ex., « pouvoir déplacer les objets ») ;
- Les fonctionnalités détaillées du système (par ex., « pouvoir mettre la chaise sous le bureau ») ;
- Les attributs généraux du logiciel (par ex., « compatibilité du logiciel avec des fichiers informatiques issus d'équipements existants dans l'entreprise », « posséder une bibliothèque d'environnements ») ;
- Ses attributs détaillés (par ex., « chambre moderne d'enfant de plus de 18 mois »).

2.4 Méthode d'analyse de données : codage des expressions de besoins et des actions élémentaires, fréquences

2.4.1 Caractérisation des besoins recueillis

Dans la mesure du possible, chaque besoin a été caractérisé par différents éléments : son énoncé, la date où il est apparu dans la documentation, ou bien a été évoqué la première fois, par qui, le support méthodologique ainsi que son statut dans le projet (validé, rejeté, non traité et implémenté dans Appli-Viz'3D). Nous considérons qu'un besoin était non traité dès lors qu'il avait été énoncé mais n'avait pas été rejeté, ni validé au 01/04/2010.

Par exemple, le « marketeur » du LAMPA avait énoncé en Octobre 2007 - lors d'une réunion - le besoin suivant : « faire adopter des postures ergonomiques aux mannequins 3D ». En Novembre 2007, ce besoin avait été estimé prioritaire dans les réponses à un questionnaire par les ingénieurs, designers et marketeurs de l'entreprise A, les ingénieurs et marketeurs de l'entreprise B et le designer de l'entreprise C. Ce ne fût que dans un second temps, en Juin 2008, que ce besoin fut officiellement rejeté par l'ingénieur du LAMPA lors d'une réunion de projet (Tableau 15).

Tableau 15: Extrait du tableau récapitulatif de besoins

Besoin		Faire adopter des postures ergonomiques aux mannequins 3D
Enoncé	Quand	Octobre 2007
	Par qui	Marketeur LAMPA
	Moyen	Réunion
Validé Rejeté	Quand	Novembre 2007 - Juin 2008
	Par qui	Ingénieur + Designer + Marketeur A Ingénieur + Marketeur B Designer C Ingénieur LAMPA
	Moyen	Questionnaire - Réunion
Implémenté	Quand	/
	Par qui	/
	Moyen	/

2.4.2 Catégorisation des besoins extraits : état de besoins, phase de conception et statut des acteurs

Le schéma de codage suivant a été appliqué sur l'ensemble des 144 besoins.

Pour cerner la dynamique de construction de besoins, nous avons analysé les relations entre les actions de construction, les acteurs initiateurs de ces actions et les phases du processus de conception.

Les actions de construction de besoins sont l'identification et l'énonciation de besoins (phase dite de production d'hypothèses), les actions de validation, de rejet et d'implémentation des besoins (phase dite de décision et d'implémentation).

Il résulte de ces actions, des « états » de besoins pour reprendre les termes de l'ingénierie des exigences : énoncés, validés, rejetés et implémentés.

Dans l'ensemble des processus de conception passés en revue dans l'état de l'art, il existe une phase commune consacrée à la réalisation de l'artefact. Cette phase est qualifiée de « design au niveau du système », « programmation-développement », « prototype », etc. Dans notre schéma de codage, c'est cette phase de réalisation technique de maquettes et prototypes (phase « parallèle ») qui délimite les deux autres phases : la phase « amont » à cette réalisation technique correspond à la clarification des objectifs généraux, des étapes du projet et à l'identification des besoins ; la phase « aval » à la réalisation technique correspond à l'insertion et au suivi de l'artefact dans ses situations d'usage.

Les actions qui ont eu lieu entre 01/10/2007 et 01/01/2008 pour l'environnement chambre et entre 01/10/2007 et 01/12/2008 pour l'environnement voiture, ont été intégrées à la phase amont de la conception technique. Nous avons considéré que les actions qui s'étaient déroulées entre 01/02/2008 et 01/05/2009 pour l'environnement chambre, et entre 01/01/2009 et 11/09/2009 pour l'environnement voiture, avaient eu lieu lors de la phase de réalisation technique. Les actions qui se sont déroulées entre 01/06/2009 et 01/04/2010 pour l'environnement chambre, et 14/09/2009 et 01/04/2010 pour l'environnement voiture, ont été associées à la phase aval de la réalisation technique.

Pour étudier la contribution des acteurs aux actions de construction de besoins, nous avons repris les statuts d'acteurs suivants : concepteurs, utilisateurs et porteurs de projet. Cette catégorisation nous permet d'étudier la place et la contribution réelles des utilisateurs à la conception d'artefacts innovants, aux côtés et en interaction avec les concepteurs et les porteurs de projet.

En ce qui concerne l'application de cette catégorisation des acteurs, les personnes du LAMPA étaient concepteurs, les professionnels des entreprises A, B et C étaient utilisateurs et les professionnels de l'organisation porteuse du projet 3D Child étaient porteurs de projet.

2.4.3 Décomposition des besoins en actions élémentaires de construction de besoins

Les 144 besoins identifiés ont ensuite donné lieu à une analyse des actions élémentaires. Une action élémentaire correspond à chacune des actions possibles (par ex., énoncer, valider, rejeter, implémenter) observée pour le besoin considéré (par ex., « permettre au mannequin d'avoir une action sur l'objet ») et est associé à un acteur (par ex., ingénieur B, marketeur B, designer A).

Ainsi, une même action (par ex., énoncer le besoin « permettre au mannequin d’avoir une action sur l’objet ») donne lieu à trois actions élémentaires dès son énoncé par chacun des trois acteurs (par ex., ingénieur B, marketeur B et designer A).

Au total, 600 actions élémentaires ont été comptabilisées.

2.4.4 Types d’enchaînements relevés en ce qui concerne les états de besoin

Cerner la dynamique de construction de besoins a nécessité d’identifier, pour chacun des 144 besoins énoncés, des « enchaînements des états de besoins ». Ces derniers correspondent à la prise en compte des besoins exprimés par les concepteurs, les utilisateurs et/ou les porteurs de projet au cours du processus de conception. Plus précisément, nous avons identifié trois manières d’analyser ces enchaînements selon :

- Le type d’enchaînements des états de besoins observé comme la succession d’états: « besoins énoncés puis rejetés » ;
- Le placement de chaque action en regard du moment au cours du processus de conception. Par exemple, « besoins énoncés en amont et rejetés en parallèle »;
- L’acteur particulièrement associé à chaque états de besoins comme « besoins énoncés par un utilisateur et validés par un concepteur ».

La Figure 16 présente la taxonomie de la catégorie « les enchaînements des états de besoins associés aux trois phases du processus de conception ». Elle se lit de gauche à droite : le premier niveau (à gauche) englobe les seconds niveaux qui représentent différentes catégories d’enchaînements d’états de besoins (au centre) ; chaque enchaînement de besoins associé aux phases de la conception constitue des sous-catégories (à droite).



Figure 16: Taxonomie des enchaînements d’états de besoins associés aux trois phases du processus de conception

La Figure 17 présente la taxonomie de la catégorie « les enchaînements des états de besoins

initiés par les acteurs du projet ». Elle se lit de gauche à droite. Pour mieux comprendre, considérons la sous-catégorie suivante : « besoins énoncés par utilisateur validés par concepteur ». Les cellules grisées contiennent l'état de « besoins énoncés » associé à l'initiateur de cet état (par ex., besoins énoncés par utilisateur). Ces besoins énoncés passent ensuite à un autre état (par ex., validés) qui est indiqué en gras dans les cellules blanches. Les cellules les plus à droite précisent l'initiateur de ce nouvel état (par ex., par concepteur). Comme nous venons de l'expliquer, le point de départ d'un enchaînement d'état de besoins est le besoin énoncé. Il y a donc 144 enchaînements d'états de besoins.

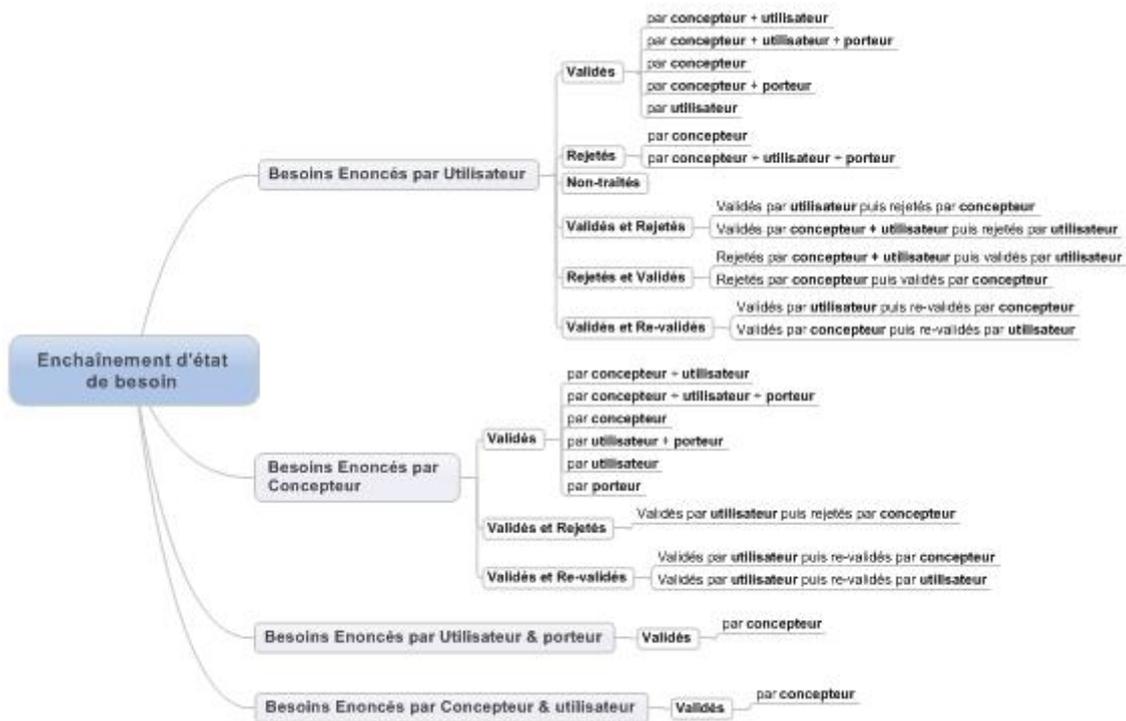


Figure 17: Taxonomie des enchaînements d'états de besoins initiés par les acteurs du projet

2.4.5 Analyse des fréquences des enchaînements d'états de besoins et des actions élémentaires

Nous avons comptabilisé les fréquences des sous-catégories des « enchaînements d'états de besoins », des « enchaînements des états de besoins associés aux trois phases du processus de conception » et des « enchaînements des états de besoins initiés par les acteurs du projet ».

Les fréquences des actions élémentaires de construction de besoins ont été comptabilisées. Les tableaux de données croisent les variables suivantes : états de besoins par phases de conception, états de besoins par statuts d'acteurs et phases de conception par des statuts d'acteurs.

3 Résultats : caractéristiques du processus de construction participative et continue des besoins

3.1 Des besoins généralement validés ou rejetés, certains restant non traités voire soumis à des patterns d'actions plus complexes

Le Tableau 16 décrit la répartition des catégories d'enchaînements des états de besoins¹⁹. Il met en évidence que les besoins énoncés sont en majorité directement validés (56% des 144 besoins), alors que seulement 14% ont été rejetés. Notre analyse montre également que 20% des besoins énoncés n'ont pas été traités par les acteurs du projet, c'est-à-dire ni rejetés, ni validés officiellement. Par ailleurs, 10% des besoins énoncés ont fait l'objet de patterns plus complexes que l'énonciation- validation ou l'énonciation-rejet : 6% ont été validés une première fois puis validés à nouveau, 3% ont été d'abord validés puis rejetés et 1% des besoins exprimés ont été d'abord rejetés puis finalement validés. Ce dernier type d'enchaînement est typiquement lié à la levée de verrous technologiques que le concepteur pensait *a priori* techniquement difficile à réaliser (par ex., « *pouvoir mettre la chaise sous le bureau* »).

Nous pensons que trois raisons peuvent expliquer que des besoins énoncés par les utilisateurs n'aient pas été traités, c'est-à-dire ni validés, ni rejetés, par les concepteurs.

La première est la nature floue des besoins exprimés qui ressortaient typiquement des brainstormings (par ex., « *mise à jour automatique des nouvelles tendances* », « *introduire de la saisonnalité dans l'application* »).

La seconde raison concerne la difficulté de prendre en compte des besoins non prévus à la base en cours de conception (par ex., « *créer plusieurs structures de pièces, comme une pièce avec deux fenêtres et deux portes, en plus de celle implémentée qui comportait une fenêtre et une porte* »). Les concepteurs ne rejetaient pas ces besoins puisqu'ils étaient susceptibles d'être développés dans une version 2 de l'artefact. De plus, ils n'étaient pas en capacité de valider ces besoins puisque s'ils les validaient, ils se devaient de les implémenter, ce qui ne pouvait se faire pour respecter les délais.

La dernière raison est que les concepteurs estimaient qu'ils avaient développé les fonctionnalités nécessaires pour que les utilisateurs implémentent eux-mêmes leurs besoins (par ex., « *modéliser une chambre russe* », « *intégrer les produits des concurrents* »).

¹⁹ Cf. Annexe 6 p. 215

Tableau 16 : Répartition des sous-catégories d'enchaînements des états de besoin

Enchaînements des états de besoins	Effectifs absolus	Effectifs relatifs (%)
Enoncés et validés	80	56
Enoncés et rejetés	20	14
Enoncés et non traités	29	20
Enoncés, validés et rejetés	5	3
Enoncés, rejetés et validés	2	1
Enoncés, validés et revalidés	8	6
	144	100

3.2 Des besoins majoritairement traités à cheval au cours de deux phases de la conception

L'analyse fine des enchaînements des états de besoins en lien avec les trois phases du processus de conception²⁰ a montré que 38% sont réalisés au cours d'une seule phase, 60% s'étalent sur deux phases et seulement 2% impliquent trois phases (Figure 18).

Concernant ceux qui se déroulent sur une seule phase de la conception, 20% sont des besoins énoncés et validés pendant la réalisation technique, et 10% sont des besoins énoncés et validés dans les phases aval de la conception.

Les principaux enchaînements qui se déroulent sur deux phases de la conception sont les besoins énoncés en amont puis validés pendant la réalisation technique (32% des 115²¹ enchaînements) et ceux énoncés en amont et rejetés pendant la réalisation technique (13%).

Enfin, l'enchaînement dans lequel les besoins énoncés en amont, validés pendant et revalidés en aval de la réalisation technique est le seul s'étant déroulé sur trois phases.

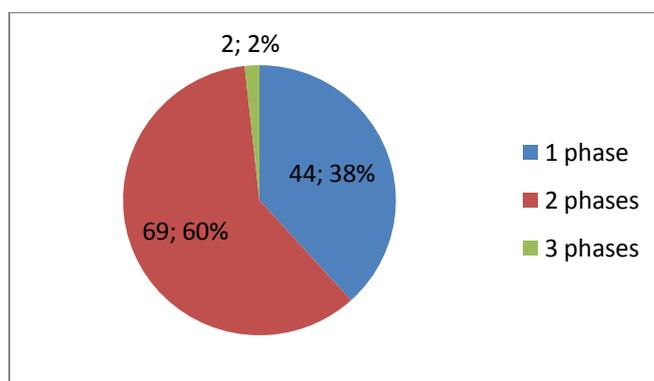


Figure 18: Répartition des enchaînements d'états de besoins en fonction des phases de la conception

²⁰ Cf. Annexe 5 p. 214

²¹ L'analyse des enchaînements des états de besoins couplés aux trois phases du processus de conception s'est basée sur un total de 115 enchaînements, car nous avons soustrait les 29 besoins non traités aux 144 enchaînements initiaux. En effet, il nous était impossible de classer les besoins non traités dans une des trois catégories : une phase, deux phases, trois phases.

3.3 Des besoins énoncés majoritairement par les utilisateurs et une proportion de rejet sensible au profil de l'acteur à son origine

Une seconde analyse fine portant cette fois-ci sur les enchaînements des états de besoins auxquels nous associons les acteurs du projet initiateurs de ces états, a mis en évidence que la majorité des besoins a été énoncée par les utilisateurs (98/144 ; c'est-à-dire 68%), pour seulement 40/144 besoins (c'est-à-dire 28%) énoncés par les concepteurs. Il est également à noter que 5/144 besoins (c'est-à-dire 3%) ont été énoncés par les concepteurs et les utilisateurs ; et un seul (c'est-à-dire 1%) a été proposé par les utilisateurs et les porteurs de projet.

Parmi les 98 besoins énoncés par les utilisateurs (Figure 19 ; fig. de gauche), 29 besoins (c'est-à-dire 30%) n'ont pas été traités, 48 (c'est-à-dire 49%) ont été *in fine* validés, 21 (c'est-à-dire 21%) ont été *in fine* rejetés.

Parmi les 40 besoins énoncés par les concepteurs (Figure 19 ; fig. de droite), 37 (c'est-à-dire 92%) ont été *in fine* validés et seulement 3 (c'est-à-dire 8%) ont été *in fine* rejetés.

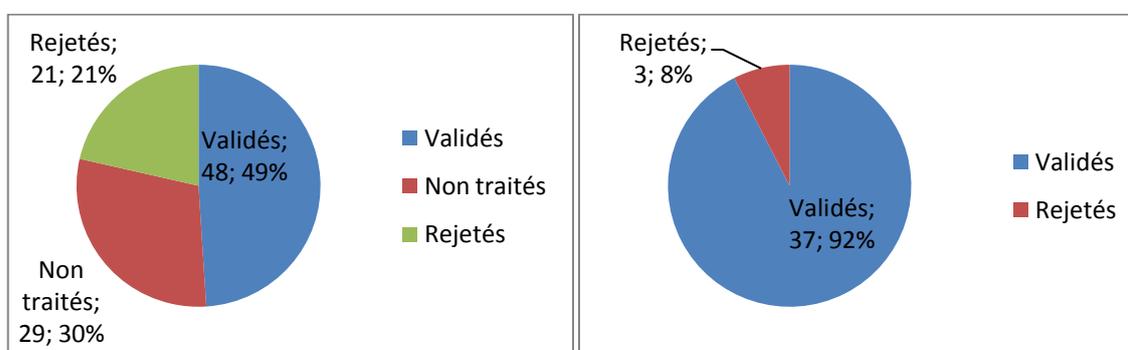


Figure 19: Répartition des états de besoins finaux initialement énoncés par les co-concepteurs (fig. de gauche) et par les concepteurs (fig. de droite)

Deux facteurs peuvent expliquer qu'il y ait davantage de besoins énoncés par les utilisateurs qui soient rejetés par rapport à ceux exprimés par les concepteurs : la faisabilité technique et les délais à respecter. Par exemple, le besoin exprimé par les utilisateurs « *pouvoir customiser le produit soi-même directement dans Appli-Viz'3D* » a été rejeté par les concepteurs car trop difficile à réaliser en regard des délais impartis. Inversement, la fonctionnalité « *gérer différents points de vue : enfant, externe, avant ou arrière du véhicule* » proposée par les concepteurs a été validée par les utilisateurs ; les concepteurs ayant exprimé cette fonctionnalité savaient que cela était faisable.

3.4 Des états de besoins spécifiques aux phases de la conception

L'analyse des marges du Tableau 17 met en évidence que la majorité des actions élémentaires de construction de besoins ont eu lieu durant la réalisation technique (306/600 ; c'est-à-dire 51% des 600 actions élémentaires), et au cours de la phase amont (211/600 ; c'est-à-dire 35%). Peu d'actions élémentaires ont été effectuées en aval de la réalisation technique (83/600 ; c'est-à-dire 14%). La majorité des actions élémentaires sont des actes de validation (251/600 ; c'est-à-dire 42%) d'énonciation (181/600 ; c'est-à-dire 30%). La supériorité numérique des actes de validation s'explique par le fait que plusieurs personnes aient validé un même besoin énoncé.

Les actions de rejet (89/600 ; c'est-à-dire 15%) et d'implémentation (79/600 ; c'est-à-dire 13%) sont minoritaires comparativement aux autres catégories d'actions.

Tableau 17: Distribution du nombre d'actions relatives à chaque état de besoins en fonction de chacune des phases de la conception

	Avant	Parallèle	Après	Total
Enoncés	102	44	35	181
Validés	99	120	32	251
Rejetés	6	77	6	89
Implémentés	4	65	10	79
Total	211	306	83	600

L'analyse des relations entre les deux variables « état de besoins » et « phase de la conception » montre une liaison globale intermédiaire ($V2 = 0.11$). L'analyse des taux de liaison²² montre que la phase amont est caractérisée par une attraction forte en proportion avec l'énonciation de besoins (TDL = 0.60), inversement une répulsion avec le rejet (TDL = -0.81) et l'implémentation (TDL = -0.86). De même, la phase aval est caractérisée par une attraction forte en proportion avec l'énonciation de besoins (TDL = 0.40), inversement une répulsion avec le rejet (TDL = -0.51). A l'inverse, l'analyse des taux de liaison montre que la phase de réalisation technique (phase « parallèle ») est caractérisée par une attraction forte en proportion avec le rejet de besoins (TDL = 0.69) et leur implémentation (TDL = 0.61), tandis que des répulsions sont observées avec l'énonciation de besoins (TDL = -0.52).

Les principales attractions sont résumées dans la Figure 20.

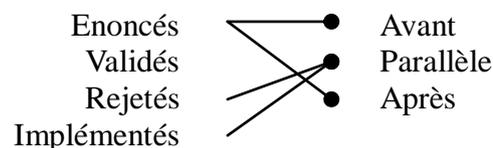


Figure 20 : Principales attractions entre les états de besoins et les phases de la conception

3.5 Des états de besoin distincts selon le statut des acteurs

L'analyse des marges effectuée à partir du Tableau 18 montre que les utilisateurs ont réellement pris part au processus de construction des besoins : ils ont réalisé davantage d'actions (323/600 ; c'est-à-dire 54%), que les concepteurs (244/600 ; c'est-à-dire 41%) et les porteurs de projet (33/600 ; c'est-à-dire 5%).

²² Cf. Annexe 4, p. 213

Tableau 18 : Distribution du nombre d'actions relatives à chaque état de besoins en fonction de chacun des statuts d'acteurs de la conception

	Concepteurs	Utilisateurs	Porteurs de projet	Total
Enoncés	55	125	1	181
Validés	72	159	20	251
Rejetés	38	39	12	89
Implémentés	79	0	0	79
Total	244	323	33	600

L'analyse des relations entre les deux variables « statut d'acteurs » et « état de besoin » montre une liaison globale intermédiaire ($V2 = 0.14$). L'analyse des taux de liaison²³ montre que l'énonciation de besoins est caractérisée par une attraction forte en proportion avec le groupe des utilisateurs (TDL = .28), et inversement une répulsion avec le groupe des concepteurs (TDL = -.25) et des porteurs de projet (TDL = -.90). A l'inverse, la validation de besoins se caractérise par une attraction forte avec les porteurs de projet (TDL = 0.45), tandis que les concepteurs y contribuent plus faiblement en proportion (TDL = -.29). On retrouve une forte attraction en proportion entre le rejet de besoins et le groupe des porteurs de projet (TDL = 1.45). Enfin et comme nous nous y attendions, l'implémentation des besoins est caractérisée par une attraction forte en proportion avec le groupe des concepteurs (TDL = 1.46), alors que les utilisateurs et les porteurs de projet n'y contribuent pas (TDL = -1).

Les principales attractions sont résumées dans la Figure 21.

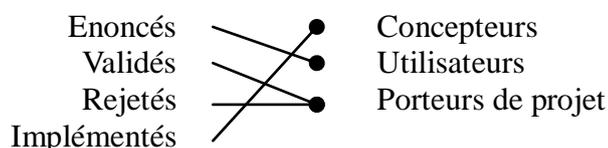


Figure 21 : Principales attractions entre les états de besoins et le statut des acteurs

3.6 Une participation aux phases de la conception différente selon le statut des acteurs

L'analyse des relations entre les deux variables « statut d'acteurs » et « phase de la conception » montre une liaison globale intermédiaire ($V2 = 0.06$). L'analyse des taux de liaison²⁴ montre que la phase amont est caractérisée par une attraction forte en proportion avec le groupe des utilisateurs (TDL = .31), et inversement une répulsion avec le groupe des concepteurs (TDL = -.31) et plus encore des porteurs de projet (TDL = -.74). A l'inverse, la réalisation technique (phase « parallèle ») se caractérise par une attraction forte avec les porteurs de projet (TDL = .78) et les concepteurs (TDL = .29) tandis que les utilisateurs y contribuent plus faiblement en proportion (TDL = -.30). On retrouve une forte participation des utilisateurs dans la phase aval (TDL = .32) et une contribution plus faible pour les concepteurs (TDL = -.29), voire une absence de contribution des porteurs de projet à cette étape (TDL = -1).

²³ Cf. Annexe 4, p. 213

²⁴ Cf. Annexe 4, p. 213

Tableau 19: Distribution du nombre d'actions relatives à chacun des statuts d'acteurs en fonction de chacune des phases de la conception

	Avant	Parallèle	Après	Total
Concepteurs	59	161	24	244
Utilisateurs	149	115	59	323
Porteurs de projet	3	30	0	33
Total	211	306	83	600

Les principales attractions sont résumées dans la Figure 22.

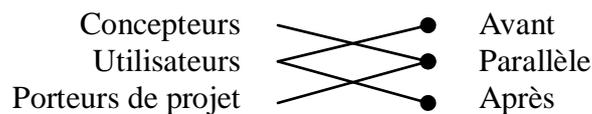


Figure 22 : Principales attractions entre le statut des acteurs et les phases de la conception

4 Discussion : le développement des connaissances impacte sur le processus de construction de besoins

Les résultats de notre étude montrent une forte contribution des utilisateurs, relativement aux concepteurs et aux porteurs de projet, à la conception d'artefacts innovants qui soient utiles pour eux en termes d'énonciation de besoins aussi bien dans les phases amont et que dans les phases aval de la réalisation technique. Parmi les besoins exprimés par les utilisateurs, la majorité ont été validés par les concepteurs. Ce constat converge avec les recherches relatées dans l'état de l'art qui suggèrent que l'élaboration participative des besoins implique une forte implication des utilisateurs en ce qui concerne l'expression de besoins ou l'imagination de solutions (Muller *et al.*, 1997). Les utilisateurs sont en capacité de fournir aux concepteurs les avantages ou les bénéfices associés aux fonctionnalités produites pour modifier la destination de l'artefact en conséquence, et ce de l'amont de la conception jusqu'à l'usage de l'artefact en situation. Cette position des utilisateurs dans le projet rejoint celle qui leur est accordée dans les modèles développementaux (Béguin, 2007b) et continuée dans l'usage (Bourmaud, 2008 ; Rabardel, 1995) dans lesquels l'artefact et l'activité des utilisateurs se développent conjointement grâce notamment à l'acquisition de connaissances et de schèmes d'utilisation par l'utilisateur au cours de l'usage. Ce constat issu de la littérature explique que, dans notre étude, les utilisateurs aient énoncé des besoins dans les phases aval à la conception de manière à aboutir *in fine* à un artefact qui soit utile pour eux. Notre étude souligne que grâce aux fonctionnalités qu'offre l'artefact conçu et aux connaissances enseignées par le concepteur, les utilisateurs sont en capacité d'implémenter leurs propres besoins.

Notre étude a mis en évidence que la majorité des besoins étaient traités sur deux phases de la conception, et en particulier nous avons observé que les besoins qui étaient énoncés en amont étaient validés au cours de la réalisation technique. De plus, il apparaît que certains besoins ont été rejetés par les concepteurs, car ils les ont jugés *a priori* difficiles voire impossibles à implémenter, pour finalement être validés et implémentés suite à la confrontation avec l'outil de développement (en l'occurrence, Virtools). Ces constats montrent que les concepteurs ont

découvert de nouvelles potentialités et, de fait, acquis de nouvelles compétences, connaissances et savoir-faire conjointement à la conception de l'artefact. Ceci est en accord avec (Béguin, 2007b ; Béguin & Cerf, 2004). Ainsi, dans le souci d'apporter une solution aux besoins énoncés par les utilisateurs, les concepteurs peuvent revenir sur les choix de conception qu'ils ont faits. C'est en ce sens qu'ils contribuent à la conception « pour l'utilité ».

Qu'il s'agisse des apprentissages des concepteurs ou ceux des utilisateurs, on retrouve dans les deux cas, l'idée de projection de l'univers rétrospectif vers l'univers prospectif de l'utilité. Chez les utilisateurs, les expériences vécues avec l'artefact (en aval de la conception) ont donné lieu à l'émergence de nouveaux besoins. Chez les concepteurs, la confrontation avec l'outil de développement et l'artefact en cours de conception a permis de revoir les choix de conception et de proposer de nouvelles solutions pour répondre à des besoins exprimés.

Dans le cas de la co-construction participative et continue des besoins telle que mise en œuvre dans notre étude, concevoir un artefact qui soit utile pour les utilisateurs implique d'une part, des apprentissages et des échanges de connaissances qui leurs permettent de s'approprier l'outil et de l'adapter en fonction de leurs contraintes et du contexte dans lequel l'artefact est effectivement utilisé. D'autre part, il suppose que les actions de validation soient réalisées conjointement par plusieurs acteurs : dans notre étude, plusieurs personnes ont validé un même besoin énoncé avant de l'implémenter. Ce point est en accord avec Reich *et al.* (1996) qui soulignent que l'élaboration participative des besoins implique une « participation multilatérale » de tous les acteurs. Il s'agit, en effet, davantage d'établir une relation entre concepteur et utilisateur qui favorise l'échange et le partage de connaissances pour permettre à chaque parti de se comprendre mutuellement.

Ainsi, la co-construction participative et continue des besoins n'implique pas une contribution supérieure, relativement aux autres acteurs de la conception, de la part des utilisateurs en termes d'actions de construction de besoins. En effet, nos résultats montrent qu'il n'y a pas de liaison statistique entre les utilisateurs et les actions de validation et de rejet. Par ailleurs, davantage de besoins énoncés par les utilisateurs sont rejetés en proportion par rapport à ceux énoncés par les concepteurs. Les utilisateurs n'ont pas pris la majorité des décisions. Ces données vont à l'encontre de ce que Darses (2004) affirme lorsqu'elle considère qu'une caractéristique de la conception participative est la prise de décision quant aux choix de conception par les utilisateurs.

5 Limite de l'étude

La limite de cette étude concerne le statut utilisateur dans lequel nous avons intégré les utilisateurs d'Appli-Viz'3D qui étaient des ingénieurs, des designers et des marketeurs, issus des trois partenaires industriels. Or, certains de ces utilisateurs étaient également des concepteurs dans leur activité professionnelle (ingénieurs et designers). Pour une étude globale du processus de construction de besoins, il ne nous a pas paru nécessaire de faire une distinction entre ces utilisateurs étant donné que nous voulions caractériser la contribution des concepteurs et des utilisateurs d'Appli-Viz'3D, ainsi que des porteurs de projet, au processus de construction de besoins. Les utilisateurs étant en majorité des concepteurs, les résultats de notre étude ne sont pas

généralisables à des projets incluant uniquement des utilisateurs non concepteurs.

6 Conclusion et perspectives

L'objectif de cette étude était d'examiner la prise en compte des besoins exprimés par les concepteurs, les utilisateurs et les porteurs de projet au cours du processus de conception, afin de caractériser l'approche participative et continue de la construction de besoins.

Les méthodes utilisées ont été l'étude longitudinale et l'observation participante pour le recueil des données. Puis, nous avons caractérisé chaque besoin dans un tableau synthétisant son énoncé, la date où il a été évoqué la première fois, par qui, le support méthodologique ainsi que l'état du besoin dans le projet.

Nos résultats mettent en évidence un lien entre l'énonciation des besoins et les phases amont et aval de la réalisation technique. Les utilisateurs contribuent fortement aux phases amont et aval de la conception. Ces constats confirment qu'intégrer l'artefact dans les situations d'usages (phase aval) est un bon moyen de faire émerger les besoins non conscients et latents des utilisateurs. La majorité des enchaînements d'états de besoins se déroule sur deux phases. Par exemple, les besoins énoncés en amont sont validés ou rejetés en parallèle de la réalisation technique. Ce point s'explique par le fait que les concepteurs aient besoin de se confronter à la technique pour être en capacité de rejeter ou de valider un besoin. Nos résultats mettent d'ailleurs en évidence un lien entre le rejet de besoins et la phase de réalisation technique de l'artefact.

Notre étude montre que davantage de besoins énoncés par les utilisateurs sont ensuite rejetés par les concepteurs, comparativement à ceux exprimés par les concepteurs. Cela s'explique par le fait que les besoins énoncés par les concepteurs soient techniquement et temporellement réalisables, inversement à ceux énoncés par les utilisateurs. Enfin, de nombreux besoins énoncés par les utilisateurs n'ont pas été traités parce qu'ils sont flous, difficiles à intégrer en fin de conception ou parce que les concepteurs estiment que les fonctionnalités et les connaissances développées par les utilisateurs sur le logiciel suffiront à développer eux-mêmes certains de leurs propres besoins.

Dans cette étude, nous avons cherché à analyser la prise en compte des besoins dans la conception d'Appli-Viz'3D par la succession des actions d'énonciation, de validation, de rejet et d'implémentation. Nous ne nous sommes pas intéressés à la reformulation des besoins par les concepteurs. Par exemple, nous avons considéré que le besoin « création d'une rubrique d'aide dans le logiciel » avait été validé puis implémenté. En réalité, cette fonctionnalité a été redéfinie par les concepteurs qui ont réalisé un « accès à la rubrique d'aide depuis le menu démarrer (raccourci) » et pas à partir du logiciel comme initialement prévu. Une perspective de recherche serait donc l'étude de la reformulation, de la traduction et de l'interprétation des besoins par les concepteurs.

La Figure 23 met en correspondance les résultats de l'étude et les trois phases du modèle préliminaire de la conception centrée sur l'utilité que nous avons proposé. Notre étude a montré que l'énonciation de besoins se faisait en amont de la conception (c'est-à-dire, dans la phase « univers prospectif : production d'hypothèse sur les besoins et spécifications ») et en aval de la

réalisation technique (c'est-à-dire, dans la phase « univers rétrospectif : mesure et évaluation de l'utilité »), tandis que le rejet et l'implémentation se font essentiellement pendant la réalisation technique (c'est-à-dire, la phase « décision et implémentation »). La figure met en évidence le lien entre les utilisateurs (entouré d'orange) et l'univers rétrospectif d'une part, et l'univers rétrospectif d'autre part, ainsi qu'entre la phase de décision et d'implémentation et les porteurs de projet d'une part, et les concepteurs d'autre part (entouré de bleu). Ce schéma intègre également la quantité de besoins énoncés par les concepteurs (encadré bleu) et les utilisateurs (encadré orange), ainsi que ce qu'il en advient lors de la phase de décision et d'implémentation.

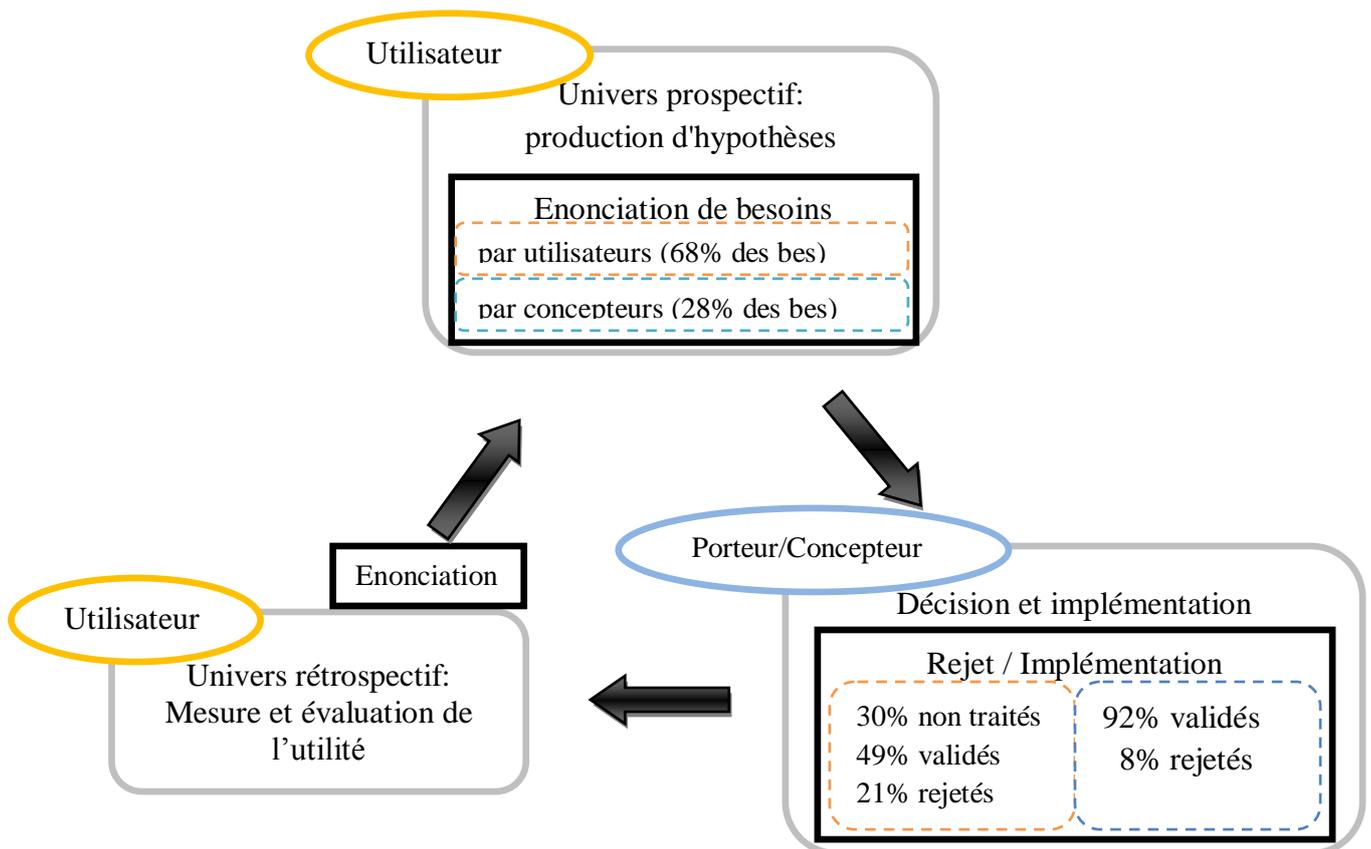


Figure 23 : Schéma récapitulant les principaux résultats de l'étude

Chacune des études qui constituent les chapitres suivants se focalisent sur une phase. Le prochain chapitre concerne la phase de production d'hypothèses sur les besoins et les spécifications, et en particulier la transcription des besoins à partir de données sur l'activité (Chapitre 5). Le Chapitre 6 traite de la phase de décision et de la sélection quant aux alternatives au travers de l'analyse de la priorisation des besoins. Le Chapitre 7 s'intéresse à l'évaluation d'un prototype.

CHAPITRE 5

L'ÉLABORATION DE SPÉCIFICATIONS PAR DES CONCEPTEURS : UNE ETUDE EXPERIMENTALE

1 Introduction

Cette étude vise à analyser la contribution effective des concepteurs à la production de spécifications candidates à partir d'une description des attentes et des tâches des utilisateurs. Elle contribue à analyser la prise en compte de l'utilité par les concepteurs. Trois profils de concepteurs ont été étudiés comparativement : les ingénieurs, les designers et les ergonomes. Contrairement aux études précédentes, ces concepteurs étaient des étudiants et non des professionnels. Outre la contribution de ces trois profils aux étapes d'identification de besoins et de proposition de spécifications, nous nous sommes intéressés aux modes opératoires et aux stratégies déployés pour la réalisation de ces tâches.

La littérature dans les disciplines du design, du génie industriel et du génie logiciel préconise l'utilisation de nombreux modèles de processus de conception. Ces derniers éludent majoritairement les phases d'identification et d'analyse des besoins : ils commencent dès lors que le besoin est identifié. Inversement, dans les modèles itératifs et centrés-utilisateur, les phases d'identification de besoins sont indiquées, et elles s'enchaînent avec les phases d'évaluation, au fur-et-à-mesure du raffinement des besoins. Dans la discipline de l'ingénierie des exigences, les modèles décrivent les étapes qui permettent de passer d'un besoin exprimé à un besoin formalisé (par ex., Kotonya & Sommerville, 1998 ; Macaulay, 1996 ; Maguire & Bevan, 2002) : ces modèles sont centrés sur la phase d'identification des besoins. Toutefois, lorsque les modèles et les processus de conception mentionnent les phases d'analyse des besoins et d'élaboration de spécification, ils ne détaillent pas les activités et les stratégies déployées.

Les études relatées dans notre état de l'art ont montré qu'il existait plusieurs niveaux d'abstraction de spécifications à considérer pour la conception d'un artefact (par ex., Rasmussen, 1986, 1987). D'autres recherches ont mis en évidence des stratégies de report et d'anticipation chez des concepteurs de sites web lors du passage du cahier des charges à l'implémentation de l'application (par ex. Chevalier & Bonnardel, 2003). Toutefois, aucune étude ne traite explicitement de la traduction des besoins en spécifications. Notre étude est originale dans la mesure où elle vise à examiner l'activité de traduction de besoins en spécifications, et qui plus est comparativement entre plusieurs profils de concepteurs.

Par l'intermédiaire d'une étude expérimentale, nous analysons les activités d'identification des besoins et de propositions de spécifications mises en œuvre par les ingénieurs, designers et ergonomes. Nous avons opté pour l'expérimentation du fait de l'absence de données réelles disponibles et accessibles dans le cadre de la conception d'Appli-Viz'3D. Nos résultats montrent qu'il existe un lien entre les profils des participants et les classes d'abstraction de besoins et de spécifications. Ils nous renseignent sur les modes opératoires et les stratégies déployées intrinsèques à ces activités.

2 Méthode

2.1 Participants

Cette étude a impliqué vingt-sept participants se répartissant entre trois profils de formation :

douze ingénieurs, huit designers et sept ergonomes.

Les douze ingénieurs étaient onze étudiants issus du master de Modélisation Numérique et Réalité Virtuelle (MNRV, Université d'Angers) et un étudiant en dernière année de l'Ecole Supérieure d'Informatique, Electronique et Automatique (ESIEA).

Les huit designers étaient étudiants en dernière année à l'Ecole de Design de Nantes Atlantique (EDNA).

Les sept ergonomes étaient six étudiants du master d'Ingénierie Biomédicale SVT spécialité Ergonomie (Université René Descartes de Paris V) et un étudiant du master d'Ergonomie et Facteurs Humains (Université Champollion d'Albi).

Les participants avaient en moyenne 25.3 ans (E.T. = 6.3 ans ; Min = 21 ; Max = 52).

2.2 Protocole expérimental

2.2.1 Matériel

Le support qui a servi de base aux expérimentations était la retranscription *verbatim* d'un Focus Group qui s'était déroulé à Cholet le 2 Juin 2008. Ce Focus Group avait pour but de recueillir un maximum d'attentes et d'idées quant au logiciel Appli-Viz'3D. Les neuf participants à cette discussion étaient des utilisateurs du futur artefact : cinq designers²⁵, deux ingénieurs et deux marketeurs, provenant des entreprises A, B et C. Le contenu de cette retranscription était des attentes et des idées, parfois appuyées par des descriptions de tâches. Ce support était constitué de dix-neuf pages « aérées » (saut de ligne entre chaque tour de parole), soit 657 lignes effectives.

2.2.2 Procédure de recueil de données

Il était demandé aux participants à l'expérimentation d'identifier les besoins des utilisateurs à partir de la retranscription *in extenso* de propositions et échanges d'utilisateurs réalisés lors d'un focus groupe précédent. Après avoir relevé les besoins fonctionnels et non-fonctionnels sur des fiches-réponses, les participants devaient proposer des spécifications et les noter sur la fiche appropriée. Dans la consigne donnée aux participants, nous avons considéré que les besoins fonctionnels étaient les fonctionnalités qu'un système doit posséder comme « enregistrer un fait »... ; et que les besoins non-fonctionnels étaient les qualités ou les attributs qu'un système doit avoir comme la performance, la sécurité...

Une fois cette tâche terminée, les participants ont été interviewés. Cet entretien-débriefing a eu pour objectif de mieux comprendre la méthode de travail mise en œuvre lors de la phase de compréhension du support et d'élaboration des spécifications. Nous avons cherché à identifier les modes opératoires et les stratégies mis en œuvre lors de la lecture du support ou encore lors de l'identification des besoins et des spécifications. Pour ce faire, nous avons débuté l'entretien par la question suivante « *comment vous y êtes-vous pris pour identifier des besoins et proposer des spécifications quant au futur artefact ?* ». Au cours de l'entretien des questions sur les annotations, symboles ... inscrits dans le support ont été posées (par ex., « *pourquoi ceci est souligné en vert ?* »). Ce dernier type de questions a facilité l'analyse du contenu des supports

²⁵ A noter : 1 designer n'avait pas parlé lors de ce Focus Group, mais était présent.

faite par l'analyste ultérieurement.

2.2.3 Conditions de passation

Les participants disposaient d'une demi-journée pour réaliser l'identification des besoins et la proposition des spécifications. Ils pouvaient prendre autant de pauses qu'ils le souhaitent et lorsqu'ils le souhaitent. Les ingénieurs, comme les designers, étaient regroupés dans une salle commune dans laquelle j'étais présente.

Pour diverses raisons que nous avons évoquées dans les limites de cette étude, le matériel expérimental a été envoyé aux domiciles des ergonomes. Afin d'évaluer le temps passé sur l'expérimentation, nous leur avons demandé lors des entretiens de débriefing combien de temps environ ils avaient consacré aux expérimentations. Concernant les entretiens de débriefing, ils ont eu lieu en fonction de leurs disponibilités²⁶, c'est-à-dire au maximum trois jours après réception du matériel envoyé par les participants. Afin de leur faciliter le renvoi du support, des fiches-réponses et des éventuels brouillons, nous avons préparé une enveloppe pré-timbrée et adressée à l'analyste.

2.3 Données recueillies

Les données issues de l'expérimentation étaient des listes d'expressions de besoins inscrites dans les fiches-réponses de besoins fonctionnels et les fiches-réponses de besoins non-fonctionnels, ainsi que des listes de spécifications inscrites dans les fiches-réponses de spécifications. Les brouillons éventuellement utilisés par les participants ont également été collectés.

Comme cela a été spécifié dans les consignes données aux participants, nous avons considéré les besoins non-fonctionnels au sens utilitaire du terme. Il s'agissait des qualités ou des attributs qu'un système devait posséder comme la performance, la sécurité, l'utilisabilité, Si malgré la consigne, des besoins hédoniques avaient été mentionnés, nous les avons extraits du corpus.

Les entretiens de débriefing ont été enregistrés. Ils duraient en moyenne onze minutes (Min=5 minutes ; Max=31 minutes). La durée totale représente 5 heures et 2 minutes. 2296 lignes de discours ont été analysées.

Au total, 818 expressions ont été analysées, soit 619 expressions de besoins et 199 expressions de spécifications. Les besoins représentent 76% des expressions totales inscrites sur les fiches-réponses (soit 619/818 expressions), alors que les spécifications en représentent 24% (soit 199/818 expressions). Les participants ont donc exprimé trois fois plus de besoins (au sens de besoins potentiels) que de spécifications (ou besoins prescrits) dans les fiches-réponses.

²⁶ Disponibilités transmises par téléphone ou par mail, voire inscrites sur le matériel expérimental renvoyé par La Poste par les participants.

2.4 Méthode d'analyse de données

2.4.1 Découpage du corpus en unités : propositions, groupes nominaux et mots

Les unités codées sont des propositions (par ex., « *interagir avec l'objet 3D* »), des groupes nominaux (par ex., « *validation du design* ») ou des mots (par ex., « *intuitif* ») exprimant un besoin ou une spécification.

Un exemple issu d'une fiche-réponse spécifications est « *il doit permettre de s'intégrer avec les logiciels pré-existants. [...] La simulation permet de : décomposer l'objet en unités élémentaires validables séparément ou de manière globale* ». Cet exemple extrait du corpus se décompose en deux unités : « *permettre de s'intégrer avec les logiciels pré-existants* » et « *décomposer l'objet en unités élémentaires* ».

2.4.2 Catégorisation des unités

Afin de comprendre l'activité d'identification de besoins et d'élaboration de spécifications, nous avons construit un schéma de codage pour nous aider à caractériser les productions des participants. Deux catégories de codage ont été utilisées : la première nous a permis de d'analyser plus finement les besoins et les spécifications produites au travers de classes d'abstraction, la seconde a permis de classer les besoins et les spécifications en fonction de leur caractère explicite ou inféré. Le schéma de codage a été appliqué aux 818 expressions contenues dans les fiches-réponses.

La première catégorie de codage correspond à une classification d'abstraction des besoins et des spécifications. Nous nous sommes basés sur les travaux approchants issus de la littérature, la hiérarchie d'abstraction de Rasmussen (Rasmussen, 1986, 1987) et les travaux de Darses (Darses, 1992). La hiérarchie proposée par Rasmussen est composée de cinq niveaux et s'appliquant à un processus de conception allant de la phase amont à la phase de réalisation technique. Etant donné que nous nous plaçons dans la phase préalable à la réalisation de l'artefact, l'ensemble des cinq niveaux d'abstraction ne se prêtait donc pas à l'analyse de nos données. Nous avons alors adapté cette hiérarchie : deux niveaux n'ont pas été pris en compte. Le premier correspond à la « forme physique » c'est-à-dire à la forme et à la disposition de l'interface du logiciel. Le second niveau non pris en compte correspond à la fonction abstraite définie comme la structure causale du processus en termes de masse, d'énergie d'information ou de flux de valeur (Rasmussen, 1986, 1987). A un niveau plus général, il s'agit des lois qui s'appliquent au système. Notre étude ne produisant pas ce type de données, nous n'avons pas retenu ce niveau.

Nous avons gardé de la hiérarchie d'abstraction de Rasmussen les niveaux suivants : buts fonctionnels, fonctions généralisées et fonctions physiques. Nous avons catégorisé l'ensemble des expressions selon trois degrés de raffinement qui sont des extensions de niveaux d'abstraction de Rasmussen. Nous parlons d'extension pour indiquer que nous ne nous restreignons pas aux aspects fonctionnels (cas de la hiérarchie de Rasmussen), mais que nous considérons également les aspects utilitaires. Rappelons que les besoins utilitaires comprennent les fonctionnalités et les propriétés non-fonctionnelles du type utilisabilité, maintenabilité, ... Les trois degrés de raffinement résultants sont :

- Les buts et les services de l'artefact sont une extension des buts fonctionnels ;

- Les besoins ou les spécifications utilitaires généraux(les) sont une extension des fonctions généralisées : les besoins ou les spécifications telles qu'évoqués (es) sur les fiches ne précisent pas comment ils/elles sont mis(es) en œuvre dans le logiciel ;
- Les besoins ou les spécifications utilitaires physiques sont une extension des fonctions physiques : il s'agit des besoins ou des spécifications suffisamment précis(es) pour être implémentables dans l'artefact.

Nous avons deux corpus à analyser, un corpus de fiches-réponses de besoins et un corpus de fiches-réponses de spécifications, qui correspondaient à deux étapes : l'identification des besoins et la proposition des spécifications. Les spécifications sont les besoins retenus des fiches-besoins pour la conception du futur système.

Nous avons établi que le « besoin » désigne parfois tantôt une exigence, que nous qualifiée de besoin prescrit, lorsqu'il correspond aux services que devra rendre l'artefact, aux fonctionnalités et aux propriétés non-fonctionnelles demandés, exigés ou prescrits par les commanditaires tantôt un besoin potentiel, lorsqu'il correspond aux services, fonctionnalités, propriétés non-fonctionnelles et bénéfiques attendus, évoqués ou découverts, par les utilisateurs. En ajoutant aux trois degrés de raffinement les caractères potentiels vs. prescrits des besoins, nous avons obtenu les 6 classes d'abstraction de besoins et de spécifications : les trois premières correspondent au caractère potentiel des besoins contenus dans les fiches-réponses de besoins, les trois dernières correspondent au caractère prescriptif des besoins contenus dans les fiches-réponses de spécifications :

- Les buts et les services potentiels de l'artefact ;
- Les besoins généraux potentiels ;
- Les besoins physiques potentiels ;
- Les buts et les services de l'artefact prescrits par les participants ;
- Les spécifications générales : les besoins utilitaires généraux prescrits ;
- Les spécifications physiques : les besoins utilitaires physiques prescrits.

Ces six classes d'abstraction sont formalisées dans la Figure 24.

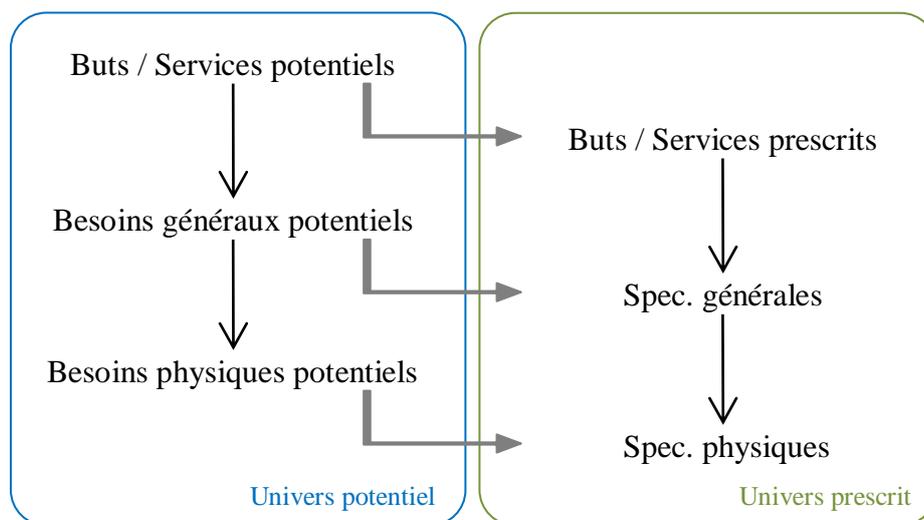


Figure 24: Les 6 classes d'abstraction de besoins et de spécifications

La deuxième catégorie concerne le caractère explicite ou inféré du besoin ou de la spécification.

Un besoin ou une spécification conscient(e) est extrait(e) des verbalisations et de fait, évoqué(e) explicitement par les utilisateurs. Un besoin ou une spécification inféré(e) est ajouté(e) par les participants à l'expérimentation sans que les utilisateurs ne l'ait explicitement énoncé dans les verbalisations.

2.4.3 Application du schéma de codage au corpus

Le Tableau 20 montre comment des expressions de besoins ou de spécifications (colonne du milieu) ont été extraites des exemples issus des fiches-réponses (colonne de gauche), pour être placées dans des catégories (colonne de droite). Dans les catégories, nous retrouvons les six classes d'abstraction des besoins et de spécifications (par ex. **but**) et leur caractère explicite dans les verbalisations des utilisateurs ou inféré au sens d'ajouté par les participants (par ex., extrait des verbalisations).

Tableau 20: Extrait de grille de codage utilisée

Exemples du corpus	Unités codées	Catégories
Ex. 1 : <i>Le système constituant une aide pour les concepteurs de nouveaux produits → permet de limiter le nombre de prototypes physiques</i> (fiche-réponse besoins)	Limiter le nombre de prototypes physiques	But potentiel de l'artefact <u>extrait</u> des verbalisations des utilisateurs
Ex. 2 : <i>Consulter les prix des concurrents</i> (fiche-réponse besoins)	Consulter les prix des concurrents	Besoin potentiel général <u>ajouté</u> par les participants
Ex. 3 : <i>Etre easy à utiliser</i> (fiche-réponse besoins)	Etre easy à utiliser	Besoin potentiel général <u>extrait</u> des verbalisations des utilisateurs
Ex. 4 : <i>Le client doit pouvoir personnaliser son meuble : décoration, couleur, texture</i> (fiche-réponse besoins)	Personnaliser son meuble (décoration, couleur, texture)	Besoin potentiel physique <u>extrait</u> des verbalisations des utilisateurs
Ex. 5 : <i>Couplé à un outil de conception comme 3DS Max</i> (fiche-réponse besoins)	Couplé à un outil de conception comme 3DS Max	Besoin potentiel physique <u>extrait</u> des verbalisations des utilisateurs
Ex. 6 : <i>Permettre une validation des phases de conception</i> (fiche-réponse spécifications)	Permettre une validation des phases de conception	But prescrit de l'artefact <u>extrait</u> des verbalisations des utilisateurs
Ex. 7 : <i>Il doit permettre de s'intégrer avec les logiciels pré-existants. [...] La simulation permet de : décomposer l'objet en unités élémentaires validables séparément ou de manière globale</i> (fiche-réponse spécifications)	Permettre de s'intégrer avec les logiciels pré-existants	Spécification générale <u>extraite</u> des verbalisations des utilisateurs
	Décomposer l'objet en unités élémentaires	Spécification physique <u>extraite</u> des verbalisations des utilisateurs

2.4.4 Analyses du contenu des fiches-réponses, des supports et des verbalisations issus des entretiens

Analyse du contenu des fiches-réponses

L'analyse quantitative nous a permis d'obtenir une vision globale de la contribution de chaque profil de participants à chacune des catégories, mais elle ne nous permet pas de comprendre comment les concepteurs établissent les spécifications à partir de description d'attentes et d'idées. C'est pourquoi nous avons réalisé une analyse qualitative des unités codées.

Afin de relever les productions communes et spécifiques à chaque profil de participants, nous avons repéré les besoins et les spécifications identiques entre les différentes fiches. Pour ce faire, nous avons établi des équivalences sémantiques entre les unités codées de besoins/spécifications qui contenaient les mêmes termes ou des synonymes. A titre d'exemple, « *plateforme collaborative* » et « *espace de travail collaboratif* » sont considérés comme des équivalents sémantiques.

Pour qualifier le lien existant entre les spécifications et les besoins, nous avons utilisé cinq types de liens sémantiques entre les unités codées :

- Les besoins et les spécifications sont identiques s'ils contiennent les mêmes termes ;
- Les spécifications sont les paraphrases des besoins, dans la mesure où elles emploient des synonymes ;
- Les spécifications sont des ensembles de besoins, c'est-à-dire qu'elles regroupent sous une expression générique plusieurs besoins plus précis ;
- Les spécifications sont des précisions de besoins dès lors qu'elles comportent des détails non exprimés dans les expressions des besoins ;
- Les spécifications sont des moyens de satisfaire les besoins, dans la mesure où elles ajoutent à la description des besoins (termes identiques, synonymes), des mots faisant référence à des dispositifs.

Pour identifier les modes opératoires et les stratégies déployés par les participants pour passer de la retranscription des tâches et des attentes des utilisateurs à la proposition de spécifications quant à l'artefact, nous avons réalisé une analyse qualitative de deux sources d'informations : les supports ainsi que les éventuels brouillons et les entretiens de débriefing.

Analyse du contenu des supports

Nous avons analysé le contenu des supports et des éventuels brouillons en termes de signes ou d'annotations inscrites. Le Tableau 21 présente un exemple de l'analyse du support d'un ingénieur.

Tableau 21 : Exemple d'analyse qualitative d'un support (support d'un ingénieur)

<p>Codage des questions (Q) et réponses (R) lorsqu'elles concernent l'activité actuelle. Numérotation des réponses par questions (R1 ...). Pour chaque réponse, précision par mots-clés soit repris texto du support, soit reformulé. Codage des types de besoins (NF pour Besoins Non-Fonctionnels, BF pour Besoins Fonctionnels). Numérotation des besoins (BF1...). Codage des buts/services de l'outil 3D Child (A1 conception, A2 aide à avoir des idées ...). Numérotation des aides que pourra apporter le futur outil. Justification des propositions faites par les participants du focus group (bibliothèque => intérêt de visualiser une chambre selon des préférences). Annotation jusqu'aux ¾ du support. Soulignement des mots-clés. Pas de regroupements.</p>

Analyse du contenu des verbalisations

Nous avons analysé qualitativement les verbalisations issues des entretiens-débriefing dont nous avons extrait manuellement les modes opératoires et les stratégies d'identification de besoins et d'élaboration de spécifications. Concrètement, à partir des verbalisations extraites des entretiens (Tableau 22), nous avons réalisé des fiches d'analyse pour chacun des entretiens (Tableau 23). Nous avons ensuite regroupé les fiches par modes opératoires identiques. Puis, nous avons cherché à identifier les stratégies utilisées pour réaliser un même mode opératoire.

Tableau 22 : Exemple de mode opératoire d'identification de besoins (extrait d'un entretien avec un ingénieur)

« J'ai fait une première lecture du support sans tellement noter. Prise de connaissance du document on va dire. Puis ensuite une deuxième lecture en soulignant, puis en annotant un petit peu sur la page blanche d'à côté. Puis ensuite avec toutes ces notations, j'ai fait un résumé des besoins que j'ai classé en fonctionnel et non-fonctionnel, et ensuite mes spécifications sont découlées des besoins assez rapidement ».

Tableau 23 : Extrait de l'analyse qualitative de la verbalisation citée dans le Tableau 22

Une première lecture rapide du support a été nécessaire pour comprendre et relever le contexte général et l'idée générale du support.

Une seconde lecture a été nécessaire pour surligner les besoins fonctionnels et les besoins non-fonctionnels et éventuellement annoter les paragraphes relatifs aux besoins fonctionnels et non-fonctionnels.

Il suffisait ensuite de relire les notes inscrites dans le support pour noter les besoins sur les fiches.

3 Résultats : connaissances sur l'élaboration de spécifications par des ingénieurs, designers et ergonomes

3.1 Caractéristiques des besoins et des spécifications produites selon les profils

3.1.1 Deux fois plus d'expressions extraites des verbalisations qu'inférées par les concepteurs

Les données sont présentées dans la Figure 25 : les participants ont majoritairement extrait des besoins et des spécifications à partir des verbalisations (541/818 expressions ; soit 66% des expressions totales). Ils ont également exprimé des besoins et des spécifications qui n'étaient pas cités explicitement par les utilisateurs dans la retranscription (277/818 expressions ; soit 34% des expressions totales).

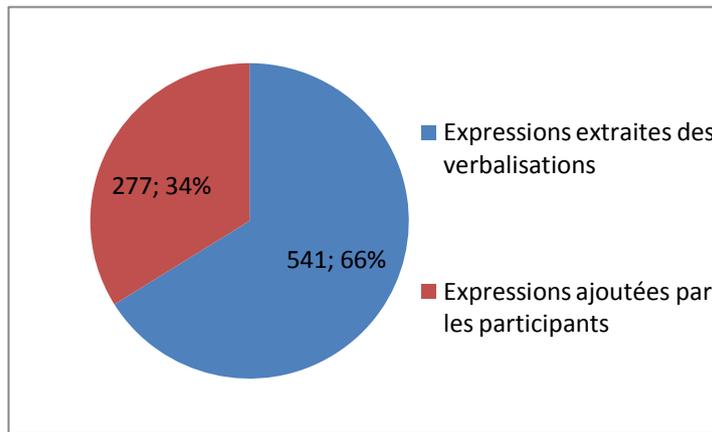


Figure 25: Répartition des expressions contenues dans les fiches-réponses en fonction de leur caractère explicite ou inféré

Le détail des contributions des participants selon leur profil est présenté dans le Tableau 24. Les ingénieurs et les designers ont évoqué plus d'un tiers des besoins et des spécifications totaux (resp., 310/818, c'est-à-dire 38% ; 286/818, c'est-à-dire 35%), suivis par les ergonomes (222/818 ; c'est-à-dire 27%). Cette différence selon le profil au niveau du nombre d'expressions relatives à chacune des sources de besoins et de spécifications change si l'on rapporte ce nombre à l'effectif de chaque groupe pour contrôler l'effet des différences d'effectif entre groupes. Les designers et les ergonomes sont ceux qui ont énoncé le plus d'expressions de besoins (resp. 36% et 35%) suivis des ingénieurs (29%).

Tableau 24: Distribution du nombre d'expressions relatives à chacune des sources de besoins et de spécifications en fonction des profils de participants

	Extraits	Inférés	Totaux
Ingénieurs	229	81	310
Designers	194	92	286
Ergonomes	118	104	222
Totaux	541	277	818

L'analyse des relations entre les variables « profils des participants » et « caractère explicite vs. inféré du besoin/spécification » montre une liaison globale faible ($V2 = 0.03$). L'analyse des taux de liaison²⁷ montre que la proposition de besoins et de spécifications non extraits des verbalisations (c'est-à-dire ajoutés) est caractérisée par une attraction forte en proportion avec le groupe des ergonomes ($TDL = .38$) et une répulsion avec le groupe des ingénieurs ($TDL = -0.23$).

L'analyse du contenu des fiches-réponses permet de constater que les spécifications inférées étaient différentes selon les profils de participants.

Les fonctionnalités proposées par les ergonomes étaient établies indépendamment de la complexité technique de mise en œuvre dans le logiciel (par ex., « *l'environnement virtuel doit être recrée à partir des données sur l'utilisation du produit dans la culture dans laquelle il sera*

²⁷ Cf. Annexe 7, p. 216

introduit »). Une autre caractéristique des fonctionnalités évoquées par les ergonomes est qu'elles sont inférées à partir des connaissances qu'ils ont sur l'interaction homme-machine en lien avec le fonctionnement humain (par ex., « *en cas de problème pouvoir revenir à la dernière bonne configuration* »).

Les fonctionnalités énoncées par les designers étaient des pistes qui montraient l'intérêt du logiciel dans le processus de conception (par ex., « *le logiciel pourrait peut être permettre de sortir des ébauches par imprimante 3D* »).

Enfin, les ingénieurs ont proposé des fonctionnalités en détaillant leur mise en œuvre dans l'application (par ex., « *prendre en compte les retours des utilisateurs en proposant un bloc de commentaire* » et « *la possibilité d'indiquer en rouge les points à changer* »).

Malgré ces spécificités, nous remarquons que des besoins et des spécifications communs ont été extraits des verbalisations. Il s'agissait de services potentiels (par ex., « *outil d'aide à la vente* »), de besoins (par ex., « *modifier l'objet 3D au niveau de la forme, de la couleur et de la texture* ») ou encore de spécifications (par ex., « *pouvoir choisir un environnement virtuel dans une base de données d'environnements virtuels standards* »).

3.1.2 Des besoins et des spécifications communs et spécifiques

Après avoir regroupé les expressions de besoins et de spécifications identiques parmi les 818 expressions inscrites dans les fiches-réponses par les participants, nous avons identifié 59 besoins distincts et 45 spécifications distinctes. Le Tableau 25 montre que la majorité des besoins et des spécifications sont communs à deux ou trois profils de participants. Les besoins communs à plusieurs profils représentent 83% des 59 besoins (49/59), et les spécifications communes représentent 67% des 45 spécifications (30/45). Les besoins spécifiques à un profil correspondent à 17% des besoins (10/59), et les spécifications spécifiques concernent 15% des spécifications.

Tableau 25 : Besoins et spécifications communs et spécifiques aux participants

Besoins			Spécifications		
Communs à 3 profils	Communs à 2 profils	Spécifiques à 1 profil	Communes à 3 profils	Communes à 2 profils	Spécifiques à 1 profil
36	13	10	14	16	15
49 (83%)		10 (17%)	30 (67%)		15 (33%)

Comme le montre le Tableau 26, ce sont les designers qui ont proposé le plus de besoins spécifiques (7/10), suivis des ergonomes (2/10) et des ingénieurs (1/10). La répartition est plus équilibrée concernant les 15 spécifications spécifiques : les designers en ont identifié 6, les ergonomes en ont noté 5 et les ingénieurs en ont inscrit 4.

Tableau 26 : Distribution des besoins et des spécifications communs versus spécifiques en fonction des profils de participants

	Besoins			Spécifications		
	Communs	Spécifiques	Totaux	Communes	Spécifiques	Totaux
Ingénieurs	39	1	40	28	4	32
Designers	49	7	56	22	6	28
Ergonomes	46	2	48	24	5	29

3.1.3 Une majorité de besoins et de spécifications physiques

La Figure 26 montre que les participants ont principalement fourni des besoins et des spécifications physiques (369/818 ; soit 45% des expressions totales). Ils ont un peu moins proposé d'expressions qui sont de l'ordre du service (258/818 ; soit 31% des expressions totales), et encore moins de besoins et de spécifications généraux (194/818 ; soit 24% des expressions totales).

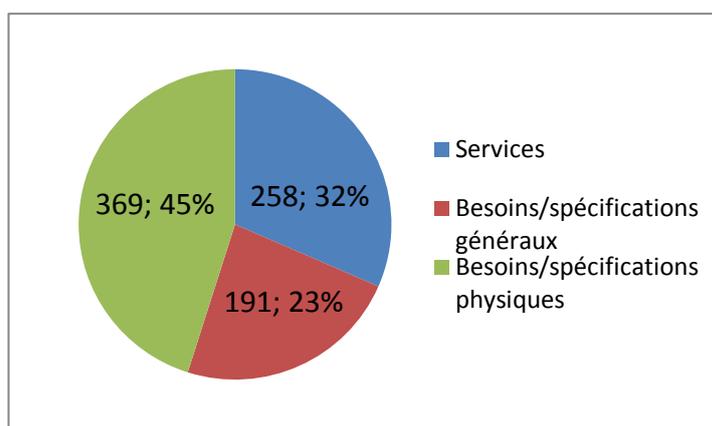


Figure 26: Répartition des expressions contenues dans les fiches-réponses en fonction des trois degrés de raffinement

Le détail des contributions des participants selon leur profil est présenté dans le Tableau 27.

Tableau 27: Distribution des expressions contenues dans les fiches-réponses selon trois degrés de raffinement en fonction des profils de participants

	Services	Besoins / spécifications généraux	Besoins / spécifications physiques	Totaux
Ingénieurs	109	64	137	310
Designers	95	63	128	286
Ergonomes	54	64	104	222
Totaux	258	191	369	818

L'analyse des liaisons entre les variables « profils des participants » et « degrés de raffinement »

montre une liaison globale très faible ($V2 = 0.006$). L'analyse des taux de liaison²⁸ montre que les besoins/spécifications généraux sont caractérisés par une attraction le groupe des ergonomes ($TDL = .23$). Les services sont caractérisés par une répulsion avec le groupe des ergonomes ($TDL = -0.23$).

3.1.4 Les spécifications sont des redites, paraphrases, ensembles, précisions et solutions par rapport aux besoins

Nous avons identifié cinq types de liens entre les besoins et les spécifications. Premièrement, les besoins et les spécifications étaient identiques (par ex., « *pouvoir interagir avec la base de données* »). Deuxièmement, les spécifications étaient des paraphrases des besoins (par ex., le besoin est « *revenir en arrière* » et la spécification est « *retour possible à la dernière bonne config.* »). Troisièmement, les spécifications étaient des ensembles de besoins (par ex., la spécification « *mise à jour* » regroupe les besoins « *bibliothèques réactualisables* » et « *évolutif par rapport aux tendances* »). Quatrièmement, les spécifications étaient des précisions des besoins (par ex., le besoin est « *être multi-utilisateur* » et la spécification est « *proposer des fonctionnalités différentes selon le métier utilisateur : interface ingénieur vs. interface marketeur* »). Cinquièmement, les spécifications sont des moyens de satisfaire les besoins (par ex., le besoin est « *sortir un patronage à partir de fichiers CAO* » et la spécification est « *sortir des ébauches par imprimante 3D* »).

Nous avons également repéré que certains besoins étaient inscrits dans les fiches de besoins et n'avaient pas été repris dans les fiches de spécifications (par ex., « *modéliser des personnes* », « *outil pour l'habillement* »). D'autres spécifications ont été exprimées dans les fiches spécifications sans avoir été évoquées dans les fiches besoins (par ex., « *système auto éducatif* »).

3.1.5 Des classes d'abstraction différentes selon les profils de concepteurs

Cette partie étudie les relations entre les expressions relatives aux six classes d'abstractions et le profil des participants. L'analyse des marges effectuée à partir du Tableau 28 montre que les fiches-réponses étaient essentiellement composées d'expressions de besoins potentiels physiques (277/818 ; c'est-à-dire 34%), de services potentiels (214/818 ; c'est-à-dire 26%), de besoins potentiels généraux (128/818 ; c'est-à-dire 16%), de spécifications physiques (92/818 ; c'est-à-dire 11%), de spécifications générales (63/818 ; c'est-à-dire 8%) et de services prescrits (44/818 ; c'est-à-dire 5%).

²⁸ Cf. Annexe 7, p. 216

Tableau 28: Distribution du nombre d'expressions relatives aux six classes d'abstraction des besoins et des spécifications en fonction des profils de participants

	Services potentiels	Besoins généraux	Besoins physiques	Services prescrits	Spéc. générales	Spéc. physiques	Totaux
Ingénieurs	98	35	90	11	29	47	310
Designers	71	55	118	24	8	10	286
Ergonomes	45	38	69	9	26	35	222
Totaux	214	128	277	44	63	92	818

L'analyse des liaisons entre les variables « profils des participants » et « classes d'abstraction des besoins et des spécifications » montre une liaison globale intermédiaire ($V2 = 0.04$). L'analyse des taux de liaison²⁹ montre que le groupe des ingénieurs est caractérisé par une attraction forte en proportion avec les spécifications physiques (TDL = .35), et inversement une répulsion avec les services prescrits (TDL = -.34) et les besoins potentiels généraux (TDL = -.28). A l'inverse, le groupe des designers est caractérisé par une attraction forte en proportion avec les services prescrits (TDL = .56), et des répulsions avec les spécifications générales (TDL = -.64) et les spécifications physiques (TDL = -.69). Enfin, le groupe des ergonomes est caractérisé par des attractions fortes en proportion avec les spécifications générales (TDL = .52) et les spécifications physiques (TDL = .40), alors qu'une répulsion est observée avec les services prescrits (TDL = -.25).

Un résumé des relations entre le profil des participants et les six classes d'abstraction des besoins et des spécifications est présenté dans le Tableau 8.

Tableau 29: Relations entre le profil des participants et les six classes d'abstraction des besoins

	Attraction(s) notable(s)	Répulsion(s) notable(s)
Ingénieurs	Spécifications physiques	Services prescrits Besoins potentiels généraux
Designers	Services prescrits	Spécifications générales Spécifications physiques
Ergonomes	Spécifications générales Spécifications physiques	Services prescrits

3.2 Modes opératoires mis en œuvre pour passer d'une retranscription de description des attentes à la proposition de spécifications

3.2.1 Deux modes opératoires pour identifier et noter les besoins sur les fiches correspondantes

L'analyse des verbalisations issues des entretiens-débriefing a permis d'identifier deux principaux modes opératoires pour parvenir à l'inscription des besoins dans la fiche-réponse adéquate.

²⁹ Cf. Annexe 7, p. 216

Le premier a consisté à identifier les besoins sur les fiches-réponses uniquement après avoir lu la retranscription. Dans ce cas, la stratégie - déployée par un ingénieur uniquement - consistait à mémoriser les éléments redondants (« *je me suis souvenu des choses parce qu'il y avait pas mal de choses qui se répètent, donc c'est pas dur de se souvenir* »).

Le second mode opératoire a consisté à lire la retranscription (une ou plusieurs fois) en parallèle de l'identification des besoins. Dans ce cas, les participants avaient deux stratégies.

La première stratégie déployée par un seul participant (un ingénieur) consistait à directement relever et noter les besoins sur les fiches correspondantes.

La seconde stratégie - commune aux trois profils - consistait à mettre en évidence ou à annoter les éléments susceptibles d'être repris dans les fiches.

L'analyse des retranscriptions met en évidence quatre types d'annotations : les soulignements ou surlignements, les inscriptions en marge, les inscriptions des mots clés et les accolades. Ces annotations étaient utilisées pour favoriser :

- La compréhension du texte (par ex., « *validation du distributeur* » à côté du paragraphe qui traite de cela) ;
- La structuration du texte (par ex., « *Q* » pour question et « *R* » pour Réponse, inscriptions « *fin* » ou « *résumé* » en marge de la retranscription) ;
- Le remplissage des fiches (par ex., accolades regroupant les éléments relatifs à une même fonctionnalité, soulignements de couleurs différentes suivant les profils des personnes les ayant évoqués, soulignements des objectifs de l'outil comme « *conforter la décision d'achat* », soulignements des buts de l'outil comme « *aider à la décision* », soulignements des idées de fonctionnalités comme « *proposer un environnement* », soulignements des éléments de l'activité existante comme « *on enlèvera pas l'étape de proto physique* », soulignement des attributs du logiciel comme « *intuitif* », soulignement de couleurs différentes de ce que devait permettre le logiciel en général et des points plus précis), annotations du type *F* pour besoin fonctionnel et *NF* pour besoin non-fonctionnel, ou encore des couleurs différentes pour chaque type de besoins.

3.2.2 Deux modes opératoires pour transformer les besoins en spécifications

Les entretiens-débriefing ont permis de repérer deux principaux modes opératoires mis en œuvre par les participants pour proposer des spécifications.

Le premier a seulement été appliqué par des ingénieurs. Il a consisté à proposer des spécifications directement à partir de la retranscription, c'est-à-dire que les participants ont noté les spécifications en même temps que de relever les besoins sur les fiches.

Le second mode opératoire a consisté à élaborer les spécifications après avoir listé les besoins. Dans ce cas, les participants ont adopté six stratégies.

La première - commune aux trois profils - a consisté à concevoir des spécifications en faisant la synthèse des besoins fonctionnels et des besoins non-fonctionnels.

La seconde stratégie est commune aux ingénieurs et aux designers : il s'agissait de sélectionner les besoins jugés principaux par les participants.

La troisième stratégie était propre aux ingénieurs qui considéraient qu'élaborer des spécifications revenaient à « *chercher des solutions et des méthodes pour résoudre les besoins* ». Cela est

cohérent avec l'idée qu'une spécification correspond aux « *détails qui permettent de réaliser les besoins* » (données issues des entretiens-débriefing avec un ingénieur).

La quatrième stratégie mise en œuvre par les designers a consisté à identifier les enjeux du projet pour chacun des acteurs impliqués (concepteurs, clients et distributeurs). Ce point est en accord avec l'idée que les designers définissaient les spécifications comme le positionnement de l'artefact par rapport aux utilisateurs potentiels, les éléments nouveaux par rapport à ce qui se fait sur le marché (données issues des entretiens-débriefing).

La cinquième stratégie propre aux designers consistait à proposer des nouvelles idées venant combler les manques identifiés à partir des listes de besoins.

La dernière stratégie était la reformulation : des ergonomes nous ont expliqué qu'ils modifiaient la syntaxe des besoins pour établir des recommandations qui soient « *suffisamment compréhensibles pour servir de support de discussion avec les ingénieurs* ». A ce propos, les ergonomes considèrent que les spécifications sont les besoins sélectionnés/ priorités par rapport à ce qui est réaliste pour la réalisation du projet (données issues des entretiens-débriefing).

4 Discussion : des contributions aux niveaux d'abstraction différentes selon les profils de concepteurs

Le passage des besoins et des idées des utilisateurs à l'élaboration de spécifications par les concepteurs est ici considéré comme un processus de réduction de l'espace du problème de conception par différents niveaux d'abstraction sur l'artefact (par ex., Darses, 1992 ; Rasmussen, 1986, 1987). C'est à partir de ces travaux que nous avons construit notre propre hiérarchie d'abstraction qui nous a permis de catégoriser les expressions listées par les participants, ayant trois profils différents. Selon leur profil, les participants ont inscrit des spécifications de niveau d'abstraction différent : les designers ont prescrit les buts et les services de l'artefact, les ingénieurs ont plutôt évoqué des spécifications physiques, tandis que les ergonomes ont exprimé des spécifications générales et physiques. La Figure 27 résume ce positionnement par rapport aux niveaux d'abstraction :

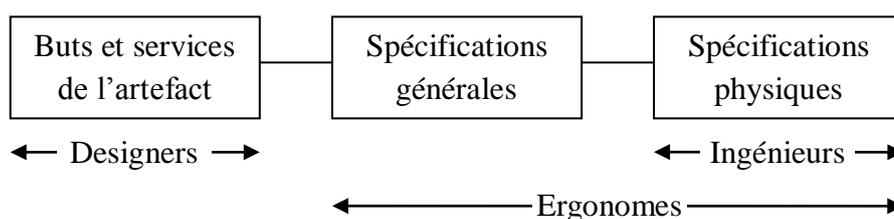


Figure 27 : Contributions des profils de participants aux niveaux d'abstraction

Le fait que les ingénieurs expriment davantage de spécifications physiques s'explique probablement par leurs formations techniques d'élèves-ingénieurs en Réalité Virtuelle. Par ailleurs, les spécifications inférées (au sens de « ajoutées par les participants par rapport à la retranscription ») diffèrent selon les profils des participants. Un exemple typique correspond à l'inférence par les ergonomes de spécifications indépendamment de la complexité technique d'implémentation dans l'artefact, mais en adéquation avec le fonctionnement humain. Ces résultats confirment l'intérêt de composer des équipes pluridisciplinaires de concepteurs, car ceux-ci, en fonction de leur profil, ne produisent pas les mêmes types de spécifications. Nos résultats indiquent qu'environ un tiers des spécifications proposées sont spécifiques à un seul

profil de participant.

Une autre contribution de cette étude est qu'elle produit des données sur les liens qualitatifs existant entre les besoins et les spécifications. Les expressions de spécifications sont des redites, des paraphrases, des ensembles, des précisions et des solutions relatives aux expressions de besoins.

Enfin, nous avons observé que certains besoins inscrits sur les fiches-réponses de besoins ne sont pas repris dans les fiches de spécifications. Cela suggère que les participants ayant bien repéré ces besoins ont estimé qu'ils n'étaient pas à implémenter dans un premier temps (d'où leur absence dans les fiches de spécifications). Dans la résolution de problèmes créatifs, Chevalier et Bonnardel (2003) qualifient cette stratégie de « stratégie de report ». De plus, certaines spécifications ont été ajoutées dans les fiches de spécifications sans avoir été évoquées dans les verbalisations ou dans les fiches de besoins ; cette stratégie correspond à une « stratégie d'anticipation ».

5 Limites de l'étude

Une première limite réside dans le fait que les participants à cette étude sont une population d'étudiants et non de professionnels expérimentés. Nous avons opté pour ce choix parce qu'il était trop difficile de réunir autant de professionnels dans un espace-temps si restreint.

Une autre limite concerne les conditions de passation des expérimentations par les ergonomes. Les passations ont été réalisées en mon absence et directement au domicile des participants. Ils avaient alors davantage de temps disponible par rapport aux deux autres profils de participants. Les entretiens-débriefing n'ont pas pu se faire immédiatement après la réalisation des tâches expérimentales. A cause de cette distance temporelle entre les expérimentations et les entretiens, il était alors probable qu'il y ait eu plus de pertes d'informations par rapport aux entretiens immédiats après passation. Pour limiter cette perte d'informations, nous avons pris soin d'expliquer aux participants que l'entretien devait se faire idéalement juste après la passation, ou au moins très rapidement après la passation. Nous avons également insisté sur le fait qu'ils devaient poster rapidement le support, les fiches-réponses et les éventuels brouillons. Nous avons choisi de procéder ainsi, et ce malgré l'ensemble des conséquences qu'occasionnaient ces conditions de passation, car c'était pour nous le seul moyen d'avoir accès à ce profil. Ces ergonomes avaient d'ailleurs accepté de participer à condition de pouvoir faire cela chez eux. En effet, se réunir ensemble dans un même endroit au moment où les passations avaient eu lieu était trop contraignant pour eux.

6 Conclusion et perspectives

L'objectif de cette étude exploratoire était de comprendre comment les ingénieurs, les designers et les ergonomes passaient d'une description des attentes des utilisateurs à l'élaboration de spécifications.

Les méthodes utilisées ont été l'expérimentation et l'entretien-débriefing pour le recueil de données et les analyses quantitatives et qualitatives des fiches-réponses et des retranscriptions

d'entretiens.

Nos résultats mettent en évidence un lien intermédiaire entre les profils des participants et les classes d'abstraction des besoins et des spécifications. Les ergonomes contribuent fortement aux spécifications générales et aux spécifications physiques, les ingénieurs définissent essentiellement les spécifications physiques et les designers prescrivent les buts et les services.

Notre analyse qualitative a également mis en évidence que les spécifications inférées étaient différentes selon les profils des participants. Ces constats confirment l'intérêt de composer des équipes pluridisciplinaires du fait que différents types de concepteurs produisent des spécifications complémentaires.

Notre étude montre que les participants ont évoqué moins de spécifications que de besoins. Cela peut s'expliquer par le fait que certaines spécifications constituent un ensemble de besoins plus précis, et que des besoins inscrits dans les fiches de besoins n'ont pas été recités dans les fiches de spécifications. Ces résultats sont en accord avec la réduction de l'espace du problème de conception pour tendre vers des solutions plus ciblées.

L'analyse des entretiens a permis d'identifier deux modes opératoires pour proposer des spécifications. Le premier a consisté à lire le support et à inscrire les spécifications au fil de la lecture de la retranscription en même temps que de relever les besoins. Le second mode opératoire a consisté à lire la retranscription, puis à inscrire les besoins sur les fiches, puis à lire les listes de besoins, et enfin à inscrire les spécifications sur la fiche adéquate.

En rapport avec les limites évoquées précédemment, les résultats de cette étude sont des tendances qu'il serait nécessaire de confirmer ou d'infirmer. Concrètement, il s'agirait d'inclure davantage de participants correspondant à chaque profil dans les expérimentations et de réaliser des passations dans des conditions de réalisation identiques à celles des ingénieurs et des designers.

CHAPITRE 6

ETUDE DE LA PRIORISATION DES BESOINS FONCTIONNELS PAR LES UTILISATEURS

1 Introduction

Cette étude vise à examiner, sur la base d'un projet réel, la contribution effective des utilisateurs à la priorisation des besoins fonctionnels. Trois profils d'utilisateurs ont été étudiés comparativement : designers, ingénieurs et marketeurs.

Les recherches décrites dans l'état de l'art ont montré qu'il existait plusieurs catégories de méthodes de priorisation : les échelles nominales, les échelles ordinales et les échelles de ratio (Ma, 2009). Dans les méthodes d'échelles nominales, les exigences sont classées dans différentes catégories ; les méthodes d'échelles ordinales produisent des listes ordonnées de besoins ; les méthodes d'échelles de ratio fournissent des différences relatives entre les exigences. La méthode MoScow est un exemple de méthode nominale : elle consiste en le regroupement d'exigences dans quatre groupes de priorité : les exigences que le système [doit/devrait/pourrait/pourra dans une nouvelle version] satisfaire. Les exigences classées dans une catégorie ont de fait une priorité identique. Cette méthode ne permet pas de réaliser une priorisation fine des besoins les uns par rapport aux autres. Toutefois, elle est facile à utiliser comparativement à d'autres méthodes (par ex., le tri à bulles) et ne contraint pas les utilisateurs à ordonner chacun des besoins, les uns par rapport aux autres comme les méthodes ordinales.

Les études réalisées sur les méthodes (par ex., Lehtola & Kauppinen, 2004 ; Ma, 2009) ont cherché à les comparer en termes de temps nécessaire à la priorisation ou encore la satisfaction de l'utilisateur des méthodes, généralement un concepteur. Mais, elles ne visaient pas à analyser la façon dont les résultats de la priorisation par les futurs utilisateurs impactait la conception de l'artefact.

Notre étude est originale dans la mesure où elle consiste en l'étude des effets d'une méthode de priorisation nominale sur la construction de besoins et la conception de l'utilité d'un artefact innovant.

Dans ce chapitre, nous montrons que plusieurs niveaux peuvent être associés à une fonctionnalité au sein d'un même profil et que les niveaux de priorité associés aux mêmes fonctionnalités peuvent être communs ou spécifiques aux profils des utilisateurs. Nos données mettent en évidence qu'une fonctionnalité « très importante » pour les utilisateurs n'est pas systématiquement implémentée, tandis que d'autres jugées globalement « peu importante » ou « inutile » le seront. Après avoir établi l'existence d'un lien entre les niveaux de priorité et les propositions vs. l'absence de propositions de fonctions supplémentaires, nous montrons que ces dernières sont des fonctionnalités nouvelles ou des précisions.

2 Méthode

2.1 Participants

Cette étude a impliqué vingt participants répartis de la façon suivante : huit ingénieurs (trois de l'entreprise A et cinq de l'entreprise B), huit designers (quatre de l'entreprise A, trois de l'entreprise B et un de l'entreprise C) et quatre marketeurs (deux de l'entreprise A et deux de l'entreprise B).

Nous renvoyons à l'introduction dans laquelle les entreprises A, B et C ont été présentées. Les participants avaient en moyenne 41.3 ans (E.T. = 7.8 ans ; Min = 28 ; Max = 60) et 20.1 années d'expérience (E.T. = 8.6 ans ; Min = 5 ; Max = 37).

2.2 Méthodes de recueil de données : questionnaire et méthode nominale de priorisation

Le matériel utilisé pour recueillir les données concernant le processus de sélection et de hiérarchisation des besoins était constitué par un questionnaire. Ce questionnaire présentait une liste de fonctions d'Appli-Viz'3D devant être priorisées par les utilisateurs (Tableau 30) et reprises d'un précédent démonstrateur « Virtual Kid » (Figure 28) - une boutique virtuelle ayant suscité l'intérêt du Pôle Enfant et ayant contribué au lancement du projet 3D Child. Ce questionnaire avait été élaboré par des concepteurs non ingénieurs, car nous pensions *a priori* que le concepteur-ingénieur restreindrait trop d'emblée le champ des possibles.



Figure 28: Virtual Kid

Les sujets devaient prioriser ces fonctionnalités en utilisant des notes allant de 1 à 5 (1 = très important, 2 = important, 3 = moyennement important, 4 = peu important et 5 = inutile). Nous avons choisi la méthode nominale de priorisation pour sa facilité d'utilisation qui ne nécessitait pas d'apprentissage de la part des utilisateurs. Nous demandions également aux questionnés d'ajouter leurs propositions de nouvelles fonctionnalités pour la conception du futur outil.

Tableau 30 : Fonctionnalités anticipées, issues du démonstrateur "Virtual Kid"

Positionner des mannequins 3D adoptant des postures ergonomiques
Permettre de se déplacer dans la scène
Changer la disposition des objets
Permettre de voir la scène comme un enfant (petite taille)
Paramétrer les dimensions de l'environnement
Changer la couleur des objets
Changer la texture des objets
Modifier les décors
Voir des avatars se mouvoir dans la scène
Pouvoir changer la couleur des murs

Le remplissage du questionnaire s'est fait suite à une présentation du projet 3D Child et au déroulement d'un film présentant l'application Virtual Kid et la présentation de ses

fonctionnalités. Dans chaque entreprise, nous avons regroupé les personnes dans une même salle afin qu'ils complètent le questionnaire. Le film de Virtual Kid devait permettre aux utilisateurs de se représenter les fonctionnalités anticipées sur la liste proposée dans le questionnaire.

2.3 Données recueillies

Les données recueillies sont des listes de fonctionnalités anticipées priorisées, et éventuellement des fonctionnalités spontanément évoquées. Ces dernières peuvent avoir été priorisées ou non. Dans l'exemple présenté dans le Tableau 31, les fonctionnalités évoquées spontanément (encadré rouge) n'ont pas été priorisées.

Tableau 31 : Liste de fonctionnalités complétée par un designer

1	Positionner des mannequins 3D adoptant des postures ergonomiques
2	Permettre de se déplacer dans la scène
3	Changer la disposition des objets
2	Permettre de voir la scène comme un enfant (petite taille)
2	Paramétrer les dimensions de l'environnement
5	Changer la couleur des objets
5	Changer la texture des objets
3	Modifier les décors
2	Voir des avatars se mouvoir dans la scène
3	Pouvoir changer la couleur des murs
	<i>Permettre au mannequin d'avoir une action sur l'objet (monter une échelle, ouvrir un tiroir)</i>
	<i>Intégrer des objets ambiants liés directement à la fonctionnalité du projet</i>

2.4 Méthodes d'analyse de données : fréquences d'occurrence et analyse du contenu des listes complétées

2.4.1 Analyse statistique des attributions aux niveaux de priorité en fonction des fonctionnalités

L'analyse quantitative est basée sur le comptage d'effectifs. Nous avons comptabilisé les occurrences de chaque note (ou niveau de priorité) attribuée par les utilisateurs : 1 (très importante), 2 (important), 3 (moyennement important), 4 (peu important) et 5 (inutile) à chaque fonctionnalité. Nous avons sommé ces effectifs pour chacun des trois profils d'utilisateurs, puis

pour tous les profils confondus : ingénieur, designer et marketeur. Les tableaux de données qui en résultent sont des tableaux de « fonctionnalité » par « niveau de priorité » pour chaque profil.

2.4.2 Analyse des relations entre les niveaux de priorité et la présence vs. l'absence de propositions d'ajouts

Pour analyser le lien entre les niveaux de priorité associés aux fonctionnalités anticipées et la proposition ou l'absence de propositions de fonctionnalités, nous avons identifié le niveau de priorité le plus fréquemment utilisé dans chacune des listes (c'est-à-dire, que la fréquence d'occurrence de ce niveau était supérieure de 1 point, par rapport aux fréquences des autres niveaux). Le problème se posait dès lors qu'aucun niveau ne se distinguait en termes de fréquence. Dans ces cas, nous avons extraits les listes dans lesquelles ne se dégageait aucun niveau plus fréquemment utilisé (trois listes ont été retirées). Au total, dix-sept listes ont été analysées. Nous avons comptabilisé les listes en fonction des niveaux les plus fréquemment attribués et la présence vs. l'absence de propositions d'ajouts. Le tableau qui en résulte est un tableau de « niveau de priorité » par « proposition ou absence de proposition d'ajouts de fonctionnalités ».

2.4.3 Analyse des propositions d'ajouts de fonctionnalités

Nous avons étudié le contenu des fonctionnalités spontanément évoquées pour déterminer s'il s'agissait de fonctionnalités nouvelles ou de précisions par rapport aux fonctionnalités déjà listées. Nous définissons les fonctionnalités nouvelles comme celles qui ne constituent pas une partie d'une fonctionnalité déjà anticipée (par ex., « *permettre aux mannequins d'avoir une action sur l'objet comme tirer les tiroirs* »). Une précision correspond à une partie ou à un détail d'une fonctionnalité déjà proposée dans la liste (par ex., « *intégrer des mannequins adultes et des mannequins enfants* » est une précision de « *positionner des mannequins 3D adoptant des postures ergonomiques* » dans la mesure où elle indique que, parmi les mannequins 3D, des adultes et des enfants doivent pouvoir être intégrés).

Nous avons ensuite compté le nombre de fonctionnalités nouvelles et de précisions pour analyser la répartition au sein des fonctionnalités spontanément énoncées.

Toutefois, ce comptage n'était pas suffisant pour rendre compte des fonctionnalités communes vs. spécifiques aux profils d'utilisateurs. En effet, une même fonctionnalité est susceptible d'avoir été comptée deux fois. Pour pallier à cela, nous avons analysé qualitativement les fonctionnalités ajoutées par les utilisateurs questionnés afin de repérer celles qui étaient identiques entre les différentes listes. Pour ce faire, nous avons établi des équivalences entre les expressions de fonctionnalités qui contenaient les mêmes termes ou des synonymes (par ex., « *pouvoir manipuler et se servir des fonctions produits* » (évoquée par un ingénieur), « *permettre d'utiliser, de saisir les objets* » (exprimée par un marketeur)).

2.4.4 Analyse de la prise en compte des priorisations par les concepteurs

Pour analyser la prise en compte des priorisations des utilisateurs par les concepteurs, nous avons cherché à connaître, parmi les fonctionnalités priorisées, celles qui avaient effectivement été validées et implémentées par les concepteurs. Pour cela, nous avons mis en correspondance les niveaux de priorité associés aux fonctionnalités anticipées et les besoins implémentés de l'étude

présentée dans le Chapitre 4.

3 Résultats : contributions et activités associées à la priorisation des besoins dans la conception par les utilisateurs (l'exemple d'Appli-Viz'3D)

3.1 Des niveaux de priorités différents selon les fonctionnalités

L'analyse des marges effectuée à partir du Tableau 32 met en évidence que les utilisateurs questionnés ont essentiellement attribué des niveaux de priorité du type « très important » et « important » (resp. 61/194 ; soit 31% et 61/194 ; soit 31%), suivis du niveau « moyennement important » (38/194 ; soit 20%). Les niveaux de priorité du type « peu important » et « inutile » ont été bien moins attribués (resp. 20/194 ; soit 10% ; 14/194 ; soit 7%).

Tableau 32 : Distribution du nombre d'attributions à chacun des cinq niveaux de priorité aux fonctionnalités anticipées

Fonctionnalités	Très imp.	Imp.	Moy. imp.	Peu imp.	Inutile	Totaux
Positionner des mannequins virtuels adoptant des postures ergonomiques	16	2	0	0	2	20
Permettre de se déplacer dans la scène	10	7	1	1	1	20
Changer la disposition des objets	5	9	3	2	1	20
Modifier les décors	2	8	6	2	2	20
Paramétrer les dimensions de l'environnement	5	7	3	2	3	20
Pouvoir changer la couleur des murs	1	5	7	3	4	20
Permettre de voir la scène comme un enfant (petite taille)	7	7	3	2	1	20
Changer la couleur des objets	5	5	5	2	3	20
Changer la texture des objets	5	5	6	1	3	20
Voir des avatars se mouvoir dans la scène virtuelle	3	6	4	5	2	20
Totaux	59	61	38	20	22	200

L'analyse des relations entre les deux variables « fonctionnalités » et « niveaux de priorité » montre une liaison globale intermédiaire ($V2 = 0.07$). L'analyse des taux de liaison³⁰ met en évidence que la fonctionnalité « positionner des mannequins virtuels adoptant des postures ergonomiques » est caractérisée par une attraction forte en proportion avec le niveau de priorité « très important » ($TDL = 1.71$), alors qu'une répulsion est observée avec le niveau « important » ($TDL = -.67$). La fonctionnalité « permettre de se déplacer dans la scène » est caractérisée par une forte attraction forte avec le niveau « très important » ($TDL = .69$), et par une répulsion avec le niveau « moyennement important » ($TDL = -.74$), « inutile » ($TDL = -.55$) et « peu important »

³⁰ Cf. Annexe 8 p. 217

(TDL=-.50). Une attraction est observée entre la fonctionnalité « changer la disposition des objets » et le niveau « important » (TDL=.48). La fonctionnalité « modifier les décors » a essentiellement été jugée « importante » (TDL=.31) et « moyennement importante » (TDL=.58). La fonctionnalité « voir les avatars se mouvoir dans la scène » est caractérisée par une forte attraction avec le niveau « peu important » (TDL=1.50), et une forte répulsion avec le niveau « très important » (TDL=-.49). On retrouve de fortes attractions entre la fonctionnalité « pouvoir changer la couleur des murs » avec les niveaux de priorité « moyennement important » (TDL=.84), « peu important » (TDL=.50) et « inutile » (TDL=-.82), ainsi qu'une forte répulsion avec le niveau de priorité « très important » (TDL=-.83). La fonctionnalité « paramétrer les dimensions de l'environnement » a été jugée « inutile » (TDL=.36). Nous observons une forte attraction entre la fonctionnalité « changer la couleur des objets » et les niveaux « moyennement important » (TDL=.32) et « inutile » (TDL=.36). De même, la fonctionnalité « changer la texture des objets » est caractérisée par de fortes attractions avec le niveau « moyennement important » (TDL=.58) et « inutile » (TDL=.36), tandis qu'une forte répulsion est observée avec le niveau « peu important » (TDL=-.50).

3.2 Des fonctionnalités prioritaires pour les utilisateurs n'ont pas été implémentées par les concepteurs

Le Tableau 33 synthétise les fonctionnalités (colonne de gauche), les taux de liaison associés à chaque niveau de priorité pour chacune des fonctionnalités (colonnes au centre), et l'état de la fonctionnalité à la fin du projet implémentée vs. non implémentée (colonne de droite).

Tableau 33 : Taux de liaisons entre fonctionnalité et niveau de priorité, ainsi qu'état de la fonctionnalité en fin de projet

Intitulé des fonctionnalités	Très imp.	Imp.	Moy. imp.	Peu imp.	Inutile	Implémenté / Non implémenté
Positionner des mannequins virtuels adoptant des postures ergonomiques	1,71	-0,67	-1,00	-1,00	-0,09	Non implémenté
Permettre de se déplacer dans la scène	0,69	0,15	-0,74	-0,50	-0,55	Implémenté
Changer la disposition des objets	-0,15	0,48	-0,21	0,00	-0,55	Implémenté
Modifier les décors	-0,66	0,31	0,58	0,00	-0,09	Implémenté
Paramétrer les dimensions de l'environnement	-0,15	0,15	-0,21	0,00	0,36	Implémenté
Pouvoir changer la couleur des murs	-0,83	-0,18	0,84	0,50	0,82	Implémenté
Permettre de voir la scène comme un enfant (petite taille)	0,19	0,15	-0,21	0,00	-0,55	Implémenté
Changer la couleur des objets	-0,15	-0,18	0,32	0,00	0,36	Non implémenté
Changer la texture des objets	-0,15	-0,18	0,58	-0,50	0,36	Non implémenté
Voir des avatars se mouvoir dans la scène virtuelle	-0,49	-0,02	0,05	1,50	-0,09	Implémenté

Ce tableau fait apparaître que, parmi les fonctionnalités associées à un niveau de priorité « très important » par les utilisateurs, nous observons l'une d'elles n'a pas été implémentée par les concepteurs. Il s'agit de la fonctionnalité « positionner des mannequins 3D adoptant des postures ergonomiques » qui a été fréquemment associée à « très importante » (TDL=1.71) : elle n'a été que partiellement prise en compte par les concepteurs, dans la mesure où il est effectivement possible dans Appli-Viz'3D d'intégrer des mannequins 3D, mais ces derniers n'adoptent pas de postures qui permettent de tester l'« ergonomie » des produits. La raison évoquée par le concepteur-ingénieur concernait des contraintes techniques, notamment en termes de collisions entre le mannequin et le produit. Du côté des utilisateurs, une certaine frustration s'est faite ressentir jusqu'à la livraison de l'artefact. La seconde fonctionnalité jugée majoritairement « très importante » a été implémentée : en effet, « permettre de se déplacer dans la scène » estimée principalement « très importante » (TDL=.69) est proposée dans Appli-Viz'3D.

Inversement, la fonctionnalité « pouvoir changer la couleur des murs » qui est caractérisée par de fortes attractions avec les niveaux de priorité « moyennement important » (TDL=.84), « peu important » (TDL=.50) et « inutile » (TDL=.82), et qui a été implémentée. La fonctionnalité « voir des avatars se mouvoir dans la scène virtuelle », bien qu'essentiellement jugée « peu importante » en proportion (TDL=1.50), a été implémentée. C'est également le cas de la fonctionnalité « changer la couleur des murs » jugée principalement « inutile » en proportion (TDL=.36) et de fait moins « prioritaire » que celles évaluées comme étant « très importantes », a été implémentée.

Enfin, les résultats montrent que des fonctionnalités jugées essentiellement « moyennement importante » et « inutile » n'ont pas été implémentées. Il s'agit des fonctionnalités « changer la couleur des objets » et « changer la texture des objets ».

3.3 Des niveaux de priorités différents selon les fonctionnalités et le profil des utilisateurs

3.3.1 Priorisation des fonctionnalités selon les ingénieurs

L'analyse des marges effectuée à partir du Tableau 34 met en évidence que les utilisateurs questionnés ont essentiellement attribué des niveaux de priorité du type « important » (25/80 ; soit 31%), suivis du niveau « très important » (17/80 ; soit 21%) et « moyennement important » (16/80 ; soit 20%). Les niveaux de priorité du type « peu important » et « inutile » ont été bien moins attribués (resp. 11/80 ; soit 14% ; 11/80 ; soit 14%).

Tableau 34 : Distribution du nombre d'attributions, par les ingénieurs, à chacun des cinq niveaux de priorité aux fonctionnalités anticipées

Fonctionnalités	Très imp.	Imp.	Moy. Imp.	Peu imp.	Inutile	Totaux
Positionner des mannequins virtuels adoptant des postures ergonomiques	8	0	0	0	0	8
Permettre de se déplacer dans la scène	3	4	1	0	0	8
Changer la disposition des objets	2	4	1	1		8
Modifier les décors		2	3	2	1	8
Paramétrer les dimensions de l'environnement	1	2	2	1	2	8
Pouvoir changer la couleur des murs	0	1	2	2	3	8
Permettre de voir la scène comme un enfant (petite taille)	2	5	0	1	0	8
Changer la couleur des objets	0	3	1	2	2	8
Changer la texture des objets	0	2	3	1	2	8
Voir des avatars se mouvoir dans la scène virtuelle	1	2	3	1	1	8
Totaux	17	25	16	11	11	80

L'analyse des relations entre les deux variables « fonctionnalités » et « niveaux de priorité » montre une liaison globale forte ($V2 = 0.20$). L'analyse des taux de liaison³¹ met en évidence que la fonctionnalité « positionner des mannequins virtuels adoptant des postures ergonomiques » est caractérisée par une attraction forte en proportion avec le niveau de priorité « très important » (TDL = 3.71). La fonctionnalité « permettre de se déplacer dans la scène » est caractérisée par une forte attraction forte avec les niveaux « très important » (TDL = .76) et « important »

³¹ Cf. Annexe 8 p. 217.

(TDL=.60), et par une répulsion avec le niveau « moyennement important » (TDL=-.38). Une attraction est observée entre la fonctionnalité « changer la disposition des objets » et le niveau « important » (TDL=.60), alors qu'une répulsion est observée entre cette fonctionnalité et le niveau « moyennement important » (TDL=-.38). La fonctionnalité « modifier les décors » a essentiellement été jugée « moyennement importante » (TDL=.88) et « peu importante » (TDL=.82). La fonctionnalité « voir les avatars se mouvoir dans la scène » a été jugée « moyennement importante » (TDL=.88), et beaucoup moins « très importante » (TDL=-.41). On retrouve de fortes attractions entre la fonctionnalité « pouvoir changer la couleur des murs » avec les niveaux de priorité « inutile » (TDL=1.73), « peu important » (TDL=.82) et « moyennement important » (TDL=.25), alors qu'une forte répulsion avec le niveau de priorité « important » (TDL=-.60). La fonctionnalité « paramétrer les dimensions de l'environnement » a été essentiellement jugée « inutile » (TDL=.82) et « moyennement importante » (TDL=.25), et beaucoup moins « très importante » (TDL=-.41). Nous observons une forte attraction entre la fonctionnalité « changer la couleur des objets » et les niveaux « peu important » (TDL=.82) et « inutile » (TDL=.82), tandis qu'une répulsion est observée entre cette fonctionnalité et le niveau « moyennement importante » (TDL=-.38). La fonctionnalité « changer la texture des objets » est caractérisée par de fortes attractions avec le niveau « moyennement important » (TDL=.88) et « inutile » (TDL=.82). La fonctionnalité « permettre de voir la scène comme un enfant » est jugée « importante » (TDL=1.00).

Un résumé des principales relations entre les fonctionnalités et niveaux de priorité pour les ingénieurs est présenté dans le Tableau 35.

Tableau 35 : Relations entre les fonctionnalités et les niveaux de priorité pour les ingénieurs

Fonctionnalités	Attraction(s) notable(s)	Répulsion(s) notable(s)
Positionner des mannequins virtuels adoptant des postures ergonomiques	Très importante	Importante Moyennement importante Peu importante Inutile
Permettre de se déplacer dans la scène	Très importante Importante	Moyennement importante Peu importante Inutile
Changer la disposition des objets	Importante	Moyennement importante Inutile
Modifier les décors	Moyennement importante Peu importante	Très importante
Paramétrer les dimensions de l'environnement	Moyennement importante Inutile	Très importante
Pouvoir changer la couleur des murs	Moyennement importante Peu importante Inutile	Très importante Importante
Permettre de voir la scène comme un enfant (petit taille)	Importante	Moyennement importante Inutile
Changer la couleur des objets	Peu importante Inutile	Très importante Moyennement importante
Changer la texture des objets	Moyennement importante Inutile	Très importante
Voir des avatars se mouvoir dans la scène virtuelle	Moyennement importante	Très importante

3.3.2 Priorisation des fonctionnalités selon les designers

L'analyse des marges effectuée à partir du Tableau 36 met en évidence que les utilisateurs questionnés ont essentiellement attribué des niveaux de priorité du type « très important » (32/80 ; soit 40%), suivis du niveau « important » (19/80 ; soit 24%). Les niveaux de priorité du type « moyennement important », « inutile » et « peu important » ont été moins attribués (resp. 13/80 ; soit 16% ; 11/80 ; soit 14% ; 5/80 ; soit 6%).

Tableau 36 : Distribution du nombre d'attributions, par les designers, à chacun des cinq niveaux de priorité aux fonctionnalités anticipées

Fonctionnalités	Très imp.	Imp.	Moy. imp.	Peu imp.	Inutile	Totaux
Positionner des mannequins virtuels adoptant des postures ergonomiques	6	0	0	0	2	8
Permettre de se déplacer dans la scène	5	1	0	1	1	8
Changer la disposition des objets	2	3	2	0	1	8
Modifier les décors	2	4	1	0	1	8
Paramétrer les dimensions de l'environnement	4	1	1	1	1	8
Pouvoir changer la couleur des murs	1	3	3	0	1	8
Permettre de voir la scène comme un enfant (petite taille)	4	1	1	1	1	8
Changer la couleur des objets	3	1	3	0	1	8
Changer la texture des objets	3	2	2	0	1	8
Voir des avatars se mouvoir dans la scène virtuelle	2	3	0	2	1	8
Totaux	32	19	13	5	11	80

L'analyse des relations entre les deux variables « fonctionnalités » et « niveaux de priorité » montre une liaison intermédiaire ($V2 = 0.11$). L'analyse des taux de liaison³² met en évidence que la fonctionnalité « positionner des mannequins virtuels adoptant des postures ergonomiques » est caractérisée par une attraction forte en proportion avec le niveau de priorité « très important » (TDL = .88) et « inutile » (TDL=.82). La fonctionnalité « permettre de se déplacer dans la scène » est caractérisée par une forte attraction forte avec les niveaux « très important » (TDL = .56) et « peu important » (TDL=1.00), alors qu'une répulsion est observée avec le niveau « important » (TDL=-.47). Une attraction est observée entre la fonctionnalité « changer la disposition des objets » et le niveau « important » (TDL=.58) et « moyennement important » (TDL=.54), alors qu'une répulsion est observée entre cette fonctionnalité et le niveau « très important » (TDL=-.38). La fonctionnalité « modifier les décors » a essentiellement été jugée « importante » (TDL=1.11) et beaucoup moins « très importante » (TDL=-.38). La fonctionnalité « voir les avatars se mouvoir dans la scène » a été jugée « importante » (TDL=.58) et « peu importante » (TDL=3.00), et beaucoup moins « très importante » (TDL=-.38). On

³² Cf. Annexe 8 p. 217.

retrouve de fortes attractions entre la fonctionnalité « pouvoir changer la couleur des murs » avec les niveaux de priorité « important » (TDL=.58) et « moyennement important » (TDL=1.31), alors qu'une forte répulsion avec le niveau de priorité « très important » (TDL=-.69). La fonctionnalité « paramétrer les dimensions de l'environnement » a été essentiellement jugée « très importante » (TDL=.25) et « peu importante » (TDL=1.00), et beaucoup moins « importante » (TDL=-.47). Nous observons une forte attraction entre la fonctionnalité « changer la couleur des objets » et les niveaux « moyennement important » (TDL=1.31), tandis qu'une répulsion est observée entre cette fonctionnalité et le niveau « importante » (TDL=-.47). La fonctionnalité « changer la texture des objets » est caractérisée par de fortes attractions avec le niveau « moyennement important » (TDL=.54). La fonctionnalité « permettre de voir la scène comme un enfant » est jugée « très importante » (TDL=.25) et « peu importante » (TDL=1.00).

Un résumé des principales relations entre les fonctionnalités et niveaux de priorité pour les designers est présenté dans le Tableau 37.

Tableau 37 : Relations entre les fonctionnalités et les niveaux de priorité pour les designers

Fonctionnalités	Attraction(s) notable(s)	Répulsion(s) notable(s)
Positionner des mannequins virtuels adoptant des postures ergonomiques	Très importante Inutile	Importante Moyennement importante Peu importante
Permettre de se déplacer dans la scène	Très importante Peu importante	Importante Moyennement importante
Changer la disposition des objets	Importante Moyennement importante	Très importante Peu importante
Modifier les décors	Importante	Très importante Peu importante
Paramétrer les dimensions de l'environnement	Très importante Peu importante	Importante
Pouvoir changer la couleur des murs	Importante Moyennement importante	Très importante Peu importante
Permettre de voir la scène comme un enfant (petit taille)	Très importante Peu importante	Importante
Changer la couleur des objets	Moyennement importante	Importante Peu importante
Changer la texture des objets	Moyennement importante	Peu importante
Voir des avatars se mouvoir dans la scène virtuelle	Importante Peu importante	Très importante Moyennement importante

3.3.3 Priorisation des fonctionnalités selon les marketeurs

L'analyse des marges effectuée à partir du Tableau 38 met en évidence que les utilisateurs questionnés ont essentiellement attribué des niveaux de priorité du type « important » (17/40 ; soit 43%), suivis des niveaux « moyennement important » (11/40 ; soit 28%) et « très important » (8/40 ; soit 20%). Le niveau de priorité du type « peu important » a été moins attribué (4/40 ; soit 10%) et niveau « inutile » ne a pas été attribué par les marketeurs.

Tableau 38 : Distribution du nombre d'attributions, par les marketeurs, à chacun des cinq niveaux de priorité aux fonctionnalités anticipées

Fonctionnalités	Très imp.	Imp.	Moy. imp.	Peu imp.	Inutile	Totaux
Positionner des mannequins virtuels adoptant des postures ergonomiques	2	2	2	0	0	6
Permettre de se déplacer dans la scène	2	2	0	0	0	4
Changer la disposition des objets	1	2	0	1	0	4
Modifier les décors	0	2	2	0	0	4
Paramétrer les dimensions de l'environnement	0	4	0	0	0	4
Pouvoir changer la couleur des murs	0	1	2	1	0	4
Permettre de voir la scène comme un enfant (petite taille)	1	1	2	0	0	4
Changer la couleur des objets	2	1	1	0	0	4
Changer la texture des objets	0	1	1	0	0	2
Voir des avatars se mouvoir dans la scène virtuelle	0	1	1	2	0	4
Totaux	8	17	11	4	0	40

L'analyse des relations entre les deux variables « fonctionnalités » et « niveaux de priorité » montre une forte liaison globale ($V2 = 0.24$). L'analyse des taux de liaison³³ met en évidence que la fonctionnalité « positionner des mannequins virtuels adoptant des postures ergonomiques » est caractérisée par une attraction forte en proportion avec le niveau de priorité « très important » ($TDL = .67$). La fonctionnalité « permettre de se déplacer dans la scène » est caractérisée par une forte attraction forte avec les niveaux « très important » ($TDL = 1.50$). Une attraction est observée entre la fonctionnalité « changer la disposition des objets » et les niveaux « peu important » ($TDL=1.50$) et « très important » ($TDL=.25$). La fonctionnalité « modifier les décors » a essentiellement été jugée « moyennement importante » ($TDL=.82$). La fonctionnalité « voir les avatars se mouvoir dans la scène » a été jugée « peu importante » ($TDL=4.00$), et beaucoup moins « importante » ($TDL=-.41$), voire pas du tout « très importante » ($TDL=-1.00$). On retrouve de fortes attractions entre la fonctionnalité « pouvoir changer la couleur des murs » avec les niveaux de priorité « peu important » ($TDL=1.50$) et « moyennement important » ($TDL=.82$), alors qu'une forte répulsion avec le niveau de priorité « important » ($TDL=-.41$). La fonctionnalité « paramétrer les dimensions de l'environnement » a été uniquement jugée « importante » ($TDL=1.35$). Nous observons une forte attraction entre la fonctionnalité « changer la couleur des objets » et les niveaux « très important » ($TDL=1.50$), tandis qu'une répulsion est observée entre cette fonctionnalité et le niveau « importante » ($TDL=-.41$). La fonctionnalité « changer la texture des objets » est caractérisée par de fortes attractions avec le niveau « moyennement important » ($TDL=.82$). La fonctionnalité « permettre de voir la scène comme un enfant » est jugée « peu importante » ($TDL=4.00$).

³³ Cf. Annexe 8 p. 217.

Un résumé des principales relations entre les fonctionnalités et niveaux de priorité pour les designers est présenté dans le Tableau 39.

Tableau 39 : Relations entre les fonctionnalités et les niveaux de priorité pour les marketeurs

Fonctionnalités	Attraction(s) notable(s)	Répulsion(s) notable(s)
Positionner des mannequins virtuels adoptant des postures ergonomiques	Très importante	Peu importante
Permettre de se déplacer dans la scène	Très importante	Moyennement importante Peu importante
Changer la disposition des objets	Très importante Peu importante	Moyennement importante
Modifier les décors	Moyennement importante	Très importante Peu importante
Paramétrer les dimensions de l'environnement	Importante	Très importante Moyennement importante Peu importante
Pouvoir changer la couleur des murs	Moyennement importante Peu importante	Très importante Importante
Permettre de voir la scène comme un enfant (petit taille)	Très importante Moyennement importante	Importante Peu importante
Changer la couleur des objets	Très importante	Importante Peu importante
Changer la texture des objets	Moyennement importante	Très importante Peu importante
Voir des avatars se mouvoir dans la scène virtuelle	Peu importante	Très importante Importante

3.3.4 Conclusion sur la priorisation des fonctionnalités selon le profil des utilisateurs

Les niveaux de priorité associés à une même fonctionnalité peuvent être communs ou différents en fonction du profil des utilisateurs. De plus, il apparaît que plusieurs niveaux peuvent être associés à une fonctionnalité au sein d'un même profil.

La fonctionnalité « positionner des mannequins virtuels adoptant des postures ergonomiques » a été associée à « très important » par les ingénieurs et les marketeurs, alors qu'elle a été associée à « très important » - « inutile » par les designers.

De même, la fonctionnalité « permettre de se déplacer dans la scène » a été jugée « très importante » par les marketeurs, « très importante » - « peu importante » par les designers, et « très importante » - « importante » par les ingénieurs.

La fonctionnalité « changer la disposition des objets » a été évaluée comme « importante » par les ingénieurs, « importante » - « moyennement importante » par les designers et « très importante » - « peu importante » par les marketeurs.

La fonctionnalité « modifier les décors » a été associée à « moyennement important » - « peu important » par les ingénieurs, « important » par les designers et « moyennement important » par les marketeurs.

La fonctionnalité « paramétrer les dimensions de l'environnement » a été jugée « moyennement importante » et « inutile » par les ingénieurs, « très importante » - « peu importante » par les designers et « importante » par les marketeurs.

La fonctionnalité « pouvoir changer la couleur des murs » a été évaluée comme « moyennement importante » - « peu importante » - « inutile » par les ingénieurs, « importante » - « moyennement importante » par les designers, et « moyennement importante » - « peu

importante » par les marketeurs.

La fonctionnalité « permettre de voir la scène comme un enfant (petite taille) » a été associée à « important » par les ingénieurs, « très important » - « peu important » par les designers et « très important » - « moyennement important » par les marketeurs.

La fonctionnalité « changer la couleur des objets » a été jugée « très importante » par les marketeurs, « moyennement importante » par les designers et « peu importante » - « inutile » par les ingénieurs.

La fonctionnalité « changer la texture des objets » a été associée à « moyennement important » par les designers et les marketeurs, et à « moyennement important » - « inutile » par les ingénieurs.

La fonctionnalité « voir des avatars se mouvoir dans la scène virtuelle » a été évaluée comme « peu importante » par les marketeurs, « importante » - « peu importante » par les designers, et « moyennement importante » par les ingénieurs.

3.4 Les utilisateurs qui ont essentiellement attribué les niveaux « important » et « peu important » ont évoqué des fonctionnalités supplémentaires

L'analyse des marges effectuée à partir du Tableau 40 met en évidence que la majorité des listes analysées contiennent des propositions d'ajout de fonctionnalités (12/17 ; soit 71%). Elle montre également que les niveaux les plus attribués sont les niveaux « très important » et « moyennement important » (resp. 5/17 ; soit 29%), suivis d'« important » et d'« inutile » (resp. 3/17 ; soit 18%). Le niveau le moins fréquemment attribué est « peu important » (1/17 ; soit 6%).

Tableau 40 : Distribution du nombre de listes comportant des propositions d'ajouts de fonctionnalités ou pas, en fonction des niveaux de priorité majoritaires

Niveau (le plus fréquemment attribué)	Proposition de fonctions	Non proposition de fonctions	Totaux
Très important	3	2	5
Important	3	0	3
Moyennement important	3	2	5
Peu important	1	0	1
Inutile	2	1	3
Totaux	12	5	17

L'analyse des relations entre les deux variables « présence ou absence de proposition de fonctionnalités supplémentaires » et « niveaux de priorité » montre une liaison globale intermédiaire ($V2 = 0.13$). L'analyse des taux de liaison³⁴ met en évidence que les listes de fonctionnalités pour lesquelles il y a le plus de niveaux de priorité « très important » ne contiennent pas de proposition de fonctions supplémentaires (TDL=.36). Par exemple, un designer ayant attribué sept fois le niveau « très important » dans sa priorisation n'a pas ajouté de

³⁴ Cf. Annexe 8 p. 217.

fonctionnalités supplémentaires. De même, les listes dans lesquelles le niveau de priorité le plus fréquemment attribué est « moyennement important » ne contiennent pas d'ajouts de fonctionnalités (TDL=.36).

En revanche, lorsque le niveau « important » est celui le plus employé dans une liste, cette dernière contient également des propositions d'ajouts de fonctionnalités (TDL=.42). De même, le niveau « peu important » est caractérisé par une attraction forte avec la « proposition de fonctionnalités » (TDL=.42).

Lorsque le niveau « inutile » est le plus employé dans des listes, elles peuvent aussi bien comporter des propositions d'ajouts de fonctionnalités, comme ne pas en contenir. A titre d'exemple, un designer ayant attribué cinq fois la note 5 (inutile) n'a pas proposé de fonctionnalités supplémentaires, inversement à un ingénieur qui a proposé trois nouvelles fonctionnalités alors qu'il avait majoritairement attribué des notes 5 aux fonctionnalités anticipées.

3.5 Les fonctionnalités évoquées spontanément sont principalement des précisions de fonctions anticipées

Nos données mettent en évidence que treize personnes sur vingt ont évoqué des fonctionnalités supplémentaires : sept sont des ingénieurs, trois sont des designers et trois des marketeurs.

Les trente-quatre fonctionnalités évoquées spontanément par les utilisateurs sont réparties de la façon suivante (Figure 29) : treize fonctionnalités nouvelles (62%) et vingt-et-une précisions (38%). Ces trente-quatre fonctionnalités sont les résultats de la somme des fonctionnalités ajoutées dans chacune des listes.

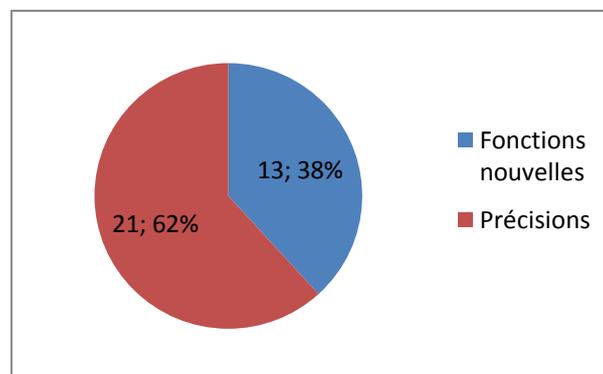


Figure 29 : Répartition des fonctionnalités nouvelles et des précisions parmi les fonctionnalités évoquées spontanément

Après avoir regroupé les fonctionnalités identiques entre deux ou plusieurs listes, nous sommes parvenus à quinze fonctionnalités : six fonctionnalités nouvelles et neuf précisions.

La répartition des six fonctionnalités nouvelles en termes de commun vs. spécifique aux différents profils d'utilisateurs est la suivante :

- Une fonctionnalité est commune aux ingénieurs, designers et marketeurs : (par ex., « permettre au mannequin d'avoir une action sur l'objet (monter une échelle, ouvrir un tiroir) » (exprimée par un designer)) ;
- Une fonctionnalité est commune aux designers et marketeurs (par ex., « possibilité de

- *réaliser un petit film [...] » (évoquée par un designer) ;*
- Deux fonctionnalités sont spécifiques aux marketeurs (par ex., « *zoomer sur des fonctions particulières des meubles en utilisation* ») ;
- Deux fonctionnalités sont propres aux ingénieurs (par ex., « *mesure des espaces sur le produit* »).

La répartition des neuf précisions de fonctionnalités anticipées en termes de commun vs. spécifique aux différents profils d'utilisateurs est la suivante :

- Une fonctionnalité est commune aux designers et ingénieurs : « *positionner dans une même scène un mannequin adulte et un enfant [...]* » (évoquée par un designer), « *positionner le couple enfant/parent* » (exprimée par un ingénieur) ;
- Quatre fonctionnalités sont spécifiques aux ingénieurs (par ex., « *paramétrer des environnements standards : coffre de voiture (format type mini), porte métro, bus, trottoir, caisse supermarché* ») ;
- Quatre fonctionnalités sont propres aux designers (par ex., « *pouvoir intégrer des objets types : biberons, matelas à langer, ... dans la scène pour valider la fonctionnalité du meuble* »).

4 Discussion : effets de la priorisation des fonctions au moyen d'une méthode nominale sur la construction de besoins

Les résultats montrent que les niveaux de priorité associés aux mêmes fonctionnalités peuvent être communs à plusieurs profils d'utilisateurs. Par exemple, la fonctionnalité « positionner des mannequins virtuels adoptant des postures ergonomiques » a été associée à « très important » par les ingénieurs et les marketeurs. De plus, les niveaux de priorité peuvent différer selon les profils d'utilisateurs. A titre d'exemple, la fonctionnalité « modifier les décors » a été associée à « moyennement important » - « peu important » par les ingénieurs, « important » par les designers et « moyennement important » par les marketeurs. Enfin, nous constatons que plusieurs niveaux peuvent être associés à une fonctionnalité au sein d'un même profil. C'est le cas de la fonctionnalité « pouvoir changer la couleur des murs » qui a été évaluée comme « moyennement importante » - « peu importante » - « inutile » par les ingénieurs, « importante » - « moyennement importante » par les designers, et « moyennement importante » - « peu importante » par les marketeurs.

Nous observons qu'il n'y a aucun marketeur qui a jugé qu'une fonctionnalité était inutile, inversement aux ingénieurs et aux designers qui ont attribué des « inutiles » à certaines fonctionnalités. Une explication possible est que les ingénieurs et les designers étant davantage habitués à faire des choix de conception seraient plus à leur aise pour affirmer qu'une fonctionnalité pour un artefact donné serait inutile. Les marketeurs eux, préféreraient partir du principe que toutes les fonctionnalités anticipées par les concepteurs sont utiles *a priori*, dans la mesure où aucun d'eux n'a associé le niveau de priorité « inutile » à des fonctionnalités.

Nos données mettent en évidence qu'une fonctionnalité « très importante » pour les utilisateurs pouvait ne pas être implémentée telle quelle. Toutefois, le fait de savoir que cette fonctionnalité était « très importante » pour les utilisateurs a poussé les concepteurs à trouver un compromis donnant lieu à l'implémentation d'une partie de la fonctionnalité. A l'inverse, des fonctionnalités

jugées globalement « peu importantes » voire « inutiles », mais évaluées comme « très importante » par un profil d'utilisateurs en particulier, peuvent avoir été implémentées. Ces constats suggèrent que les fonctionnalités priorisées par les utilisateurs sont une source d'informations pour les concepteurs qu'ils essaient de prendre en considération ; ils se soucient de l'utilité de l'artefact. Mais, les priorités des utilisateurs sont un ensemble d'informations parmi d'autres. Cela conduit les concepteurs à implémenter des fonctionnalités moins coûteuses en termes financier et temporel, sans pour autant laisser de côté les priorisations des utilisateurs qui représentent plus une base d'échanges qu'une liste de fonctionnalité à implémenter telles qu'elles.

Un dernier résultat de notre étude est que la majorité des utilisateurs a évoqué des fonctionnalités supplémentaires suite à la tâche de priorisation, en particulier dans les cas où les utilisateurs ont attribué plus fréquemment le niveau « important » ou le niveau « peu important ». Cette évocation de besoins post-priorisation confirme ce qui était postulé par Collinge et Landry (1997). Nous pensons que cela peut s'expliquer par le fait que d'avoir des exemples de fonctionnalités permette aux utilisateurs d'avoir une première connaissance des potentialités technologiques de l'artefact. Prioriser ces exemples leur permettrait de se représenter ce que pourrait être le futur artefact, et d'évoquer des fonctionnalités supplémentaires. Ces fonctionnalités supplémentaires étaient majoritairement des précisions de fonctionnalités déjà anticipées et, en moindre proportion, des fonctionnalités totalement nouvelles. Les fonctionnalités nouvelles étaient pour certaines communes à plusieurs profils d'utilisateurs (soit communes aux ingénieurs, designers et marketeurs, soit communes aux designers et marketeurs) ou spécifiques à un profil (en l'occurrence, aux marketeurs et aux ingénieurs). Les fonctionnalités ajoutées qui précisaient celles anticipées étaient essentiellement spécifiques aux ingénieurs et propres aux designers.

5 Limite de l'étude

Une limite concerne la procédure de recueil de données. Il aurait été pertinent de réaliser des entretiens d'explicitation suite au remplissage du questionnaire. Les objectifs de ces entretiens auraient été de connaître selon quels critères les utilisateurs avaient accordé une note donnée à une fonctionnalité précise et de comprendre comment ils s'y étaient pris pour réaliser la tâche de priorisation. Mais il n'a pas été possible de mettre cela en place pour des contraintes liées à la disponibilité des personnes questionnées.

6 Conclusion et perspectives

L'objectif de cette étude était d'examiner la priorisation des besoins fonctionnels par les utilisateurs finaux d'Appli-Viz'3D.

Les méthodes utilisées ont été le questionnaire pour le recueil de données et les analyses quantitatives et qualitatives des listes de fonctionnalités priorisées et des fonctionnalités spontanément évoquées.

Nos résultats apportent des éléments à propos des effets de la priorisation des utilisateurs sur le

processus de construction de besoins. Les résultats montrent que des utilisateurs, bien qu'exerçant le même métier, n'ont pas attribué les mêmes priorités aux fonctionnalités. Notre étude montre également que les niveaux de priorité associés à une même fonctionnalité peuvent être communs ou, au contraire, peuvent différer en fonction des profils des utilisateurs.

Nos données mettent en évidence que ce n'est pas parce qu'une fonctionnalité aura été jugée « très importante » par les utilisateurs qu'elle sera implémentée telle que citée. Elle sera plutôt rediscutée entre concepteurs et utilisateurs, et une fonctionnalité approchante sera implémentée.

L'analyse des relations entre les niveaux de priorité et les propositions de fonctions supplémentaires indique que les listes de fonctionnalités contenant principalement les niveaux « très important » et « moyennement important » n'incluent pas de proposition de fonctions supplémentaires. Inversement, celles qui contiennent essentiellement les niveaux « important » et « peu important » comportent des propositions d'ajouts de fonctionnalités.

L'analyse des listes montrent que des fonctionnalités supplémentaires sont évoquées suite à la priorisation des fonctionnalités anticipées. Il s'agissait essentiellement de précisions, mais nous trouvons également des fonctionnalités nouvelles.

Une perspective de recherche serait d'analyser la priorisation de fonctionnalités par des utilisateurs en ajoutant à notre protocole initial des entretiens d'explicitation pour connaître les raisons de l'attribution d'un niveau de priorité et savoir comment ils s'y étaient pris pour réaliser cette tâche. Cela permettrait d'identifier finement les critères subjectifs qui justifient les niveaux attribués à chaque fonctionnalité. Par exemple, nous serions alors en capacité d'expliquer pourquoi un utilisateur qui a attribué la note 4 à une fonctionnalité l'a jugé « peu importante » : est-ce parce qu'il s'imaginait très peu fréquemment l'utiliser ou parce qu'il s'imaginait ne pas en avoir besoin (mais, n'a pas osé mettre « inutile ») ? Cela permettrait également de comprendre de quelle manière chaque attribution a été réalisée. Ainsi, nous pourrions savoir si les personnes ont d'abord mis les 1 à côté des fonctionnalités « très importantes » en premier ou au contraire si les personnes avaient d'abord attribué les 5 à côté des fonctionnalités « inutiles ». Cela aurait pourtant permis de montrer que les utilisateurs savaient d'emblée ce qui ne leur serait pas utile ou au contraire connaissaient *a priori* ce dont ils avaient besoin.

CHAPITRE 7

ETUDE DE LA CONSTRUCTION DE BESOINS LORS DE SÉANCES D'UTILISATION DU LOGICIEL

1 Introduction

Cette étude s'intègre dans la thèse en ce qu'elle contribue à analyser la façon dont l'utilité est effectivement prise en compte dans les collectifs de conception impliquant des utilisateurs. Elle vise à examiner, sur la base d'un projet réel, la contribution effective des différents profils - en particulier des utilisateurs - à la conception de l'utilité d'un artefact lors de séances d'utilisation et d'évaluation de l'artefact, dans un contexte de conception participative.

Une étude empirique relatée dans l'état de l'art, celle de Karsenty (1991), a montré que l'analyse des dialogues échangés au cours de situations de validation impliquant des concepteurs et des utilisateurs permettait de montrer que les concepteurs contrôlaient le déroulement de la réunion, tandis que les utilisateurs intervenaient pour exprimer leur adhésion, poser des questions ou contester une solution.

D'autres études ont prouvé que les schémas de codage des unités (ou « moves ») de type : type d'unité, action et sujet, ou encore de type : identifiant (locuteur), type (requête ou assertion), activité, sujet (thème) et attribut (précision sur le sujet) permettaient d'analyser les activités cognitives collectives mises en œuvre par les concepteurs lors des réunions de conception et d'évaluation. Plus précisément, elles ont permis de caractériser les activités d'évaluation (Darses *et al.*, 2001) et de montrer que les échanges entre les concepteurs étaient principalement liés à la synchronisation cognitive, à l'évaluation, et à des activités d'élaboration d'alternatives (D'Astous *et al.*, 2004).

Notre étude est originale dans la mesure où elle va consister à examiner les échanges qui ont lieu au cours de séances d'utilisation du logiciel Appli-Viz'3D entre des acteurs de la conception, en tenant compte de leurs statuts (concepteurs et utilisateurs) comme dans l'étude de Karsenty (1991) mais aussi de leurs métiers (ingénieurs, designers, marketeurs).

Nous présentons dans ce chapitre une analyse des contributions des acteurs de la conception, ayant des statuts et des métiers différents, à la construction de besoins lors de l'utilisation d'Appli-Viz'3D. Nous avons également caractérisé la dynamique de construction des besoins dans l'usage à partir des commentaires faits par les utilisateurs et les concepteurs lors de ces séances. Deux types de situations ont été comparés : une situation de revue de projet et trois situations de formations sur le logiciel Appli-Viz'3D.

2 Méthode

2.1 Participants

Cette étude a impliqué douze participants se répartissant en deux statuts dans le projet : deux concepteurs et dix utilisateurs.

Les deux concepteurs étaient des étudiants³⁵ ayant un profil d'ingénieurs.

Les dix utilisateurs se répartissaient ainsi : trois ingénieurs (deux de l'entreprise A et un de l'entreprise B), quatre marketeurs (trois de l'entreprise A et un de l'entreprise B) et trois

³⁵ Ils étaient issus de la formation MNRV (Modélisation Numérique et Réalité Virtuelle).

designers (tous provenant de l'entreprise A).

Les participants avaient en moyenne 35.1 ans (E.T. = 10.4 ans ; Min = 22 ; Max = 56) et 12.9 années d'expérience (E.T. = 11.5 ans ; Min = 0³⁶ ; Max = 35).

2.2 Méthode de recueil de données : simulation de situations d'usage

La méthode utilisée a été la simulation de situations d'usage au moyen d'un prototype hautement fidèle par rapport au logiciel final. Ce dernier différait du prototype de par les fonctionnalités et propriétés non-fonctionnelles ajoutées en aval de la conception (c'est-à-dire pendant l'usage de l'artefact). Le prototype était utilisé par les utilisateurs dans deux situations :

- Lors d'une revue de projet, en tant que support de présentation des concepts de produits (par ex., la table à langer, le lit à barreaux) : la revue de projet s'est déroulée dans l'entreprise A et a impliqué un concepteur et cinq utilisateurs (deux designers, un ingénieur et deux marketeurs) ;
- Lors de trois formations des utilisateurs, en tant qu'objet et support de la formation : une formation s'est déroulée dans l'entreprise A et a impliqué un concepteur et quatre utilisateurs (deux designers, un ingénieur et un marketeur) ; les deux autres formations se sont déroulées dans l'entreprise B, l'une d'elles a impliqué un concepteur et un utilisateur (ingénieur) tandis que l'autre a impliqué un concepteur et un utilisateur (marketeur).

Dans chacune de ces situations, la consigne donnée aux utilisateurs était de configurer un environnement virtuel, au moyen du logiciel Appli-Viz'3D, et d'y intégrer un concept de produit préalablement conçu afin d'évaluer ce dernier dans son environnement d'utilisation. Les utilisateurs qui manipulaient le logiciel devaient verbaliser ce qu'ils souhaitaient faire et comment ils devaient le faire, préalablement ou en parallèle de l'action. Ils pouvaient également dialoguer avec les autres utilisateurs et/ou avec le concepteur. Ce dernier était présent pour répondre aux interrogations ou aux incompréhensions des utilisateurs. C'est dans ce sens que nous qualifions les situations de « simulation », par rapport à des situations « naturelles » dans lesquelles les utilisateurs ne seront pas assistés par les concepteurs du logiciel.

Ce concepteur était un étudiant ayant un profil d'ingénieur et qui effectuait son stage dans l'entreprise. Cette posture de « concepteur-stagiaire » lui permettait d'accompagner les utilisateurs quant à l'intégration de l'artefact dans leur activité notamment par la mise en œuvre de ces séances d'utilisation, mais aussi de finaliser le logiciel en fonction des retours quotidiens des utilisateurs. Ces derniers étaient ainsi dans une posture qui favorisait leur positionnement dans la conception en tant que co-concepteurs. C'est dans cette mesure que cette étude s'inscrit dans un cadre participatif.

2.3 Données recueillies

Les données recueillies étaient des enregistrements de verbalisations et d'actions des utilisateurs, ainsi que des dialogues entre un concepteur et un utilisateur et/ou entre deux utilisateurs. Ces enregistrements ont été faits au moyen d'un dictaphone pour les données audio et du logiciel CamStudio pour les données vidéo. Les conditions de réalisation de la séance d'utilisation du prototype (par ex., salle de réunion, bureau individuel, PC, vidéo-projecteur ...) ont été renseignées dans une grille d'observation papier par le concepteur.

³⁶ Ce minima correspond à l'expérience des deux étudiants qui n'étaient pas encore entré dans la vie active.

Les enregistrements audio ont été retranscrits *verbatim*. Chaque verbalisation a ensuite été annotée selon le statut et le métier du locuteur (C1 signifie concepteur 1, Ui2 signifie utilisateur ingénieur 2, Um4 signifie utilisateur marketeur 4, Ud1 signifie utilisateur designer 1 ...).

2.4 Méthode d'analyse de données : codage des unités et des séquences

2.4.1 Segmentation du corpus : l'unité et la séquence

Nous avons utilisé deux segments de codage : l'unité et la séquence.

L'unité, également appelée « move », peut correspondre à un tour de parole, c'est-à-dire de la prise de parole par un participant donné (cela représente 465 unités dans notre corpus). Elle peut également représenter une sous-partie d'un tour de parole dans le sens où un même tour de parole peut contenir plusieurs verbalisations (cela représente 53 unités). Au total, 518 unités ont été identifiées.

La séquence est composée d'un ensemble de tours de paroles. Elle correspond à un thème, c'est-à-dire, dans notre étude, à une étape de la procédure qui permet de concevoir une configuration d'un environnement virtuel au moyen du logiciel Appli-Viz'3D. Au total, 43 séquences ont été repérées.

2.4.2 Catégorisation des unités basée sur le schéma « Type[Activité/Sujet] »

Les verbalisations sont découpées en une ou plusieurs unités. Chaque unité est codée selon un schéma de codage développé sur la base Type[Activité/Sujet]. Chaque unité est modulée par son type, et chaque activité admet un nombre possible de sujets.

Définitions des catégories de type, d'activité et de sujet

Nous avons utilisé deux catégories de type : Requête (question) ou Assertion (affirmation).

L'état de l'art expose plusieurs catégories d'activité. Nous avons repris de (D'Astous *et al.*, 2004 ; Darses *et al.*, 2001) et de (D'Astous *et al.*, 2004) : la Génération de nouveaux éléments, l'Evaluation qui peut être positive ou négative et l'Information qui concerne l'apport de connaissances sur un sujet. Nous avons repris de (D'Astous *et al.*, 2004) : la Validation, le Rejet et la Justification expliquant un choix. L'Evaluation se distingue de la Validation par le fait qu'elle correspond à des arguments explicites quant à l'expérience de l'utilisateur avec l'artefact, inversement à la Validation qui se restreint à un accord du type « c'est bien ».

La catégorie Autre qui regroupe tout ce qui n'est pas pertinent au regard des objectifs de notre étude (gestion de projet, gestion de la réunion, humour).

Dans notre corpus, nous avons observé que les activités liées à la construction de besoins pouvaient concerner cinq sujets :

- L'Utilisation qui correspond à la description de l'action réalisée avec les fonctionnalités du logiciel ;
- La Spécification qui est liée à la citation d'un but ou d'une fonctionnalité du logiciel ;
- La Solution qui concerne une piste pour faciliter l'utilisation et s'appropriier le logiciel ;

- La Technique correspond aux aspects du fonctionnement technique du logiciel ;
- L'Objet de la situation observée (typiquement, il s'agit de la nouvelle collection ou gamme de meubles pour laquelle la revue a lieu).

Nous n'avons associé aucun sujet à la catégorie d'activité Autre.

Application du schéma de codage

Le Tableau 41 expose des exemples de verbalisations³⁷ issues des retranscriptions (colonne de gauche), des unités (colonne du milieu) et des schémas de codage (colonne de droite). Lorsque les colonnes Verbalisation et Unité sont fusionnées, cela signifie que les unités codées sont reprises des verbalisations, sans découpage.

Tableau 41: Exemples d'unités codées

Verbalisation	Unité	Schéma de codage
<i>Essaie de baisser un peu. Là ce qu'on ne sait pas c'est l'enfant quel âge il a.</i>	Essaie de baisser un peu.	Assertion[Information/Utilisation]
	Là ce qu'on ne sait pas c'est l'enfant quel âge il a.	Assertion[Evaluation négative/Spécification]
<i>C'est sympa pour pouvoir faire des vues des images des sièges dans une voiture.</i>		Assertion[Evaluation positive/Spécification]
<i>Ce sera sans doute ce qu'il y aura de plus simple, créer les meubles déjà équipés.</i>		Assertion[Génération/Solution]
<i>Alors je vais enlever la portière, comment on fait déjà ?</i>		Requête[Information/Utilisation]
<i>Pour le placer dans le siège, c'est la touche W.</i>		Assertion[Information/Utilisation]
<i>Ouais, et puis pour supprimer, il faut bien choisir l'embase quoi, en fait.</i>		Assertion[Information/Utilisation]
<i>Ben ouais parce que du coup ça nous permettrait de pivoter autour du meuble.</i>		Assertion[Justification/Spécification]
<i>Alors dos route droit, ce que t'appelle droit c'est ?</i>		Requête[Information/Spécification]
<i>Il est pas physicalisé, en fait.</i>		Assertion[Justification/Technique]
<i>Oulà, c'est pas bien, il est tout seul le bébé [rire].</i>		Assertion[Autre]

Certaines unités étaient ambiguës et pouvaient s'inscrire dans plusieurs catégories. Nous devons expliquer les éléments dans ces unités qui nous permettaient de les classer dans une seule. Nous avons relevé quatre catégories d'ambiguïtés. La première ambiguïté concernait les schémas de codage Requête[Information/Spécification] et Assertion[Proposition/Spécification]. C'est typiquement le cas de l'unité « *Et tu peux les faire réapparaître ?* » qui pourrait être considérée à première vue comme une Requête d'Information sur la Spécification « *pouvoir faire un retour en arrière* », mais que nous avons considéré comme une proposition implicite de Spécification dans la mesure où il y avait insistance dans la suite de la réunion. La deuxième ambiguïté était la possible confusion entre les schémas de codage Assertion[Information/Utilisation] et Assertion[Evaluation négative/Spécification]. Un exemple est « *Il est pas animé celui là [en parlant d'un avatar]* » qui pourrait être considéré comme une Information en lien avec l'action que l'utilisateur est en train de réaliser. Le logiciel propose une fonctionnalité « intégrer un avatar animé », et les enregistrements vidéo de cette séance d'utilisation nous ont permis de constater que l'avatar déclaré comme animé ne l'était pas. Au vu de l'intonation du participant lorsqu'il cite cette verbalisation, nous avons supposé qu'il était déçu que la fonctionnalité proposée ne soit pas fonctionnelle, et qu'il s'agissait donc d'une Evaluation négative d'une

³⁷ Ces verbalisations sont prises isolément. Il ne s'agit pas d'un dialogue.

Spécification proposée. La troisième ambiguïté concernait les confusions entre les sujets Utilisation et Spécification. Certaines unités, comme « *le plus dur, c'est la manipulation des objets* », pouvaient être intégrées à la catégorie Utilisation, mais ont finalement été considérées dans la catégorie Spécification (dans notre exemple, cela faisait référence à la fonctionnalité « déplacer les objets »). D'autres unités, comme « *en fait, c'est parce que tu as fait ouvrir avant, tu as ré-ouvert* », pouvaient être associées à la catégorie Spécification, pour finalement être classées dans la catégorie Utilisation (notre exemple fait finalement davantage référence à l'Utilisation de la fonctionnalité « créer un environnement », plutôt qu'à sa description).

2.4.3 Catégorisation des séquences : dix thèmes extraits des retranscriptions

Les séquences que nous avons identifiées dans notre corpus sont : ouvrir un environnement virtuel standard, paramétrer l'environnement, charger les produits, agir sur les produits, charger l'avatar, agir sur l'avatar, changer de points de vue/zoomer, faire une capture (image ou vidéo), sauvegarder la configuration créée. Nous proposons aussi une séquence « Autre » pour les séquences où les utilisateurs parlent du logiciel après avoir réalisé la configuration de l'environnement. Dans cette séquence, les participants ne s'appuient pas sur les étapes de la procédure.

Nous exposons dans le Tableau 42 une séquence du type « changer de points de vue/zoomer » extraite de la situation de simulation de revue de projet³⁸. Les locuteurs sont un concepteur (C), un utilisateur qui est ingénieur (Ui2) et un utilisateur qui est designer (Ud1). Les unités sont associées aux locuteurs qui les ont verbalisées. A partir des unités codées sous forme de schéma de codage, nous formaliserons leurs enchaînements au moyen d'une représentation graphique dont nous détaillerons la légende dans la partie Résultats.

Tableau 42: Extrait d'une séquence issue de la situation de simulation de revue de projet

Locuteur : Unité	Schéma de codage
Ud1 : Alors est ce qu'on peut voir les détails là de l'armoire si tu te rapproches de l'armoire.	Assertion[Information/Objet]
C : J'ai zoomé sur l'armoire.	Assertion[Information/ Utilisation]
C : Tu veux sur quel coin ?	Requête[Information/ Utilisation]
Ud1 : Ouais essaie de zoomer dessus pour voir.	Assertion[Information/ Utilisation]
C : Je peux pas aller plus loin	Assertion[Information/ Utilisation]
Ud1 : Là t'es au maximum	Assertion[Evaluation négative/Spécification]
Ud1 : Par contre avec les éclairages on a du mal à voir les détails de la façade en fait.	Assertion[Evaluation négative/Spécification]
Ui2 : Oui surtout de voir le creux ici là.	Assertion[Justification/ Objet]
Ud1 : Oui le creux et puis ici là, la façade battante en fait on a du mal à la voir.	Assertion[Justification/ Objet]
Ui2 : Ah ben là t'a zoomé plus là	Assertion[Information/ Utilisation]
C : Oui parce que j'ai déplacé la pièce.	Assertion[Justification/ Utilisation]
C : Si on veut zoomer plus, il faut déplacer la pièce vers la caméra.	Assertion[Information/Solution]

Afin de pouvoir comparer entre les quatre situations observées, nous avons choisi d'analyser la dynamique d'un type de séquence commun à ces situations : il s'agit du type « agir sur les

³⁸ Dans l'extrait choisi, c'est le concepteur qui manipulait le logiciel sous les demandes des utilisateurs finaux.

produits ». Au total, quatre séquences sur les 43 seront analysées.

3 Résultats : contribution des participants et dynamique des situations de revue de projet et de formation

Dans cette section, nous analysons indépendamment les deux types de situations : la situation de revue de projet et la situation de formation.

3.1 Analyse de la situation de revue de projet

3.1.1 Des types d'unités spécifiques aux profils de participants

L'analyse des marges effectuée à partir du Tableau 43 montre que les utilisateurs-designers ont le plus évoqué d'unités (88/173 ; c'est-à-dire 51% de l'ensemble des unités évoquées), suivis de l'utilisateur-ingénieur (38/173 ; c'est-à-dire 22% de l'ensemble des unités évoquées), du concepteur-ingénieur (31/173 ; c'est-à-dire 18% de l'ensemble des unités évoquées) et de l'utilisateur-marketeur (16/173 ; c'est-à-dire 9% de l'ensemble des unités évoquées). Cette différence selon le profil au niveau du nombre d'unités évoquées reste d'ailleurs vraie si l'on rapporte ce nombre à l'effectif de chaque groupe pour contrôler l'effet des différences d'effectif entre groupes. Les utilisateurs-designers sont ceux qui ont évoqué le plus d'unités (34%), suivis de des utilisateurs-ingénieurs (29%), des concepteurs-ingénieurs (24%) et des utilisateurs-marketeurs (12%).

L'analyse des marges met également en évidence que les unités analysées sont principalement des Assertions (158/173 ; c'est-à-dire 91% des unités évoquées) et dans une moindre mesure des Requêtes (15/173 ; c'est-à-dire 9% des unités évoquées).

Tableau 43: Distribution du nombre d'unités relatives à chacun des types en fonction des profils de participants

Type	Concepteur (Ingénieur)	Utilisateur (Designer)	Utilisateur (Ingenieur)	Utilisateur (Marketeur)	Totaux
Requete	3	4	7	1	15
Assertion	28	84	31	15	158
Totaux	31	88	38	16	173

L'analyse des relations entre les deux variables « statut et métier des participants » et « type d'unité » montre une liaison globale intermédiaire ($V2 = 0.04$). L'analyse des taux de liaison³⁹ met en évidence que le groupe des utilisateurs-ingénieurs a posé davantage de questions en proportion (TDL = +1.12), par rapport aux utilisateurs-designers (TDL = -.48) et utilisateurs-marketeurs (TDL = -.28).

3.1.2 Des activités cognitives de construction de besoins spécifiques aux profils de participants

L'analyse des marges effectuée à partir du Tableau 44 met en évidence que les activités sont

³⁹ Cf. Annexe 9 p. 220

principalement des Informations (91/173 ; c'est-à-dire 53% de l'ensemble des activités évoquées), suivies des Evaluations négatives (18/173 ; c'est-à-dire 10% de l'ensemble des activités évoquées), des Justifications (11/173 ; c'est-à-dire 6% de l'ensemble des activités évoquées) et des Générations (9/173 ; c'est-à-dire 5% de l'ensemble des activités évoquées).

Tableau 44: Distribution du nombre d'activités en fonction des profils de participants

Activité	Concepteur (Ingénieur)	Utilisateur (Designer)	Utilisateur (Ingénieur)	Utilisateur (Marketeur)	Totaux
Generation	2	4	1	2	9
Evaluation+	0	1	0	0	1
Evaluation-	1	13	3	1	18
Validation	0	0	2	0	2
Rejet	0	0	0	0	0
Information	17	48	17	9	91
Justification	3	6	2	0	11
Autre	8	16	13	4	41
Totaux	31	88	38	16	173

L'analyse des relations entre les deux variables « statut et métier des participants » et « catégorie d'activité » montre une liaison globale intermédiaire ($V2 = 0.04$). L'analyse des taux de liaison⁴⁰ met en évidence que le groupe des concepteurs-ingénieurs est caractérisé par une attraction forte en proportion avec l'activité de Justification (TDL = .52), et des fortes répulsions en proportion avec les activités d'Evaluation négative (TDL = -.69). Nous observons une absence de contribution du groupe des concepteurs-ingénieurs aux activités d'Evaluation positive et de Validation (resp. TDL = -1.00). Le groupe des utilisateurs-designers est caractérisé par une forte contribution aux activités d'Evaluations positives (TDL = +.97) et d'Evaluations négatives (TDL = +.42), et une absence de contribution à l'activité de Validation (TDL = -1.00). Le groupe des utilisateurs-ingénieurs est caractérisé par une attraction forte en proportion avec les activités de Validation (TDL = +3.55) et la catégorie « Autre » (TDL = +.44), et une forte répulsion avec l'activité de Génération (TDL = -.49), voire une absence de contribution à l'Evaluation positive (TDL = -1.00). Le groupe des utilisateurs-marketeurs est caractérisé par une forte attraction avec l'activité de Génération (TDL = +1.40).

Les principales attractions sont résumées dans la Figure 30.

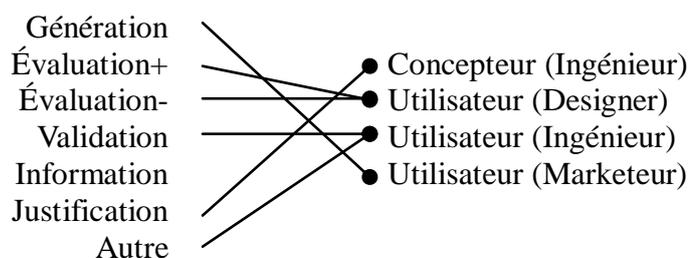


Figure 30 : Principales attractions entre les catégories d'activité et les statuts et métiers des participants pour la situation de revue de projet

⁴⁰ Cf. Annexe 9 p. 220

3.1.3 Des sujets spécifiques aux profils de participants

L'analyse des marges effectuée à partir du Tableau 45 met en évidence que les utilisateurs-designers ont le plus évoqué d'unités relatives aux sujets (72/132 ; c'est-à-dire 55% de l'ensemble des unités relatives aux sujets évoquées), suivis des utilisateurs-ingénieurs (25/132 ; c'est-à-dire 19% de l'ensemble des unités), des concepteurs-ingénieurs (23/132 ; c'est-à-dire 17% de l'ensemble des unités) et des utilisateurs-marketeurs (12/132 ; c'est-à-dire 9% de l'ensemble des unités). Cette différence selon le profil au niveau des unités relatives aux sujets reste d'ailleurs vraie si l'on rapporte ce nombre à l'effectif de chaque groupe pour contrôler l'effet des différences d'effectif entre groupes. Les utilisateurs-designers sont ceux qui ont évoqué le plus d'unités relatives aux sujets (38%), suivis des utilisateurs-ingénieurs (26%), des concepteurs-ingénieurs (24%) et des utilisateurs-marketeurs (13%).

L'analyse des marges met aussi en évidence que les principaux sujets abordés lors de la revue de projet concernent l'Utilisation de l'artefact (42/132 ; c'est-à-dire 32% de l'ensemble des sujets évoqués), les Spécifications (41/132 ; c'est-à-dire 31% de l'ensemble des sujets évoqués) et les Objets (38/132 ; c'est-à-dire 29% de l'ensemble des sujets évoqués), suivis des sujets Techniques (7/132 ; c'est-à-dire 5% de l'ensemble des sujets évoqués) et Solution (4/132 ; c'est-à-dire 3% de l'ensemble des sujets évoqués).

Tableau 45: Distribution du nombre de sujets en fonction des profils de participants

Sujet	Concepteur (Ingénieur)	Utilisateur (Designer)	Utilisateur (Ingenieur)	Utilisateur (Marketeur)	Totaux
Utilisation	10	23	7	2	42
Specification	6	24	10	1	41
Solution	1	2	1	0	4
Technique	3	2	1	1	7
Objet	3	21	6	8	38
Totaux	23	72	25	12	132

L'analyse des relations entre les deux variables « statut et métier des participants » et « catégorie de sujets » montre une liaison globale intermédiaire ($V2 = 0.04$). L'analyse des taux de liaison⁴¹ met en évidence que le groupe des concepteurs-ingénieurs est caractérisé par une forte attraction avec les sujets Utilisation (TDL = +.37), Solution (TDL = +.43) et Technique (TDL = +1.46), alors qu'une répulsion est observée avec le sujet Objet (TDL = -.55). Le groupe des utilisateurs-ingénieurs est caractérisé par une forte attraction avec les sujets Spécification (TDL = +.29) et Solution (TDL = +.32). Le groupe des utilisateurs-marketeurs est caractérisé par une attraction forte avec les sujets Technique (TDL = +.57) et Objet (TDL = +1.32), et des répulsions avec les sujets Utilisation (TDL = -.48), Spécification (TDL = -.73) et Solution (TDL = -1.00). Le groupe des utilisateurs-designers est caractérisé par une forte répulsion en proportion avec le sujet Technique (TDL = -.48).

⁴¹ Cf. Annexe 9 p. 220

Les principales attractions sont résumées dans la Figure 31.

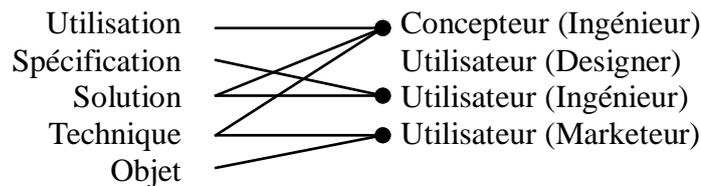


Figure 31 : Principales attractions entre les catégories de sujets et les statuts et métiers des participants pour la situation de revue de projet

3.1.4 Dynamique de la construction de besoins lors de la réunion de revue de projet

La Figure 32 représente une séquence extraite de la revue de projet enregistrée dans l'entreprise A. Elle se lit de la manière suivante : dans la légende, les symboles (à gauche) représentent les activités, les initiales (à droite) représentent les sujets. La figure décrit une succession d'activités, chacune concernant un sujet (identifié par des initiales à l'intérieur des symboles). Les activités sont liées entre elles par des enchaînements directs représentés par des traits continus (c'est-à-dire que les activités se succèdent directement) ou des enchaînements indirects représentés par des traits discontinus (c'est-à-dire qu'une ou plusieurs activités de la catégorie « Autre » se sont tenues entre les deux activités représentées). La figure se lit de gauche à droite.

Elle comporte 53 activités, débutant par l'activité Information sur le sujet Objet et se terminant par l'Evaluation négative d'une Spécification.

L'analyse des successions des types d'unités montre que les requêtes sont précédées d'Assertions concernant l'activité d'Information sur l'Utilisation et sur l'Objet. Les requêtes sont suivies d'Assertion d'activités d'Information relatives aux sujets Utilisation, Objet et Technique. Les activités de Génération de Spécification et d'Utilisation, les Evaluations négatives, les Justifications et les Validations de Spécification sont spontanées dans le sens de non précédées de Requêtes.

L'analyse des successions des Assertions concernant les activités met en évidence des échanges d'Information sur les deux sujets : Objet et Spécification. Nous avons observé des enchaînements d'Informations du type :

- Utilisation suivi d'Objet ;
- Objet suivi d'Utilisation ;
- Utilisation suivi de Technique ;
- Technique suivi d'Utilisation ;
- Utilisation suivi de Spécification ;
- Spécification suivi d'Objet.

Les Informations sur l'Utilisation, sur l'Objet et sur les Spécifications sont également suivies d'Evaluations négatives.

Les Evaluations négatives et les Validations concernant les Spécifications sont justifiées.

Les Générations et les Justifications de Spécification donnent lieu à des Validations. Les Générations sont précédées d'Evaluations négatives et d'Information concernant des Spécifications.

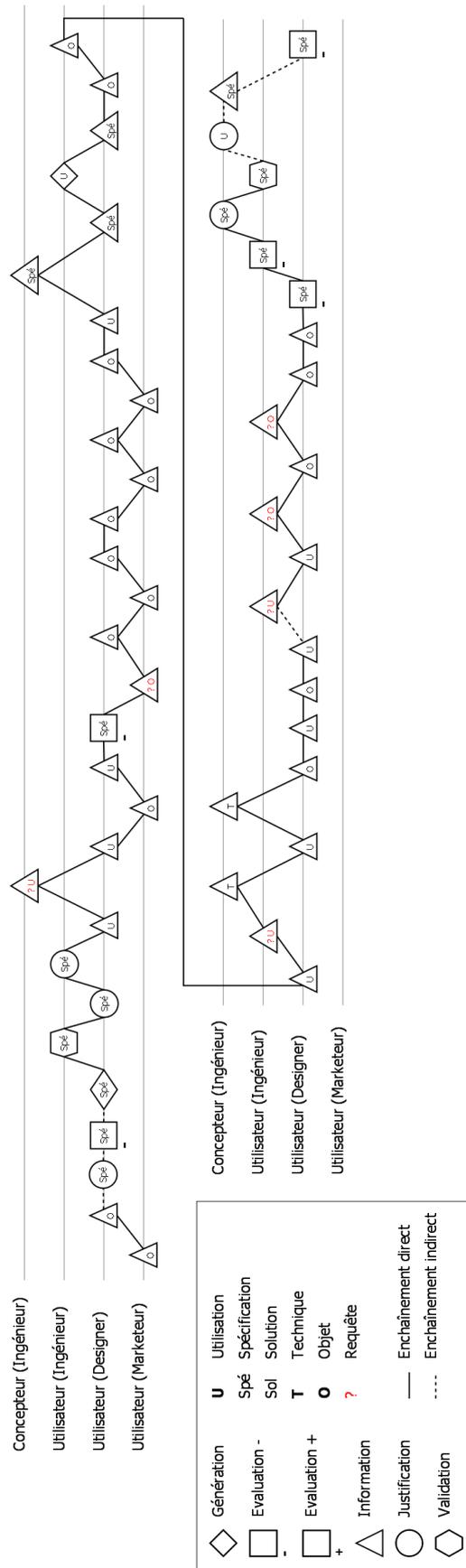


Figure 32 : Séquence "agir sur les produits" de la revue de projet

3.2 Analyse des situations de formation

3.2.1 Des types d'unités spécifiques aux profils de participants

L'analyse des marges effectuée à partir du Tableau 46 montre que les concepteurs-ingénieurs ont le plus évoqué d'unités (136/345 ; c'est-à-dire 39% de l'ensemble des unités évoquées), suivis des utilisateurs-marketeurs (100/345 ; c'est-à-dire 29% de l'ensemble des unités évoquées), des utilisateurs-designers (68/345 ; c'est-à-dire 20% de l'ensemble des unités évoquées) et des utilisateurs-ingénieurs (41/345 ; c'est-à-dire 12% de l'ensemble des unités évoquées). Cette différence selon le profil au niveau de la quantité d'unités évoquées reste d'ailleurs vraie si l'on rapporte ce nombre à l'effectif de chaque groupe pour contrôler l'effet des différences d'effectif entre groupes. Les utilisateurs-marketeurs sont ceux qui ont évoqué le plus d'unités (33%), suivis des concepteurs-ingénieurs (30%), des utilisateurs-designers (23%) et des utilisateurs-ingénieurs (14%).

L'analyse des marges met également en évidence que les unités analysées sont principalement des Assertions (303/345 ; c'est-à-dire 88% des unités évoquées) et dans une moindre mesure des Requêtes (42/345 ; c'est-à-dire 12% des unités évoquées).

Tableau 46: Distribution du nombre d'unités relatives à chacun des types en fonction des profils de participants

Type	Concepteur (Ingénieur)	Utilisateur (Designer)	Utilisateur (Ingénieur)	Utilisateur (Marketeur)	Totaux
Requete	5	0	0	37	42
Assertion	131	68	41	63	303
Totaux	136	68	41	100	345

L'analyse des relations entre les deux variables « statut et métier des participants » et « type d'unité » montre une liaison globale forte ($V2 = 0.24$). L'analyse des taux de liaison⁴² met en évidence que le groupe des utilisateurs-marketeurs est le seul groupe d'utilisateurs à avoir posé des questions (TDL = +2.04).

3.2.2 Des activités cognitives de construction de besoins spécifiques aux profils de participants

L'analyse des marges effectuée à partir du Tableau 47 met en évidence que les activités sont principalement des Informations (174/345 ; c'est-à-dire 50% de l'ensemble des activités évoquées), suivies des Justifications (34/345 ; c'est-à-dire 10% de l'ensemble des activités évoquées), des Evaluations négatives (29/345 ; c'est-à-dire 8% de l'ensemble des activités évoquées), des Générations (22/345 ; c'est-à-dire 6% de l'ensemble des activités évoquées), des Evaluations positives (10/345 ; c'est-à-dire 3% de l'ensemble des activités évoquées), des Rejets (3/345 ; c'est-à-dire 1% de l'ensemble des activités évoquées) et des Validations (2/345 ; c'est-à-dire 1% de l'ensemble des activités évoquées).

⁴² Cf. Annexe 10 p. 221

Tableau 47: Distribution du nombre d'activités en fonction des profils de participants

Activité	Concepteur (Ingénieur)	Utilisateur (Designer)	Utilisateur (Ingénieur)	Utilisateur (Marketeur)	Totaux
Generation	2	6	5	9	22
Evaluation+	1	2	5	2	10
Evaluation-	2	9	4	14	29
Validation	0	0	1	1	2
Rejet	0	0	0	3	3
Information	82	29	12	51	174
Justification	27	4	0	3	34
Autre	22	18	14	17	71
Totaux	136	68	41	100	345

L'analyse des relations entre les deux variables « statut et métier des participants » et « catégorie d'activité » montre une liaison globale intermédiaire ($V2 = 0.08$). L'analyse des taux de liaison⁴³ met en évidence que le groupe des concepteurs-ingénieurs est caractérisé par une forte attraction avec l'activité de Justification (TDL = +1.01) et des fortes répulsions en proportion avec les activités d'Evaluation négative (TDL = -.83), de Génération (TDL = -.77) et d'Evaluation positive (TDL = -.75). Nous observons une absence de contribution des groupes des concepteurs-ingénieurs et utilisateurs-designers aux activités de Rejet et de Validation (resp. TDL = -1.00). Le groupe des utilisateurs-designers est caractérisé par une forte attraction avec les activités d'Evaluation négative (TDL = +.57), de Génération (TDL = +.38) et la catégorie « Autre » (TDL = +.29), et une forte répulsion avec l'activité Justification (TDL = -.40). Le groupe des utilisateurs-ingénieurs a fortement contribué aux activités de Validation (TDL = +3.21), d'Evaluation positive (TDL = +3.21), de Génération (TDL = +.91) et à la catégorie « Autre » (TDL = +.66), tandis que des répulsions sont observées avec l'activité d'Information (TDL = -.42), de Rejet (TDL = -1.00) et de Justification (TDL = -1.00). Le groupe des utilisateurs-marketeur est caractérisé par une forte contribution aux activités de Rejet (TDL = +2.45), de Validation (TDL = +.73), d'Evaluation négative (TDL = +.67) et de Génération (TDL = +.41), alors que des répulsions sont observées avec les activités d'Evaluation positive (TDL = -.31) et de Justification (TDL = -.70).

Les principales attractions sont résumées dans la Figure 33.

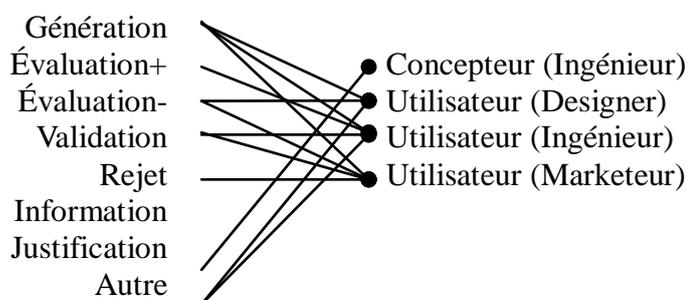


Figure 33 : Principales attractions entre les catégories d'activités et les statuts et métiers des participants dans les situations de formation

⁴³ Cf. Annexe 10 p. 221

3.2.3 Des sujets non spécifiques aux profils de participants

L'analyse des marges effectuée à partir du Tableau 48 met en évidence que les concepteurs-ingénieurs ont le plus évoqué d'unités relatives à des sujets (114/274 ; c'est-à-dire 42% de l'ensemble des sujets évoqués), suivi des utilisateurs-marketeurs (83/274 ; c'est-à-dire 30% de l'ensemble des sujets évoqués), des utilisateurs-designers (50/274 ; c'est-à-dire 18% de l'ensemble des sujets évoqués) et des utilisateurs-ingénieurs (27/274 ; c'est-à-dire 10% de l'ensemble des sujets évoqués). La tendance est identique si l'on rapporte les effectifs au nombre du participants pour chaque profil. Les utilisateurs-marketeurs sont ceux qui ont évoqué le plus d'unités relatives à des sujets (35%), suivis des concepteurs-ingénieurs (32%), des utilisateurs-designers (21%) et des utilisateurs-ingénieurs (11%).

L'analyse des marges met aussi en évidence que les principaux sujets abordés lors des formations concernent principalement l'Utilisation de l'artefact (152/274 ; c'est-à-dire 55% de l'ensemble des sujets évoqués), les sujets Spécification (84/274 ; c'est-à-dire 31% de l'ensemble des sujets évoqués) et les sujets Technique (21/274 ; c'est-à-dire 8% de l'ensemble des sujets évoqués), suivis des sujets Solution (11/274 ; c'est-à-dire 4% de l'ensemble des sujets évoqués) et des sujets Objets (6/274 ; c'est-à-dire 2% de l'ensemble des sujets évoqués).

Tableau 48: Distribution du nombre de sujets en fonction des profils de participants

Sujet	Concepteur (Ingénieur)	Utilisateur (Designer)	Utilisateur (Ingénieur)	Utilisateur (Marketeur)	Totaux
Utilisation	66	25	17	44	152
Spécification	26	18	9	31	84
Solution	3	4	1	3	11
Technique	17	2	0	2	21
Objet	2	1	0	3	6
Totaux	114	50	27	83	274

L'analyse des relations entre les deux variables « statut et métier des participants » et « catégorie de sujets » montre une liaison globale faible ($V2 = 0.03$). L'analyse des taux de liaison⁴⁴ met en évidence que le groupe des concepteurs-ingénieurs est caractérisé par une forte attraction en proportion avec les sujets Technique (TDL = +.95), et des répulsions avec les sujets Solution (TDL = -.34) et Spécification (TDL = -.26). Le groupe des utilisateurs-designer est caractérisé par une forte attraction en proportion avec le sujet Solution (TDL = +.99) et une répulsion avec le sujet Technique (TDL = -.48). Le groupe des utilisateurs-marketeurs est caractérisé par une attraction forte en proportion avec le sujet Objet (TDL = +.65) et une répulsion avec le sujet Technique (TDL = -.69).

⁴⁴ Cf. Annexe 10 p. 221

Les principales attractions sont résumées dans la Figure 34.

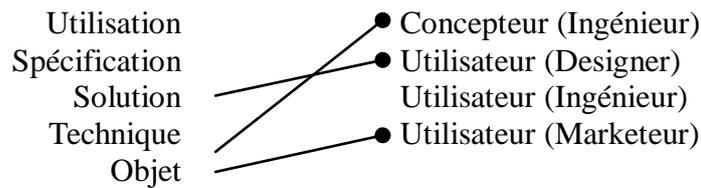


Figure 34 : Principales attractions entre les catégories de sujets et les statuts et métiers des participants dans les situations de formation

3.2.4 Dynamique de la construction de besoins au cours de trois séances de formation

La Figure 35 représente une séquence extraite d'une séance de formation enregistrée dans l'entreprise A. Elle se lit de la même façon que la Figure 32.

Elle comporte 36 activités, débutant par l'activité Information sur le sujet Utilisation et se terminant par la Génération sur le sujet Solution.

L'analyse des successions des types d'unités montre que les Requêtes sont précédées d'une Assertion concernant les activités d'Information sur l'Utilisation, de Spécification et les sujets Technique. Elles sont suivies de Génération de Solution (une seule fois) et d'Information sur les Spécifications et l'Utilisation. Les activités Evaluation et Justification sont spontanées dans la mesure où elles ne sont pas précédées de Requêtes. En majorité, les activités de Génération ont également été spontanées.

L'analyse des successions des Assertions d'activités met en évidence des échanges d'Informations sur l'Utilisation de l'artefact. Nous avons observé des enchaînements d'Informations du type : Spécification suivi d'Utilisation, Utilisation suivi d'Objet et Objet suivi d'Utilisation. Un résultat particulièrement intéressant concerne l'évocation d'une Information sur l'Objet par le concepteur-ingénieur. Cela signifie que ce concepteur-ingénieur s'est suffisamment approprié l'Objet de l'activité des utilisateurs d'Appli-Viz'3D pour être en capacité d'en parler avec eux.

L'Evaluation positive a donné lieu à la Génération d'une Spécification. Les autres Générations font suite à une requête d'Information sur l'Objet, une assertion d'Information sur l'Utilisation et une autre Génération de Solution, des Informations sur l'Utilisation.

Les Justifications Techniques viennent alimenter des Informations sur l'Utilisation.

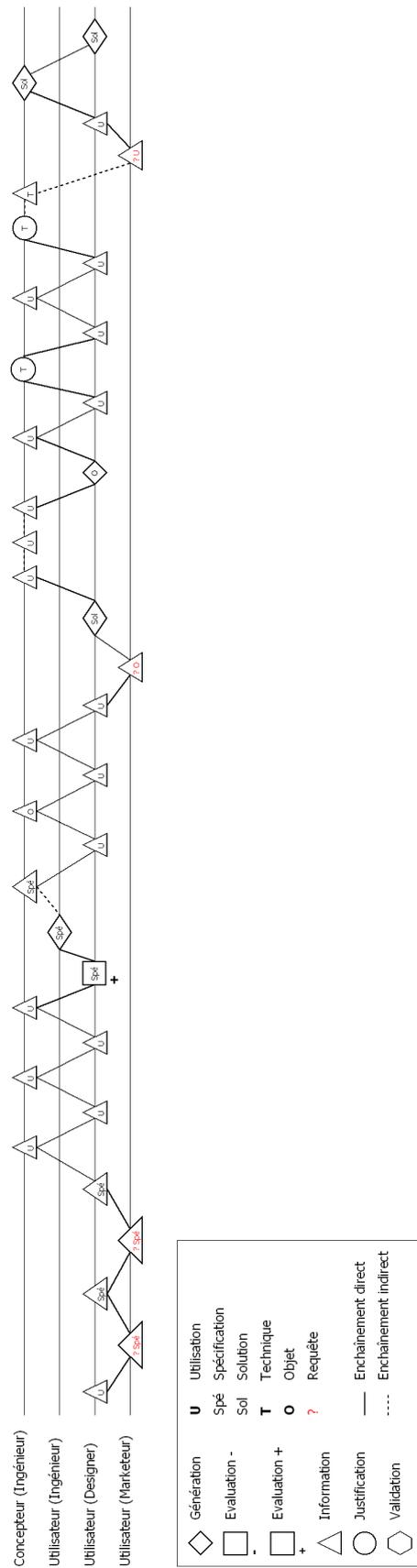


Figure 35 : Séquence "agir sur les produits" de la formation 1

La Figure 36 représente une séquence extraite d'une séance de formation enregistrée dans l'entreprise B.

Elle comporte 18 activités, débutant par une Requête d'Information sur l'Utilisation et se terminant par l'activité de Génération concernant l'Utilisation.

L'analyse des successions des types d'unités montre que les Requêtes sont précédées d'une Assertion d'Information sur l'Utilisation et suivies d'Informations sur l'Utilisation et les Spécifications. Les Evaluations, les Justifications et les Générations sont spontanées dans le sens où elles ne sont pas précédées de Requêtes.

L'analyse des successions des Assertions d'activité met en évidence des enchaînements d'Informations concernant les sujets tels que : Utilisation suivie d'Utilisation et Spécification suivie d'Utilisation.

Aussi bien les Informations que les Evaluations négatives sur l'Utilisation donnent lieu à des Evaluations négatives. Les Evaluations négatives sont suivies d'autres Evaluations négatives, d'Informations sur l'Utilisation et sur la Technique, et de Génération de Solution. L'Evaluation positive est précédée d'une Evaluation négative concernant une Spécification.

Les Informations sur les Spécifications et l'Utilisation sont dans un deuxième temps justifiées par des éléments Techniques.

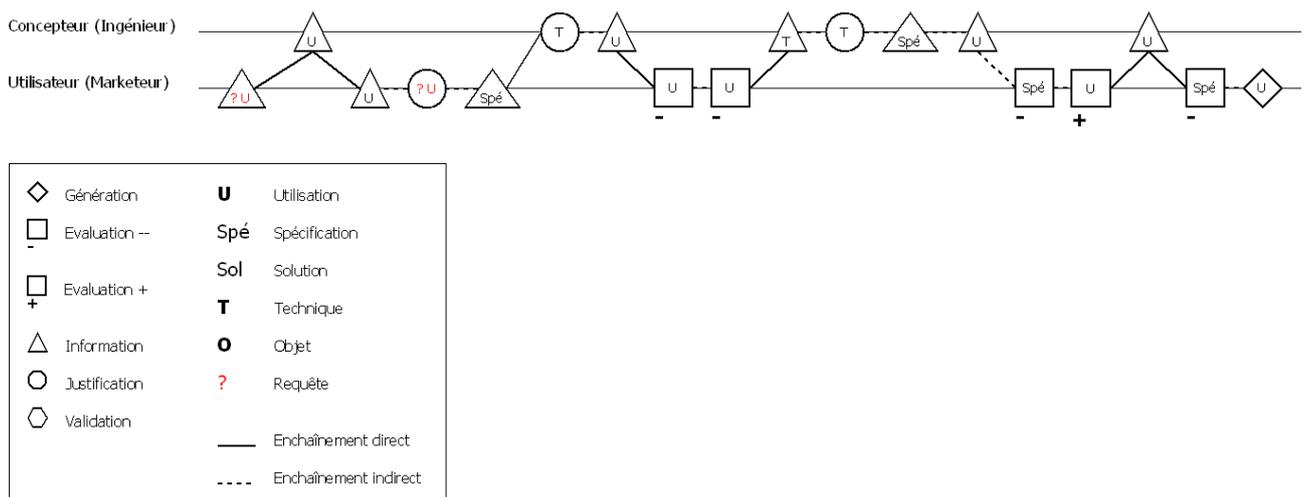


Figure 36 : Séquence "agir sur les produits" de la formation 2

La Figure 37 représente une séquence extraite d'une séance de formation enregistrée dans l'entreprise B. Elle comporte quatre activités, débutant et se terminant par une Assertion d'Information sur l'Utilisation.

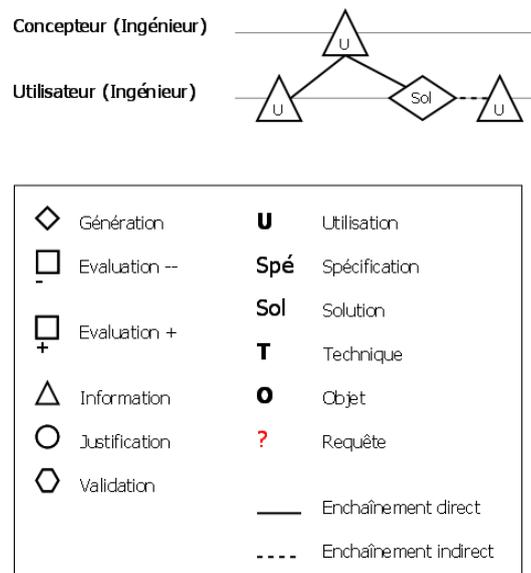


Figure 37 : Séquence "agir sur les produits" de la formation 3

L'analyse des successions des Assertions d'activité met en évidence que la Génération de Solution est précédée et suivie d'Informations sur l'Utilisation.

4 Discussion : des similitudes et des différences entre les deux types de situations

La comparaison des données observées dans les deux types de situations fait apparaître des points communs relatifs à la contribution des profils de participants aux activités et aux sujets. Aussi bien dans la revue de projet que dans les séances de formation, les concepteurs-ingénieurs ont verbalisé des Justifications, les utilisateurs-designers ont évoqué des Evaluations négatives, les utilisateurs-ingénieurs ont énoncé des Validations et les utilisateurs-marketeurs ont cité des Générations. Les concepteurs-ingénieurs ont abordé des sujets Techniques et les utilisateurs-marketeurs ont verbalisé des éléments relatifs à l'Objet.

L'analyse des dynamiques des deux types de situations met en évidence que les Informations sur l'Utilisation sont à la fois les sources et les réponses à certaines Requêtes, et qu'elles donnent parfois lieu à des Evaluations négatives. Les Evaluations négatives donnent lieu à des Générations de Spécification, ce qui rejoint les résultats de Darses *et al.* (2001) qui ont mis en évidence que les Evaluations étaient étendues, dans le sens de suivies de diverses extensions comme l'évocation de nouvelles propositions.

Notre étude confirme également que, dans les deux types de situations, les Evaluations sont spontanées, c'est-à-dire non précédées de Requêtes. Elle précise également qu'il en est de même pour les Générations et les Justifications.

La première différence entre les deux types de situations observées concerne les participants qui

ont posé des questions, c'est-à-dire qui sont à l'origine des Requêtes. Comme Karsenty (1991) l'a montré avant nous, il s'agit d'utilisateurs. Plus précisément, ce sont les utilisateurs-ingénieurs pour la revue de projet et les utilisateurs-marketeurs lors des formations.

La seconde différence concerne la contribution des participants aux activités. Au-delà des éléments communs, les utilisateurs-designers ont verbalisé des Evaluations positives uniquement lors de la revue de projet. Les spécificités des séances de formation en termes d'activités sont les suivantes : les utilisateurs-designers ont énoncé des Générations, les utilisateurs-marketeurs ont évoqué des Evaluations négatives, des Rejets et des Validations.

La troisième différence correspond au lien entre les participants et les sujets abordés. Lors de la revue de projet, ce sont les utilisateurs-ingénieurs et les concepteurs-ingénieurs qui ont évoqué des Solutions, alors que lors des séances de formations, ce sont essentiellement les utilisateurs-designers. C'est uniquement au cours de la revue de projet que les sujets Techniques ont également été abordés par les utilisateurs-marketeurs. Dans cette même situation, les sujets sur l'Utilisation ont été verbalisés par les concepteurs-ingénieurs et les sujets sur les Spécifications ont principalement été évoqués par les utilisateurs-ingénieurs.

La quatrième différence concerne les dynamiques de construction des besoins. Alors que la séquence issue de la revue de projet débute par des Assertions concernant les Informations sur l'Objet de la revue, celles issues des séances de formation commencent par des Requêtes ou des Assertions sur l'Utilisation du logiciel. Les Requêtes dans la situation de revue de projet sont suivies d'Informations sur l'Objet et sur la Technique, alors qu'elles sont suivies d'Informations sur les Spécifications et de Génération de Solution dans les formations. Nous avons observé dans une situation de formation qu'une Evaluation positive et une Génération pouvaient donner lieu à une autre Génération. Des Informations sur l'Objet donnent lieu à des Evaluations négatives de Spécifications dans la revue de projet, alors que dans les formations, nous avons constaté que des Evaluations négatives pouvaient déboucher sur d'autres Evaluations négatives. L'analyse de l'extrait de la revue de projet sélectionné fait apparaître une activité de Validation de Spécification, ces Validations ont été précédées de Générations et de Justifications de Spécification. C'est également seulement dans l'extrait de la revue de projet qu'une Evaluation négative a été justifiée.

5 Limites de l'étude

La première limite est le fait que nous n'ayons pas observé autant de situations de revue de projet que de situations de formation. L'occasion de réaliser une revue de projet ne s'est présentée qu'une seule fois. La revue de projet ne pouvait avoir lieu que dans un créneau particulier prenant en compte l'avancée suffisante du logiciel Appli-Viz'3D, la présence des stagiaires dans les entreprises, les disponibilités des ressources humaines (infographistes spécialistes de 3DS Max) et les nouvelles collections modélisées et créées par une entreprise. Les situations de formation n'impliquaient que les deux premières contraintes.

La seconde limite concerne la subjectivité dans l'application du Schéma de Codage aux retranscriptions des quatre situations. Pour limiter ce biais de subjectivité, l'application du

Schéma de Codage effectuée sur un extrait par l'auteur de la thèse a été validée par un enseignant-chercheur du laboratoire dans lequel cette thèse a été menée. Ce Schéma de Codage a donc été adopté pour l'ensemble des retranscriptions de cette étude.

6 Conclusion et perspectives

L'objectif de cette étude était de comprendre la construction de besoins lors de séances d'utilisation du logiciel par les utilisateurs finaux et des concepteurs d'Appli-Viz'3D dans un contexte de conception participative.

La méthode utilisée pour le recueil de données a été l'enregistrement des simulations de séances d'utilisation. Après avoir retranscrit ces enregistrements, nous avons adapté des schémas de codage utilisés pour l'étude des activités cognitives mises en œuvre lors des réunions de conception.

Nos résultats mettent en évidence des liaisons intermédiaires entre les profils de participants et les activités mises en œuvre aussi bien dans la revue de projet que dans les situations de formation. Les concepteurs-ingénieurs ont verbalisé des Justifications. Les utilisateurs-ingénieurs ont énoncé des Validations. Les utilisateurs-designers ont évoqué des Evaluations négatives. Les utilisateurs-marketeurs ont annoncé des Générations, ce qui pourrait laisser penser que les marketeurs ont un intérêt fort pour le logiciel.

Nos données montrent qu'il existe une liaison intermédiaire entre les profils de participants et les sujets abordés lors de la revue de projet, alors que cette liaison est faible dans le cas des formations. Lors de la revue de projet, les concepteurs-ingénieurs ont évoqué des Solutions, des éléments sur l'Utilisation et des sujets Techniques, tandis que les utilisateurs-ingénieurs ont proposé des Solutions et des Spécifications. Enfin, une attraction remarquable est observée entre les sujets Techniques et les utilisateurs-designers d'une part, et les utilisateurs-marketeurs d'autre part. Ce dernier constat relatif aux utilisateurs-marketeurs traitant de sujets Techniques (il s'agissait d'une Assertion et pas d'une Requête) est la preuve qu'il y a une appropriation par des utilisateurs non concepteurs (c'est-à-dire non designers et non ingénieurs) concernant des éléments relatifs au fonctionnement technique du logiciel.

Les dernières conclusions de cette étude concernent la dynamique des enchaînements des activités d'une séquence « agir sur les produits ». Les deux situations ont en commun plusieurs enchaînements : les Evaluations négatives donnent lieu à des Générations de Spécification, les Générations, les Justifications et les Evaluations sont spontanées dans le sens où elles ne sont pas précédées de Requêtes. Une des différences entre les deux types de situations analysées est le fait qu'une Evaluation négative et une Validation soient justifiées dans l'extrait de la revue de projet, inversement aux séances de formations.

Cette étude aboutit à des tendances qu'il serait bon de confronter par le déploiement d'études longitudinales de revues de projet. Cette perspective de recherche aurait pour objectif de comprendre la construction des besoins dans l'usage réel, c'est-à-dire quelque soit le type de projets intrinsèques à la revue, le profil de participants à la réunion et le moment de la revue par rapport à l'intégration du logiciel dans l'entreprise utilisatrice.

CHAPITRE 8

DISCUSSION GÉNÉRALE : VERS UN MODÈLE DE L'UTILITÉ DANS LA CONCEPTION

1 Introduction

Cette thèse défend l'idée selon laquelle un processus de conception centrée sur l'utilité implique le déploiement d'un processus de co-construction participative et continue des besoins.

Nos études empiriques produites ont permis de contribuer à une meilleure connaissance des activités et des contributions respectives de différents acteurs à :

- L'imagination des besoins potentiels ;
- La sélection des besoins à traiter parmi les possibles, c'est-à-dire la hiérarchisation et/ou la sélection des besoins potentiels ;
- L'évaluation de l'artefact pour continuer à faire évoluer la couverture des besoins par l'artefact, c'est-à-dire contribuer à la fois à une construction rétrospective de l'utilité, mais également prospective au travers de projection de nouvelles fonctionnalités et propriétés non fonctionnelles à partir des résultats de l'évaluation de l'artefact.

Sur la base de ces résultats, nous proposons un modèle de l'utilité en conception qui formalise les relations entre l'univers prospectif, l'univers rétrospectif, l'utilité potentielle et l'utilité réelle.

2 Rappel et discussion des principaux concepts : utilité, besoin, concepteur et utilisateur

Nous rappelons brièvement les définitions et principaux concepts présents dans notre manuscrit, avant de les mettre en relation dans la suite de la discussion. Nous avons distingué deux dimensions de l'utilité : l'utilité-valeur correspond aux bénéfices pour l'utilisateur que peut apporter l'artefact dans son activité ; l'utilité-destination correspond à l'évocation des services, des fonctionnalités et des propriétés associés à l'artefact. L'utilité, en tant que valeur ou destination, peut également être vue selon l'adéquation de l'artefact avec les « besoins ». Le besoin, tel qu'il est entendu dans notre travail, correspond aux fonctionnalités et aux attributs non hédoniques qu'un artefact doit posséder : nous qualifions ce besoin d'« utilitaire ». Les deux facettes de l'utilité sont déterminées et construites de l'amont de la conception jusqu'à l'usage de l'artefact, avec une dialectique continue entre deux « univers ». L'univers prospectif de l'utilité correspond à la prédiction, la projection ou l'imagination des fonctionnalités, de la forme du logiciel et de ses futurs usages avant leur réalisation. L'univers rétrospectif est assimilable à l'ensemble des expériences pertinentes en termes d'utilité pour informer la conception du logiciel. Ces deux univers nous permettent également de distinguer l'utilité potentielle qui désigne l'ensemble des fonctionnalités et des propriétés possibles ou souhaitables de l'artefact, de l'utilité réelle qui concerne les choix réellement implémentés.

Par ailleurs, nous avons distingué deux statuts dans nos études empiriques : le statut « utilisateur » et le statut « concepteur ». Les utilisateurs étaient les personnes qui interagissaient avec Appli-Viz'3D pour réaliser leur travail (Darses, 2004). Les concepteurs étaient les personnes qui étaient en charge de la définition et de la réalisation technique d'un artefact. Les concepteurs et les utilisateurs pouvaient dans les différentes études, avoir le même profil de métier (en l'occurrence, les designers et les ingénieurs). D'après Darses et Falzon (1996) et Darses *et al.* (1996), un concepteur est un professionnel qui met en œuvre des activités de résolution de problème. C'est en ce sens que nous pouvons considérer les utilisateurs d'Appli-Viz'3D ayant un profil d'ingénieur ou de designer, comme des concepteurs. Ce point soulève des questions quant à la notion d'utilisateur et sa pertinence dans certains contextes (par ex.,

conception des sites web, réalisation d'artefacts d'aide à la conception). Dans ces cas, il est probablement plus juste de considérer qu'« utilisateur » n'est pas un statut dans le projet de conception, mais correspond à une posture que la personne adopte à différents moments et en fonction des interactions avec les personnes qui ont un statut de concepteur dans le projet. Cette façon d'envisager la notion d'utilisateur pose notamment des questions en termes de représentations et de points de vue adoptés par un utilisateur étant concepteur lui-même, selon qu'il se positionne en tant qu'utilisateur ou comme concepteur.

3 Discussion des résultats : de la co-construction participative et continue des besoins à la conception d'un artefact « réellement » utile

Nous discutons des contributions de nos données empiriques aux phases d'un processus de conception centrée sur l'utilité. Nous nous intéressons d'abord aux phases de production de besoins potentiels et de réduction du champ des possibles, avant de nous concentrer sur la phase d'évaluation de l'utilité de l'artefact, puis sur la projection de nouvelles fonctionnalités et propriétés non-fonctionnelles à partir des résultats de l'évaluation. Nous concluons cette discussion par la proposition d'un modèle des relations entre univers prospectif, univers rétrospectif, utilité potentielle et utilité réelle.

3.1 La construction des besoins potentiels : entre formalisation de l'expression des utilisateurs et imagination

Nos études montrent que, en amont de la conception, et dans le contexte des technologies émergentes, l'analyse des besoins ne s'arrête pas à la seule « mise en forme » ou traduction des besoins qui sont exprimés. En effet, elle permet également de prendre en compte de nouveaux besoins qui n'auraient pas été exprimés ou anticipés par les utilisateurs ou les commanditaires. L'étude présentée dans le Chapitre 5, basée sur les niveaux d'abstraction de Darses (1992) et Rasmussen (1986, 1987), montre que les trois profils de concepteurs (ingénieurs, ergonomes, designers) ont extrait deux tiers des besoins et des spécifications à partir des verbalisations des utilisateurs alors qu'un tiers n'avaient pas été cités par ceux-ci. Les concepteurs, suivant leur profil, contribuent de manière différente et complémentaire à cette phase d'analyse des besoins. Les ingénieurs ont retenu et inféré des fonctionnalités en détaillant leur mise en œuvre dans l'artefact. Les designers ont prescrit les services possibles de l'artefact. Les ergonomes ont sélectionné et déduit des spécifications générales et physiques en considérant plutôt le fonctionnement humain que la complexité technique de mise en œuvre dans le logiciel.

3.2 La sélection des besoins traités : le passage des possibles à l'utilité potentielle

Les résultats de l'étude présentée dans le Chapitre 4 mettent en évidence que davantage de besoins énoncés par les utilisateurs ont ensuite été rejetés par les concepteurs, en comparaison avec ceux exprimés par ces derniers. Cela s'explique - en partie - par le fait que les besoins énoncés par les concepteurs sont techniquement et temporellement plus réalisables que ceux énoncés par les utilisateurs. Toutefois, nous avons montré que des utilisateurs et des concepteurs

pouvaient trouver un compromis quant à une fonctionnalité jugée « très importante » par les utilisateurs mais difficilement réalisable telle quelle par les concepteurs (Chapitre 6).

L'étude rapportée dans le Chapitre 6 met en évidence que l'activité de priorisation a permis aux trois profils d'utilisateurs (ingénieurs, designers, marketeurs) de se représenter ce que pourrait être le futur artefact à travers les exemples de fonctionnalités proposées ; mais aussi d'évoquer des fonctionnalités supplémentaires pouvant être des précisions de fonctionnalités déjà anticipées ou totalement nouvelles.

Les résultats présentés dans les Chapitres 5 et 6 s'accordent pour dire que la réduction du champ des possibles ne se restreint pas à des mécanismes de sélection et de priorisation, mais implique également des évocations de besoins ou de fonctionnalités supplémentaires. A ce propos, nous savions que les designers imaginaient les fonctionnalités en s'appuyant sur leurs propres représentations de ce que sera le futur artefact (Hasdogan, 1996) et que cette imagination était contrainte par les objectifs fixés par le commanditaire (Chevalier, 2004). Les données exposées dans le Chapitre 3 ajoutent à cela que les productions des designers sont également fortement dépendantes des contraintes des autres concepteurs. Les ergonomes, quant à eux, identifient les besoins et définissent les activités futures souhaitables par l'analyse de l'activité de référence des utilisateurs finaux. Ce constat est en accord avec (Sagot, 2003).

Dans le modèle que nous présentons à l'issue de cette discussion générale, nous avons qualifié le passage de l'univers prospectif à l'utilité potentielle de l'artefact (c'est-à-dire, une liste de fonctionnalités et de propriétés non-fonctionnelles) : la « sélection ».

3.3 Evaluation de l'artefact : de l'utilité réelle à l'univers rétrospectif de l'utilité

Le Chapitre 7 a permis de caractériser la contribution de différents profils de participants à chaque activité sous-tendant la construction de besoins. L'étude présentée dans ce chapitre s'inscrit dans la lignée des travaux de (D'Astous *et al.*, 2004 ; Darses *et al.*, 2001). Elle met en évidence que les concepteurs-ingénieurs ont verbalisé des Justifications, les utilisateurs-designers ont évoqué des Evaluations négatives (au sens d'arguments explicites quant à l'expérience de l'utilisateur avec l'artefact), les utilisateurs-ingénieurs ont énoncé des Validations et les utilisateurs-marketeurs ont cité des Générations (c'est-à-dire des propositions de nouvelles idées en détail).

Par ailleurs, des études antérieures avaient montré que les évaluations étaient spontanées dans le sens de non précédées de Requêtes d'une part, et étendues dans le sens de suivies de diverses extensions comme l'évocation de nouvelles propositions d'autre part (par ex., Darses *et al.*, 2001). Les résultats liés aux activités dans notre étude confirment ces deux points, et nous avons également observé que les Générations et les Justifications sont également spontanées.

La situation de revue de projet dans laquelle le prototype était utilisé par les utilisateurs en tant que support de présentation des concepts de produits (par ex., la table à langer, le lit à barreaux) était plus proche de la situation d'usage réelle dans laquelle sera intégré le futur artefact. Or, nous savons que la mise en situation de l'artefact dans la situation réelle d'utilisation est une opportunité pour le concepteur d'étudier les effets sur les activités des utilisateurs afin d'identifier les conditions qui permettront aux utilisateurs de tirer un réel bénéfice de leur

utilisation (Burkhardt & Lubart, 2010). Nous constatons que la situation de revue de projet est plus riche que celle de formation en termes de quantité, de diversité des activités mises en jeu et de références à l'Objet (par ex., la nouvelle collection ou gamme de meubles). Nous avons montré qu'il existait plusieurs différences entre ces deux situations. La première concerne les participants qui ont effectué des Requêtes : il s'agit d'utilisateurs dans les deux cas, mais d'utilisateurs-ingénieurs dans la revue de projet et d'utilisateurs-marketeurs lors des formations. La seconde différence concerne la contribution des participants aux activités : par exemple, les utilisateurs-designers ont verbalisé des Evaluations positives uniquement lors de la revue de projet, tandis qu'ils ont énoncé des Générations au cours des séances de formation. La troisième différence correspond au lien entre les participants et les sujets abordés : par exemple, ce sont les utilisateurs-ingénieurs et les concepteurs-ingénieurs qui ont évoqué des Solutions lors de la revue de projet, alors qu'il s'agit des utilisateurs-designers en ce qui concerne les séances de formations. La quatrième différence concerne les dynamiques de construction des besoins. Un exemple est que les Requêtes dans la situation de revue de projet sont suivies d'Informations sur l'Objet et sur la Technique, alors qu'elles sont suivies d'Informations sur les Spécifications et de Génération de Solution dans les formations.

Dans notre état de l'art, nous avons associé la phase rétrospective à l'évaluation et à la mesure de l'utilité associée à un état donné de la conception de l'artefact. Cela est cohérent avec le modèle que nous présentons par la suite dans lequel nous avons qualifié d'« évaluation », l'alimentation de l'univers rétrospectif de l'utilité basée sur un état de l'artefact.

3.4 Projection de nouvelles fonctionnalités et propriétés non-fonctionnelles à partir des résultats de l'évaluation

L'inférence de nouvelles fonctionnalités et attributs non-fonctionnels à partir des résultats de l'évaluation a pu être étudié par l'intermédiaire d'une étude longitudinale (Chapitre 4). Cette étude apporte des connaissances sur les processus dialogiques durant lesquels le concepteur peut réaliser de nouveaux apprentissages sur l'activité développée par les utilisateurs d'une part, et durant lesquels l'utilisateur peut apprendre à partir du résultat temporaire du travail du concepteur d'autre part. Ces processus sont intrinsèques à l'approche participative et développementale de Béguin (2007b).

Nous avons, d'une part, observé des rejets de besoins *a priori* jugés difficiles voire impossibles à implémenter, puis la validation de ces mêmes besoins suite à l'apprentissage de l'outil de développement. Cette observation montre que l'avancement dans le projet a amené les concepteurs à découvrir de nouvelles potentialités et à acquérir de nouvelles compétences sur l'outil de développement.

D'autre part, notre étude a mis en évidence que les utilisateurs ont produit de nombreux besoins dans les phases aval de la conception technique. Ce constat s'explique par le fait que les utilisateurs sont en capacité de développer leurs propres besoins jusque là « inimaginés » (Robertson, 2001) à partir des connaissances et des savoir-faire qu'ils acquièrent sur les fonctionnalités et les potentialités technologiques qu'offre l'artefact.

Dans le modèle que nous présentons ci-après, nous avons nommé le passage de l'univers rétrospectif de l'utilité à l'univers prospectif de l'utilité par le terme de « projection ».

3.5 Vers un modèle des relations entre univers prospectif, univers rétrospectif, utilité potentielle et utilité réelle dans la conception

La discussion de nos résultats nous permet de construire un modèle qui formalise les relations entre la construction des deux univers, l'utilité potentielle et l'utilité réelle (Figure 38). Il doit être vu comme un processus itératif et continu, dans lequel le contenu des deux univers change dynamiquement avec le temps et les acteurs de la conception.

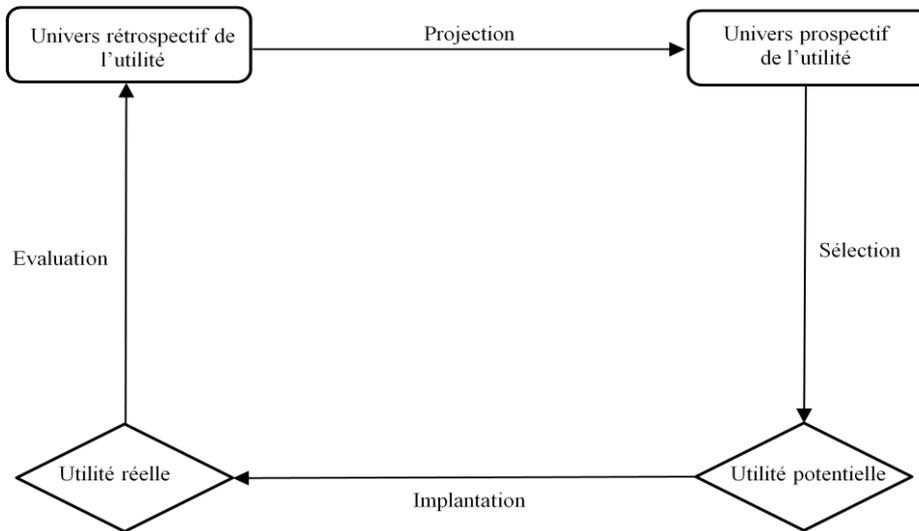


Figure 38 : Relations entre univers prospectifs et rétrospectifs de l'utilité, utilité potentielle et utilité réelle

Les acteurs de la conception, quelque soient leurs statuts dans le projet et leurs métiers, projettent les besoins qui découlent de l'univers rétrospectif vers l'univers prospectif. En d'autres termes, à partir des besoins identifiés dans l'univers rétrospectif, les participants infèrent d'autres besoins qui viennent alimenter l'univers prospectif. Le passage de l'univers prospectif vers l'utilité potentielle se caractérise par la sélection, c'est-à-dire le choix des fonctionnalités et formes possibles de l'artefact retenus. L'implantation consiste à implémenter ces choix sous forme de maquette, prototype ou objet réel, et concerne de fait, la traduction pertinente des besoins utilitaires des utilisateurs par les concepteurs. C'est seulement cette implantation réalisée, que l'on peut considérer qu'il existe pour l'artefact une utilité réelle. La mesure et l'évaluation de cette utilité alimente l'univers rétrospectif.

**CONCLUSION GÉNÉRALE : APPORTS ET
PERSPECTIVES DE RECHERCHE**

1 Introduction

L'objectif de cette thèse était d'assister et d'améliorer la prise en compte de l'utilité dans le processus de conception d'artefacts issus des technologies émergentes. Deux axes ont guidé cette thèse. Le premier était que l'hétérogénéité et la diversité des profils d'acteurs de la conception pourraient - en partie - expliquer les difficultés à concevoir « pour l'utilité ». Par conséquent, nous avons examiné les modèles, les méthodes et les outils utilisés ou préconisés dans les champs disciplinaires qui s'intéressent à la conception. Nous avons montré que les modèles, les méthodes et les outils préconisés dans les littératures des différentes disciplines étaient complémentaires en termes de ce qu'ils produisaient et de phases de la conception auxquelles ils étaient associés. Nous avons ensuite exploré les représentations quant à l'utilité et la construction de besoins chez les acteurs et les disciplines de l'Ingénierie, du Design et de l'Ergonomie. Notre travail a permis de mettre en évidence qu'il y avait une absence de représentation totalement partagée de l'utilité et des besoins en conception.

Le second axe concernait la contribution réelle des utilisateurs, en interaction avec les concepteurs de ces « nouvelles » technologies, à la conception d'artefacts innovants qui soient utiles pour eux. Pour ce faire, nous avons caractérisé la contribution des différents groupes d'acteurs - concepteurs et utilisateurs - au processus de co-construction participative et continue des besoins.

L'ensemble de ces apports ont amené à l'établissement d'un modèle de l'utilité dans la conception. Il formalise les relations qui existent entre l'univers prospectif, l'univers rétrospectif, l'utilité potentielle et l'utilité réelle.

Ce travail a également permis d'aboutir à des préconisations pour mieux prendre en compte l'utilité, préconisations que nous avons intégré dans une méthode de conception d'artefacts de Réalité Virtuelle : la méthode I²I. Après avoir exposé ces apports, nous proposons sur trois perspectives de recherche. La première est d'élargir la portée de nos apports théoriques en augmentant les échantillons et en les appliquant à d'autres types de projets. La deuxième perspective concerne la validation de la méthode de conception d'artefacts de Réalité Virtuelle proposée (extension de la méthode I²I). La dernière perspective de notre travail de recherche concerne la création d'un Living Lab à Laval.

2 Apports théoriques

Nous présentons nos quatre apports empirique et théoriques : l'absence de représentation totalement partagée quant à l'utilité et à la construction de besoins ; la complémentarité des modèles, des méthodes et des outils du processus de conception centrée sur l'utilité ; la contribution des concepteurs et des utilisateurs au processus de co-construction participative et continue des besoins ; le modèle des relations entre l'univers prospectif, l'univers rétrospectif, l'utilité potentielle et l'utilité réelle. Il convient néanmoins de nuancer légèrement la généralisation de ces apports au regard des limites que nous avons exposées dans chaque étude. En particulier, les échantillons restent relativement faibles et sont parfois déséquilibrés lorsque nous comparons plusieurs profils de concepteurs et/ou d'utilisateurs.

2.1 Absence de représentation totalement partagée des notions d'utilité et de besoins par les concepteurs

Nous avons réalisé une revue de la littérature qui a révélé l'absence d'études traitant explicitement des représentations mentales sur l'utilité et les besoins de plusieurs métiers de la conception. Ce qui nous a conduit à analyser les points de vue sur l'utilité et sur les besoins de ces trois profils de concepteurs par l'intermédiaire d'entretiens semi-directifs. Nos résultats ont mis en évidence que la représentation des notions d'utilité et de besoins est seulement partiellement partagée par les concepteurs selon qu'ils soient ingénieurs, ergonomes ou designers.

Une synthèse des éléments communs et spécifiques aux points de vue de ces différents acteurs est donné dans la Figure 39. Cette figure se lit de la manière suivante : chaque cercle contient les unités associées à l'utilité (en noir), aux besoins (en bleu) et aux acteurs de la conception (en rouge) d'un profil de concepteur (en majuscule).

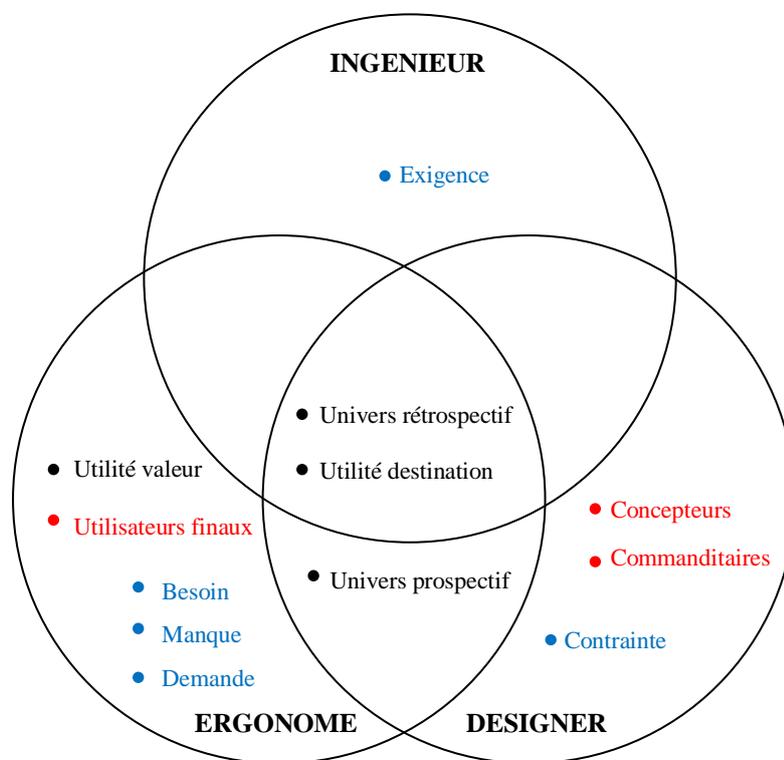


Figure 39 : Positionnement des attributs verbalisés dans le discours des concepteurs

Nous allons expliciter ce schéma ci-après.

Représentation partagée de l'utilité au sens de la destination et de l'univers rétrospectif

Nos données montrent que les ingénieurs, les designers et les ergonomes ont une représentation partiellement partagée de l'utilité, dans la mesure où il n'y a pas de lien entre le profil du concepteur et l'utilité au sens de la destination d'une part, et l'approche rétrospective de l'utilité d'autre part. Autrement dit, l'ensemble des concepteurs interviewés évalue l'utilité sous l'angle des spécifications de l'artefact, et plus précisément des fonctionnalités, des concepts et des services.

Représentation non partagée de l'utilité au sens de la valeur et de l'univers prospectif

Nos résultats confirment que les designers imaginent les buts et les fonctionnalités de l'artefact en référence aux contraintes fixées par le commanditaire et par les autres concepteurs. Comme les designers, les ergonomes contribuent fortement à l'univers prospectif de l'utilité. Mais, cela se fait davantage en référence aux besoins, aux manques et aux demandes des utilisateurs finaux, ainsi que par rapport aux bénéfices et aux avantages potentiels que pourrait apporter l'artefact pour l'activité des utilisateurs (c'est-à-dire l'utilité au sens de la valeur).

2.2 Complémentarité des modèles, des méthodes et des outils du processus de conception centrée sur l'utilité

Une originalité de notre travail réside dans la mise en perspective des processus de conception et des processus de construction, de leur façon de considérer l'utilité et les processus de construction de besoins selon l'angle adopté par quatre champs disciplinaires : l'ingénierie, le design, le marketing et l'ergonomie. L'utilité de l'artefact au sens de réponse à un ou des besoins y a été notamment considérée. Dans la partie suivante, nous proposons les contributions de chaque discipline aux phases du processus de conception centrée sur l'utilité :

- La production d'hypothèses sur les fonctionnalités, les propriétés non-fonctionnelles et les bénéfices attendus ;
- La hiérarchisation et la sélection des fonctionnalités, des propriétés non-fonctionnelles et des hypothèses privilégiées en termes de bénéfices et d'avantages ;
- La mesure de la pertinence des choix, identification des défaillances, des bénéfices et des avantages.

La production d'hypothèses sur les fonctionnalités, les propriétés non-fonctionnelles et les bénéfices attendus

En ingénierie des exigences comme en génie industriel, les exigences des commanditaires sont recueillies et synthétisées dans des documents. Cela se situe essentiellement en amont de la conception. Il s'agit du Cahier des Charges Fonctionnel en génie industriel et du Document de Besoins en ingénierie des exigences. Ces documents décrivent la destination de l'artefact, c'est-à-dire les services qu'il est censé rendre, les fonctionnalités et les propriétés non-fonctionnelles, qui sont considérés à un instant donné comme probablement bénéfiques pour le commanditaire, mais pas nécessairement pour l'utilisateur final. En ergonomie, c'est l'analyse de la demande et des problèmes dont le commanditaire a conscience par rapport à une situation de travail donnée qui sont formalisées dans un document intitulé « Proposition d'Intervention ».

Une fois ce premier « contrat » établi entre les commanditaires et les concepteurs, d'autres modèles, méthodes et outils aident à préciser l'utilité au sens de la destination de l'artefact et de la valeur pour l'utilisateur.

En génie logiciel, en génie industriel et en design, l'approche prospective de l'utilité et l'imagination des fonctionnalités et des propriétés non-fonctionnelles de l'artefact sont laissées en grande partie aux concepteurs. Par ailleurs, dans ces disciplines, les processus de conception

sont clairement formalisés, en termes de contenu et de succession des étapes, de manière à être *a priori* « facilement » applicables. Toutefois, ces modèles de processus ne traduisent pas, ou que très peu, le caractère évolutif des besoins. Il devient dès lors nécessaire d'anticiper les fonctionnalités, les propriétés non-fonctionnelles voire les usages de l'artefact. Pour cela, plusieurs méthodes et outils utilisés ou préconisés dans les littératures de l'ingénierie des exigences, du design mais également de la prospective, du marketing et de l'ergonomie. En design, les concepteurs vont par exemple, utiliser des outils informatiques basés sur des sources d'inspirations (images ou photos) éloignées de l'artefact à réaliser en termes de fonctionnalités et de propriétés pour « ouvrir » le champ des possibles. Les nouvelles idées générées peuvent ainsi prendre la forme de besoins utilitaires ou hédoniques, potentiellement latents. Dans la discipline de la prospective, il est également question de générer des idées de concepts de nouveaux logiciels et à anticiper de nouveaux usages sans pour autant tenter de détailler l'activité future. Des besoins potentiellement latents peuvent ainsi être anticipés. Les nouveaux concepts extraits peuvent parfois créer de nouveaux usages, ce qui rapproche sur ce point la prospective de l'approche « Technology Push » fréquemment mentionnée dans la discipline du marketing. En design et également en ergonomie, la méthode dite « Focus Group » favorise notamment la production de nouvelles fonctionnalités, de nouvelles propriétés non fonctionnelles de l'outil et de nouveaux usages « non contenus » ou non directement déductibles des besoins identifiés isolément pour chaque utilisateur.

La question du caractère évolutif des besoins peut être abordée sous l'angle d'une construction continue selon laquelle les besoins conscients évoqués en amont de la conception évolueront tandis que d'autres naîtront au cours de la réalisation technique. L'analyse des besoins est alors menée simultanément à la spécification voire à la réalisation détaillée plutôt que dans la phase amont du projet, tel que préconisé en ergonomie et en ingénierie concurrente. L'analyse des besoins peut également être réalisée en aval de la conception, c'est-à-dire dans l'usage. L'utilité de l'artefact évolue au gré de ses modifications, des changements dans la situation de travail, au fur et à mesure du temps et des connaissances que les utilisateurs élaborent. Les méthodes telles que l'observation et l'auto-confrontation, telles qu'utilisées en ergonomie, permettent de renseigner l'analyste sur les caractéristiques de l'activité des utilisateurs, et d'identifier les besoins non explicites, non-conscients voire latents, issus des difficultés et des manques de l'existant. Il est ici question de faire des hypothèses sur les bénéfices et les avantages potentiels de l'artefact pour l'utilisateur.

Les besoins recueillis auprès des commanditaires, comme ceux évoqués par les utilisateurs, sont traduits par les concepteurs pour devenir des fonctionnalités et des propriétés non-fonctionnelles, ou pour être exprimés sous forme de bénéfices et d'avantages potentiels. Cette traduction nécessite de la part des concepteurs une activité de réduction progressive de l'espace de recherche des solutions pour aboutir à des spécifications de plus en plus précises. En ingénierie des exigences, les exigences du client sont transformées en spécifications du système, elles-mêmes décomposées en différents sous-systèmes. En psychologie et en ergonomie cognitive, les besoins sont les raisons pour lesquelles l'artefact doit être conçu (buts de l'artefact) alors que les spécifications représentent la manière dont ces besoins sont mis en œuvre dans l'artefact (caractéristiques physiques du système) : on parle de niveaux d'abstraction.

La hiérarchisation et la sélection des fonctionnalités, des propriétés non-fonctionnelles et des bénéfices potentiels

La littérature en ingénierie des exigences nous indique que, dans cette discipline, le choix des alternatives est fait par des ingénieurs, des chefs de projet ou des développeurs. Les critères alors utilisés sont la faisabilité technique, le degré d'incertitudes et de risques associés à chaque alternative, les coûts et les bénéfices de chacune ainsi que le degré de convergence des différentes parties prenantes. Le risque est alors que l'utilité-destination de l'artefact n'apporte pas de bénéfices réels à l'ensemble des parties prenantes.

Les études empiriques relatives dans notre état de l'art montrent que les utilisateurs peuvent contribuer aux choix de conception, en particulier en ergonomie. Les utilisateurs sont alors à même de fournir aux concepteurs les critères nécessaires pour justifier les nouveaux choix de conception en termes de destination de l'artefact, mais aussi en termes de bénéfices et d'avantages pour lui.

Pour aider à la sélection, il existe des méthodes de priorisation qui reposent sur les échelles nominales, les échelles ordinales et les échelles de ratio (Ma, 2009). Elles permettent, à chaque utilisateur de la méthode, d'attribuer des valeurs qualitatives ou quantitatives aux besoins dans le but d'obtenir un ordre relatif entre ces besoins.

La mesure de la pertinence et l'évaluation des choix et des bénéfices

L'existant alimente l'univers rétrospectif de l'utilité. Cela passe notamment par des méthodes de veille. La veille technologique et concurrentielle employée en génie industriel et la veille concurrentielle déployée en marketing visent à proposer une nouvelle technologie, un nouveau produit ou service, en vue de combler un manque identifié chez les concurrents. L'analyse concurrentielle en ergonomie vise plutôt à repérer les défauts des artefacts concurrents en vue de ne pas les reproduire.

L'identification des défaillances liées à l'utilisation peut être menée sans recourir aux utilisateurs finaux ; il s'agit alors d'améliorer l'utilité-destination. Il s'agit de l'inspection en ergonomie, du self-modelling en design et des tests en ingénierie.

La mesure de la pertinence et l'évaluation des choix et des bénéfices peut également intégrer les utilisateurs. Lorsqu'ils sont impliqués, l'objectif est de faire correspondre la destination du logiciel à une plus-value « réelle » pour les utilisateurs. En génie logiciel et en génie industriel, l'utilisateur final réalise des tests et des évaluations généralement postérieures à la phase de réalisation d'un prototype « avancé » voire d'implémentation, ce qui limite les modifications à apporter à l'artefact. En design, l'utilisateur intervient pour donner un avis plutôt binaire du type « c'est bien » ou « ce n'est pas bien » à propos d'une maquette non-fonctionnelle la plupart du temps. En ergonomie, l'approche rétrospective est plus mobilisée au travers de méthodes visant à extraire l'expérience des utilisateurs ainsi que par le moyen d'itération de tests et évaluations. L'évaluation de prototype est un moyen pour projeter les utilisateurs dans un contexte d'usage futur. Les utilisateurs sont, dans ce cas, en capacité de proposer des fonctionnalités et les propriétés non-fonctionnelles de l'application future jusque-là latentes et non-conscientes.

2.3 Caractérisation des contributions des concepteurs et des utilisateurs au processus de co-construction participative et continue des besoins

Un axe organisateur de cette thèse a été la contribution réelle des utilisateurs à la conception d'artefacts innovants qui soient utiles pour eux, aux côtés et en interaction avec les concepteurs. Pour cela, nous avons cherché à analyser comment, quand et sur quel contenu portait la contribution des différents groupes d'acteurs au processus de co-construction participative et continue des besoins. Les méthodes utilisées pour y répondre ont été : l'étude longitudinale et l'observation participante pour analyser la dynamique globale du processus de construction continue des besoins ; l'expérimentation pour identifier les besoins et la proposition de spécifications par différents profils de concepteurs ; le questionnaire pour analyser la priorisation des besoins par différents profils d'utilisateurs et les séances d'utilisation d'Appli-Viz'3D pour étudier l'élaboration des besoins lors des réunions d'évaluation. Nous allons détailler les caractéristiques du processus de co-construction participative et continue des besoins ci-après.

L'évocation de besoins par les utilisateurs prend essentiellement place en amont et en aval de la réalisation technique (Chapitre 4)

Nos résultats confirment que la majorité des besoins conscients sont énoncés en amont, et qu'intégrer l'artefact dans les situations d'usages est un bon moyen de faire émerger les besoins non conscients et latents des utilisateurs. Par ailleurs, nous observons que les utilisateurs contribuent fortement aux phases amont et aval de la réalisation technique en termes d'énonciation de besoins, par rapport aux concepteurs et aux porteurs de projet.

La priorisation de fonctionnalités par les utilisateurs permet de faire émerger de nouveaux besoins (Chapitre 6)

La priorisation de fonctionnalités de l'artefact par des utilisateurs facilite l'évocation de fonctionnalités supplémentaires. Il semblerait, en effet, que le fait que les concepteurs proposent des exemples de fonctionnalités aide les utilisateurs à se représenter les possibilités technologiques de l'artefact, et à repérer l'intérêt de l'artefact pour leur activité. Ces derniers sont alors en capacité de proposer de nouveaux besoins.

Les besoins évoqués par les utilisateurs ne sont pas systématiquement implémentés (Chapitre 4)

Nos données montrent que, parmi les besoins rejetés par les concepteurs, la majorité a été émise par les utilisateurs. Cela s'explique par le fait que les besoins énoncés par les utilisateurs sont jugés par les concepteurs techniquement et temporellement moins réalisables que ceux énoncés par les concepteurs. Les concepteurs prennent ces décisions de rejet sur la base de leur expérience et de leur expertise technique à un instant donné de la conception.

Un résultat particulièrement intéressant concerne le fait que certains besoins évoqués par les utilisateurs, flous ou difficiles à intégrer en fin de conception, n'ont pas été traités par les concepteurs. Cela suggère que, bien qu'intégré dans le processus de conception, l'utilisateur final n'a pas encore de moyen pour influencer le choix final d'implémentation, effectué par les seuls concepteurs. Une interprétation possible de ce résultat peut être la résistance encore grande des concepteurs à céder à d'autres les aspects relatifs aux spécifications.

Les concepteurs produisent des spécifications complémentaires (Chapitre 5)

Les spécifications produites par des ingénieurs, des designers et des ergonomes sont complémentaires tant en termes de précision que de critères pris en compte. Les ergonomes produisent des spécifications générales et des spécifications physiques. Les ingénieurs définissent principalement des spécifications physiques. Les designers prescrivent les buts et les services du futur artefact.

Les concepteurs, en fonction de leurs profils, infèrent des spécifications à partir de critères différents. Alors que les ergonomes infèrent des spécifications à partir de leurs connaissances sur le fonctionnement humain et les principes généraux de l'interaction homme-machine (par ex., « *en cas de problème pouvoir revenir à la dernière bonne configuration* »), les ingénieurs ont plutôt évoqué des fonctionnalités dont ils se représentaient la mise en œuvre dans l'application (par ex., « *prendre en compte les retours des utilisateurs en proposant un bloc de commentaire* »).

Les réalisations techniques aident les concepteurs à rejeter ou valider les besoins (Chapitre 4)

Nos résultats montrent que les concepteurs ont besoin de se confronter à la technique pour être en capacité de rejeter ou de valider un besoin. En effet, nous avons mis en évidence que c'était essentiellement pendant la réalisation technique que les concepteurs rejettent des besoins, et que des besoins exprimés ont d'abord été validés avant d'être rejetés. Inversement, nous avons observé que des besoins évoqués avaient d'abord été rejetés pour être in fine validés. Cela s'explique par le fait que le concepteur pensait *a priori* que le besoin était techniquement difficile à implémenter et, c'est au fur-et-à-mesure des apprentissages sur l'outil de développement, qu'il a levé les verrous technologiques.

Un apprentissage mutuel entre les concepteurs et les utilisateurs (Chapitre 7)

L'analyse de nos données concernant les discours produits lors des séances d'utilisation d'Appli-Viz'3D fait apparaître un apprentissage mutuel entre les concepteurs et les utilisateurs. D'une part, les utilisateurs-marketeurs (et non concepteurs) ont évoqué des sujets techniques. Cela montre que des personnes sans connaissances techniques *a priori* développent des connaissances sur le fonctionnement technique de l'artefact, à force de côtoyer des concepteurs. D'autre part, les concepteurs traitent de sujets concernant l'objet de la revue de projet (par ex., un meuble). Ces constats suggèrent que l'immersion au sein de l'environnement de travail des utilisateurs facilite la compréhension des contraintes liées à l'activité des utilisateurs par les concepteurs.

2.4 Un modèle de l'utilité dans la conception

Le modèle que nous proposons à l'issue de notre discussion (Chapitre 8) est original en ce sens qu'il s'agit d'un cadre pour analyser, assister ou guider la prise en compte de l'utilité dans la conception.

D'une part, il théorise l'existence de deux univers de l'utilité : l'univers prospectif et l'univers rétrospectif. L'univers prospectif correspond à la projection ou à l'imagination des fonctions, de la forme et des futurs usages d'un logiciel. Il peut s'avérer quasi-complet, précis et commun à tous les acteurs à certains moments de la conception, ou bien flou, conceptuel et peu partagé

entre les acteurs de la conception à d'autres moments. L'univers rétrospectif de l'utilité correspond à une (re)construction des fonctions, de l'utilisation et des usages, sur la base de l'état actuel ou d'états précédents du logiciel. Il peut être issu de la mise en œuvre de techniques empiriques visant la mesure et la validation de l'utilité, à un instant donné de la conception et en fonction de l'état des connaissances de l'utilisateur et des propriétés de l'environnement dans lequel se déroule l'activité.

D'autre part, il formalise l'idée que la conception implique une dialectique continue entre les deux univers depuis l'amont de la conception où l'utilité, la forme et le détail du logiciel restent flous et hypothétiques, jusqu'à l'aval où la forme finale est éprouvée et continue à évoluer dans l'usage. Pour ce faire, il qualifie les liens qui sous-tendent la construction de ces deux univers pour tendre vers une utilité réelle de l'artefact. Ce modèle illustre que le contenu de l'univers prospectif de l'utilité se construit, dynamiquement avec le temps et les acteurs de la conception, à partir de l'imagination des besoins potentiels, de leur réduction et de la projection des nouvelles fonctionnalités et propriétés non-fonctionnelles à partir des résultats de l'évaluation.

3 Apport méthodologique : extension de la méthode I²I

Nous nous proposons d'intégrer les apports de notre travail à la méthode I²I (Cf. Chapitre 1 sous-section 3.1.3) qui a été déployée en amont de la réalisation technique d'Appli-Viz'3D par un étudiant-ingénieur en Réalité Virtuelle⁴⁵. Elle a été utilisée de manière séquentielle afin de tracer dans quatre documents les choix de conception faits pour chacun des niveaux (le cahier des charges fonctionnel, le cahier des charges cognitif, le dossier de concepts et le dossier de définition).

Ces apports, que nous détaillons ci-après, sont représentés dans la Figure 40.

Le terme de « *besoin identifié* » de la version d'origine de la méthode I²I est ambigu dans la mesure où rien n'est précisé sur l'origine et sur la nature du besoin. Or, notre travail de recherche montre que globalement dans les modèles du génie industriel, le besoin identifié considéré comme le point de départ du processus de conception provient du concepteur ou du commanditaire. En ce sens, le besoin n'apporte pas systématiquement un avantage ou un bénéfice à l'utilisateur final. Afin d'améliorer la prise en compte de l'utilité dans la conception au travers des besoins des utilisateurs, tout en intégrant les exigences du commanditaire et les contraintes des concepteurs, nous proposons d'ajouter les étapes suivantes :

- Le *recueil des exigences des commanditaires* est la phase durant laquelle les commanditaires évoquent leurs buts, leurs attentes, leurs souhaits et leurs contraintes ;
- L'*analyse des besoins des utilisateurs* concerne l'évocation des besoins conscients par les utilisateurs et l'identification des besoins non-conscients chez les utilisateurs par l'analyse des situations de référence (c'est-à-dire des situations n'incluant pas le futur artefact) ;
- L'*identification des contraintes des concepteurs (ingénieurs, ergonomes et designers)* consiste à faire prendre conscience à chacun des concepteurs les contraintes de leurs partenaires, en s'appuyant sur les exigences des commanditaires et les besoins des

⁴⁵ Etant donné nos objectifs de recherche et le fait que cette méthode n'ait pas été appliquée par l'auteur de la thèse, nous n'avons pas détaillé son application pour la conception d'Appli-Viz'3D, dans les parties empiriques.

utilisateurs ;

- La *concertation des commanditaires, des porteurs de projet, des utilisateurs et des concepteurs* vise à rassembler les différents acteurs du projet afin qu'ils construisent une représentation commune de ce que pourrait être le futur artefact ;
- La *confrontation des exigences, des besoins et des contraintes* fait la synthèse des quatre étapes précédentes.

Par ailleurs, notre thèse met en évidence que le besoin se construit et évolue. C'est pourquoi chacune de ces étapes débutera en amont de la rédaction du CDCF, mais qu'elles devront idéalement se poursuivre jusqu'à l'utilisation de l'artefact. Ce CDCF devra contenir les fonctionnalités détaillées du futur artefact, et pas seulement les services qu'il sera censé rendre.

C'est également pour cette raison que nous renommerons l'étape d'« exploitation » par le terme de « *mise en situation et identification de nouveaux besoins* ». C'est durant cette phase que l'artefact sera intégré dans les entreprises afin que les utilisateurs mettent en correspondance leurs objectifs et les possibilités de l'artefact. C'est lors de cette étape que naîtront des besoins non-conscients et des besoins latents. Nous préconisons que les concepteurs accompagnent au quotidien durant une certaine période les utilisateurs afin de faciliter l'intégration de l'outil dans leur activité.

Nous insistons sur le fait que l'étape de « confrontation des commanditaires, des porteurs de projet, des utilisateurs et des concepteurs » doit se répéter tout au long du processus de conception et en aval. Nos conclusions montrent que le compromis concernant les besoins à implémenter doit satisfaire le maximum d'acteurs du projet - y compris les utilisateurs - afin que l'artefact ait une utilité réelle qui apporte une réelle plus value pour les utilisateurs et leur activité. Pour que ce compromis se construise, il semble pertinent de donner la possibilité aux différents acteurs d'échanger leurs points de vue à toutes les étapes de la conception de l'artefact. Dans nos travaux, nous nous sommes également intéressés à la priorisation des fonctionnalités, et nous avons montré qu'il s'agissait d'une étape nécessaire surtout lors des phases amont de la conception dans le sens où les résultats de la priorisation sont un point de départ pour les concepteurs. C'est pour cette raison que nous préconisons d'insérer l'étape « priorisation » préalablement à la rédaction du CDCF, et de faire réaliser cette priorisation par des utilisateurs plutôt que par les concepteurs eux-mêmes.

Cette proposition d'extension d'une méthode issue des sciences de l'ingénierie (méthode I²I) favorise l'intégration de l'utilisateur dans le processus de conception. En ce sens, elle est un support méthodologique qui vise à guider les ingénieurs en Réalité Virtuelle pour concevoir des produits centrés non seulement sur les caractéristiques, mais aussi sur les besoins et les attentes des utilisateurs. Nos préconisations supposent l'intégration de spécialistes des sciences humaines, ces derniers maîtrisant les méthodes nécessaires à la réalisation de ces étapes.

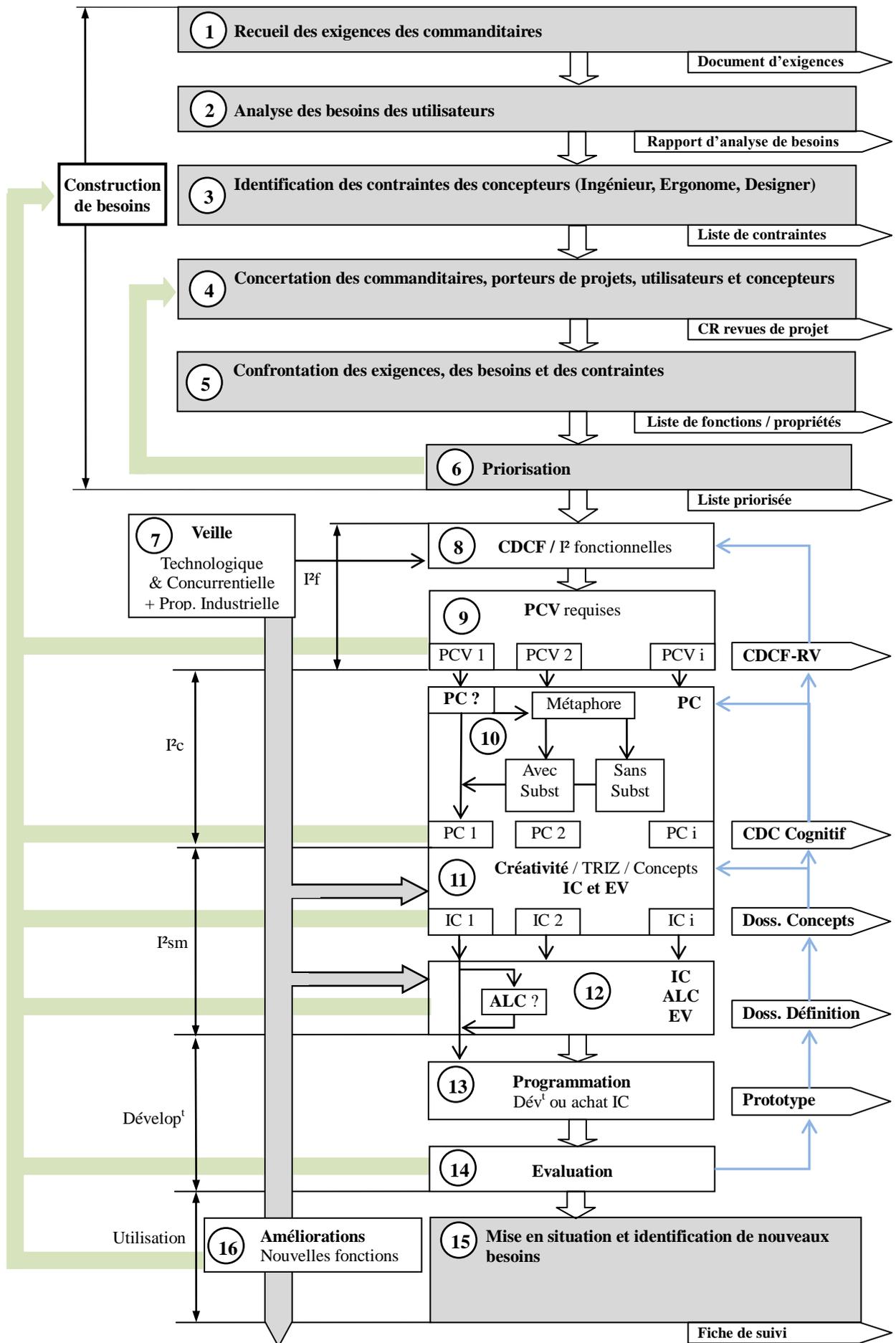


Figure 40 : Extension de la méthode I²

4 Perspectives de recherche

Nous suggérons trois perspectives de recherche : élargir la portée de notre modèle de l'utilité dans la conception, valider notre extension de la méthode I²I et la construction d'un Living Lab à Laval.

4.1 Elargir la portée de notre modèle de l'utilité dans la conception

Notre modèle est un cadre permettant d'analyser, d'assister voire de guider l'utilité en conception. Il serait intéressant d'utiliser ce modèle pour examiner la prise en compte de l'utilité dans plusieurs projets de conception. Cela permettrait d'identifier d'autres facteurs et processus associés aux quatre pavés de ce modèle (par ex., utilité potentielle) et aux relations qu'ils entretiennent (par ex., projection). Pour ce faire, nous proposons quelques perspectives.

Nos contributions empiriques montrent des résultats et des tendances recueillies pour l'essentiel dans un projet réel. Cela amène une forte validité écologique et une richesse des données recueillies du fait qu'il s'agisse de contributeurs et de situations réelles de conception. L'inconvénient associé concerne la généralité des résultats. Celle-ci ne peut être établie directement du fait que l'on travaille sur un cas, dont il faut alors évaluer le caractère représentatif. Une perspective est ainsi clairement de mener des recherches complémentaires afin de valider ou d'infirmer ces tendances en veillant également à prendre en compte les limites soulevées dans chaque partie empirique.

De plus, notre modèle est - pour partie - bâti sur l'analyse du processus de construction de besoins dans le cadre de la conception d'Appli-Viz'3D. Il est important de rappeler que ce logiciel était destiné à trois PME et, de fait, que tous les futurs utilisateurs étaient connus *a priori*. L'ensemble des futurs utilisateurs ont été impliqués dans le processus, ce qui a facilité la mise en œuvre d'un processus de la co-construction participative et continue des besoins qui est un fondement de notre modèle. Par conséquent, une autre perspective de recherche concerne le déploiement de notre modèle dans des projets de conception où certains utilisateurs ne sont pas connus *a priori* (par ex., grosses structures, applications grand public).

Enfin, parmi les trois profils d'utilisateurs de notre logiciel d'aide à la conception, deux d'entre eux étaient des ingénieurs et des designers. Cela a certainement facilité la construction de besoins. Élargir notre modèle nécessiterait donc de l'appliquer à des projets où les utilisateurs ne sont pas également concepteurs.

4.2 Valider notre extension de la méthode I²I

La Réalité Virtuelle rassemble un ensemble de disciplines et de technologies diverses qui permettent de concevoir des environnements virtuels aussi bien immersifs que non immersifs, et des interfaces (par ex., gant 3D, bras à retour d'efforts). Or, nous avons proposé une extension de la méthode I²I, basée sur des préconisations elles-mêmes issues de la conception d'Appli-Viz'3D qui est un artefact non immersif d'aide à la conception.

Afin de valider nos préconisations, nous devons déployer cette méthode dans le cadre de projets de conception d'artefacts immersifs.

Par ailleurs, cette extension de la méthode I²I a été appliquée dans le cadre de la conception d'Appli-Viz'3D qui est un logiciel destiné notamment à des utilisateurs familiers de la conception (ingénieur et designer). Il serait pertinent d'appliquer cette méthode à d'autres

situations dans lesquelles les populations sont moins familières de la conception et des technologies de la réalité virtuelle.

Les utilisateurs d'Appli-Viz'3D sont une population correspondant à un ensemble de professionnels de la petite enfance. Or, nous avons également identifié dans la littérature l'existence de besoins spécifiques à un utilisateur particulier (par ex., handicap, thérapie) et de besoins propres à une population large et non spécifique (par ex., grand public). De fait, il serait judicieux de valider nos propositions dans le cadre de la conception d'artefacts propres à ces deux types de populations.

4.3 Vers la construction d'un Living Lab à Laval

Les Living Lab sont un paradigme émergent depuis une quinzaine d'années et sont soutenus par la Commission Européenne. Il existe aujourd'hui une vraie dynamique autour des Living Lab à travers toute l'Europe, car l'Union Européenne soutient fortement ces projets par des actions de labellisation : 163 Living Lab sont référencés sur le site internet ⁴⁶ du réseau EnoLL (European Network of Living Labs). La France compte quinze des 163 Living Lab du réseau EnoLL (9.2%).

L'objectif des Living Lab est d'engager des communautés d'utilisateurs le plus tôt possible dans le cycle de R&D afin de co-crée, d'explorer, d'expérimenter et d'évaluer des services, des produits ou des usages nouveaux en amont de la conception. Leur particularité est d'instaurer une dimension participative forte car l'utilisateur final visé par le nouveau produit (ou service) est intégré dès les premières étapes du processus de conception, et ses besoins sont pris en compte tout au long du projet.

L'analyse des fiches descriptives des Living Lab⁴⁷ met en évidence que les principaux moyens utilisés pour faciliter cette dimension participative sont les réseaux sociaux en ligne, les liaisons haut débit quasi permanentes, les villes témoins et la Réalité Virtuelle. Cette analyse fait également apparaître un manque crucial d'informations sur les démarches et les méthodes formalisées utilisées pour intégrer les utilisateurs de manière participative.

Dans le cadre de cette thèse, nous avons caractérisé les contributions des concepteurs et des utilisateurs à une conception centrée sur l'utilité en général et au processus de co-construction participative et continue des besoins en particulier. D'autre part, nous avons enrichi une méthode de conception d'artefacts de Réalité Virtuelle : la méthode I²I. Après avoir enrichi notre modèle théorique et validé notre extension de la méthode I²I par l'intermédiaire de leurs applications à d'autres typologies de projets, nous serons en capacité de formaliser une démarche applicable à différentes catégories de projets de conception. Cela est cohérent avec l'idée issue des premières réunions de travail proposant que l'objectif ne soit pas tant de s'attacher à un domaine particulier, mais plutôt de fournir une méthode formalisée aux autres Living Lab européens.

⁴⁶ Pour plus d'informations sur les Living Lab, voir <http://www.openlivinglabs.eu/>

⁴⁷ Ces fiches sont téléchargeables sur le site : <http://www.openlivinglabs.eu/livinglabs>

BIBLIOGRAPHIE

- Alenljung, B. (2005). *Decision-making in the requirements engineering process: a human-centred approach*. Institute of Technology at Linköping University, Linköping.
- Alenljung, B. & Persson, A. (2008). Portraying the practice of decision-making in requirements Engineering - A case of large scale bespoke development. *Requirements Engineering*.
- Allard-Poesi, F. & Perret, V. (2003). *La Recherche-Action*. Paris: E-Theque.
- 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, Paris V, Paris.
- Anastassova, M., Burkhardt, J.-M. & Mégard, C. (2007a). *User-Centred Design and Evaluation of Augmented reality Systems for Industrial Applications: Some Deadlocks and Breakthroughs*. Paper presented at the Virtual Reality International Conference.
- Anastassova, M., Burkhardt, J.-M., Mégard, C. & Leservot, A. (2005). *User-centred design of mixed reality for vehicle maintenance training: An empirical comparison of two techniques for user needs analysis*. In the Proceedings of HCI International.
- Anastassova, M., Mégard, C., & Burkhardt, J.-M. (2007b). Prototype Evaluation and User-Needs Analysis in the Early Design of Emerging Technologies. In *Human-Computer Interaction. Interaction Design and Usability*, 383-392.
- Aoussat, A. (1990). *La pertinence en innovation : nécessité d'une approche plurielle*. Thèse de doctorat, ENSAM, Paris.
- Aoussat, A. (1996). *Contribution la modélisation du processus de conception de produits industriels*. Habilitation à Diriger les Recherches, INPG, Grenoble.
- Aurum, A. & Wohlin, C. (2003). The fundamental nature of requirements engineering activities as a decision-making process. *Information and Software Technology*, 45(14), 945-954.
- Barcellini, F., Détienne, F. & Burkhardt, J.-M. (2008). Users and developers mediation in an Open Source Software Community: boundary spanning through cross participation in online discussions. *International J. Human-Computer Studies*, 66, 558-570.
- Baroudi, J. J., Olson, M. H. & Ives, B. (1986). An empirical study of the impact of user involvement on system usage and information satisfaction. *Association for Computing and Machinery*, 29, 232-238.
- Bastien, J. M. C. & Scapin, D. (2004). La conception de logiciels interactifs centrée sur l'utilisateur : étapes et méthodes. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie*. PUF, Paris.
- Bastien, J. M. C. & Scapin, D. L. (1993). *Critères Ergonomiques pour l'Évaluation d'Interfaces Utilisateurs*: Technical report 156, May 1993. INRIA. Programme 3 Artificial intelligence, cognitive systems, and man-machine interaction.
- Bastien, J. M. C. & Tricot, A. (2008). L'évaluation ergonomique des documents électroniques. In A. C. A. Tricot (Ed.), *Ergonomie des documents électroniques*. PUF, Paris, 205-227.
- Beck, K. (1999). *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Addison-Wesley Professional.
- Béguin, P. (2003). Design as a mutual learning process between users and designers. *Interacting with Computers*, 15(6), 709-730.
- Béguin, P. (2007a). Innovation et cadre sociocognitif des interactions concepteurs-opérateurs : une approche développementale. *Le Travail Humain*, 70, 369-390.
- Béguin, P. (2007b). Prendre en compte l'activité de travail pour concevoir. *@ctivités*, 4(2), 107-114.

- Béguin, P., & Cerf, M. (2004). Formes et enjeux de l'analyse de l'activité pour la conception de systèmes de travail. *@ctivités*, 1(1), 54-71.
- Beitz, W. & Pahl, G. (Eds.). (1996). *Engineering Design: A systematic approach*. London.
- Bendjenna, H., Zarour, N. & Charrel, P.-J. (2008). Enhancing Elicitation Technique Selection Process in a Cooperative Distributed Environment. B. Paech et al. (Eds), 23-36.
- Berander, P. & Andrews, A. (2005). Requirements Prioritization. In A. W. Aurum, C. (Ed.), *Engineering and Managing Software Requirements*. Springer Verlag.
- Bernard, J.-M. (2003). *Analysis of local or asymmetric dependencies in contingency tables using the imprecise Dirichlet model*. Paper presented at the 3d International symposium on imprecise probabilities and their applications ISIPTA'03.
- Bertin. (1998). *La simplicité d'usage. Concepts et éléments de prospective technologique* Ministère de l'économie et des finances.
- Blandford, A., Green, T. R. G., Furniss, D. & Makri, S. (2007). Evaluating system utility and conceptual fit using CASSM. *International Journal of Human-Computer Studies*, 1-26.
- Boehm, B. W. (1988). A Spiral Model of Software Development and Enhancement. *IEEE Computer*, 21(5), 61-72.
- Bonnardel, N. & Marmèche, E. (2005). Towards supporting evocation processes in creative design: a cognitive approach. *International Journal of Human-Computer Studies*, 63(4-5), 422-435.
- Bonnardel, N. & Rech, M. (1999). Les sources d'inspiration en conception. *Sciences et Techniques de la Conception*, 6, 37-53.
- Bonnardel, N. & Zenasni, F. (2010). The impact of technology on creativity in design: an enhancement? *Creativity & Innovation Management*, 19(2), 180-191.
- Bouchard, C. (1997). *Modélisation du processus de style automobile. Méthode de veille stylistique adaptée au design du composant d'aspect*. Thèse de doctorat, ENSAM, Paris.
- Bouchard, C., Omhover, J. F., Mougenot, C., Aoussat, A. & Westerman, S. (2008). *TRENDS, a content-based information retrieval system for designers*. Paper presented at the Design Computing and Cognition - DCC08.
- Boucher, X. (1999). *Propositions méthodologiques pour la gestion Filière-Métiers dans un contexte d'Ingénierie Concourante*. Université de Droit, d'Économie et des Sciences d'Aix-Marseille III.
- Bourdote, P., Jessel, J.-P. & Thouvenin, I. (2006). Industries manufacturières. In P. Fuchs & G. Moreau (Eds.), *Le Traité de la Réalité Virtuelle - Tome 4*. Presses de l'École des Mines, Paris.
- Bourmaud, G. (2007). *L'organisation systémique des instruments : méthodes d'analyse, propriétés et perspectives de conception ouvertes*. Paper presented at the Colloque de l'Association pour la Recherche Cognitive - ARCo'07 : Cognition - Complexité - Collectif, Nancy (France).
- Bourmaud, G. (2008). *Du développement des instruments à la conception de systèmes techniques*. Paper presented at the Ergo IA.
- Bouzon, A. (2003). *Coopération et communication dans les projets de conception collective*. Paper presented at the X^e Colloque bilatéral franco-roumain, CIFSIC.
- Brangier, E. (2006). Besoin et Interface. In J. Akoka et I. Comyn-Wattiau (Ed.), *Encyclopédie des Nouvelles Technologies*. Vuibert, Paris, 1070-1084.

- 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 Valléry & Amalberti (Ed.), *L'analyse du travail en perspectives. Influences et évolutions*. Octarès, Toulouse.
- Brangier, E. & Simon, J.-C. (2006). *L'innovation par l'analyse des performances humaines : application de l'ergonomie à la conception de produits cosmétiques*. Paper presented at the Ergo'IA.
- Brémond, J. & Gélédan, A. (1993). *Dictionnaire économique et social* (3ème édition). Hatier, Paris.
- Bruseberg, A. & McDonagh-Philip, 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.
- Buisine, S. & Roussel, B. (2008). Analyse de l'usage. In H. Christofol, B. Yannou, D. Jolly, N. Troussier (Eds.), *La conception industrielle de produits* (Volume 3 : Ingénierie de l'évaluation et de la décision, pp. 43-60). Lavoisier Hermès Science, Paris.
- Burkhardt, J.-M. (1997). *Réutilisation de solutions en conception orientée-objet : un modèle cognitif des mécanismes et représentations mentales*. Thèse de doctorat, Université Paris V, spécialité Psychologie, Paris.
- Burkhardt, J.-M. (2006). L'homme et son environnement : Ergonomie, Facteurs-Humains et Réalité Virtuelle. In Presses de l'Ecole des Mines (Ed.), *Le Traité de la Réalité Virtuelle* (pp. 117-144). Paris.
- Burkhardt, J.-M. (2007). Ergonomics of augmented reality for learning: a review. ERGORA.
- Burkhardt, J.-M. & Lubart, T. (2010). Creativity in the Age of Emerging Technology: some issues and perspectives in 2010. *Creativity and Innovation Management*, 19(2), 160-166.
- Burkhardt, J.-M. & Sperandio, J.-C. (2004). Ergonomie et conception informatique. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie*. PUF, Paris.
- Caelen, J. (2004). La plate-forme MultiCom, pour inventer les usages des objets communicants du futur. *PaPyrus, Le magazine de l'université Joseph Fourier*.
- Caelen, J. (2009). Conception participative par « moments » : une gestion collaborative. *Le travail humain*, 72, 79-103.
- Carratt, B., Alaux, T. & Eynard, B. (2000). *Application d'un système de gestion de données techniques chez un motoriste avion*. Paper presented at the Conférence Internationale sur la CFAO, la Simulation et les Nouvelles Technologies de Conception et de Fabrication (MICAD'00), Paris.
- Carroll, J.-M. (1995). *Scenario-based design. Envisioning work and technology in system development*. John Wiley & Sons, New York.
- Carroll, J. M. (2000). *Making use: scenarios and scenario-based design of Human-Computer Interactions*. Cambridge, MA.
- Cerezuela, C., Limam, S. & Riopel, D. (2001). Processus de développement de produit et ingénierie concourante. *Journal Européen des Systèmes Automatisés*, 35(6), 699-726.
- Cernuzzi, L., Cossentino, M. & Zambonelli, F. (2005). Process models for agent-based development. *Journal of Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 18, 205-222.
- Chatzoglou, P. D. & Macaulay, L. A. (1996). Requirements capture and analysis: a survey of current practice. *Requirements Engineering*, 1, 75-87.

- Chevalier, A. (2004). L'orientation du cahier des charges constitue-t-elle une aide à la conception de sites Web ergonomiques ? *Revue d'Intelligence Artificielle*, 3, 337-366.
- Chevalier, A. & Bonnardel, N. (2003). Prise en compte et gestion de contraintes : une étude dans la résolution d'un problème créatif de conception. *Bulletin de Psychologie*, 56, 33-48.
- Chevalier, A. & Cegarra, J. (2006). A constraint-satisfaction approach to study the management of multiple objectives in design problem-solving. *Psychological Reports*, 99, 488-493.
- Chidamber, S. R. & Kon, H. B. (1994). A research retrospective of innovation inception and success: the technology-push, demand-pull question. *International Journal of Technology Management*, 9(1), 94-112.
- Christofol, H. & Samier, H. (2006). Analyse stratégique et veille stylistique. In J.-P. Mathieu (Ed.), *Design et Marketing : fondements et méthodes* (pp. 231-248). L'Harmattan.
- Collinge, C. & Landry, R. (1997). *Prévention des troubles musculosquelettiques associés à la bureautique : analyse des besoins et portrait de la formation et de l'information*. Études et recherches / Rapport R-169, IRSST, Montréal.
- Constantine, L. L. & Lockwood, L. A. D. (1999). *Software for use: a practical to the models and methods of usage-centered design*. Addison-Wesley.
- Constantine, L. L., & Lockwood, L. A. D. (2002). Usage-centered engineering for web applications. *IEEE Software*.
- Cooper, A. (1999). *The inmates are running the asylum*. Indianapolis, USA.
- Coughlan, J. & Macredie, R. (2002). Effective communication in requirements elicitation: a comparison of methodologies. *Requirements Engineering*, 7(2), 47-60.
- Couix, S. (2007). *Usages et construction des modèles de tâches dans la pratique de l'ergonomie : une étude exploratoire*. Mémoire de recherche, Université Paris Descartes, Paris.
- Cross, N. & Cross, A. C. (1995). Observations of teamwork and social processes in design. *Design Studies*, 16, 143-170.
- D'Astous, P., Détienne, F., Visser, W. & Robillard, P. N. (2004). Changing our view on design evaluation meetings methodology: a study of software technical evaluation meetings. *Design Studies*, 25, 625-655.
- D'Unrug, M.-C. (1974). *Analyse de contenu et acte de parole*. Paris.
- Damodaran, L. (1996). User involvement in the systems design process-a practical guide for users. *Behaviour and Information Technology*, 15, 363-377.
- Daniellou, F. (1992). *Le statut de la pratique et des connaissances dans l'intervention ergonomique de conception*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université Le Mirail, Toulouse
- Darses, F. (1992). *Mécanismes cognitifs de gestion de contraintes dans la résolution de problèmes de conception*. Paper presented at the ERGO-IA.
- Darses, F. (1994). *Gestion des contraintes dans la résolution des problèmes de conception*. Thèse de Doctorat, Spécialité Psychologie Cognitive, Université de Paris 8, Paris.
- Darses, F. (1997). L'ingénierie concourante : un modèle en meilleure adéquation avec les processus cognitifs de conception. In C. Chanchevri, P. Leclair et P. Bossard (Ed.), *Ingénierie concourante : de la technique au social* (pp. pp. 39-55). Economica, Paris.

- Darses, F. (2004). La conception participative : vers une théorie de la conception centrée sur l'établissement d'une intelligibilité mutuelle. In J. Caelen. et P. Mallein (Ed.), *Le consommateur au cœur de l'innovation : la conception participative* (pp. 25-41). Editions du CNRS.
- Darses, F., Brissaud, D., Cahour, B., Delabie, J.-B., Garro, O., Lorant, F. et al. (2002). *Intégration des points de vue en conception*. CNAM, Paris.
- Darses, F., Détienne, F., Falzon, P. & Visser, W. (2001). *A method for analyzing collective design processes* (No. 4258).
- Darses, F. & Falzon, P. (1996). La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive. In G. de Terssac et E. Friedberg (Ed.), *Conception et coopération* (pp. 123-135). Octarès, Toulouse.
- Darses, F., Falzon, P. & Béguin, P. (1996). *Collective design processes*. Paper presented at the Proceeding of COOP 96, Second International Conference on the Design of Cooperative Systems, Juan-les-Pins, Sophia-Antipolis.
- Darses, F. & Reuzeau, F. (2004). Chapitre 24 : Participation des utilisateurs à la conception des systèmes et dispositifs de travail. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie*. PUF, Paris.
- Darses, F. & Wolff, M. (2006). How do designers represent to themselves the users' needs? *Applied Ergonomics*, 37(6), 757-764.
- Dartigues, C. (2002). *État de l'art sur l'Ingénierie Concourante* (No. RR 01-02): Laboratoire d'Informatique Graphique Image et Modélisation.
- Davis, A. M. & Hickey, A. M. (2002). Requirements researchers: do we practice what we preach? *Requirements Engineering*, 7(2), 107-111.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- De La Garza, C. (2005). L'intégration de la sécurité lors de la conception de machines à risques pour les opérateurs : comparaison de logiques différentes de conception. *PISTES*, 7(1).
- De la Garza, C. & Fadier, E. (2005). Towards proactive safety in design: a comparison of safety integration approaches in two design processes. *International Journal of Cognition Technology and Work*, 7(1), 51-62.
- Denis, M. (1989). *Image et cognition*. PUF, Paris.
- Détienne, F. (2006). Collaborative design: managing task interdependencies and multiple perspectives. *Interacting With Computers*, 18(1), 1-20.
- Diez, E. & McIntosh, B. S. (2009). A review of the factors which influence the use and usefulness of information systems. *Environmental Modelling & Software*, 24, 588-602.
- Dorfman, M. (1997). Requirements engineering. In R. Thayer et M. Dorfman (Ed.), *Software Requirements engineering* (2ème édition, pp. 7-22), IEEE CS Press.
- Dow, S. P., Heddleston, K. & Klemmer, S. R. (2009). *The efficacy of prototyping under time constraints*. Paper presented at the Proceeding of the seventh ACM conference on Creativity and cognition.
- Durand, T., Jumel, S. & Pons, F.-M. (2003). *La promotion de l'innovation au sein des organisations*.
- Ehn, P. (1993). Scandinavian design: on participation and skill. In Schuler et Namioka (Ed.), *Participatory design: principles and practices*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey.

- Falzon, P. (2005). *Ergonomie, conception et développement*. Paper presented at the Conférence introductive, 40ème Congrès de la SELF.
- Fischer, G. & Nakakoji, K. (1994). *Amplifying designers' creativity with domain-oriented design environments* (Vol. Part V), Kluwer Academic Publishers.
- Formarier, M. (1998). *L'analyse de contenu, outil de recherche en soins infirmiers*. Recherche en soins infirmiers (No. 13).
- Foster, S. T. & Franz, C. R. (1999). User involvement during information systems development: a comparison of analyst and user perceptions of system acceptance. *Journal of Engineering and Technology Management*, 16(3-4), 329-348.
- Franz, C. R. & Robey, D. (1986). Organizational context, user involvement, and the usefulness of information systems. *Decision Sciences*, 17(3), 329-356.
- Fuchs, P. & Moreau, G. (2006). *Le traité de la réalité virtuelle*. Volume 2 : L'interfaçage, l'immersion et l'interaction en environnement virtuel. Presses de l'Ecole des Mines, Paris.
- Garrigou, A., Thibault, J.-F., Jackson, M. & Mascia, F. (2001). Contributions et démarche de l'ergonomie dans les processus de conception. *PISTES*, 3(2).
- Ghiglione, R., Landré, A., VBromberg, M. & Molette, P. (1998). *Analyse automatique des contenus*. Dunod, Paris.
- Guérin, F. et al. (2001). *Comprendre le travail pour le transformer*.
- Gulliksen, J., Boivie, I. & Göransson, B. (2006). Usability professionals - current practices and future development. *Interacting With Computers*, 18, 568-600.
- Haradji, Y. & Faveaux, L. (2006). Evolution de notre pratique de conception (1985 - 2005) : modéliser pour mieux coopérer à partir des critères d'utilité, d'utilisabilité ... *Activités - revue électronique*, 3(1), 1 - 32.
- Harker, S. D. P. & Eason, K. D. (1984). Representing the user in the design process. *Design Studies*, 5(2), 79-85.
- Hasdogan, G. (1996). The role of user models in product design for assessment of user needs. *Design Studies*, 17, 19-33.
- Hoffmann, J., Roehrich, G. & Mathieu, J.-P. (2006). *Le rôle médiateur de l'intention d'usage dans la relation entre l'anticipation des usages et l'intention d'achat d'un nouveau produit*. Paper presented at the 5th International Congress Marketing Trends.
- Holbrook, M. B. (1994). The Nature of Customer Value: An Axiology of Services in the Consumption Experience. In R. Rust and R. Oliver (Ed.), *Service Quality: New Directions in Theory and Practice*, Sage Publications.
- Hornbæk, K. (2005). Current practice in measuring usability : Challenges to usability studies and research. *International Journal of Human-Computer Studies*, 64(2), 79-102.
- Jakobiak, F. (1992). *Exemples commentés de veille technologique*, Les Editions d'Organisation.
- Jean-Daubias, S. (2004). *De l'intégration de chercheurs, d'experts, d'enseignants et d'apprenants à la conception d'EIAH*. Paper presented at the Conférence TICE'2004.
- Johnson, H. & Carruthers, L. (2006). Supporting creative and reflective processes. *International Journal Human-Computer Studies* 64(10), 998-1030.
- Jolly, C., Florin, A., Nocus, I., Delalande, J., Brée, J., Saltet, J. et al. (2008). *Comment vivront les enfants de demain ?* Cholet.
- Jordan, P. W. (2000). *Designing Pleasurable Products*. Taylor and Francis, London.

- Kaiya, H., Shinbara, D., Kawano, J. & Saeki, M. (2005). Improving the detection of requirements discordances among stakeholders. *Requirements Engineering*, 10(4), 289-303.
- Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F., & Tsuji, S. (1984). Attractive quality and must-be quality, Hinshitsu. *The Journal of the Japanese Society for Quality Control*, 39-48.
- Karsenty, L. (1991). *Le dialogue de validation d'un Schéma Conceptuel de Données* (No. 1551).
- Keil, M., Beranek, P. M. & Konsynski, B. R. (1995). Usefulness and ease of use: field study evidence regarding task considerations. *Decision Support Systems*, 13(1), 75-91.
- Kensing, F. & Blomberg, J. (1998). Participatory design: issues and concerns. *Journal of Computer Supported Cooperative Work*, 7, 167-185.
- Kotonya, G. & Sommerville, I. (Eds.). (1998). *Requirements engineering: processes and techniques*. Chichester, England,: John Wiley and Sons.
- Kruchten, P. (2006). Processus de développement du logiciel. In J. Akoka et I. Comyn-Wattiau (Ed.), *Encyclopédie des Nouvelles Technologies* (pp. 1070–1084). Paris: Vuibert.
- Kujala, S. (2003). User involvement : a review of the benefits and challenges. *Behaviour & Information Technology*, 22, 1-16.
- Legris, P., Ingham, J. & Colletette, P. (2003). Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model. *Information & Management*, 40(3), 191-204.
- Lehtola, L. & Kauppinen, M. (2004). *Empirical evaluation of two requirements prioritization methods in product development projects. In Proceedings of the European Software Process Improvement Conference (EuroSPI 2004), Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p.161.*
- Lehu, J.-M. (2004). *L'encyclopédie du marketing*, Les Editions d'Organisation.
- Leplat, J. (1985). Les représentations fonctionnelles dans le travail. *Psychologie Française*, 30(3/4), 269-275.
- Loeffler, C. E. & Anderson, T. (1994). *The virtual reality casebook*. New York.
- Loup-Escande, E., Burkhardt, J.-M., Christofol, H., & Richir, S. (2010). 3D Child Software: a decision-making help tool in innovative product design. *Journal of Decision Systems*, in press.
- Luffman, G. (1974). Industrial buyer behavior: some aspects of the search process. *European Journal of Marketing*, 8, 93-107.
- Ma, Q. (2009). *The Effectiveness of Requirements Prioritization Techniques for a Medium to Large Number of Requirements: A Systematic Literature Review*. School of Computing and Mathematical Sciences.
- Macaulay, L., Fowler, C., Kirby, M. & Hutt, A. (1990). USTM: a new approach to requirements specification. *Interacting with Computers*, 2(1), 92-118.
- Macaulay, L. A. (Ed.). (1996). *Requirements Engineering*. Springer-Verlag.
- Macinnis, D. J. & Jaworski, B. J. (1989). Information processing from advertisements: toward an integrative framework. *Journal of Marketing*, 53, 1-23.
- Maguire, M. & Bevan, N. (2002). *User requirements analysis: a review of supporting methods*. Paper presented at the Proceedings of the IFIP 17th World Computer Congress - TC13 Stream on Usability: Gaining a Competitive Edge.

- Marco, L. (2006). Les racines du design. In J.-P. Mathieu (Ed.), *Design et Marketing : fondements et Méthodes* (pp. 15-30), L'Harmattan.
- Mollo, V. & Falzon, P. (2004). Auto- and allo-confrontation as tools for reflective activities. *Applied Ergonomics*, 35(66), 531-540.
- Mouloudi, A. (2007). *Intégration des besoins des utilisateurs pour la conception de systèmes d'information interactifs : Application à la conception d'un système d'information voyageurs multimodal (SIVM)*. Université de Technologie de Compiègne.
- Muller, M. J., Haslwanter, J. H. & Dayton, T. (1997). Participatory Practices in the Software Lifecycle. In L. P. Helander (Ed.), *Handbook of Human Computer Interaction* (pp. 255-297). Elsevier Science, Amsterdam.
- Nemet, G. F. (2009). Demand-pull, technology-push, and government-led incentives for non-incremental technical change. *Research Policy*, 38(5), 700-709.
- Neumann, J. & Morgenstern, O. (1947). *Theory of games and economic behavior*.
- 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.
- Nicolas, L. (2000). *La «Simulation Langagière» en Analyse Fonctionnelle : entre travail des concepteurs et travail des ergonomes*. Paper presented at the Congrès SELF.
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. Academic Press, Boston.
- Nogier, J. F. (2005). *Ergonomie du logiciel et design Web. Le manuel des interfaces utilisateur*.
- Norman, D. A. (1983). Some observations on mental models. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 7-14).
- Ochanine, D. (1978). Le rôle des images opératives dans la régulation des activités de travail. *Psychologie et Education*, 3(2), 63-79.
- Olivier, R. (1980). A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions. *Journal of marketing research*, 17(November), 460-469.
- Ozkaya, I. & Akin, Ö. (2006). Requirement-driven design: assistance for information traceability in design computing. *Design Studies*, 27(3), 381-398.
- Papazoglou, J.-Y. (2000). *La démarche du Concurrent Engineering appliquée au développement des nouveaux AIRBUS*. Paper presented at the Conférence Internationale sur la CFAO, la Simulation et les Nouvelles Technologies de Conception et de Fabrication (MICAD'00), Paris.
- Parviainen, P., Hulkko, H., Takalo, J. & Tihinen, M. (2003). Requirements engineering inventory of technologies. *VTT Publications*, 508.
- Patterson, P., Johnson, L. & Spreng, R. (1997). Modeling the determinants of customer satisfaction for business-to-business professional services. *Journal of the academy of marketing science*, 25(1), 4-17.
- Pilemalm, S., Lindell, P.-O., Hallberg, N. & Eriksson, H. (2007). Integrating the Rational Unified Process and participatory design for development of socio-technical systems: a user participative approach. *Design Studies*, 28(3), 263-288.
- Plos, O., Buisine, S., Aoussat, A. & Dumas, C. (2007). *Analysis and translation of user needs for assistive technology design*. Paper presented at the ICED'07 International Conference on Engineering Design.

- Pohl, K. (Ed.). (1996). *Process-centered requirements engineering*. John Wiley & Sons, New York, USA.
- Printz, J. (2005). *Le génie logiciel*. PUF, Paris.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin, Paris.
- Rabardel, P. & Beguin, P. (2005). Instrument mediated activity: from subject development to anthropocentric design. *Theoretical Issues in Ergonomic Science*, 6(5), 429 - 461.
- Rasmussen, J. (1986). *Information processing and Human-Machine Interaction: an approach to cognitive engineering*. Elsevier Science Inc.
- Rasmussen, J. (1987). Skills, rules, and knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. In *System design for human interaction* (pp. 291-300). IEEE Press.
- Reich, Y., Konda, S. L., Monarch, I. A., Levy, S. N. & Subrahmanian, E. (1996). Varieties and issues of participation and design. *Design Studies*, 17(2), 165-180.
- Resnick, M., Myers, B., Nakakoji, K., Shneiderman, B., Pausch, R., Selker, T. et al. (2005). *Design Principles for Tools to Support Creative Thinking*. Washington, DC.
- Richard, J.-F. (1990). *Les activités mentales*. Armand Colin, Paris.
- Richir, S. (2003a). La méthode P²I : « Interaction et Immersion pour l'Innovation ». *Techniques de l'ingénieur*, 1-9.
- Richir, S. (2003b). *Les technologies de la réalité virtuelle pour la conception de produits*. Habilitation à Diriger des Recherches, Angers.
- Robertson, S. (2001). Requirements trawling: techniques for discovering requirements. *International Journal of Human-Computer Studies*, 55(4), 405-421.
- Roehrich, G., Hofman, J. D. & Valette-Florence, P. (2006). Design et marketing du nouveau produit. In *Design et Marketing : Fondements et Méthodes* (pp. 344-370). L'Harmattan.
- Rolland, C., Salinesi, C. & Etien, A. (2004). Eliciting gaps in requirements change. *Requirements Engineering*, 9(1), 1-15.
- Rothwell, R. (1994). Towards the fifth-generation innovation process. *International Marketing Review* 11(1), 7-31.
- Roulet, E., Auchlin, A., Moeschler, J., Rubattel, C. & Schelling, M. (1985). *L'articulation du discours en français contemporain*
- Roulin, J.-L. (2004). *Psychologie cognitive*. Bréal.
- De Rouvray, A. (2006). *Intégration des préférences émotionnelles et sensorielles dans la conception de produits d'ameublement : proposition d'une méthode d'ingénierie affective*. ENSAM.
- Sagot, J.-C. (2003). Intégration des facteurs humains dans la démarche de conception : une approche ergonomique. *Cahiers de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail*, 191.
- Scaravetti, D. (2004). *Formalisation préalable d'un problème de conception, pour l'aide à la décision en conception préliminaire*. ENSAM.
- Schmitt, G. N. & Chen, C.-C. (1991). Classes of design - classes of methods - classes of tools. *Design Studies*, 12(4), 246-251.
- Sheth, J. (1973). A model of industrial buyer behavior. *Journal of marketing*, 37(oct), 50-56.

- Silius, K. & Tervakari, A.-M. (2003). *The usefulness of web-based learning environments: the Evaluation Tool into the Portal of Finnish Virtual University*. Paper presented at the International Conference on Network Universities and e-learning
- Sommerville, I. (1995). *Software engineering (5th ed.)*. Harlow, England.
- Sperandio, J.-C. (1984). *L'ergonomie du travail mental*. Masson, Paris.
- Sperandio, J.-C. (2001). *Critères ergonomiques de l'assistance technologique aux opérateurs*. Paper presented at the JIM'2001 : Interaction Homme - Machine & Assistance.
- Spreng, R., Mackenzie, S. & Olshavsky, R. (1996). A reexamination of the determinants of consumer satisfaction. *Journal of marketing*, 60(July), 15-32.
- Sternberg, R. J. (2005). Creativity or creativities? *International Journal Human-Computer Studies*, 63(4-5), 370-382
- Strauss, A. L. & Corbin, J. (1998). *Basics Qualitative Research Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*. Sage Publications, 2ème édition.
- Sutcliffe, A. (2002). *User-centred requirements engineering*.
- Tiger, L. (1992). *The Pursuit of Pleasure*. Little, Brown and Company, Boston.
- Ulrich, T. K. & Eppinger, S. D. (2003). *Product Design and Development (3ème ed.)*. Mac Graw Hill.
- Urban, G. L. & Hauser, J. R. (1980). *Design and Marketing of New Products*. Prentice Hall.
- Vanderdonckt, J., & Coyette, A. (2006). *Vers un prototypage des interfaces graphiques Incluant vraiment l'utilisateur final*. Paper presented at the Ergo IA, Bidart / Biarritz.
- Vermersch, P. (1996). *L'explicitation de l'action*. Paper presented at the Communication au colloque de Rouen 1995.
- Von Hippel, E. (2005). *Democratizing Innovation*. MIT Press.
- Vredenburg, C., Isensee, S. & Righi, C. (2002). *User-centered design: an integrated approach*. Prentice-Hall.
- Watts, J. & Hirst, M. (1982). User participation in the early stages of building design. *Design Studies*, 3(1), 11-18.
- Wealands, K. (2006). In pursuit of usefulness: resetting the design focus for mobile geographic hypermedia systems. In *Geographic Hypermedia* (pp. 137-153).
- Weill-Fassina A. Rabardel P., & D, D. (1993). *Les représentations pour l'action*. Toulouse.
- Wiersema, F. & Treacy, M. (2002). *L'exigence du choix : Trois disciplines de valeur pour dominer ses marchés*. Pearson - Village Mondial.
- Wilson, A., Bekker, M., Johnson, H. & Johnson, P. (1996). *Costs and benefits of user involvement in design: Practitioners' views*. Paper presented at the HCI, London.
- Wolff, M., Burkhardt, J.-M. & De La Garza, C. (2005). Analyse exploratoire de « points de vue » : une contribution pour outiller les processus de conception. *Le Travail Humain*, 253-286.
- Wolff, M. & Visser, W. (2005). Méthodes et outils pour l'analyse des verbalisations : une contribution à l'analyse du modèle de l'interlocuteur dans la description d'itinéraires. *@ctivités* 2(1), 99-119.
- Yannou, B., Christofol, H., Jolly, D. & N., T. (2008). *La conception industrielle de produits, Vol.3 – ingénierie de l'évaluation et de la décision, série Productique*. Hermes Sciences Lavoisier.

PRODUCTION PERSONNELLE

Bibliographie

- Da Luz, T., Loup-Escande, E., Christofol, H., & Richir, S. (2010). *The Collaborative Product Design and Help to Decision Making : Interactive Mind-Mapping*, 20th CIRP Design Conference (Nantes, France), 19 et 20 Avril 2010.
- Loup-Escande, E., Christmann, O., Burkhardt, J.-M., Kadri, A., Pillai, J. & Richir, S. (2010). *A longitudinal study of participative construction of requirements in real innovative projects: the case of a virtual reality software for product design*, VRIC 2010 (Laval, France), 7 au 9 Avril 2010.
- Loup-Escande, E., Burkhardt, J.-M., Christofol, H. & Richir, S. (2010). *3D Child Software: a decision-making help tool in innovative product design*, Journal of Decision System: Vol.19/1-2010, p. 9-31.
- Da Luz, T., Loup-Escande, E. & Christofol, H. (2009). *La conception collaborative de produit et aide à la prise de décision : le mind mapping interactif*, CONFERE 2009 (Marrakech, Maroc), 2 et 3 Juillet 2009.
- Loup-Escande, E., Richir, S. & Christofol, H. (2008). *Anthropocentric approach in design of virtual environment intended for SMEs*, ICE2008 (Lisboa, Portugal), 23 au 25 Juillet 2008.
- Denoual, T., Loup-Escande, E. & Richir S. (2008). *Comparative study of two collaborative virtual environments : I-Maginer Web Conference 3D 2008 and Tixeo Workspace 3D*, CONFERE 2008 (Angers, France), 3 et 4 Juillet 2008.
- Loup-Escande, E. Burkhardt, J.-M. & Richir, S. (2010). *Anticiper et évaluer l'utilité dans la conception ergonomique des technologies émergentes : une revue*. Soumis à Le Travail Humain

Logiciel

Certificat (Inter Deposit Digital Number) pour le dépôt du logiciel *AppliViz-3D*, délivré par l'Agence pour la Protection des Programmes (249, rue de Crimée -75019 Paris) sous le numéro IDDN.FR.001.360004.000.S.P.2010.000.20000

ANNEXES

Annexe 1 : Guide d'entretien utilisé dans l'étude présentée dans le Chapitre 3

Contexte de l'entretien :

Cet entretien s'inscrit dans une démarche de recherche ayant pour objectif de comprendre comment concevoir un dispositif qui soit « réellement » utile. Pour cela, nous allons aborder différents thèmes qui sont le recueil de besoins, leur formalisation, leur transformation en spécifications et l'évaluation de l'utilité de dispositifs.

Caractéristiques de la population interviewée :

Poste actuel
Expérience à ce poste
Postes antérieurs / Interventions habituellement réalisées
Formation d'origine (master, doctorat en ...)
Années en tant que Ingénieur / Designer / ergonomiste
Age
Sexe

Thèmes à aborder :

Thèmes	Relances
Activité/Métier/Projets	Pourriez-vous me décrire globalement en quoi consiste votre métier ? votre thème de recherche ? N'hésitez pas à vous appuyer sur des expériences et projets concrets pour illustrer vos propos.
En vous appuyant toujours sur des projets vécus, j'aimerais que vous m'expliquiez comment vous vous y êtes pris pour ... :	
Recueil / Construction des besoins	... recueillir des besoins ? Quelles sont les méthodes (ou combinaison de méthodes) que vous avez déployées ? Quelles personnes avez-vous rencontrées ? A quel moment du processus cela a eu lieu ? Où ?
Créativité	... générer des idées quant aux usages possibles du produit ou aux solutions alternatives ? Avez-vous déjà eu recours aux méthodes de créativité lors de la phase de recueil de besoins, ou lors de la phase de définition des spécifications ?
Formalisation des besoins	... formaliser ces besoins ? Qui a formalisé (une ou plusieurs personnes, profession) ? La formalisation a-t-elle nécessité de procéder à nouveau à un recueil de besoins ?

<p>Transformation des besoins en spécifications (fonctionnalités, aspect non-fonctionnel)</p>	<p>... transformer ces besoins en spécifications ? Quelles sont les méthodes (ou combinaison de méthodes) qui ont été mises en œuvre ? Qui a procédé à cette transformation (une ou plusieurs personnes) ? Quelles personnes ont été réunies (nombre, profil) ? Comment êtes-vous passé d'une analyse de l'activité à une inscription en termes de fonctionnalités ? Quel a été le rôle de la modélisation de l'activité dans ce passage ?</p>
<p>Evaluation de l'utilité</p>	<p>... évaluer l'utilité d'un dispositif en cours de conception ou déjà conçu ? Quelles sont les méthodes (ou combinaison de méthodes) que vous avez déployées ? Quelles personnes avez-vous rencontrées ? Qui a évalué ? A quel moment du processus cela a eu lieu (avant, pendant ou après utilisation) ? Si après, combien de temps après ?</p>

Annexe 2 : Tableau de données brutes de l'étude présentée dans le Chapitre 3

			Ingénieurs				Ergonomes				Designers	
			Ingé 1	Ingé 2	Ingé 3	Ingé 4	Ergo 1	Ergo 2	Ergo 3	Ergo 4	Desi 1	Desi 2
Définitions d'utilité	Utilité Destination	<i>Fonction</i>	9	3	13	4	0	13	6	1	0	2
		<i>Concept</i>	1	5	0	1	26	1	1	1	3	11
		<i>Service</i>	0	3	0	0	0	0		6	1	0
		<i>Spécification</i>	10	3	8	7	12	14	0	6	0	15
	Utilité Valeur	<i>Bénéfice</i>	0	0	1	0	0	0		0	0	0
		<i>Avantage</i>	0	0	0	0	0	0		0	0	1
		<i>Activité</i>	0	0	0	1	3	3		17	1	0
Termes connexes à besoin	Besoin		21	7	50	18	51	15	25	23	1	4
	Manque		1	0	0	0	0	0	3	0	0	0
	Attente		0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
	Contrainte		0	0	0	4	0	0		0	3	6
	Demande		0	1	0	0	6	0		20	0	1
	Exigence		0	0	0	83	0	0		0	0	0
Phases du processus	Univers prospectif	<i>Actions de recueil/identification</i>	8	0	10	0	9	5	17	11	1	1
		<i>Actions d'imagination</i>	2	4	0	0	0	0	18	0	1	5
	Formalisation des besoins	<i>Actions de reformulation</i>	0	2	0	0	3	1		0	0	1
		<i>Actions de modélisation</i>	4	2	1	10	0	2		11	0	0
	Selection des besoins	<i>Actions de sélection</i>	2	0	2	26	6	2	2	1	1	2
		<i>Actions de priorisation</i>	0	0	0	6	0	0		0	0	0
	Univers rétrospectif	<i>Actions de réutilisation</i>	0	0	0	1	0	0		0	0	0
		<i>Actions de correction</i>	3	1	3	0	0	0	2	3	1	0
<i>Actions d'évaluation</i>		8	20	0	0	7	5	6	3	1	2	
Catégories d'outils	Outils de production de besoins	<i>Outils de recueil/identification</i>	10	6	6	4	11	20	7	33	2	0
		<i>Outils de créativité</i>	3	3	2	2	1	1	48	0	4	5
	Outils de formalisation de besoins		0	1	8	11	7	1		3	14	17
	Outils d'évaluation de besoins	<i>Supports d'évaluation</i>	0	2	1	0	4	4	8	4	7	6
		<i>Méthodes d'évaluation</i>	0	0	0	0	1	6	2	5	2	1
Catégories d'acteurs	Concepteurs		6	12	9	6	22	12	13	7	25	45
	Commanditaires		22	6	7	20	9	5	16	19	32	21
	Utilisateurs finaux		9	21	44	21	64	17	91	41	8	14

Annexe 3 : Tableaux des Taux de Liaison de l'étude présentée dans le Chapitre 3

	Utilité	Besoin	Phases	Outils	Acteurs
Ingénieurs	-0,08	0,51	0,33	-0,41	-0,19
Ergonomes	0,05	-0,14	-0,06	0,11	0,00
Designers	0,03	-0,72	-0,58	15,02	0,46

	Utilité Destination	Utilité Valeur
Ingénieurs	0,11	-0,77
Ergonomes	-0,09	0,65
Designers	0,08	-0,54

	Besoin	Manque	Attente	Contrainte	Demande	Exigence
Ingénieurs	-0,16	-0,53	-1,00	-0,42	-0,93	0,88
Ergonomes	0,25	0,77	1,36	-1,00	1,19	-1,00
Designers	-0,46	-1,00	-1,00	15,02	-0,17	-1,00

	Univers prospectif	Formalisation des besoins	Selection des besoins	Univers rétrospectif
Ingénieurs	-0,44	0,09	0,53	0,16
Ergonomes	0,40	-0,01	-0,53	-0,15
Designers	0,33	-0,59	-0,08	-0,07

	Outils de production de besoins	Outils de formalisation de besoins	Outils d'évaluation de besoins
Ingénieurs	0,03	0,55	-0,73
Ergonomes	0,23	-0,70	0,09
Designers	-0,68	1,44	0,47

	Concepteurs	Commanditaires	Utilisateurs finaux
Ingénieurs	-0,26	0,23	0,01
Ergonomes	-0,30	-0,36	0,32
Designers	0,98	0,50	-0,70

Annexe 4 : Tableaux des Taux de Liaison de l'étude présentée dans le Chapitre 4

	Avant	Parallèle	Après
Enoncés	0,60	-0,52	0,40
Validés	0,12	-0,06	-0,08
Rejetés	-0,81	0,70	-0,51
Implémentés	-0,86	0,61	-0,08

	Concepteurs	Co-concepteurs	Porteurs de projet
Enoncés	-0,25	0,28	-0,90
Validés	-0,29	0,18	0,45
Rejetés	0,05	-0,19	1,45
Implémentés	1,46	-1,00	-1,00

	Avant	Parallèle	Après
Concepteurs	-0,31	0,29	-0,29
Co-concepteurs	0,31	-0,30	0,32
Porteurs de projet	-0,74	0,78	-1,00

Annexe 5 : Tableau de données brutes de l'étude présentée dans le Chapitre 4 (états de besoin couplés aux phases de la conception)

Nombre de phases	Dynamiques	Effectifs absolus	Effectifs relatifs (%)
Une phase	Enoncés et validés en amont	4	3
	Enoncés et rejetés en amont	1	1
	Enoncés et validés en parallèle	23	20
	Enoncés et rejetés en parallèle	1	1
	Enoncés et rejetés en parallèle puis validés en parallèle	1	1
	Enoncés et rejetés en aval	2	2
	Enoncés et validés en aval	12	10
<i>Sous-total</i>		<i>44</i>	<i>38</i>
Deux phases	Enoncés en amont et validés en	37	32
	Enoncés en amont et validés en aval	3	3
	Enoncés en amont et rejetés en	15	13
	Enoncés et validés en amont puis rejetés en parallèle	3	3
	Enoncés en amont et validés en parallèle puis rejetés en parallèle	1	1
	Enoncés en amont et rejetés en parallèle puis validés en parallèle	1	1
	Enoncés et validés en amont puis revalidés en parallèle	6	5
	Enoncés en parallèle et validés en aval	1	1
	Enoncés en parallèle et rejetés en aval	1	1
	Enoncés et validés en parallèle puis rejetés en aval	1	1
<i>Sous-total</i>		<i>69</i>	<i>60</i>
Trois phases	Enoncés en amont et validés en parallèle puis revalidés en aval	2	2
<i>Sous-total</i>		<i>2</i>	<i>2</i>
		115	100

Annexe 6 : Tableau de données brutes de l'étude présentée dans le Chapitre 4 (états de besoin couplés aux acteurs du projet)

Acteurs de l'énonciation	Dynamiques	Effectifs absolus	Effectifs relatifs
Co-concepteur	Besoin énoncé par co-concepteur puis validé par concepteur + co-concepteur	2	1
	Besoins énoncés par co-concepteur puis validés par concepteur+co-concepteur+porteur	7	5
	Besoins énoncés par co-concepteur puis validés par concepteur	25	17
	Besoins énoncés par co-concepteur et validés par concepteur+porteur	5	3
	Besoins énoncés par co-concepteur puis validé par co-concepteur	5	3
	Besoins énoncés par co-concepteur puis rejetés par concepteur	7	5
	Besoins énoncés par co-concepteur puis rejetés par concepteur+co-concepteur+porteur	12	8
	Besoins énoncés par co-concepteur non traités	29	20
	Besoin énoncé par co-concepteur puis validé par co-concepteur puis rejeté par concepteur	1	1
	Besoin énoncé par co-concepteur puis validé par concepteur+co-concepteur puis rejeté par co-concepteur	1	1
	Besoin énoncé par co-concepteur puis rejeté par concepteur+co-concepteur puis validé par co-concepteur	1	1
	Besoin énoncé par co-concepteur puis rejeté par concepteur puis validé par concepteur	1	1
	Besoin énoncé par co-concepteur puis validé par co-concepteur puis revalidé par concepteur	1	1
Besoin énoncé par co-concepteur puis validé par concepteur puis revalidé par co-concepteur	1	1	
<i>Sous-total</i>		98	68
Concepteur	Besoins énoncés par concepteur puis validés par co-concepteur	10	7
	Besoins énoncés par concepteur puis validés par concepteur+co-concepteur+porteur	6	4
	Besoins énoncés par concepteur puis validés par concepteur	12	8
	Besoin énoncé par concepteur puis validé par concepteur + co-concepteur	1	1
	Besoin énoncé par concepteur et validé par porteur	1	1
	Besoin énoncé par concepteur et validé par co-concepteur+porteur	1	1
	Besoins énoncés par concepteur puis validés par co-concepteur puis rejetés par concepteur	3	2
	Besoins énoncés par concepteur puis validés par co-concepteur puis revalidés par concepteur	5	3
Besoin énoncé par concepteur puis validé par co-concepteur puis revalidé par co-concepteur	1	1	
<i>Sous-total</i>		40	28
Co-concepteur & porteur	Besoin énoncé par co-concepteur+porteur puis validé par concepteur	1	1
<i>Sous-total</i>		1	1
Concepteur & co-concepteur	Besoins énoncés par concepteur+co-concepteur puis validés par concepteur	5	3
<i>Sous-total</i>		5	3
		144	100

Annexe 7 : Tableaux des Taux de Liaison de l'étude présentée dans le Chapitre 5

	Conscients	Ajoutés
Ingénieurs	0,12	-0,23
Designers	0,03	-0,05
Ergonomes	-0,20	0,38

	Besoins			Spécifications		
	Services potentiels	Besoins généraux	Besoins physiques	Services prescrits	Spéc. générales	Spéc. physiques
Ingénieurs	0,21	-0,28	-0,14	-0,34	0,21	0,35
Designers	-0,05	0,23	0,22	0,56	-0,64	-0,69
Ergonomes	-0,23	0,09	-0,08	-0,25	0,52	0,40

Annexe 8 : Tableau des Taux de Liaison de l'étude présentée dans le Chapitre 6

Toutes populations confondues :

Fonctionnalités	Très imp.	Imp.	Moy. Imp.	Peu imp.	Inutile
Positionner des mannequins virtuels adoptant des postures ergonomiques	1,71	-0,67	-1,00	-1,00	-0,09
Permettre de se déplacer dans la scène	0,69	0,15	-0,74	-0,50	-0,55
Changer la disposition des objets	-0,15	0,48	-0,21	0,00	-0,55
Modifier les décors	-0,66	0,31	0,58	0,00	-0,09
Paramétrer les dimensions de l'environnement	-0,15	0,15	-0,21	0,00	0,36
Pouvoir changer la couleur des murs	-0,83	-0,18	0,84	0,50	0,82
Permettre de voir la scène comme un enfant (petite taille)	0,19	0,15	-0,21	0,00	-0,55
Changer la couleur des objets	-0,15	-0,18	0,32	0,00	0,36
Changer la texture des objets	-0,15	-0,18	0,58	-0,50	0,36
Voir des avatars se mouvoir dans la scène virtuelle	-0,49	-0,02	0,05	1,50	-0,09

Ingénieurs :

Fonctionnalités	Très imp.	Imp.	Moy. Imp.	Peu imp.	Inutile
Positionner des mannequins virtuels adoptant des postures ergonomiques	3,71	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Permettre de se déplacer dans la scène	0,76	0,60	-0,38	-1,00	-1,00
Changer la disposition des objets	0,18	0,60	-0,38	-0,09	-1,00
Modifier les décors	-1,00	-0,20	0,88	0,82	-0,09
Paramétrer les dimensions de l'environnement	-0,41	-0,20	0,25	-0,09	0,82
Pouvoir changer la couleur des murs	-1,00	-0,60	0,25	0,82	1,73
Permettre de voir la scène comme un enfant (petite taille)	0,18	1,00	-1,00	-0,09	-1,00
Changer la couleur des objets	-1,00	0,20	-0,38	0,82	0,82
Changer la texture des objets	-1,00	-0,20	0,88	-0,09	0,82
Voir des avatars se mouvoir dans la scène virtuelle	-0,41	-0,20	0,88	-0,09	-0,09

Designers :

Fonctionnalités	Très imp.	Imp.	Moy. Imp.	Peu imp.	Inutile
Positionner des mannequins virtuels adoptant des postures ergonomiques	0,88	-1,00	-1,00	-1,00	0,82
Permettre de se déplacer dans la scène	0,56	-0,47	-1,00	1,00	-0,09
Changer la disposition des objets	-0,38	0,58	0,54	-1,00	-0,09
Modifier les décors	-0,38	1,11	-0,23	-1,00	-0,09
Paramétrer les dimensions de l'environnement	0,25	-0,47	-0,23	1,00	-0,09
Pouvoir changer la couleur des murs	-0,69	0,58	1,31	-1,00	-0,09
Permettre de voir la scène comme un enfant (petite taille)	0,25	-0,47	-0,23	1,00	-0,09
Changer la couleur des objets	-0,06	-0,47	1,31	-1,00	-0,09
Changer la texture des objets	-0,06	0,05	0,54	-1,00	-0,09
Voir des avatars se mouvoir dans la scène virtuelle	-0,38	0,58	-1,00	3,00	-0,09

Marketeurs :

Fonctionnalités	Très imp.	Imp.	Moy. Imp.	Peu imp.
Positionner des mannequins virtuels adoptant des postures ergonomiques	0,67	-0,22	0,21	-1,00
Permettre de se déplacer dans la scène	1,50	0,18	-1,00	-1,00
Changer la disposition des objets	0,25	0,18	-1,00	1,50
Modifier les décors	-1,00	0,18	0,82	-1,00
Paramétrer les dimensions de l'environnement	-1,00	1,35	-1,00	-1,00
Pouvoir changer la couleur des murs	-1,00	-0,41	0,82	1,50
Permettre de voir la scène comme un enfant (petite taille)	0,25	-0,41	0,82	-1,00
Changer la couleur des objets	1,50	-0,41	-0,09	-1,00
Changer la texture des objets	-1,00	0,18	0,82	-1,00
Voir des avatars se mouvoir dans la scène virtuelle	-1,00	-0,41	-0,09	4,00

Niveau (le plus fréquemment attribué)	Proposition de fonctions	Non proposition de fonctions
Très important	-0,15	0,36
Important	0,42	-1,00
Moyennement important	-0,15	0,36
Peu important	0,42	-1,00
Inutile	-0,06	0,13

**Annexe 9 : Tableau des Taux de Liaison de l'étude présentée dans le
Chapitre 7 (situation de revue de projet)**

Type	Concepteur (Ingénieur)	Utilisateur (Designer)	Utilisateur (Ingenieur)	Utilisateur (Marketeur)
Requete	0,12	-0,48	1,12	-0,28
Assertion	-0,01	0,05	-0,11	0,03

Activité	Concepteur (Ingénieur)	Utilisateur (Designer)	Utilisateur (Ingenieur)	Utilisateur (Marketeur)
Generation	0,24	-0,13	-0,49	1,40
Evaluation+	-1,00	0,97	-1,00	-1,00
Evaluation-	-0,69	0,42	-0,24	-0,40
Validation	-1,00	-1,00	3,55	-1,00
Information	0,04	0,04	-0,15	0,07
Justification	0,52	0,07	-0,17	-1,00
Autre	0,09	-0,23	0,44	0,05

Sujet	Concepteur (Ingénieur)	Utilisateur (Designer)	Utilisateur (Ingenieur)	Utilisateur (Marketeur)
Utilisation	0,37	0,00	-0,12	-0,48
Specification	-0,16	0,07	0,29	-0,73
Solution	0,43	-0,08	0,32	-1,00
Technique	1,46	-0,48	-0,25	0,57
Objet	-0,55	0,01	-0,17	1,32

**Annexe 10 : Tableau des Taux de Liaison de l'étude présentée dans le
Chapitre 7 (situations de formation)**

Activité	Concepteur (Ingénieur)	Utilisateur (Designer)	Utilisateur (Ingénieur)	Utilisateur (Marketeur)
Requete	-0,70	-1,00	-1,00	2,04
Assertion	0,10	0,14	0,14	-0,28

Activité	Concepteur (Ingénieur)	Utilisateur (Designer)	Utilisateur (Ingénieur)	Utilisateur (Marketeur)
Generation	-0,77	0,38	0,91	0,41
Evaluation+	-0,75	0,01	3,21	-0,31
Evaluation-	-0,83	0,57	0,16	0,67
Validation	-1,00	-1,00	3,21	0,73
Rejet	-1,00	-1,00	-1,00	2,45
Information	0,20	-0,15	-0,42	0,01
Justification	1,01	-0,40	-1,00	-0,70
Autre	-0,21	0,29	0,66	-0,17

Activité	Concepteur (Ingénieur)	Utilisateur (Designer)	Utilisateur (Ingénieur)	Utilisateur (Marketeur)
Utilisation	0,04	-0,10	0,13	-0,04
Specification	-0,26	0,17	0,09	0,22
Solution	-0,34	0,99	-0,08	-0,10
Technique	0,95	-0,48	-1,00	-0,69
Objet	-0,20	-0,09	-1,00	0,65

Résumé

L'objectif de cette thèse est d'assister et d'améliorer la prise en compte de l'utilité dans le processus de conception des artefacts issus des technologies émergentes. Elle a été réalisée dans le contexte d'une Recherche-Action menée dans le cadre d'un projet réel de conception appelé 3DChild et ayant abouti à la réalisation du logiciel Appli-Viz'3D. Deux axes ont guidé ce travail de recherche. Le premier a été d'analyser la prise en compte de l'utilité et des besoins dans la conception. Pour ce faire, nous nous sommes intéressés aux modèles, méthodes et outils utilisés ou préconisés en marketing, en génie industriel, en ingénierie des exigences, en génie logiciel, en design et en ergonomie des activités de conception. Nous avons également exploré les représentations qu'ont trois catégories de concepteurs quant à la notion d'utilité et aux éléments clés du processus de construction de besoins. Le second axe a été d'étudier la contribution réelle des acteurs - concepteurs et utilisateurs - à la conception d'artefacts innovants au travers d'études empiriques dans lesquelles nous avons cherché à analyser la dynamique globale du processus de co-construction participative et continue des besoins, avant de nous focaliser sur des points plus spécifiques du processus. En particulier, nous nous sommes intéressés à l'identification des besoins et la proposition de spécifications par différents profils de concepteurs. Nous avons ensuite étudié la priorisation des besoins par différents profils d'utilisateurs et l'élaboration des besoins lors de séances d'évaluation du logiciel Appli-Viz'3D dans un contexte participatif. Après avoir discuté les résultats de nos études, nous proposons un modèle de la conception qui formalise les relations entre l'univers prospectif et l'univers rétrospectif de l'utilité, l'utilité potentielle et l'utilité réelle de l'artefact. En conclusion, nous synthétisons les principaux apports de ce travail de recherche, et les perspectives qu'ils ouvrent. Nos apports théoriques concernent la démonstration d'une absence de représentation totalement partagée des notions d'utilité et de besoins par les concepteurs, la mise en exergue d'une complémentarité des modèles, des méthodes et des outils, utilisés ou préconisés, associés à un processus de conception centrée sur l'utilité, et la caractérisation des contributions des concepteurs et des utilisateurs au processus de co-construction participative et continue des besoins. Notre apport méthodologique est l'extension de la méthode I²I. Les trois perspectives de recherche sont l'élargissement de la portée de notre modèle, la validation de l'extension proposée de la méthode I²I et la création d'un Living Lab à Laval.

Mots-clés : Ergonomie ; Utilité ; Besoins ; Réalité Virtuelle ; Conception participative

Summary

The main objective of this thesis is to assist and to improve the consideration of the usefulness in the design process of artifacts in the context of emerging technologies. It was realized in the context of an Action-Research led in the context of a real design project called 3DChild, which managed to the software named "Appli-Viz'3D".

Two main lines led our work. The first one was to analyze how usefulness and requirements are taken into account in design. From this viewpoint, we were interested in models, methods and tools used or advocated in marketing, industrial engineering, requirement engineering, software engineering, design and ergonomics of design activities. We also explored representations of designer's profiles on the usefulness and key elements of the process of construction of requirements. The second main line was to study the effective contribution of actors – designers and users – to the design of innovative artifacts through empirical studies which first aimed to analyze the global dynamics of the process of participative and continuous co-construction of requirements. We then focused on more specific issues of the process. Particularly, we were interested in identifying requirements and in the proposal of specifications by different designer's profiles. We then studied the prioritization of requirements by different user's profiles and development of requirements during sessions of evaluation of the software Appli-Viz'3D in a participative context. After discussing the results of our studies, we propose a model that formalizes the relationship between the retrospective and the prospective universes of the usefulness, the potential usefulness and the real usefulness of the artifact. In conclusion, we summarize the main contributions of this research and the perspectives they open. Our theoretical contributions concern the demonstration of a lack of a totally shared representation by the designers of the concepts of usefulness and requirements; the highlighting of the complementary nature of models, methods and tools, used or advocated, associated to an usefulness-centered design process, and the characterization of the process of participative and continuous co-construction of requirements. Our methodological contribution is the extension of the I²I method. The three perspectives are the broadening of the scope of our model, the validation of the proposed extension of the I²I method and the creation of a Living Lab in Laval.

Keywords: Ergonomics; Usefulness; Requirements; Virtual Reality; Participative Design

Towards a usefulness-centered design: an analysis of participative and continuous co-construction of requirements in the context of emerging technologies