

Modélisation de l'activité créative pluridisciplinaire en conception architecturale centrée utilisateur : application à l'habitat d'urgence

Heon Song

▶ **To cite this version:**

Heon Song. Modélisation de l'activité créative pluridisciplinaire en conception architecturale centrée utilisateur : application à l'habitat d'urgence. Autre. Ecole nationale supérieure d'arts et métiers - ENSAM; Arts et Métiers ParisTech, 2010. Français. NNT : 2010ENAM0042 . pastel-00567238

HAL Id: pastel-00567238
https://pastel.hal.science/pastel-00567238

Submitted on 19 Feb 2011

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.

2010-ENAM-0042

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

Doctorat ParisTech

T H È S E

pour obtenir le grade de docteur délivré par

l'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers

Spécialité " Conception "

présentée et soutenue publiquement par

Heon SONG

le 10 décembre 2010

MODELISATION DE L'ACTIVITE CREATIVE PLURIDISCIPLINAIRE EN CONCEPTION ARCHITECTURALE CENTREE UTILISATEUR : APPLICATION A L'HABITAT D'URGENCE

Directeur de thèse : **Robert DUCHAMP**
Co-encadrement de la thèse : **Carole BOUCHARD**

Jury

M. Jean-Michel RUIZ, Professeur, Ecole centrale Marseille	Rapporteur
M. Abdelkhalak EL HAMI, Professeur, LMR, INSA de Rouen	Rapporteur
M. Robert DUCHAMP, Professeur, LCPI, Arts et Métiers ParisTech	Directeur de thèse
Mme. Carole BOUCHARD, Maître de Conférence (HDR), LCPI, Arts et Métiers ParisTech	Co-encadrement de thèse
M. Simon RICHIR, Professeur, LPI, Arts et Métiers ParisTech	Examinateur
M. Améziane AOUSSAT, Professeur, LCPI, Arts et Métiers ParisTech	Examinateur
M. Bernard TRILLES, Professeur (Architecte D.P.L.G), Ecole d'Architecture Paris Val-de-Seine	Examinateur

T H È S E

Arts et Métiers ParisTech - Centre de Paris
Laboratoire de Conception de Produits et Innovation

REMERCIEMENT

Ce travail est le résultat d'une recherche qui s'est déroulée au sein du Laboratoire Conception de Produits et Innovation (LCPI) de l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers ParisTech.
Les travaux expérimentaux effectués dans le cadre du projet architectural de l'habitat d'urgence ont été accueillis par le Laboratoire de Development of Renewable Energy de la Corée et réalisés par l'équipe de conception et de Réalité Virtuelle du LCPI.

Mes premiers remerciements vont à tous les membres de mon jury de ma thèse, notamment pour l'intérêt qu'ils ont porté à mes travaux.

Je remercie Monsieur le Professeur Robert DUCHAMP, responsable du Laboratoire Conception de Produits et Innovation et directeur de ce travail, pour avoir pu bénéficier de son soutien et de celui de son laboratoire.

Je remercie Monsieur Jean-Michel RUIZ, Professeur à l'Ecole Centrale Marseille, pour avoir accepté de juger ce travail en qualité de rapporteur. Je lui suis reconnaissant pour la pertinence de ces remarques et pour ses précieux conseils.

Je remercie également Monsieur Abdelkhalak EL HAMI, Professeur à l'INSA de Rouen, pour l'attention qu'il a portée à cette recherche en acceptant de la juger en qualité de rapporteur.

Je remercie Monsieur le professeur Simon RICHIR, directeur scientifique de Laval Virtual, pour avoir accepté d'être examinateur et pour l'intérêt qu'il a manifesté en ce travail.

Je remercie Monsieur le Professeur Améziane AOUSSAT, directeur du Laboratoire Conception de Produits et Innovation centre de Paris, de m'avoir permis d'effectuer mes travaux dans de bonnes conditions et pour avoir présidé le jury de cette thèse.

Je remercie Monsieur Bernard TRILLES, examinateur de ma thèse, Professeur à l'Ecole d'architecture Paris Val-de-Seine, pour l'intérêt qu'il a porté à mes travaux et la confiance dont il a toujours fait preuve à mon égard.

Mes grands remerciements s'adressent également aux membres de l'équipe du projet Habitat d'urgence, notamment Jean-François OMHOVER et Patrice DUBOIS.

Mes plus grands remerciements vont vers Carole BOUCAHRD, co-directrice de thèse, pour ses encouragements, ses conseils pertinents et son soutien lors de cette recherche.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE 5
Objectif de la recherche 5
Problématique de la recherche 5
Spécificité de la recherche 6
Apports de la thèse 7
Organisation du document de thèse 8

1. PREMIERE PARTIE : Contexte de la recherche 10

1.1 Positionnement scientifique 10
1.1.1 Génie industriel et sciences de la conception 10
1.1.2 Axes de recherche du LCPI et positionnement de thèse 11
1.1.3 Prise en compte de l'utilisateur en conception de produits nouveaux 12
1.1.3.1 Nécessité d'intégrer les informations relatives à l'utilisateur en conception de produits 13
1.1.3.2 Evolution de la démarche d'intégration des informations relatives à l'utilisateur 13
1.1.4 Conclusion 14

1.2 Domaine d'application : Conception architecturale **..... 15**
1.2.1 Aspects caractéristiques de la conception architecturale 15
1.2.1.1 Description de la conception architecturale 16
1.2.1.2 Représentations intermédiaires en conception architecturale 19
1.2.1.3 Démarche conceptuelle de l'architecte 21
1.2.1.4 Problèmes mal définis 22
1.2.1.5 Nécessité d'une activité pluridisciplinaire 22
1.2.2 Méthodologies existantes : prise en compte de l'utilisateur en conception architecturale 24
1.2.2.1 Approche analytique 24
1.2.2.2 Participation directe de futurs utilisateurs au processus de conception architecturale 25
1.2.2.3 Intervention de l'ergonome en conception architecturale 27
1.2.3 Conclusion 30

1.3 Conclusion de la première partie 31

2. DEUXIEME PARTIE : Problématique et Hypothèse de modélisation 32

2.1 Problématique de recherche 32
2.1.1 Processus de conception architecturale centrée utilisateur 33
2.1.1.1 Processus d'élaboration du projet architectural 33
2.1.1.2 Processus de conception architecturale d'intégration des informations relatives à l'utilisateur futur : itératif et séquentiel 36
2.1.2 Constat 1 : Intervention du consultant en ergonomie 39
2.1.3 Constat 2 : Variabilité des avis des futurs utilisateurs 41

2.1.2 Constat 1 : Intervention du consultant en ergonomie 39
2.1.3 Constat 2 : Variabilité des avis des futurs utilisateurs 41
2.1.4 Constat 3 : Communication entre l'architecte et les futurs utilisateurs 42
2.1.5 Enoncé de la problématique 43
2.1.6 Conclusion 45

2.2 Hypothèses de modélisation 46
2.2.1 Hypothèse 1 : Intervention de l'ergonome dans la démarche conceptuelle 46
2.2.2 Hypothèse 2 : Méthodes et outils de créativité de manière collective 49
2.2.3 Hypothèse 3 : Evaluation des concepts par les futurs utilisateurs 50
2.2.4 Conclusion : Modèle théorique du processus de conception architecturale basé sur les processus NPD 51

2.3 Conclusion de la deuxième partie 54

3. TROISIEME PARTIE : Expérimentation 56

3.1 Principes de l'expérimentation 56
3.1.1 Objectifs expérimentaux 56
3.1.2 Limites de l'expérimentation 57
3.1.3 Projet architectural : Habitat d'urgence 58
3.1.3.1 Pourquoi l'habitat d'urgence 58
3.1.3.2 Objectifs du projet 60

3.2 Expérimentation 1 : Génération de concepts globaux **..... 61**
3.2.1 Objectif de l'expérimentation 1 61
3.2.2 Protocole de l'expérimentation 1 62
3.2.3 Génération de nouvelles idées 63
3.2.3.1 Protocole et méthodes 63
3.2.3.2 Résultats 65
3.2.3.3 Synthèse 68
3.2.4 Génération et développement des concepts 68
3.2.4.1 Protocole et méthodes 69
3.2.4.2 Résultats 70
3.2.4.3 Synthèse 76
3.2.5 Evaluation et sélection des concepts 77
3.2.5.1 Protocole et méthodes 78
3.2.5.2 Résultats 82
3.2.5.3 Synthèse 87
3.2.6 Discussion 87

3.3 Expérimentation 2 : Développement des concepts détaillés **..... 92**
3.3.1 Objectif de l'expérimentation 2 92
3.3.2 Protocole et méthodes 93

3.3.2.1 Modélisation des concepts sélectionnés en réalité virtuelle 93
3.3.2.2 Questionnaire et interview avec grille d'évaluation 96
3.3.3 Evaluation des concepts en réalité virtuelle 98
3.3.3.1 Résultats 99
3.3.3.2 Synthèse 103
3.3.4 Discussion 104

3.4 Expérimentation 3 : Evaluation du modèle de processus par 6 architectes **..... 106**
3.4.1 Objectif de l'expérimentation 3 106
3.4.2 Protocole 106
3.4.3 Résultats 107
3.4.3.1 Créativité en conception architecturale 107
3.4.3.2 Intégration des informations relatives à l'utilisateur futur dans les phases amont 111
3.4.3.3 Intervention pluridisciplinaire lors de la génération de concepts 112
3.4.4 Synthèse 114

3.5 Conclusion de la troisième partie 115

4. QUATRIEME PARTIE :
Modèle de processus de conception architecturale basé sur les modèles NPD 117

4.1 Présentation du modèle 118
4.1.1 Discussion relative au modèle et à l'hypothèse 1 118
4.1.2 Discussion relative au modèle et à l'hypothèse 2 120
4.1.3 Discussion relative au modèle et à l'hypothèse 3 122
4.1.4 Conclusion 124

4.2 Apport relatif au modèle : Optimisation des démarches du processus de conception amont, par l'intégration des informations relatives à l'utilisateur futur **..... 126**
4.2.1 Mise en œuvre du modèle 126
4.2.2 Phases suivantes du processus de conception amont 132

4.3 Conclusion de la quatrième partie 133

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES 134

Références bibliographiques 138
Index des figures 143
Index des tableaux 147
Annexes 148

INTRODUCTION GENERALE

Objectif de la recherche

Cette thèse qui se positionne en génie industriel et en sciences de la conception a pour objet de proposer un modèle du processus de conception qui puisse favoriser la conjonction d'une conception créative et de l'intégration précoce des informations relatives à l'utilisateur futur.
Notre travail de recherche concernant la conception méthodologique centrée utilisateurs s'applique ici au domaine de la conception architecturale. En effet pour obtenir une certaine qualité architecturale vis-à-vis de l'utilisateur futur, il est essentiel d'intégrer conjointement des connaissances sur la relation de l'homme et son environnement, et celles liées aux choix globaux et créatifs des concepteurs.

Notre sujet concerne plus particulièrement certaines phases amont du processus de conception architecturale, incluant la génération et le développement des concepts. Pour modéliser le processus amont, nous proposons l'adaptation du processus générique de NPD à la conception architecturale, et discutons ensuite des aspects caractéristiques de l'application.

Notre recherche propose finalement une méthodologie basée sur des méthodes et outils utilisables en amont de la conception architecturale. Cette méthodologie apporte une vision innovante de la conception de produits nouveaux qui permet une intégration précoce des informations relatives à l'utilisateur de manière créative.

Problématique de la recherche

Depuis une trentaine d'années, le processus de conception de produits nouveaux a fortement évolué vers un processus collectif impliquant divers métiers (concepteurs, service commercial, production, utilisateurs… etc.). Pour mieux intégrer tous les participants au sein de l'équipe de conception, on fait appel à une parallélisation des tâches.

Pour augmenter la qualité et la satisfaction vis-à-vis du produit final, l'utilisateur futur est de plus en plus considéré non seulement comme un simple utilisateur mais également comme un acteur qui participe au processus de conception. Par conséquent, les méthodes intégrant les caractéristiques de l'utilisateur sont explorées le plus en amont possible.

Dans le domaine de la conception architecturale, la prise en compte de l'utilisateur futur est considérée comme une tache essentielle. A partir de la seconde partie du vingtième siècle, un travail impliquant des connaissances spécifiques sur la relation entre l'homme et son environnement est de plus en plus requis.

Cependant, certains problèmes sont constatés : généralement la prise en compte des besoins et des attentes de l'utilisateur est considérée comme une contrainte, voire comme une entrave à la liberté de création architecturale. D'autre part, l'intervention du consultant en ergonomie s'établit pratiquement à la fin du processus de conception architecturale. Ses recommandations apportées tardivement sont alors souvent négligées. Le futur utilisateur qui intervient de manière participative rencontre des difficultés de communication avec l'architecte. Les représentations intermédiaires générées individuellement par l'architecte en conception architecturale ne semblent ni assez évoluées ni utiles pour supporter la participation.

La problématique de notre recherche a trait à la démarche de conception architecturale. Actuellement, il n'existe pas de processus stratégique qui prenne en compte l'intégration d'outils méthodologiques combinant la créativité et la prise en compte de l'utilisateur. Pour optimiser le processus, nous nous proposons d'établir un pont entre les domaines de la conception de produits nouveaux (NPD) et de la conception architecturale. Cette approche devrait permettre d'aboutir à une plus grande qualité et à une satisfaction accrue de l'utilisateur.

Spécificité de la recherche

Dans le domaine de la conception de produits, le facteur humain ne doit plus être envisagé comme une contrainte à prendre en compte. En effet, il peut être considéré comme source de créativité. A ce titre, il faut souligner que la conception de produits structure un processus méthodologique favorisant la conjonction de la nouveauté et de l'utilité. Ce processus se développe dans le monde scientifique et industriel. Afin d'améliorer et de réfléchir sur le processus actuel de conception de produits nouveaux, notre recherche propose comme domaine d'application la conception architecturale. Alors que ce domaine considère comme essentiel la qualité d'utilisation, celle-ci reste insuffisamment prise en compte en comparaison des méthodologies du domaine de conception de produits nouveaux. La conception architecturale est considérée comme une autre discipline destinée à l'architecte. A travers l'application des méthodologies issues d'un domaine relativement éloigné, on peut avoir des points de vue particuliers et pertinents qui permettront d'améliorer les méthodologies de NPD.

D'autre part, notre recherche vise à proposer de nouvelles méthodologies applicables dans le domaine de la conception architecturale. La conception architecturale est traditionnellement dominée par l'imagination individuelle de l'architecte. Dans les phases amont du processus classique de conception architecturale, où le raisonnement de base et la forme principale sont définis, la prise en compte de l'utilisateur est un sujet majeur. Cependant, celle-ci est fortement orientée par l'imagination individuelle de l'architecte. A travers l'application des méthodologies de NPD centrée utilisateur, nous pouvons offrir à la conception architecturale une vision performante qui permette d'intégrer quantitativement et qualitativement des informations relatives à l'utilisateur futur.

Ainsi, positionné au croisement de deux domaines différents, notre travail de recherche peut contribuer à développer de nouvelles méthodologies de conception centrées utilisateur.

Apports de la thèse

Le premier apport de cette thèse concerne la modélisation d'un processus de conception architecturale. Il s'agit en particulier d'optimiser les démarches du processus en amont, en intégrant des informations relatives à l'utilisateur futur. Notre recherche porte sur la formalisation du lien entre la créativité et la prise en compte de l'utilisateur futur.

En général, la conception architecturale est fortement orientée par l'activité individuelle de l'architecte. Malgré la réussite d'améliorer la qualité et la performante vis-à-vis de l'utilisateur, le processus de décision se limite aux réflexions personnelles de l'architecte. Afin de proposer un processus méthodologique qui réponde à ce problème, notre recherche vise à structurer une organisation collective autour des phases amont de génération et de développement des concepts. Ce modèle optimisé doit nous apporter une nouvelle approche collective qui permettra d'intégrer des informations spécifiques et pertinentes relatives à l'utilisateur futur au sein de l'activité créative de conception architecturale.

Le deuxième apport concerne l'optimisation de l'activité collective de conception de produits nouveaux. Certaines méthodologies actuelles envisagent l'innovation en intégrant la dimension utilisateur de manière créative. Il ne s'agit pas seulement d'adapter les produits nouveaux aux aspects de l'utilisation mais plutôt d'intégrer la dimension utilisateur dans la génération de nouvelles idées et concepts. Notre recherche qui applique les méthodologies créatives de NPD au domaine de la conception architecturale peut viser à offrir des perspectives nouvelles à la conception de produits nouveaux centrée utilisateur.

Organisation du document de thèse

Première partie : Positionnement de la recherche

Nous avons identifié le besoin de développer des méthodologies de conception de produits centrée utilisateur. Dans le cadre du génie industriel et des sciences de la conception, notre recherche se positionne au cœur des axes principaux de recherche du Laboratoire Conception de produits et Innovation (LCPI), qui visent tous à optimiser le processus de conception amont.

Notre recherche porte sur la conception architecturale, en vue d'innover par l'introduction de méthodologies issues du domaine de la conception de nouveaux produits et développées dans le domaine des sciences de la conception.
Dans un premier temps, nous avons noté les caractéristiques particulières de la conception architecturale. Dans un deuxième temps, nous avons exploré les méthodologies existantes qui prennent en compte l'utilisateur en conception architecturale et avons montré la nécessité d'une conjonction entre la créativité et l'intégration des informations relatives à l'utilisateur futur. Ainsi, les apports potentiels de ce champ d'application pour le développement d'une méthodologie de conception centrée utilisateur ont été exposés. A partir de cet état de l'art, nous avons émis dans la deuxième partie plusieurs constats de problèmes liés à la prise en compte de l'utilisateur.

Deuxième partie : Problématique et Hypothèses de modélisation

Nous avons d'abord exposé un processus général d'élaboration du projet architectural et un processus amont de conception architecturale avec des outils de représentation intermédiaire. A partir de ces données, nous avons montré le positionnement de notre recherche : la modélisation d'un processus de conception architecturale qui prend en compte l'utilisateur futur.

Dans un deuxième temps, nous avons constaté que les recommandations du consultant en ergonomie interviennent tardivement dans le processus de conception architecturale et sont alors souvent négligées. Troisièmement, nous avons exploré une participation directe de l'utilisateur futur en conception architecturale et nous avons exposé l'importance des représentations intermédiaires pour supporter la participation active à l'activité créative. Cette première section se termine par l'énoncé de la problématique de recherche. Dans la section suivante, nous émettons l'hypothèse principale et trois sous-hypothèses.

A la fin de cette partie, nous décrivons le modèle préliminaire de démarche collective intégrant des informations relatives à l'utilisateur futur en amont du processus de conception architecturale. Cette

modélisation a pour objet de modéliser conjointement l'intégration d'une activité créative et de la prise en compte de l'utilisateur futur.

Troisième partie : Expérimentations

Dans la troisième partie, nous décrivons comment nous avons validé le modèle à travers le projet.

Dans le premier paragraphe, nous définissons les objectifs expérimentaux et les limites de l'expérimentation dans laquelle le projet architectural a eu lieu. Nous expliquons le projet d'application de notre recherche, l'habitat d'urgence, en expliquant pourquoi nous l'avons choisi comme un exemple pertinent.

Dans le deuxième paragraphe de l'expérimentation, nous montrons les travaux effectués pour valider les hypothèses de recherche. Nous avons divisé cette expérimentation en deux parties : la première porte sur la validation de l'hypothèse relative à la nécessité de mettre en œuvre des outils méthodologiques d'intervention effective des informations relatives à l'utilisateur futur dans la démarche d'activité créative. La deuxième porte sur la proposition de représentations intermédiaires supportant la participation de l'utilisateur futur lors de l'activité créative en amont du processus.

A la fin de cette partie, nous discutons sur l'application des méthodologies proposées ainsi que sur le modèle préliminaire d'un processus amont de conception architecturale.

Quatrième partie : Modèle du processus amont de conception architecturale

Nous analysons nos hypothèses initiales décrites dans la deuxième partie par rapport à l'expérience obtenue dans le cadre du projet de l'expérimentation. Le modèle relatif à nos hypothèses est présenté. Enfin, nous concluons notre document par une synthèse des apports prescrivant l'application de notre modèle.

1. PREMIERE PARTIE : Contexte de recherche

Dans cette première partie, nous présentons le contexte de notre travail de recherche.

Cette thèse a pour objet d'optimiser le processus de conception de produits nouveaux (NPD) centrée utilisateur. En particulier, il s'agit de favoriser la créativité tout en intégrant des informations relatives à l'utilisateur futur dans les phases amont. La thèse s'applique à la conception architecturale (CA).

Nous identifions dans un premier temps les domaines principaux au sein desquels se positionne notre recherche tels que le génie industriel et les sciences de la conception. En faisant référence aux axes principaux de recherche du Laboratoire de Conception de Produits et Innovation (LCPI) dont l'objectif global est l'optimisation du processus de conception de produits, nous précisons nos orientations de recherche.

Ensuite, nous présentons la conception architecturale en explorant les études qui cherchent à identifier ses aspects caractéristiques. Par la suite, nous faisons un état de l'art sur des méthodologies existantes dont le but est l'intégration des informations relatives à l'utilisateur futur. A travers cet état de l'art, nous validons la nécessité d'innover en conception architecturale et montrons que ce type de conception constitue un domaine intéressant comme champ d'application de notre recherche.

Ce champ d'application a été moins étudié que d'autres. En effet l'architecture en tant que processus constitue rarement un terrain de recherche du domaine NPD, bien que le processus de conception architecturale partage les mêmes préoccupations méthodologiques relatives à l'utilisateur futur.
En établissant un pont entre ces deux domaines, nous pensons que l'on peut avoir des points de vue particuliers et pertinents qui permettent d'améliorer les méthodologies de NPD.

1.1 Positionnement scientifique

Notre travail de recherche se situe dans le champ disciplinaire du génie industriel et des sciences de la conception, disciplines clés concernant la modélisation d'un processus de conception de produits.

1.1.1 Génie industriel et sciences de la conception

La Fédération des Sciences des Systèmes et des Produits Industriels définit le Génie industriel comme suit [Guidat 1996] :
« une science de l'action à l'interface des sciences de l'ingénieur et des sciences de l'homme permettant de piloter l'ensemble des interactions qui gouvernent les systèmes industriels au niveau de leur conception, leur mise en place et leur conduite »

Le Génie Industriel rassemble un grand nombre de disciplines toutes liées au fonctionnement de l'entreprise. Il associe vers un même objectif des sciences pour l'ingénieur, les sciences économiques et les sciences sociales. De manière plus pragmatique, le Ministère de l'Industrie définit le Génie Industriel comme l'association transversale de disciplines scientifiques classiques avec les sciences humaines et sociales. Le Génie Industriel concerne tout le cycle de vie d'un produit ou d'une fourniture, depuis l'analyse du besoin jusqu'au suivi après vente, la récupération et/ou la gestion des déchets générés [Min 1995]. Notre recherche qui s'insère dans le génie industriel et dans les sciences de la conception a pour objet de proposer un processus de conception intégrant des plusieurs disciplines scientifiques avec des éléments constituant (concepteurs, utilisateurs et des équipements de production).

1.1.2 Axes de recherche du LCPI et positionnement de thèse

Notre recherche a pour cadre académique le Laboratoire Conception de Produits et Innovation (LCPI), au sein du centre de paris des Arts et Métiers ParisTech.

Les thèmes de recherche du laboratoire CPI sont la caractérisation de l'objet industriel et l'étude du processus de conception. Les recherches au LCPI se sont progressivement structurées autour du thème d'optimisation du processus de conception et d'innovation, en visant à la production et à la formalisation de connaissances qui contribuent à améliorer les processus de conception et d'innovation [LCPI 2009].

L'objectif de ces recherches est de proposer des éléments de spécification et de validation de l'objet dans son milieu d'utilisation et son environnement industriel et concurrentiel, dans le but de définir les outils et les méthodes nécessaires à la conception pluridisciplinaire et optimisée de l'objet. Ces méthodes donnent lieu à des actions de recherche tant sur la forme, la couleur, les usages des produits, que sur l'optimisation des moyens de production et des modes de recyclage.

Elles s'appuient sur les trois axes schématisés comme le montre la figure 1.

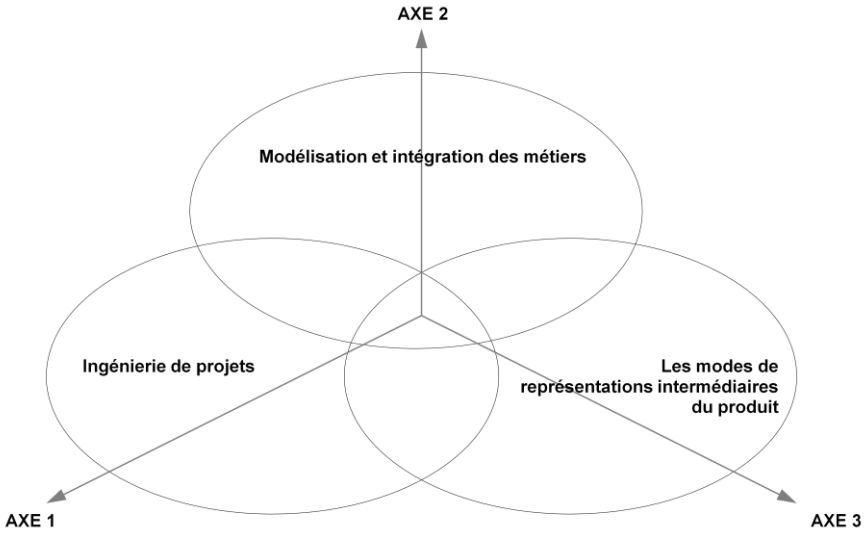


Figure 1 : 3 axes de recherche du LCPI [LCPI 2009]

Depuis plusieurs années, le LCPI travaille sur la créativité en conception et préconise des méthodologies de créativité visant à la conception de produits innovants, l'idée étant qu'un processus de conception intégrant des méthodologies de créativité aboutira à des produits plus réussis.

Notre travail de recherche ayant pour objet de proposer une méthodologie de conception de produits comme la plupart des travaux réalisés au LCPI, concerne chacun des trois axes. Mais notre contribution sera particulièrement forte sur deux axes : L'intégration des métiers et Les modes de Représentations Intermédiaires du produit. De plus, cette thèse porte sur la modélisation de l'activité pluridisciplinaire en amont du processus de conception.

La méthodologie de conception que nous proposons en apport de cette thèse intègre les métiers concernés par les recommandations relatives à l'utilisateur futur, et par les phases créatives présentés dans les phases amont du processus.

1.1.3 Prise en compte de l'utilisateur futur en conception de produits nouveaux

Afin d'améliorer la compétitivité des entreprises, on cherche actuellement à améliorer la qualité des produits vis-à-vis de l'utilisateur futur. La dimension utilisateur [Min 2003] est devenue essentielle pour le succès des entreprises. L'intégration de la dimension utilisateur nécessite de faire appel à des équipes pluridisciplinaires dans les phases amont du processus de conception autour d'une démarche conjointe.

1.1.3.1 Nécessité d'intégrer les informations relatives à l'utilisateur en conception de produits

Depuis une vingtaine d'années, le domaine de la conception de produits s'intéresse à la prise en compte de l'utilisateur dans les démarches de conception de produits ou de services [Mitchell 1993], [Jordan 2000]. Les sciences humaines et les sciences sociales proposent, à travers des disciplines telles que l'ergonomie, la sociologie de l'innovation, l'anthropologie, la sémiologie et d'autres encore, de prendre en compte l'utilisateur dans le processus de conception. L'intérêt d'établir un lien entre usage et conception réside dans le fait que l'usage est un point d'entrée à la créativité orientée utilisateur, puisqu'il ouvre de nouvelles perspectives de conception par une analyse globale des problématiques et des besoins réels des utilisateurs.

Il est primordial pour les entreprises de se différencier et de proposer de nouvelles offres de produits plus proches de l'utilisateur pour survivre sur le marché. En effet, la compétitivité s'appuie moins sur la baisse des coûts et la rationalisation de la production, que sur la qualité et la valeur d'usage des produits/services [Mallein 2002]. L'approche de conception de produits centrée utilisateur peut aussi bien être utilisée pour concevoir les spécifications de futurs produits que pour conceptualiser les fonctionnalités d'un produit [Verheijen et al 2001] et évaluer l'acceptabilité d'un nouveau concept [Maxant 2004].

1.1.3.2 Evolution de la démarche d'intégration des informations relatives à l'utilisateur

L'intervention des informations relatives à l'utilisateur s'est effectuée initialement dans les phases aval de la conception. Elle n'était constituée que de tests utilisateurs avec un produit quasiment fini pour corriger d'éventuelles erreurs [Lim 2003].

L'intervention de l'ergonome avait souvent lieu au stade des tests utilisateur où la conception de produits est quasiment finie. Bien qu'elle permette pour l'amélioration du produit, cette intervention tardive n'apportait pas une contribution suffisante. Les modifications apportées dans cette phase prenaient beaucoup de temps.

Tout le monde s'accorde sur le fait que l'intervention des informations sur la qualité vis-à-vis de l'utilisateur devrait être portée plus en amont.
Dans les années 1990, l'intervention de l'ergonome ne se concentre plus seulement sur la correction des erreurs sur le produit. Elle commence à participer à l'activité de recherche de solutions pour modéliser un système du produit de manière itérative.
Les démarches de conception de produits offrent de multiples moyens pour intégrer les informations sur l'utilisation. Cependant, elles trouvent leurs limites dans le modèle linéaire et séquentiel du

processus [Visser et Hoc 1990] [Darses 1997]. En effet, l'utilisation supposée du produit est dépendante de la formulation du concept à étudier ; un concept est formulé, puis soumis à un processus d'évaluation sur l'utilité.

Dans le même sens, selon Haué, lorsque la technique est très contraignante et joue un rôle principal dans les phases amont de définition des concepts, la prise en compte de l'utilisateur se limite bien souvent à une approche corrective des produits [Haué 2004].

Cette position dans le processus ne permet pas une création de valeur vis-à-vis de l'utilisateur qui intègrerait réellement les données liées à celui-ci dans les phases amont.

Aujourd'hui, il est nécessaire d'élaborer une démarche susceptible de prendre en compte les informations relatives à l'utilisateur comme source créative dans les phases amont de génération des concepts.

La prise en compte de l'utilisateur futur ne consiste pas seulement à assurer l'acceptabilité de la fonction du produit, mais plutôt à satisfaire les attentes de l'utilisateur futur en considérant les dimensions émotionnelle et sociale. Cependant, il n'est pas évident d'intégrer des informations de ce type qui sont par nature qualitatives. Cette intégration est encore plus difficile lorsque des concepts sont élaborés puisqu'à la conception technique ce qui est la manière la plus courante actuellement.

Les démarches de conception de produits centrées sur des aspects d'ingénierie technique nécessitent une intégration des informations qualitatives sur l'utilisateur futur en amont du processus de conception.

1.1.4 Conclusion

Notre recherche se positionne en génie industriel et en sciences de la conception. Elle concerne l'étude des méthodologies de conception intégrant l'utilisateur en amont de la conception et favorisant une créativité collective.

Notre travail de recherche a pour objectif principal d'améliorer des méthodologies de conception de produits nouveaux (NPD) en vue de réaliser la qualité de produits tout en intégrant des informations relatives à l'utilisateur futur en amont. Compte tenu de l'importance de l'activité collective dans les phases amont, notre recherche vise à améliorer cette dimension pour optimiser le processus de conception. Il s'agit de permettre, en favorisant une démarche conceptuelle créative, d'intégrer des informations relatives à l'utilisateur futur en amont du processus.

1.2 Domaine d'application : Conception architecturale

Sur la base des méthodologies en cours de développement dans le domaine des sciences de la conception, notre travail de recherche sur la conception centrée utilisateur s'applique à la conception architecturale.

Ce champ d'application a été moins formalisé que d'autres domaines, en terme de modèles de conception. En effet l'architecture en tant que processus constitue rarement un terrain de recherche, bien que le processus de conception architecturale partage les mêmes préoccupations liées à la dimension utilisateur.

La prise en compte de l'utilisateur futur est un des sujets essentiels en conception architecturale. Depuis le début du 20ème siècle, cette problématique a fait l'objet de recherches dans différents domaines.

Notre recherche porte sur la conception architecturale. Elle vise à améliorer le processus de conception architecturale par l'introduction de méthodologies issues du domaine de la NPD et développées dans le domaine des sciences de la conception. Nous pensons que cette recherche peut apporter de nouvelles connaissances en innovation, tout en offrant une vision nouvelle de la conception architecturale.

En visant cette finalité de recherche, nous décrivons dans un premier temps les caractéristiques particulières de la conception architecturale.

Ensuite, en explorant les méthodologies existantes qui prennent en compte l'utilisateur en conception architecturale, nous montrons que l'intégration de la dimension utilisateur en amont peut favoriser la créativité en conception architecturale. Ainsi, nous montrons les apports potentiels de ce champ d'application pour le développement d'une méthodologie de conception centrée utilisateur.

A partir de cet état de l'art, nous avons émis dans la deuxième partie plusieurs constats de problèmes liés à la prise en compte de l'utilisateur en conception architecturale.

1.2.1 Aspects caractéristiques de la conception architecturale

Nous décrivons tout d'abord les caractéristiques notables de la conception architecturale. Il existe des similitudes entre la conception de produits industriels et la conception architecturale [Lebahar 2007]. Cependant, nous pouvons aussi relever certaines caractéristiques spécifiques à la conception architecturale.

Depuis les années 1960, de nombreux chercheurs étudient sur le processus de conception architecturale. Malgré la diversité des orientations et des résultats, nous avons tenté de dégager certains aspects fédérateurs de la conception architecturale tels que la représentation du processus de conception architecturale comme un système complexe itératif, ou l'exigence d'une conception pluridisciplinaire, ou enfin la conception architecturale comme cas de problèmes mal définis. La dimension utilisateur devait aussi devenir prépondérante en conception architecturale, comme cela est le cas en NPD.

1.2.1.1 Description de la conception architecturale

Depuis les années 1980, plusieurs auteurs ont entamé une réflexion sur les concepts fondamentaux de la conception architecturale.

Un certain nombre de théoriciens du design, soutiennent la notion spécifique de problèmes à résoudre, au fur et à mesure du processus de conception [Dorst et Cross 2001]. Ceux-ci souhaitent se libérer des contraintes engendrées par une approche systématique en essayant d'étudier le processus à partir d'un autre point de vue basé sur la pratique architecturale où les notions de bouclage et d'itération sont omniprésentes [Laaroussi 2007].

Ainsi, le modèle de Darke [Darke 1979] permet d'explorer la façon dont les différents acteurs et en particulier les architectes se comportent dans des situations de résolution de problèmes (qualifiées de complexes), en tenant compte de paramètres complémentaires qui peuvent influencer la proposition finale. Pour Darke, la tâche des architectes est considérée « comme une succession de propositions de formes soumises aussitôt à un examen critique précédé d'une prise de position délibérée de l'architecte qu'elle appelle, le générateur primaire » [Darke 1979, cité par Conan 1990].

Dans le même ordre d'idée, d'autres auteurs [Zeisel 1984], [Conan 1990], [Prost 1992], [Farel 2000] considèrent la conception comme un ensemble de systèmes complexes, dynamiques représentée par un enchevêtrement intelligible et finaliste d'actions interdépendantes [Le Moigne 1990]. Ils mettent en évidence la différence qui existe entre les problèmes de la conception et les problèmes scientifiques [Bendeddouch 1998].

Zeisel [Zeisel 1984] décrit le processus de conception comme un système d'apprentissage « autour duquel se construit une œuvre et s'acquiert une expérience » [Zeisel 1984, cité par Conan, 1990] dont l'organisation s'élabore autour de nombreuses caractéristiques.



Figure 2 : Les trois activités primitives de Zeisel [adapté de Conan 1990]

La conception architecturale, selon Zeisel, s'articule d'une part à partir de trois activités primitives (voir figure 2) autour desquelles s'établissent l'émergence de l'idée et la constitution de l'objet architectural.

D'autre part, l'usage de deux types d'informations complémentaires dont la première décrit les données relatives à l'image mentale que l'architecte possède du futur objet architectural, sert à concevoir l'image conceptuelle qui doit être mise à l'épreuve, par le biais d'une deuxième information, l'image. Cette dernière n'est pas nécessairement différente de la première. Toutefois, son contenu est utilisé à des fins d'évaluation (voir figure 3).

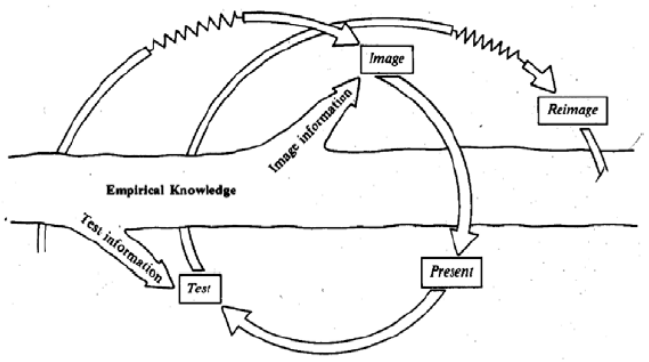


Figure 3 : Le cycle des deux types d'information de Zeisel [Zeisel 1984]

Ainsi, Zeisel s'intéresse davantage aux relations s'établissant entre les deux types d'information du processus de conception architecturale. Il démontre le rôle fondamental de l'information nécessaire et transmise par l'image, dans les situations de formulation de problèmes (concevoir une image) et les situations de formulation de solutions (la mettre à l'épreuve/évaluation). En définitive, le modèle de Zeisel, tend à trouver l'énoncé convenable à un problème de conception mal défini en analysant plusieurs solutions inspirées et proposées, selon Conan, par la critique des présentations successives au fil des cycles accomplis au fur et à mesure du développement du processus [Conan 1990]. Ainsi, il révèle le besoin de représentations et le mouvement répété et itératif (Image-Présentation-Test) qui, selon Raynaud, clarifie sans doute les types d'activités développées à l'intérieur des étapes de la conception [Raynaud 2002].

Prost [Prost 1992] a souhaité approfondir la réflexion et aller un peu plus loin dans son appréhension de la complexité du processus de conception architecturale.

En axant la recherche sur les conditions et les modalités de production des énoncés de problème/solution en conception architecturale, il alimente des connaissances sur la notion de conception architecturale. Il met un point final à son étude avec deux conclusions principales en proposant un modèle de synthèse simplifié (voir figure 4). Selon Prost, il n'est pas possible de déterminer un modèle unique du processus de conception, car il existe aussi bien une multitude de problèmes qu'une variété infinie de procédures conceptuelles. D'autre part, les actes de conception ne sont pas organisés linéairement mais constituent un système dynamique et la solution émergente est le résultat d'une démarche itérative comportant de nombreux bouclage.

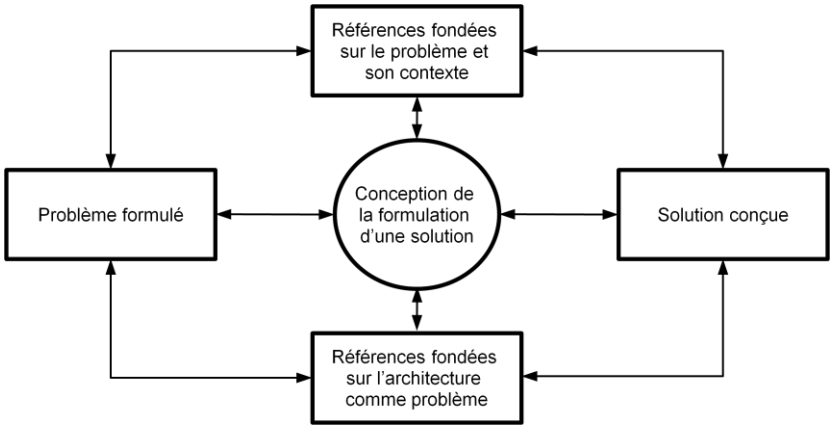


Figure 4 : Les composants du processus de formulation d'une solution architecturale [Prost 1992]

Quand au processus de formulation de solution, il constitue, à l'instar de l'énoncé du problème, un processus complexe, dynamique, itératif et comportant plusieurs composants. Pour Prost, ce processus établit la transformation d'une situation problématique/programmatique vers une situation architecturale/formelle. Cette transformation « des mots vers les choses » ne se produit pas «directement de manière linéaire, par déduction d'un point d'arrivée à partir d'un point de départ, mais par un appui sur un ensemble de références normatives qui donnent corps et substance à la solution architecturale » [Prost 1992]. Par ailleurs, cette « base de données », que Prost appelle références, découle à la fois de l'énoncé du problème et aussi des connaissances et des valeurs architecturales de chacun des acteurs intervenant durant la conception et la formulation de la proposition architecturale.

Le processus de formulation de problème « reste toujours un système ouvert et qui ne peut trouver sa clôture que dans son articulation au processus de formulation de solution » [Prost 1992]. De plus, la relation entre ces deux processus constitue le module fondamental autour duquel s'articulent toutes les séquences/itérations qui peuvent se produire tout au long du processus de conception architecturale.

Les modèles exposés précédemment, leurs origines différentes et aussi leurs façons distinctes d'explorer les processus de conception soulignent sans doute qu'on est loin d'affirmer, pour l'instant, qu'il existe un consensus sur le processus de conception architecturale en terme de définition, de structure et de déroulement. D'autant plus que, comme l'a déjà relevé Jones en 1981, il semble qu'il y ait encore autant de processus de conception que d'auteurs [Bendeddouch 1998].

Toutefois, ces modèles permettent de dire que, quelque soit l'approche de modélisation, les processus de conception s'articulent autour des trois activités primitives d'analyse du problème, de proposition de solution et d'évaluation de la solution [Laaroussi 2007].

Ces activités sont utilisées par tout acteur à un moment ou un autre de la conception et c'est autour d'elles que s'établit l'émergence du problème et la constitution de la solution. Ainsi, l'activité d'analyse concerne l'exploration de l'univers du projet afin d'énoncer un ensemble de problèmes possibles puis de former son point de vue a priori. Elle consiste donc à formuler le problème à résoudre et les contraintes qui lui sont attachées.

Par ailleurs l'activité de proposition consiste en la construction d'un ensemble de solutions sous forme intentionnelle et / ou schématique permettant ainsi l'installation des idées ou la génération des concepts. Elle se concrétise par des tâches de production ou de synthèse afin de pouvoir évaluer la solution. Enfin, l'activité d'évaluation concerne la confrontation des solutions aux connaissances individuelles ou collectives.

1.2.1.2 Représentations intermédiaires en conception architecturale

Le processus de conception architecturale est considéré comme une chaîne composée de plusieurs couples de formulations de problème/solution dont chacun fait appel à des représentations intermédiaires. Le besoin des représentations est une nécessité qui se manifeste au niveau de l'articulation dynamique de ce couple (voir figure 5).

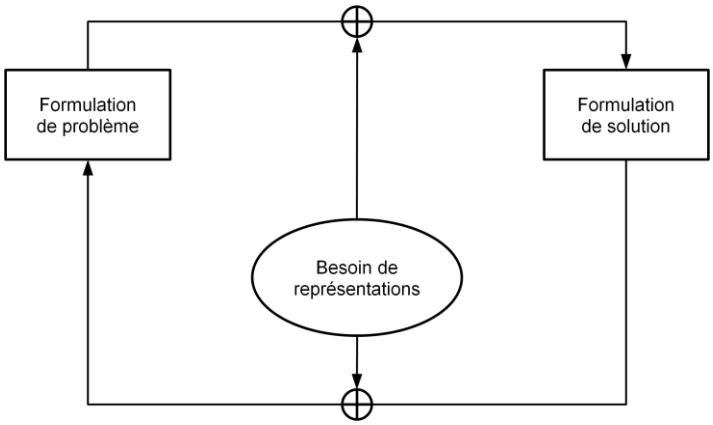


Figure 5 : Le lieu de développement du besoin de représentations [Prost 1992]

En d'autres termes, la représentation est une étape indispensable à laquelle a recours le concepteur durant les phases de la conception. Elle donne la possibilité d'exprimer l'idée du projet que l'on souhaite réaliser, et de la communiquer. Comme le souligne Denis [Denis 1989], Il y a activité de représentation lorsqu'un objet ou les éléments d'un ensemble d'objets se trouvent exprimés, traduits, figurés, sous la forme d'un nouvel ensemble d'éléments, et qu'une correspondance systématique se trouve réalisée entre l'ensemble de départ et l'ensemble d'arrivée. La représentation en conception architecturale est un moyen d'anticipation, de communication, de description, de contrôle et de validation durant le processus d'élaboration du projet architectural [Léglise 2000].

Par ailleurs, la représentation est une opération relative au stade d'avancement du projet. C'est par le biais de sa présence que le concepteur peut déterminer la nature de l'action à prendre à chaque phase et ainsi valider le passage entre deux phases de conception.
Abraham Moles [Moles 1972] révèle deux types d'information structurant la représentation intermédiaire en conception architecturale; la première sémantique qui répond à la question : qu'est ce qu'il faut faire? et la deuxième esthétique qui répond à la question : comment faut-il faire ? Partant de l'échelle d'iconicité décroissante de Moles, de la classification des représentations intermédiaires de Conan et du système de figuration graphique de Boudon, Porada a proposé une classification des représentations intermédiaires au cours de l'élaboration du projet architectural. La définition de chacun de ces types de représentation donnée en termes d'objectifs, de système de signes et d'opérations utilisées est présentée au tableau 1.

N	Typologie de représentations	Objectifs	Système des signes utilisés	Opérations de leur production
0	**Représentations programmatiques**	Lecture du programme	**Description du problème:** verbales, organigrammes, schémas, plans de l'existant, images référantes…	**Analyse et exposition du problème**
1	**Représentations d'exploration**	Appropriation et reformulation du programme en termes spatiaux	**Représentation d'hypothèses:** verbales, poétiques, expressions imagées ou images référantes, prototypes existants, analogies, signes purement abstraits sans connexion imaginable avec le signifié, stock personnel d'éléments formels	**Formulation du programme par l'architecte:** transformation de l'énoncé analytique en un énoncé hypothétique, sans préoccupation de la nature exacte de la solution
2	**Représentations de clarification**	Analyse des hypothèses par des critères différents	**Représentations analytiques,** divers schémas opérationnels : plastiques, fonctionnels, symboliques, structurels,…	**Multiplication des hypothèses:** prise de distance par rapport à la première hypothèse obtenue au moyen de vérification à travers l'examen exhaustif de différents critères
3	**Représentations d'élaboration du concept spatial**	Synthèse du parti architectural	**Représentations synthétiques:** combinaison d'ensemble des représentations schématiques en une esquisse sommaire du travail	**Recherche de synthèse:** recherche d'invariants par le moyen de superposition de différents schémas (fonctionnels, plastiques, symboliques, structurels,..)
4	**Représentations de perlaboration**	Vérification de détails au cours du développement du parti architectural	**Représentations de clarification:** précision des détails en croquis libres, axonométries détaillées, éclatées, dessins détaillés	**Recherche de précision**: étude de tous les aspects essentiels et particuliers de concept spatial
5	**Représentations d'exécution**	Communication aux entreprises	**Représentations conformes aux conventions graphiques,** dessins normalisés: plans, coupes	**Codage professionnel,** géométrisation normalisée et codifiée des documents: plans
6	**Représentations d'exposition**	Communication avec le maître d'ouvrage	**Représentations de l'esquisse:** les images et les schémas de communication du parti architectural du projet	**Codage publicitaire**

Tableau 1 : Classification des différents niveaux de représentation selon Porada [Porada 1994]

1.2.1.3 Démarche conceptuelle de l'architecte

La conception architecturale se caractérise par la cohabitation d'une activité créative importante et d'une prise en compte, souvent avancée et évolutive, de contraintes. Le travail de l'architecte est alors une activité intellectuelle qui consiste à formuler une solution originale et innovante pour concevoir un bâtiment selon un ensemble de contraintes variées. La solution est exprimée par une représentation du bâtiment à construire. Pour arriver à cette représentation, l'architecte traverse un processus complexe de création où l'étape préliminaire de recueil de données cohabite avec

l'élaboration des idées guides. Ces idées guides agissent comme des balises du processus de création. Cette activité créative et conceptuelle a lieu majoritairement en amont du processus.

1.2.1.4 Problèmes mal définis

« Le domaine de l'architecture est un très joli terrain d'application pour explorer les questions de la formulation de problèmes, car un problème architectural ne se pose pas habituellement de lui-même comme un problème bien structuré… je veux espérer que l'on va bientôt se mettre à consacrer beaucoup d'efforts à étudier le processus architectural ainsi que les autres processus de conception complexe du même genre, afin de voir comment ils fonctionnent en fait. » [Simon 1992]

Devant répondre à des contraintes de départ plus ou moins précises, les problèmes architecturaux sont des problèmes mal définis. Les objectifs de l'architecture se situent clairement dans sa définition : c'est l'art au service de l'homme. Cependant, ils ne sont pas quantitativement définis dans l'une quelconque des nombreuses théories existantes. Cela est sans aucun doute du à la difficulté de paramétrage des objectifs de beauté, de confort et de fonctionnalité [Rio et al 2007].

1.2.1.5 Nécessité d'une activité pluridisciplinaire

L'architecte s'inscrit dans un processus de conception créative, manipulant de larges connaissances issues de domaines transversaux, aussi bien dans des domaines techniques (nombreuses et diverses techniques du bâtiment) qu'artistiques, historiques ou socio-culturels [Lebahar1983]. L'architecte, dans ces situations, réalise l'activité de conception comme un génie dont l'inspiration subjective lui permet de créer et de concevoir un projet. Il possède un rôle central dans la conception. Il conçoit, synthétise, coordonne, négocie, modère afin de garder le cap fixé : faire émerger un projet cohérent [Raynaud 2001].

Cependant, il se confronte à une certaine complexité du processus. Chaque décision de l'architecte fournira la solution d'un problème particulier, mais en posera d'autres. Par exemple, (…) Les contraintes liées à leur solidité constructive, à leurs circulations internes horizontales et verticales, à leurs connexions réciproques, au site d'implantation, aux circulations au sol, à la nature du sous-sol, compliqueront ces univers de choix multiples. [Lebahar 2007]

« C'est un débat intérieur au cours duquel les arguments s'affrontent selon les différents points de vue que l'architecte est capable de saisir et d'alimenter par son expérience, ses désirs esthétiques et ses connaissances acquises. Quand ces dernières sont insuffisantes, il fait appel à plus qualifié que lui » [Tric 1999].

L'architecte doit faire advenir l'idée et rendre celle-ci partageable, donc communicable aux différents intervenants du projet. En effet, concevoir un bâtiment nécessite des savoirs multiples [Boudon, 1997] (esthétiques, graphiques, techniques, juridiques, financiers, etc.), partagés avec et entre les différents acteurs. Il y a de fait, une forte interaction de l'architecte en tant que sujet avec l'environnement du projet (textuel, graphique, physique) mais également avec d'autres partenaires (autre architecte, maître d'ouvrage, ingénieur, constructeur,...) co-acteur de la conception.
La réussite du projet demande une vraie coopération entre architectes, ingénieurs de bureaux d'études, entrepreneurs et autres acteurs partie prenante. L'augmentation de la complexité du contexte réglementaire, la diversification des techniques et l'augmentation de la complexité des projets ont conduit à la formation de « nouveaux métiers », et à l'identification des acteurs correspondants. Ainsi l'apparition des paysagistes, acousticiens, coloristes, éclairagistes, scénographes etc., a permis de répondre aux nouvelles exigences, mais parallèlement accentue la déqualification des intervenants « traditionnels ».
Ces nouveaux métiers sont venus s'ajouter aux métiers d'architectes, bureaux d'études techniques et économistes, formants ainsi des équipes de maître d'œuvre véritablement pluridisciplinaires.

Bien que l'apparition de ces nouveaux métiers permette un travail plus précis, prendre en compte leurs points de vue parfois différents semble essentiel pour améliorer la conception en architecture. En effet, concevoir un bâtiment n'est pas une somme d'éléments de réflexion superposés les uns aux autres. Pour un bon avancement de la conception et une optimisation globale de la conception, il est nécessaire de gérer l'apport contradictoire et convergent de nombreux professionnels d'origine disciplinaire différente.

La complexité croissante des bâtiments complique davantage ce processus d'intégration car il est maintenant nécessaire d'intégrer et de propager la connaissance d'experts de plus en plus nombreux. Il apparaît donc que la capacité des acteurs à communiquer entre eux représente la clef du succès de la conception architecturale.

Dans un tel contexte, concevoir ne se résume plus à traduire en paramètres techniques des spécifications fonctionnelles. Concevoir devient « […] réussir à mettre en relation des entités (individus, objets, connaissances) qui ne peuvent être déterminées au préalable » [Brissaud 1998]. Ainsi les acteurs doivent donc quitter un mode de fonctionnement propre à leur métier et s'orienter vers une organisation commune de leur activité.

Intégrer les points de vue de tous les acteurs suggère un certain « parallélisme » de l'activité de conception et est rendu possible par une prise en compte très tôt dans le processus, de contraintes ou de paramètres métiers gérés beaucoup plus tard dans les organisations traditionnelles [Kusiak, 1993] [Alting, 1993]. Ainsi, une conception architecturale ne jouera son rôle de référent que si l'architecte démontre sa capacité à intégrer les points de vue par anticipation dès l'esquisse [Hanrot 2003].

1.2.2 Méthodologies existantes : prise en compte de l'utilisateur en conception architecturale

De nombreuses approches sont apparues pour modéliser le processus de conception architecturale. En 1962, la ville de Londres a accueilli la conférence sur le Mouvement des méthodes de design (Design Methods Mouvement) qui s'intéressent à la fois à la conception architecturale et à plusieurs autres domaines connexes (l'urbanisme, le design industriel, etc.) L'objectif de ce mouvement a été d'améliorer et de redéfinir la/les méthodologie(s) de design en essayant de réduire l'incertitude et les failles des méthodes traditionnelles non rationnelles, et en se basant sur des orientations différentes telles que l'approche systémique [Cross 1984] [Bendeddouch 1998].

1.2.2.1 Approche analytique

Dans cette période, de nombreuses recherches ont été développées sur la manière de gérer et d'effectuer le développement du processus de la conception architecturale [Boudon 2004]. Parmi les auteurs, Christopher Alexander [Alexander 1964] a analysé l'activité de l'architecte comme une activité de résolution de problèmes. En effet la conception architecturale peut être vue comme la recherche d'un programme répondant au problème de conception, c'est-à-dire une description et une prescription qui permettent de satisfaire au mieux aux conditions d'adéquation au contexte.

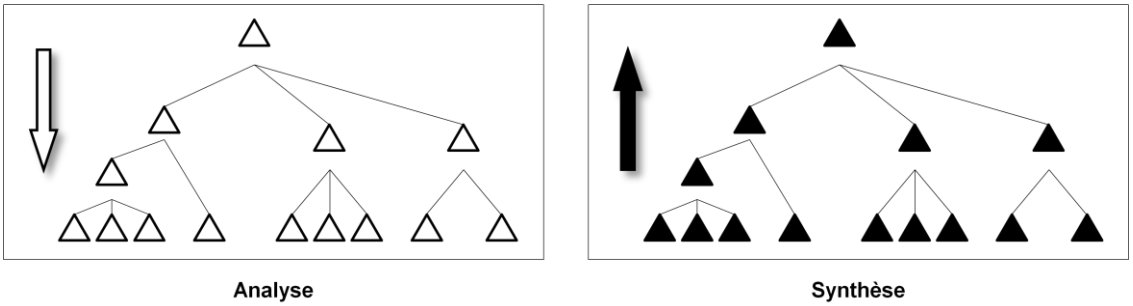


Figure 6 : Les phases de résolution de problèmes [adapté d'Alexander, 1964]

Pour cela, cet auteur insiste sur la nécessité d'inclure et de faire participer les futurs utilisateurs. L'architecte est là pour résoudre un problème et aussi pour permettre l'adéquation de l'espace conçu avec les aspirations personnelles des utilisateurs finaux. Selon cette vision, cet architecte anglais a proposé une méthode rationnelle qui traduit le processus « inconscient » de conception architecturale traditionnelle en un processus « conscient » [Martin 2000] [Boudon 2004].

Mais son idée, qui suppose que l'énoncé du problème peut être défini avant le début de l'élaboration de la solution, a suscité de nombreuses critiques. L'approche qu'il propose implique une séparation forte entre les étapes de programmation et d'élaboration qui ne favorise pas les retours en arrière dans la conception. Ce modèle présuppose que l'objet architectural final n'est que l'expression d'une logique fonctionnelle hiérarchique comme un produit d'ingénierie. [Conan 1990]

Par conséquent, cette stratégie de « décomposition-recomposition » qui tente d'étudier le phénomène en essayant de le décomposer en plusieurs éléments plus simples et réductibles, réduit le processus de conception architecturale en une « liste d'actions très précises que doit effectuer les concepteurs dans un ordre déterminé » [Bendeddouch 1998]. De même, elle exclut, de façon rationnelle, la part de plusieurs autres acteurs dont le rôle est jugé par ailleurs indispensable pour l'élaboration du projet architectural [Bendeddouch 1998].

1.2.2.2 Participation directe de futurs utilisateurs au processus de conception architecturale

A partir des années 1970, l'intérêt pour les projets expérimentaux et publics ont été accru. Des projets architecturaux ont été réalisés en prenant en compte avis des habitants. L'attention en conception architecturale a ainsi été peu à peu été déplacée vers la résolution de problèmes sociaux [Conan 1990] [Van der Voordt 2005].

Compte tenu de l'inadaptation des propositions de solutions architecturales à la réalité relative à la dimension usage, il est devenu nécessaire de prendre en compte le point de vue de l'utilisateur futur en le faisant participer directement dans le processus [Wulz 1986]. La participation est un concept datant de la démocratie.

Le terme « participation » possède un certain nombre de synonymes tels que « influence du citoyen », « coopération », « co-décision », « auto-décision », etc. [Sanoff 2006]. La participation correspond à un terme général qui couvre différentes formes de prise de décision par un certain nombre de parties concernées. Dans l'organisation du projet, deux groupes peuvent être organisés : celui des utilisateurs et celui des concepteurs (par exemple, l'architecte, les consultants), qui ont leur propre rôle et

apportent des idées différentes. Lorsque des utilisateurs sont impliqués dans le processus de conception, il est possible que l'architecte réponde à leurs besoins et désirs. En effet si les utilisateurs sont impliqués dans le processus de conception, leurs idées seront prises en compte dans la construction des bâtiments. Dans ce cas l'architecte n'impose pas ses propres goûts architecturaux aux gens, mais suit plutôt les conseils de futurs utilisateurs pour leur apporter ce qu'ils souhaitent [Granath 2001].

Il y a deux niveaux différents, selon Wulz [Wulz 1986] de conception architecturale participative : la participation passive et la participation active. Dans la participation active, divers outils sont souvent considérés : le vote, l'évaluation de post-occupation, le workshop, le focus-group et l'auto-construction. Le but de ces outils devrait être de percevoir des valeurs et des besoins de l'utilisateur futur. Pourtant, la participation des utilisateurs peut accroître la complexité du processus, dans la mesure où la participation comporte certaines complications lors de la prise en décision [Kernohan 1992].

L'utilisateur futur devrait intervenir dans la conception et contribuer à la conception architecturale [Jencks et Silver 1973]. Selon Kroll [Kroll 1988], la participation de l'utilisateur futur dans le processus ne produit pas nécessairement une meilleure architecture. Intégrer ou ne pas intégrer les futurs utilisateurs dans le processus de conception, reviendra dans tous les cas à risquer de concevoir des bâtiments et des espaces qui ne sont pas accessibles aux gens qui n'ont pas participé. Grâce à une législation architecturale améliorée et à une conception plus attentive, on peut assurer que le handicap physique, par exemple, ne restreint pas l'accès et la circulation d'un bâtiment. On peut plutôt supposer le contraire. Par des désirs et des besoins très différents, les écarts entre les idées, valeurs, objectifs et attentes peuvent susciter des arguments parfois conflictuels. Ces conflits peuvent être renforcés par le fait que les deux groupes -concepteurs et futurs utilisateurs- ne comprennent pas bien le langage de leur homologue. L'un des objectifs de la conception participative est donc de diminuer la distance entre les futurs utilisateurs et les concepteurs. Sinon, l'engagement de futurs utilisateurs pourrait comporter un certain risque d'accroître la complexité du processus de conception architecturale [Kernohan 1992].

En revanche, certains chercheurs appréhendent de manière très positive l'intégration des connaissances tacites des utilisateurs aux solutions architecturales [Spinuzzi 2005] Le facteur de l'intelligence collective est en partie responsable des résultats favorables de conception participative [Fischer et al 2005]. Une vision partagée qui vient du processus d'interaction de groupe, peut être plus

puissante que la somme des points de vue individuels [Sanoff 2006]. Afin de réaliser une telle collaboration, on a besoin d'outils et de méthodes qui sont susceptible de favoriser la communication entre les divers acteurs du projet architectural.

1.2.2.3 Intervention de l'ergonome en conception architecturale

La méthodologie collective qui vise à intégrer des informations relatives à l'utilisateur futur devrait s'appuyer sur une intervention de l'ergonome en conception architecturale très tôt dans le processus. Ces nouvelles disciplines ont été mises en place, qui étudient la relation entre l'homme et son environnement aux plusieurs niveaux, physiologique, psychologique et sociologique.

A partir de la seconde moitié de 20ème siècle, l'importance de la prise en compte de l'utilisateur en conception architecturale a été provoquée par une demande sociale vis-à-vis de l'espace de travail. Il y a eu une croissance prolifique de l'intérêt académique sur la relation entre l'homme et son environnement. Des résultats de la recherche liés à la perception de l'espace et des études de l'utilisation ergonomique de l'espace ont été appliqués en conception architecturale [Lawrence 1982].

Dans les années1980, les auteurs ayant proposé les premières démarches de conception des espaces de travail dépassant le poste de travail ont initié une réflexion sur l'implantation, la rénovation et la transformation des bâtiments industriels. Dans ce cadre, l'ergonome était chargé de transmettre des connaissances utilisables pour la construction et l'organisation d'une usine. Mais, à cette époque les recommandations de l'ergonome demeuraient très globales et théoriques [Martin 2000].

En contrepartie, l'ergonome a acquis peu à peu de nouvelles compétences en allant se frotter à d'autres disciplines comme la psychologie de l'espace (prise en compte des pratiques d'appropriation pour l'amélioration des conditions de travail) ou la sociologie urbaine (rôle de l'espace dans l'évolution des rapports sociaux). Ainsi, son intervention s'est plus limitée à l'amélioration de l'espace de travail. Elle s'est étendue jusqu'à la réalisation de l'espace de la vie quotidienne.

Epoque	Méthodologie	Objet	Type	Démarche
1950/70	**Méthode expérimentale**	Outils **équipements**	Ergonomie (étude)	**Guides ergonomiques**
70/80	Méthode expérimentale **Analyse d travail**	Outils équipements **Poste de travail**	Ergonomie (études)	Guides ergonomiques **Recommandations**
Années 80	Méthode expérimentale Analyse du travail	Poste de travail **Situation de travail** architecture industrielle	**Intervention ergonomique**	Recommandations **Intervention en conception** (réactif, intervention en correction)
A partir de 87	Méthode expérimentale Analyse du travail **Conduite de projet**	Situation de travail **Lieux de travail et de vie**	**Intervention ergonomique**	Recommandations Intervention en conception **Assistance et conseil à la Maîtrise d'Ouvrage Participation à la conception**

Tableau 2: Evolution de l'intervention de l'ergonome [Martin 2000]

Dans cette situation, le manque méthodologique qui limitait la place et l'ambition de l'ergonome dans le processus de conception architecturale a été discuté, et en particulier l'absence ou l'arrivée tardive des ergonomes dans les projets architecturaux [Bouche 2001] [Martin 2000]. Selon Martin, plusieurs raisons en ont été données.

- la représentation de l'ergonome comme s'intéressant uniquement à l'aménagement des postes de travail.
- le fait que certains praticiens eux-mêmes se refusent à occuper une place autre que celle d'analyse des situations de travail.
- Le fait que rien dans la loi de Maître d'Ouvrage Publique ne favorise la prise en compte du travail et de l'activité future.
- la crainte de la part du Maître d' Ouvrage d'un dérapage sur les délais et sur les coûts.
- la crainte du Maître d'Œuvre de perdre ses prérogatives de création.
- la sous estimation des données provenant de l'analyse de l'activité réelle de travail des futurs utilisateurs.
- Le fait que le processus de conception architecturale classique tend à considérer les éléments de l'activité future comme des particularités à ne prendre en compte que lorsque les grandes options ont été finalisées.

- certaines démarches mises en place en fin de projet entretiennent une confusion autour de l'idée qu'une réflexion ergonomique a réellement eu lieu.

Afin de répondre aux problèmes posés, l'intervention de l'ergonome fait face à élaborer une nouvelle démarche. Il s'agit de favoriser tout au long du processus une interaction entre des acteurs concernés (Demandeur de projet, architecte, consultant technique, consultant d'ergonomie…etc.).

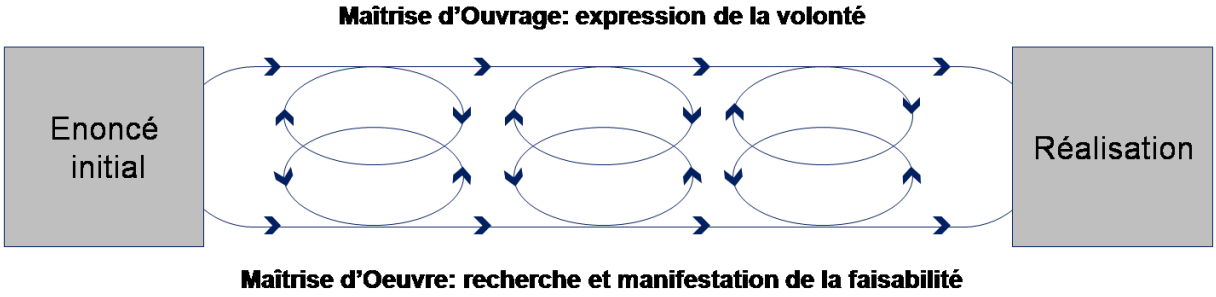


Figure 7 : Modèle global « construction progressive et collective [Martin 2000]

Selon Martin [Martin 2000], cette démarche convient à la situation de conception pour deux raisons essentielles :

- les informations qui surviennent tout au long du processus de conception participent à la construction progressive du problème,

- ce sont les spécifications, les contraintes et les informations négociées par les acteurs de la conception qui vont déterminer tout ou partie des solutions.

Le modèle global combinant les deux, l'expression de la volonté et la recherche de la faisabilité, relève la nécessité que de manière progressive et collective la création architecturale accompagne l'intégration des recommandations de l'ergonome tout au long du processus de conception architecturale.

Malgré les avancées accomplies en ergonomie de conception, les apports réels demeurent encore marginaux. Notre travail de recherche traitera en particulier ce problème qui concerne la favorisation de la créativité tout en intégrant des recommandations de l'ergonome dans les phases amont du processus de conception architecturale.

1.2.3 Conclusion

Depuis la seconde moitié de 20ème siècle, le terme « utilité » constitue un sujet central du domaine de la conception architecturale. Afin de compenser l'insuffisance de prise en compte de l'utilisateur par l'architecte, il est devenu nécessaire de développer des démarches méthodologiques en conception architecturale. Il s'agit d'intégrer les informations relatives à l'utilisateur futur de manière collective et pluridisciplinaire en amont du processus de conception architecturale. Nous souhaitons définir une approche conjointe apercevant à la fois une créativité collective des acteurs (architecte, consultants techniques, ergonome, utilisateur futur…etc.) en amont et une prise en compte précoce de l'utilisateur.

Dans ce document de thèse, nous proposerons une nouvelle démarche intégrant les informations relatives à l'utilisateur futur en amont du processus de conception architecturale, en traitant les problèmes liés aux méthodologies existantes de conception architecturale. Nous estimons qu'une analyse de la conception architecturale sous l'angle du domaine de la conception de produits nouveaux peut apporter de nouvelles connaissances aux deux domaines, avec comme sujet central la prise en compte de l'utilisateur futur.

1.3 Conclusion de la première partie

Le domaine de la conception de produits nouveaux s'attache de plus en plus à harmoniser les notions de nouveauté et d'utilité par l'implication des besoins de l'utilisateur futur tout au long du processus de conception. Notre recherche vise à élaborer une démarche intégrant des informations relatives à l'utilisateur comme source de créativité en amont du processus.

En tant que domaine d'application, nous traiterons particulièrement la conception architecturale. Afin de réaliser une qualité architecturale de bâtiments qui puisse répondre à la satisfaction de l'utilisateur, la conception architecturale nécessite l'intégration des informations relatives à l'utilisateur. Or, elles sont souvent considérées comme élément secondaire voire de contrainte en conception architecturale. Malgré le témoignage par plusieurs auteurs de l'importance des informations lors de la création architecturale, les méthodologies existantes n'ont pas, à ce jour, été développées dans ce sens.

Nous pensons que la mise en relation de deux domaines différents, mais qui ont les même perspectives, peut nous apporter des résultats intéressants en vue de résoudre des problèmes communs aux deux domaines. Nous souhaitons finalement que notre recherche apporte des nouvelles connaissances dans le domaine des sciences de la conception.

2. DEUXIEME PARTIE : Problématique et Hypothèse de modélisation

La conception architecturale centrée utilisateur ne doit pas être considérée seulement comme une activité individuelle de l'architecte mais plutôt comme une démarche collective. En effet elle doit dépasser l'imagination personnelle de l'architecte. Elle exige de plus en plus une communication effective avec les disciplines concernées et les utilisateurs futurs pour atteindre une certaine qualité architecturale, et ce de manière créative. Selon cette tendance, nous posons alors la question de recherche suivante : « Comment proposer une démarche méthodologique d'intégration créative des informations relatives à l'utilisateur en amont du processus de conception architecturale? » La problématique concerne les méthodes et outils que des acteurs concernés utilisent ensemble pour la proposition de concepts créatifs tout en intégrant des informations relatives à l'utilisateur futur.

Nous proposons trois hypothèses fondées sur les théories principales de NPD centrée utilisateur : la première hypothèse suggère une nouvelle démarche conceptuelle collaborative par laquelle l'intervention de l'ergonome peut être effectuée dès la phase de génération de concepts globaux en conception architecturale. La deuxième hypothèse concerne la créativité relative à la conception architecturale conjointement de l'intégration de divers besoins de futurs utilisateurs. La troisième hypothèse vise à proposer des méthodes et outils favorisant la communication entre l'architecte et l'utilisateur futur.

Ces hypothèses ont constitué la base d'un modèle théorique de processus de conception architecturale collective intégrant des informations relatives à l'utilisateur futur dans les phases amont.

2.1 Problématique de recherche

La problématique porte sur les démarches actuelles d'intégration des informations relatives à l'utilisateur futur en conception architecturale. L'intérêt de notre recherche est surtout relatif aux phases amont du processus.

En conception architecturale classique, les principes majeurs de la forme globale d'un bâtiment sont définis dans les phases amont. Les recommandations sur l'utilisateur futur sont souvent fournies par les acteurs concernés (ergonome, futurs utilisateurs) à la fin de cette définition architecturale. Pour réaliser la qualité architecturale vis-à-vis de l'utilisateur futur, nous pensons qu'il est essentiel d'intégrer des informations relatives à l'utilisateur futur très en amont.

La problématique intègre ainsi trois dimensions cruciales en amont du processus de conception architecturale :

- La manière de prendre en compte de l'utilisateur par l'architecte,
- L'intervention de l'ergonome,
- La participation des futurs utilisateurs.

Nous constatons que l'architecte considère souvent les informations sur l'utilisateur futur comme une contrainte. Il formule et avance un projet en simplifiant et en uniformisant le point de vue des utilisateurs. Cette capacité forte de l'architecte peut être un obstacle à la participation de futurs utilisateurs. En ce qui concerne l'intervention ergonomique, nous avons noté un manque d'outils méthodologiques de créativité collective en conception architecturale. Ceci se traduit notamment par le besoin d'outils de représentations intermédiaires qui doivent faciliter la communication entre les concepteurs et les futurs utilisateurs.

2.1.1 Processus de conception architecturale centrée utilisateur

Avant d'analyser les démarches actuelles de prise en compte de l'utilisateur futur en conception architecturale, il est nécessaire de comprendre la spécificité du processus de conception architecturale. Nous explorons ici l'activité générale d'élaboration du projet et les taches effectuées lors de la démarche conceptuelle en considérant les représentations intermédiaires. Sur la base de connaissances sur le processus de conception architecturale, nous explorons plus particulièrement la prise en compte de l'utilisateur futur dans ce processus.

2.1.1.1 Processus d'élaboration du projet architectural

L'étude des approches de modélisation du processus de conception architecturale met en évidence que les étapes de la conception énoncées par H.A. Simon (l'intelligence, la conception, la sélection et l'apprentissage) restent centrales avec quelques spécificités liées au domaine de l'architecture. La phase d'intelligence doit intégrer des éléments favorisant la génération de l'image de l'objet à bâtir. La conception repose avant tout sur la construction de représentations visuelles et la phase de sélection, quant à elle, consiste à proposer la ou les représentations au maître d'ouvrage. Le processus est alors une suite de cycles exploration/proposition (ou programmation / élaboration) qui doivent être suffisamment proches pour faciliter la prise en compte des évolutions. Ici, la place du maître d'ouvrage [1]et/ou du futur utilisateur ne doit pas être négligée. Ce processus est incrémental, car la solution se

[1] Tout projet architectural possède trois familles d'acteurs ayant chacune une fonction spécifique [Malcurat 2001] :

précise au fur et à mesure que l'on progresse, et itératif, la progression étant rythmée par un ensemble de cycles identiques [Halin 2004].
Selon Lebahar [Lebahar 1983], le processus d'élaboration du projet architectural est considéré comme un ensemble de situations de résolution de problème qui met les acteurs en demeure de produire une solution. D'autres le considèrent comme un processus qui donne naissance à des systèmes et prédit leur accomplissement d'objectifs donnés [Sless, 1978].

Conan [Conan 1990] souligne que l'élaboration du projet architectural passe par un certain nombre de phases successives : Programmation (**P**), l'Élaboration Schématique du Projet (**ESP**), l'Élaboration Finale du Projet (**EFP**), les Détails d'Exécution (**DE**) et la Construction (**C**).



Figure 8 : Conduite des phases de conception et réalisation [Conan 1990]

La phase programmation (**P**) représente le point de départ de la conception. Elle consiste à reformuler l'intention, le besoin et les données exprimées par le client sous une forme écrite. A travers le programme, le Maître d'Ouvrage (MOU) fixe au Maître d'Oeuvre(MOE) les objectifs et les contraintes du projet.

Les phases d'élaboration du projet (**ESP et EFP**) évoquent les types de réponses possibles aux problèmes rencontrés, sous forme d'options et d'hypothèses de leur proposition jusqu'à leur

• Le maître d'ouvrage (MOU) est la personne physique ou morale qui est généralement le futur propriétaire de l'ouvrage. La législation française distingue trois types de maîtres d'ouvrage : les maître d'ouvrage public (État, établissements publics, ...), maître d'ouvrage réglementé (EDF, SNCF, Aéroport de Paris, ...) et le maître d'ouvrage privé (particuliers, promoteurs privés, ...). A chaque type de maîtrise d'ouvrage sont associées des règles spécifiques de passation de contrat et d'exécution des travaux.

• Le maître d'œuvre (MOE) est la personne physique ou morale qui réalise l'ouvrage pour le compte du maître d'ouvrage et qui en assure la responsabilité globale. En règle générale, les maîtres d'œuvre sont les architectes, les bureaux d'études techniques (BET) et les économistes.

• L'équipe de réalisation est choisie par le maître d'ouvrage ou le maître d'œuvre. Elle a, par contrat, la responsabilité de la construction de l'ouvrage. On y trouve en général, les grandes entreprises de gros-œuvre, les entreprises de second œuvre et les artisans. Des coordinateurs SPS (Sécurité et Protection de la Santé) et une cellule OPC (Ordonnance/Pilotage/Coordination) peuvent parfois s'intégrer à cette équipe.

A cette équipe d'ingénierie peuvent participer deux autres catégories d'acteurs :
• Les bureaux de contrôle technique, dont la présence n'est pas obligatoire, ont des missions de contrôle (la stabilité des ouvrages et la sécurité des personnes). Leur intervention doit être réalisée en toute indépendance du maître d'ouvrage, du maître d'œuvre et des entreprises.

• Les acteurs décisionnaires sont des acteurs auxquels des accords doivent être demandés à des étapes précises pour poursuivre un projet : la mairie, qui délivre les permis de construire, l'architecte des Bâtiments de France, ...

formulation. Les plans et figures d'organisation et les propositions d'aménagements sont produits en tenant compte des spécifications des phases précédentes. Ils doivent donc refléter les options retenues et traduire les critères d'organisation fonctionnelle et spatiale du projet en question.

Avant d'entamer la phase de construction (**C**), l'acteur doit cadrer le projet grâce aux plans de détail d'Exécution (**DE**) de la réalisation. Ils contiennent des informations complètes, précises et certaines qui constituent le modèle d'un bâtiment.

Visant à optimiser un processus en favorisant la conjonction de la créativité et l'utilité, notre recherche s'intéresse aux phases d'élaboration du projet (**ESP et EFP**) qui correspondent aux phases d'Esquisse et d'Avant Projet Sommaire. C'est dans ces phases qu'a lieu la conception architecturale avec l'interprétation des besoins, la définition et la redéfinition des concepts.

La loi MOP décrit le processus d'élaboration du projet architecturale comme composé des phases suivantes (voir figure 10) :



Figure 9 : Déroulement de l'élaboration du projet architecturale selon la loi MOP

• Esquisse (ESQ) : Les études d'esquisse ont pour objet de proposer une solution traduisant les éléments majeurs du programme. Une esquisse est un dessin à petite échelle, exécuté à main levée en vue de la recherche ou de la présentation des grandes lignes du parti. L'échelle des études d'esquisse est fixée à 1/500 avec, éventuellement, certains détails significatifs au 1/200.

• Avant Projet Sommaire (APS) : Les études d'Avant Projet Sommaire ont pour objet de préciser la composition générale en plan et en volume, d'apprécier les volumes intérieurs et l'aspect extérieur de l'ouvrage, de proposer les dispositions techniques pouvant être envisagées, de vérifier la compatibilité de la solution avec les contraintes du programme. L'échelle des études d'avant projet sommaire est fixée à 1/200, avec, éventuellement, certains détails significatifs au 1/100.

• Avant Projet Définitif (APD) : Les études d'Avant Projet Définitif ont pour objet de déterminer les surfaces détaillées de tous les éléments du programme, d'arrêter en plan, coupes et façades les dimensions de l'ouvrage et son aspect, de définir les principes constructifs, matériaux et installations

techniques, d'établir l'estimation définitive du coût prévisionnel des travaux. L'échelle des études d'avant projet définitif est fixée à 1/100, avec, éventuellement, certains détails significatifs au 1/50.

• Etude de Projet (EDP) : Les études de projet définissent la conception générale de l'ouvrage, les études d'exécution permettent sa réalisation.

2.1.1.2 Processus conception architecturale d'intégration des informations relatives à l'utilisateur futur : itératif et séquentiel

Comme processus stratégique de conception architecturale en vue d'intégrer des informations relatives à l'utilisateur future, nous prendrons comme référence un processus modélisé par Zwemmer [Zwemmer 2008]. Ce modèle se consacre à organiser des activités ayant lieu dans les phases amont et à y positionner des acteurs concernés qui fournissent des informations relatives à l'utilisateur futur. Selon ce processus, il y a trois phases principales qui constituent un échange d'informations entre l'architecte, le demandeur de projet et futurs utilisateurs.

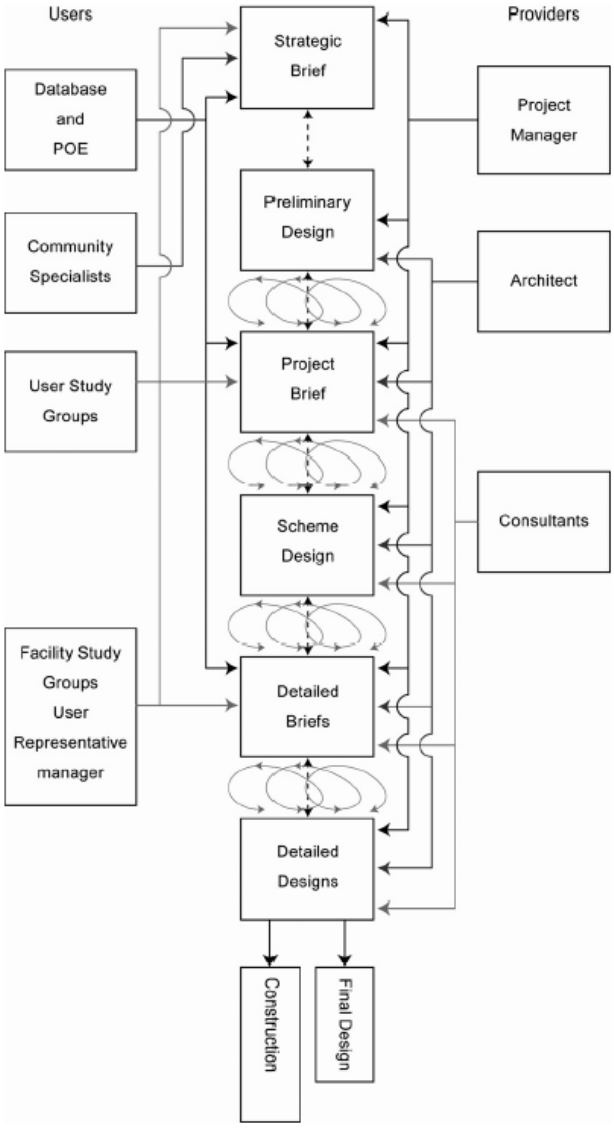


Figure 10 : Intégration des informations relatives à l'utilisateur futur en amont du processus de conception architecturale [Zwemmer 2008]

Au cours de la phase stratégique les sources d'information sont distinguées.

1) Données d'évaluation des anciens projets,
2) Résultats de l'analyse des besoins,
3) Valeurs générales du demandeur du projet.

Dans cette phase, le travail consiste à réaliser la formulation d'un briefing stratégique du projet pour sélectionner l'un des concepts préliminaires proposés, et à organiser des ateliers stratégiques de communication ouverte entre les acteurs concernés du projet.

La phase préliminaire commence avec un briefing du projet complété qui devrait être fondé sur les concepts proposés par l'architecte. A ce stade, l'on aboutit à un plan plus détaillé. L'évaluation des concepts proposés fournit un aperçu sur les idées de l'architecte combinées avec des informations plus précises issues de l'évaluation d'anciens projets architecturaux, et les apports de professionnels ou consultants.

La phase de détail commence par l'évaluation de la conception représentée sous forme de schémas, et la mise en place d'un briefing plus détaillé. Tout au long de cette phase, de nouvelles représentations relatives à l'utilisateur futur sont traduites selon un briefing et des concepts plus détaillés.

Dans cette description brève du processus séquentiel et itératif (voir figure 11), la prise en compte des recommandations permet peu à peu de redéfinir et avancer le projet. Afin de créer un processus efficace et efficient, les mesures itératives doivent être planifiées. En réalité, il est rare que le processus avance purement de manière séquentielle, et que chaque activité se termine avant le début de la prochaine. Les activités se juxtaposent souvent dans le temps et l'itération est nécessaire lorsqu'une nouvelle information arrive ou que des résultats sont obtenus. Tout au long de ce processus qui est suivi par l'architecte, celui-ci opère et remet en question les propositions de solutions. Après chaque simulation à l'aide de représentations intermédiaires, l'architecte effectue une évaluation. A l'issue de cette évaluation, les hypothèses émises au départ du projet sont soit refusées soit acceptées et poussées plus loin par l'architecte [Lebahar 1983].

Ces considérations nous amènent à la question suivante :

Comment les informations relatives à l'utilisateur futur apportées par les différents acteurs concernés peuvent-elles être intégrées plutôt comme éléments favorables que comme des contraintes ? Nous avons constaté certaines difficultés pour l'intégration des informations relatives à l'utilisateur futur en amont du processus de conception architecturale. Premièrement, l'intervention de l'ergonome lorsque l'architecte cherche et formalise des concepts initiaux n'est pas encore acceptée. Deuxièmement, le manque de représentations intermédiaires qui puissent favoriser la communication entre l'architecte et l'utilisateur futur accentue cette carence. Troisièmement, le besoin d'outils méthodologiques de prise de décision qui intègrent l'avis de futurs utilisateurs a été mis en évidence.

2.1.2 Constat 1 : Intervention du consultant en ergonomie

Le premier constat est un manque d'outils méthodologiques collectifs en amont du processus de conception architecturale lors de la phase de génération et de développement de concepts.

Les recommandations ergonomiques sont souvent considérées comme une contrainte donnée « trop tôt » ou « trop tard » [Martin 2000] [Bouche 2001].

L'ergonome est appelé par le Maître d'Œuvre (architecte) pour une étude de faisabilité vis-à-vis de l'utilisateur. Il est en position de conseil auprès de l'architecte. Ce type de situation est l'occasion d'une réelle collaboration avec l'architecte. Pourtant, cette intervention s'effectue à l'étape d'Avant Projet Sommaire (APS) où la proposition donnée par l'architecte est déjà bien avancée. Sa position majeure consiste à apporter des recommandations et d'une proposition finale. L'intégration de l'ergonome ressemble alors toujours à un parcours du combattant. Elles sont considérées comme trop tardives pour remettre en cause la proposition. Les conseils donnés perdent souvent de leur efficacité dans une course continuelle après les décisions globales déjà arrêtées lors de l'étape d'esquisses. Même si des informations exactes sur l'utilisateur futur apparaissent parfois en début de projet, elles sont souvent considérées comme une contrainte supplémentaire et comme limitatives pour l'imagination de l'architecte.

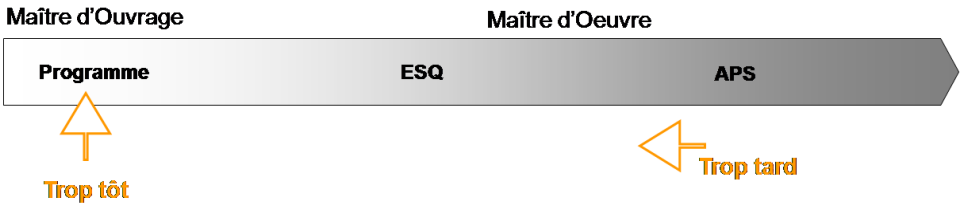


Figure 11 : Intervention de l'ergonome dans les phases amont de la conception architecturale

L'ergonome est appelé aussi par le Maître d'Ouvrage pour définir les objectifs du projet et les besoins des futurs utilisateurs à l'étape de la programmation du projet. Cette programmation est utile pour évaluer les propositions de l'architecte. La transmission de ces informations aux architectes leur permet de prendre connaissance du fonctionnement d'un bâtiment. Mais, malgré son importance, il y a des architectes qui ont des points de vue relativement fermés sur la programmation complète. Ils pensent qu'il est impossible d'y inclure l'ensemble des contraintes de projet liées aux besoins humains [Tassinari 2006]. Même si des informations sur l'Homme sont parfois définies au début de projet, elles sont souvent considérées comme une contrainte supplémentaire et comme limitatives à la liberté de création architecturale [Pinson 1993].

Dans cette situation actuelle, nous nous posons la question suivante : comment l'ergonome peut apporter ses connaissances spécifiques dans la démarche conceptuelle et ainsi contribuer à la création architecturale ? Il s'agit d'élaborer une méthodologie favorisant l'interaction entre l'architecte et les consultants en ergonomie lors de la phase de génération et de développement des concepts.

D'autre part, l'architecte devrait traiter les variables de l'espace architectural sans les déléguer complètement à des professionnels extérieurs. Or, sa connaissance scientifique et technique sur la qualité architecturale reste essentiellement fondée sur son expérience personnelle. Il serait donc souhaitable que l'architecte et les experts scientifiques évoluent culturellement de manière à intervenir dans un contexte de co-conception et d'apprentissage collectif.

La communication entre les acteurs de la conception ne vise pas seulement, alors, à s'agencer selon un processus de conception présenté comme un déroulement linéaire séquentiel, mais aussi à agir de façon collaborative et simultanée dans les phases amont de la conception. Ainsi une communication interactive entre l'architecte et les autres acteurs du projet doit s'établir.

« La conception de l'environnement architectural peut contribuer à aider l'architecte dans le processus de génération de forme, pas simplement pour l'évaluation qui intervient après la définition d'une solution architecturale, mais comme un outil qui peut être utilisé dans les phases initiales du processus de conception. » [Mazouz 2001]

Cependant, nous remarquons une certaine difficulté d'intégration des connaissances analytiques dans les phases amont de la conception architecturale. Malgré l'avantage prouvé de l'intégration, il y a des difficultés considérables dans leur application réelle, surtout au début du stade de la conception, dans lequel les principales solutions de conception sont définies [Marciel 2007].

Nous nous apercevons que dans le domaine de la conception architecturale la démarche suivie dans les phases amont de la conception ne se pratique pas de manière collaborative ni simultanée. Comme le montre la figure 12, les consultants éprouvent une certaine difficulté d'intervention selon une démarche cyclique et itérative. Les phases amont sont dominées par la réflexion individuelle de l'architecte dans laquelle il fait progresser avec des représentations intermédiaires spécifique au métier. Dans ce contexte, le besoin de nouveaux outils méthodologiques collectifs se fait ressentir. Ces outils doivent permettre aux consultants scientifiques une participation et une contribution précoce dans le parcours créatif.

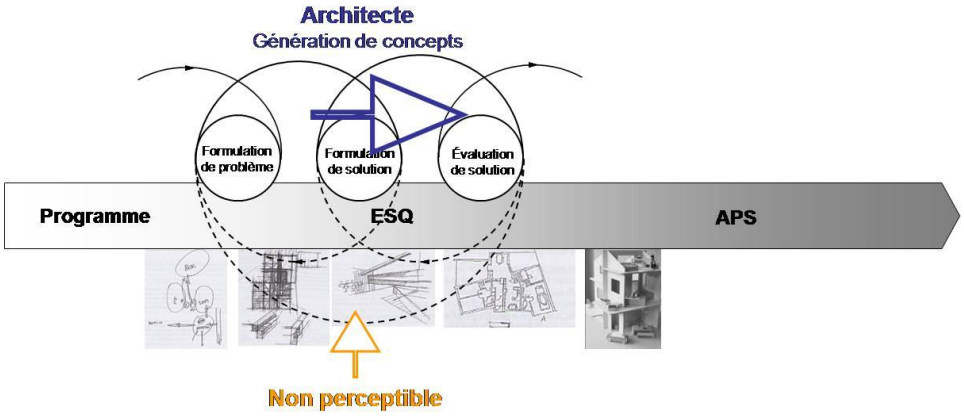


Figure 12 : Intervention de l'ergonome et représentations intermédiaires professionnelles de l'architecte

2.1.3 Constat 2 : Variabilité des avis des futurs utilisateurs

Le second constat est le besoin d'outils méthodologiques de traitement des divers avis concernant les besoins des futurs utilisateurs.

Selon de nombreux auteurs [Bendeddouch 1998] [Martin 2000] [Hill 2003], la prise en compte de l'utilisateur futur est nécessaire, mais elle est aussi considérée comme un élément de contrainte voire d'entrave à la liberté de la création architecturale [Pinson, 1993].

Lors de la démarche conceptuelle, l'architecte établit son raisonnement avec une préconception sur l'utilisateur futur. Il a une certaine responsabilité sur la qualité architecturale vis-à-vis de l'utilisateur futur [Granath 2001], mais il fonde souvent sa décision sans un recueil suffisant des informations sur les futurs utilisateurs. Quant à la planification et aux décisions de conception, elles sont réalisées par l'architecte seul qui a tendance à refuser l'exposition à d'autres points de vue. En conception architecturale, cette intervention autonome de l'architecte est considérée comme une capacité artistique de l'architecte [Wulz 1986] [Granath 2001].

L'architecte lui-même considère les divers avis de futurs utilisateurs comme un facteur pouvant provoquer certains conflits lors des phases décisionnelles. De telles informations sont souvent simplifiées et uniformisées. Les opinions majeures sont prises en compte mais les avis mineurs sont négligés. Cela risque d'amener à un fort mécontentement des futurs utilisateurs [Van der Voordt 2005], [Granath 2001], [Pinson 1993], [Wulz 1986].

Nous avons donc souligné un certain besoin d'outils méthodologiques qui favoriseront la créativité tout en permettant d'intégrer les informations relatives à l'utilisateur futur.

2.1.4 Constat 3 : Communication entre l'architecte et les futurs utilisateurs

Le troisième constat est le besoin d'outils de représentation intermédiaire qui peuvent faciliter la communication entre l'architecte et l'utilisateur futur à la démarche conceptuelle.

Afin de diminuer la distance entre l'objet architectural mis en œuvre et la satisfaction de futurs utilisateurs, il est nécessaire de redéfinir la relation entre l'utilisateur qui fournit des informations sur son propre comportement et l'architecte qui apporte des solutions potentielles [Godschalk 1970]. Mais l'utilisateur futur n'utilise pas le même langage que l'architecte [Harms 1971]. Il sait bien ce qu'il veut mais il ne peut pas expliquer ses besoins et ses attentes en termes architecturaux. Cette remarque montre l'importance des représentations intermédiaires qui sont susceptibles d'assister la communication entre l'architecte et l'utilisateur futur [Lawrence 1982].

Bien que l'importance d'une telle interaction en conception architecturale soit soulignée par plusieurs auteurs, nous n'avons pas répertorié de méthodes pertinentes. Comme le montre la figure 13, dans les phases amont de la conception architecturale, l'architecte progresse sur la base de ses représentations intermédiaires propres (schémas, plans coupes, maquettes réduites etc.) Ces représentations abstraites sont difficilement compréhensibles pour le futur utilisateur qui n'est pas expert du domaine de la conception architecturale [Granath 2001]. Il n'est alors pas aisé d'exprimer un point de vue en cours de développement. Par conséquent, l'architecte et l'utilisateur ne communiquent pas réellement ce qui entraine une prédominance du point de vue de l'architecte vis-à-vis de celui de l'utilisateur futur.

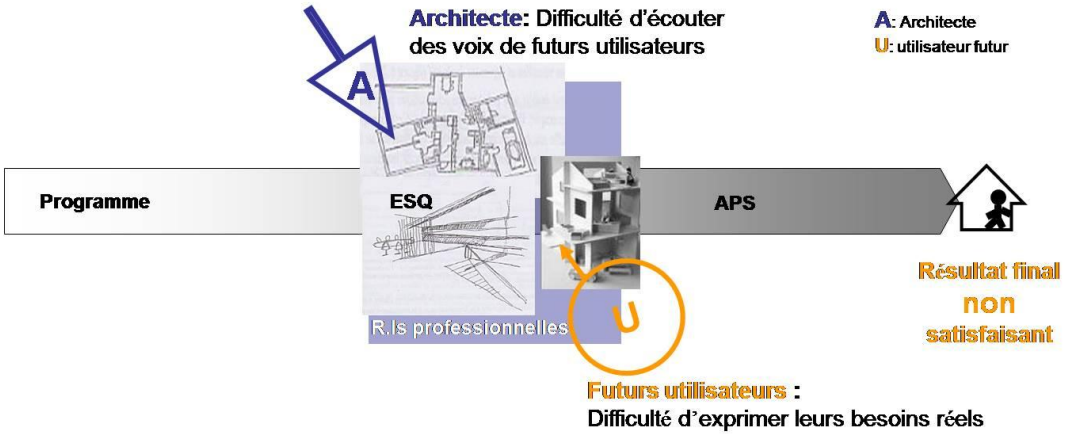


Figure 13 : Communication entre l'architecte et l'utilisateur futur

Nous constatons donc un besoin d'outils de représentation intermédiaire qui puissent faciliter la communication entre l'architecte et l'utilisateur futur en conception architecturale amont. Grace à ces outils, l'architecte pourra extraire les besoins réels des futurs utilisateurs. Egalement, les futurs utilisateurs pourront exprimer précisément leurs avis.

2.1.5 Enoncé de la problématique

Nous avons constaté le besoin d'introduire une démarche innovante qui puisse permettre une conjonction de la création architecturale et de l'intégration des informations relatives à l'utilisateur futur en conception architecturale. Cette démarche est essentielle en amont du processus de génération et de développement de concepts qui se consacre à rechercher et fixer la forme principale.

Ainsi, la **problématique** est la suivante :

Comment proposer une démarche méthodologique d'intégration créative des informations relatives à l'utilisateur en amont du processus de conception architecturale?

Cette problématique énonce des trois constats suivants :

Constat 1 : Manque d'outils méthodologiques collectifs en amont du processus de conception architecturale lors de la phase de génération et de développement de concepts.

L'intervention de l'ergonome s'effectue généralement au moment où les principes des concepts architecturaux sont assez bien fixés. De telles recommandations qui apparaissent tardivement, malgré leur pertinence, ne sont pas prises en compte et sont souvent négligées. Dominée par le point de vue

de l'architecte, la démarche séquentielle classique de conception architecturale devrait permettre d'évoluer vers une conception plus interactive. Nous avons donc besoin d'établir une méthodologie favorisant une co-conception dès la phase de génération de concepts.

Constat 2 : Besoin d'outils méthodologiques de traitement des avis relatifs aux besoins des utilisateurs futurs.

Lors de sa démarche conceptuelle, l'architecte établit son raisonnement selon ses idées préconçues sur l'utilisateur futur. Il fonde souvent sa décision sans avoir réalisé un recueil suffisant d'informations sur les utilisateurs. De plus, l'architecte considère les divers avis de futurs utilisateurs comme un facteur conflictuel en gestion de projet. Ces habitudes avouées chez l'architecte professionnel peuvent provoquer l'insatisfaction des futurs utilisateurs.

Il est alors nécessaire d'élaborer des outils méthodologiques permettant à l'architecte de traduire l'avis des futurs utilisateurs en informations utiles pour la prise de décision lors du développement de concepts.

Constat 3 : Besoin d'outils de représentations intermédiaires qui puissent faciliter la communication entre l'architecte et l'utilisateur futur lors de la phase conceptuelle.

Lors de la phase de formalisation d'un concept architectural, les représentations intermédiaires mises en œuvre par l'architecte (schéma, dessins, maquettes réduites etc.) ne sont pas compréhensibles par les futurs utilisateurs qui ne sont pas experts en conception architecturale.

Il est alors nécessaire de définir de nouveaux types de représentations intermédiaires qui puissent favoriser la communication entre l'architecte et les futurs utilisateurs dans les phases amont.

2.1.6 Conclusion

La performance du résultat d'un projet de conception architecturale ne devrait pas être seulement évaluée selon la qualité architecturale de l'objet formel, mais aussi selon le degré d'appropriation que s'en fait l'utilisateur [Prost 1992]. Concernant l'utilité d'une réalisation architecturale, le concepteur, plutôt que de se considérer comme un génie créant au gré des caprices de son imagination, devrait plus intervenir dans un contexte de conception collective.

A ce jour, l'intervention du consultant en ergonomie s'avère peu efficace. Malgré son importance dans la conception lors de la génération de concepts, elle est souvent considérée trop précoce ou trop tardive par rapport au degré d'avancement du projet. Par conséquent, il est difficile de l'intégrer. Ainsi, la conception architecturale classique ressemble plutôt à un travail non collaboratif en particulier dans les phases amont de génération et de développement des concepts. De ce fait, il est nécessaire d'établir des méthodologies favorisant l'activité collaborative en conception architecturale.

Concernant l'intégration des informations relatives à l'utilisateur en conception architecturale, nous avons constaté un second problème lié à la nature des outils actuels de représentation intermédiaire. La communication entre l'architecte et l'utilisateur futur est mise en place à l'aide d'outils spécifiques disponibles chez les architectes confirmés. Ces outils de représentation intermédiaire génèrent certaines difficultés de communication. L'utilisateur arrive difficilement à comprendre les concepts proposés par l'architecte, qui lui-même ne connaît pas les besoins réels de l'utilisateur futur.

Enfin, un troisième problème est lié à la participation de plusieurs utilisateurs. Il concerne le besoin d'outils méthodologiques permettant d'extraire leurs avis précis et le traitement de ces avis lors du développement des concepts.

En synthèse, nous avons constaté un manque de méthodes et d'outils qui puissent favoriser la communication entre l'architecte et les acteurs fournissant des informations relatives à l'utilisateur futur (ergonome, futurs utilisateurs) en amont du processus de conception architecturale.

2.2 Hypothèse de modélisation

Dans la précédente section, nous avons énoncé notre problématique de recherche. Nous avons établi des constats sur les méthodologies actuelles de conception architecturale. Cette problématique porte à la fois sur la manière d'intégrer les informations relatives à l'utilisateur futur en conception architecturale, et sur le processus créatif mené en contexte collaboratif. Dans la partie suivante, nous proposons l'hypothèse principale traitée selon 3 points. Celle-ci envisage un transfert des activités collectives basée sur les méthodologies de conception de produits nouveaux (NPD) vers la conception architecturale.

Afin de favoriser l'intégration d'informations relatives à l'utilisateur futur ainsi que la génération créative de concepts architecturaux dans les phases amont de la conception architecturale, nous proposons comme hypothèse majeure l'adaptation d'un modèle générique de conception de produits nouveaux (NPD) en conception architecturale. Cette hypothèse principale se compose de trois sous-hypothèses.

La sous-hypothèse 1 répond au besoin d'une nouvelle démarche conceptuelle permettant l'intervention de l'ergonome en amont du processus de conception architecturale. La sous-hypothèse 2 concerne un apport méthodologique intégrant diverses informations relatives à l'utilisateur futur de manière créative. La sous-hypothèse 3 répond au besoin d'outils de représentation intermédiaire facilitant la communication entre l'architecte et les futurs utilisateurs en conception architecturale.

Sur la base de ces hypothèses, nous avons modélisé un processus méthodologique de conception architecturale qui permet la conjonction entre une activité de conception architecturale et l'intégration des informations relatives à l'utilisateur futur. En adaptant ainsi les méthodologies de conception de produits nouveaux, la démarche collaborative résultante devrait pouvoir permettre d'intégrer des informations relatives à l'utilisateur en amont de la conception architecturale.

2.2.1 HYP 1 : Intervention de l'ergonome dans la démarche conceptuelle

Dominée par les connaissances et croyances de l'architecte sur les besoins des utilisateurs, les démarches classiques de conception architecturale doivent se repositionner vis-à-vis des méthodes d'innovation qui permettent une conception collective dès les phases amont. Le nouveau positionnement permettra l'intégration de recommandations vis-à-vis de l'utilisateur dès la génération de concepts.

L'intervention du consultant en ergonomie s'effectue généralement au moment où les principes des concepts architecturaux sont assez bien fixés. Ses recommandations, tardives bien que pertinentes, ne sont pas pris en compte voire sont souvent négligées.

Cette problématique de communication entre les acteurs métiers représente un enjeu de la conception architecturale. Cette capacité à réunir et coordonner l'ensemble des connaissances requises pour la conception d'un bâtiment constitue en effet un facteur clé de succès pour la conception architecturale. Cependant la pluralité des connaissances nécessaires à la conception d'un bâtiment se pose comme un frein à la communication entre les acteurs métiers, dont les connaissances de plus en plus pointues sont également de plus en plus cloisonnées.

Depuis une dizaine d'années, les recherches en conception de produits nouveaux portent en partie sur les notions de nouveauté et d'utilité.
Pour cela, les scientifiques du domaine ont élaboré et développé des démarches méthodologiques de conception collective qui assistent la créativité lors du processus de génération de concepts en intégrant les connaissances sur l'utilisateur [Roussel 1996], [Quarante 1994]. Dans une compétition par l'innovation, de nouvelles formes de conception collective conduisent à la contribution de multiples expertises et à l'émergence de véritables compromis créatifs [Hatchuel 1996].

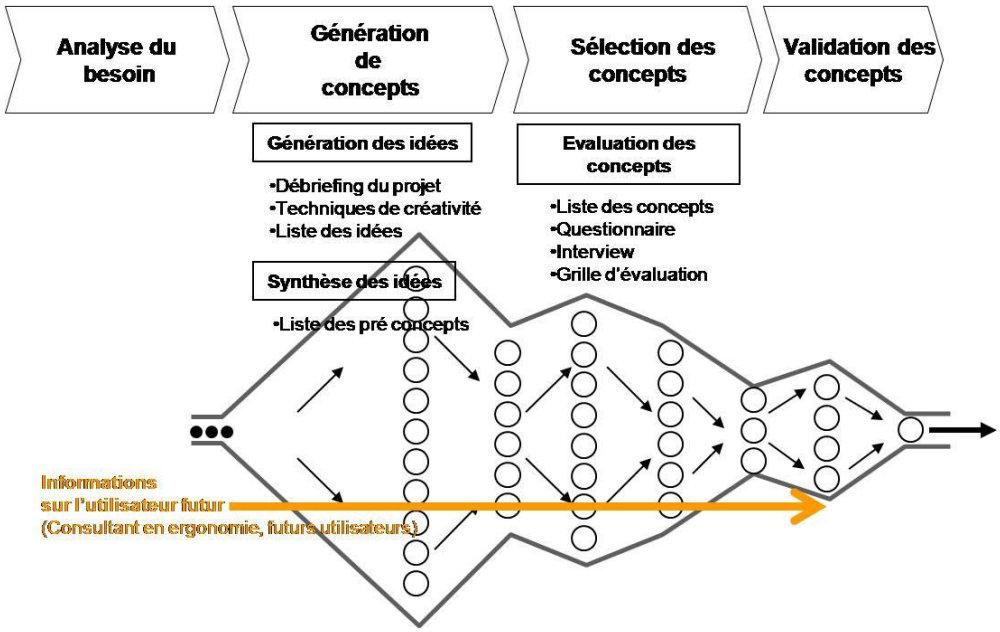


Figure 14: Phase amont du processus de conception de produits nouveaux (NPD) centrée utilisateur [Quarante 1994] [Ulrich 2000]

Nous préconisons tout d'abord un modèle méthodologique dédié aux phases amont du processus de conception de produits nouveaux centrée utilisateur est constituée de 4 étapes :

(1) L'analyse du besoin
(2) La génération de concepts
(3) La sélection des concepts
(4) La validation des concepts

Un cahier des charges qui définit les spécifications du produit est donné aux concepteurs. Puis une recherche collective est menée afin de générer une liste d'idées qui donnera lieu à la génération de concepts. A travers une séquence de cycles de divergence et de convergence, des concepts sont ébauchés, approfondis et sélectionnés. A la fin de ce parcours itératif, les concepts sont évalués et développés. Finalement un concept est sélectionné et validé.
Ces étapes prennent toutes en compte les futurs utilisateurs. Lors du processus de génération des attributs d'un nouvel artefact, les participants au processus de conception élaborent des représentations intermédiaires (R.I) pour simuler, évaluer et communiquer leurs idées, opinions et connaissances. Ces représentations explicitées sous forme de mots clés, schémas et dessins, supportent les réflexions des concepteurs et les confrontations avec les futurs utilisateurs.

Ce processus suggère que dans un certain « parallélisme » de l'activité de conception, les points de vue de tous les acteurs sont mis en interaction. Par là, la conception est rendue possible par une prise en compte très tôt dans le processus, de contraintes ou de paramètres métiers gérés habituellement beaucoup plus tard dans les organisations traditionnelles [Kusiak 1993] [Alting 1993].

Grâce aux interactions interdisciplinaires [Schaffer et al. 2002], on peut arriver à une recombinaison des raisonnements préexistants des acteurs de la conception qui peuvent quitter un mode de fonctionnement propre à leur métier et s'orienter vers une organisation commune de leur activité. A travers cette activité interactive, la conception réussit à mettre en relation des entités (individus, objets, connaissances) qui ne peuvent être déterminées au préalable [Brissaud 1998].

Nous préconisons l'application de cette activité collective en conception architecturale. Cette démarche doit permettre de créer les conditions d'établissement de raisonnements collectifs afin de pouvoir générer des concepts. L'ergonome peut manifester ses connaissances spécifiques dès la phase de génération de concepts.

2.2.2 HYP 2 : Méthodes et outils de créativité de manière collective

Lors de sa démarche conceptuelle, l'architecte établit son raisonnement avec des idées préconçues une préconception sur l'utilisateur futur. Sa décision est souvent prise sans un recueil suffisant préalable des informations sur les futurs utilisateurs [Granath 2001]. Quant à la planification et aux décisions de conception, elles sont réalisées par l'architecte seul, qui refuse de s'exposer à d'autres points de vue. Cette conception autonome de l'architecte sans intégrer les futurs utilisateurs est même considérée comme une capacité artistique de l'architecte [Wulz 1986] [Granath 2001].

Contrairement à la conception architecturale où la phase de créativité est effectuée individuellement par l'architecte, la conception de produit nouveaux (NPD) privilégie la créativité en groupe pour faire émerger un maximum d'idées. Dans ce domaine, l'usage est considéré comme un thème unificateur dans l'acte de conception collective, où le terme usage est appropriable par chacun du fait de sa propre expérience dans l'utilisation des objets qui nous entourent [Roussel 1996] [Leborgne 2001]. L'enjeu actuel de la dimension « usage » est la manière dont l'entreprise ou l'équipe de conception interprétera des données sur l'usage et les intégrera en amont du processus d'innovation.

Afin de générer des concepts, le domaine de la NPD applique des méthodes et outils de créativité qui permettent d'intégrer des informations sur l'utilisateur futur. Ces méthodes sont en cours de développement dans le domaine des sciences de la conception. La méthodologie générique de créativité appliquée en conception proposée s'appuie sur une démarche qui s'articule autour des 4 phases suivantes (voir figure 15).

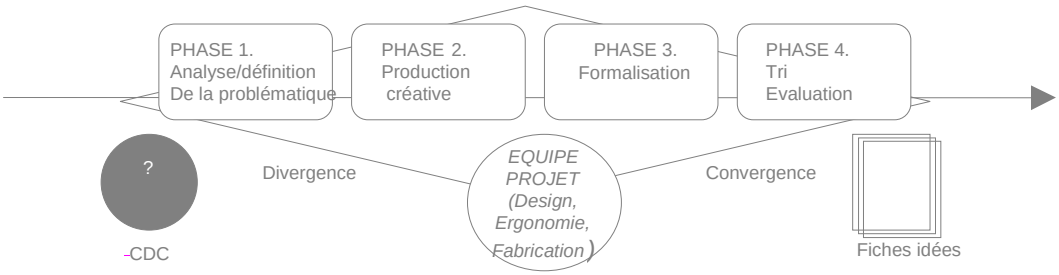


Figure 15 : Les 4 phases du processus de créativité appliquée [Bouchard 2001]

Afin de faire émerger des idées, divers outils de créativité sont introduits dans ce processus (voir tableau 3). Référant aux 4 types d'approche, ces outils sont mis en pratique dans l'entreprise

principalement via des sessions basées sur l'animation de groupes de travail ou de manière individuelle. Ils deviennent des filtres qui permettent à chaque acteur d'exprimer son propre point de vue, quelque soit sa culture professionnelle. Ces outils confèrent aux acteurs de l'équipe de conception une certaine ouverture d'esprit, tout en les orientant vers une logique de concurrence.

Type d'approche	Principaux outils associés	Phase d'utilisation/démarche
Approche analogique : ouverture et éloignement créatif par production d'idées originales issues d'un domaine analogue à celui du problème de départ par généralisation ou abstraction	**L'analogie L'inversion Les scénarii La bionique**	**Phase 2**
Approche associative : permet de formaliser par association d'idées la compréhension d'un problème donné et synthétiser les pistes de solutions	**La carte mentale Le brainstorming**	**Phase 1 Phase 2**
Approche analytique : approche structurante qui correspond à des opérations d'approfondissement, d'évaluation et de sélection et donc aux phases de convergence.	**La purge L'avocat de l'ange La fiche idée Triz**	**Phase 1 Phase 4 Phase 4**
Approche combinatoire : permet aussi bien l'ouverture par l'exploration systématique de combinaisons d'idées potentielles que la structuration par l'évaluation systématique de ces mêmes combinaisons.	**La matrice de découverte Triz**	**Phase 2 Phase 3**

Tableau 3 : Exemples d'outils de créativité appliquée en conception [Bouchard 2001]

Nous pensons que cette méthodologie générique de créativité peut contribuer à favoriser la créativité en conception architecturale, en intégrant l'avis des utilisateurs comme source de créativité.

2.2.3 HYP 3 : Evaluation des concepts par les futurs utilisateurs

Afin d'interpréter les besoins et les attentes de l'utilisateur futur, il est indispensable d'avoir certaines représentations intermédiaires supportant la communication entre le concepteur architecte et les futurs utilisateurs. Cependant, comme nous l'avons présenté dans la section précédente, les représentations intermédiaires de l'architecture classique se focalisent sur le travail de l'architecte. Des outils comme les dessins, les schémas et les maquettes à échelle réduite sont utilisés dans le but de faire progresser le projet par le biais de l'architecte.

Ces moyens sont utilisés pour représenter ses propres idées, mais leur compréhension n'est pas adaptée aux non architectes.

Par conséquent, les futurs utilisateurs ne peuvent pas exprimer leurs besoins réels, et l'architecte perd l'occasion de prendre en compte le point de vue de l'utilisateur pour développer son projet.

Ainsi, la satisfaction de l'utilisateur futur est réduite par les à priori de l'architecte. Nous pensons qu'il est nécessaire d'explorer les méthodes et outils de la NPD afin d'intégrer les besoins réels au sein du développement des concepts.

En conception de produits nouveaux, les besoins sont une question centrale. L'activité relative à l'identification du besoin s'appuie sur des simulations de comportement du produit et de l'utilisateur. Afin de répondre au besoin, des techniques de maquette numérique peuvent être mises en œuvre, telles que la réalité virtuelle. La réalité virtuelle permet une simulation pour symboliser les caractéristiques de produits définies au préalable. Elle offre la possibilité de se positionner en tout point de l'espace, et met en œuvre des représentations utilisables pour la communication entre concepteurs et futurs utilisateurs.
En vue d'améliorer les démarches de recherche de solutions avec la prise en compte des futurs utilisateurs, la réalité virtuelle se positionne dans les phases amont. Ainsi, elle peut supporter à la fois l'évaluation des fonctions d'usages du produit mais aussi les fonctions d'estime.

Tout comme la conception de produits nouveaux centrée utilisateur, nous pensons que cette technique peut être très efficace pour le domaine de la conception architecturale en vue de l'intégration des informations sur les besoins de futurs utilisateurs. La réalité virtuelle qui réalise certaines sensations spatiales comme réelles peut permettre aux futurs utilisateurs d'exprimer leur avis aisément, de même que l'architecte peut retirer des informations pertinentes pour développer les concepts. En économisant la fabrication d'un prototype réel à l'échelle 1 (qui est d'ailleurs non réalisable dans les phases amont de la conception architecturale), l'architecte peut identifier les besoins réels et précis des futurs utilisateurs. Ceci peut contribuer à réaliser certaines qualités d'un bâtiment vis-à-vis de la satisfaction de futurs utilisateurs.

2.2.4 Conclusion : Modèle théorique du processus de conception architecturale basé sur les processus NPD

Afin d'aboutir à un modèle du processus de conception architecturale, nous nous appuyons sur les trois hypothèses suivantes :

Hypothèse 1 : Une démarche conceptuelle collaborative NPD peut permettre à l'ergonome d'intervenir en amont du processus de conception architecturale dès la phase de génération de concepts globaux.

Hypothèse 2 : Adaptée d'un modèle générique de NPD en cours de développement dans le domaine des sciences de la conception, la conception architecturale peut favoriser la créativité tout en intégrant les divers avis concernant les besoins de futurs utilisateurs.

Hypothèse 3 : La représentation des concepts en réalité virtuelle et les outils méthodologiques d'évaluation de NPD centrée utilisateur peuvent fournir des informations pertinentes pour orienter la conception architecturale lors du développement de concepts.

Afin de répondre à un besoin d''intégration des informations relatives aux futurs utilisateurs dès les phases amont du processus de conception architecturale, nous préconisons un modèle générique adapté du processus NPD centrée utilisateur en conception architecturale. Basée sur une adaptation des méthodologies de conception de produits nouveaux, une démarche collaborative de conception architecturale peut permettre d'intégrer des informations relatives à l'utilisateur futur dans les phases amont du processus de génération et de développement de concepts.

Sur la base du modèle du processus de NPD, le processus de conception architecturale allant de la génération d'idées jusqu'au développement des concepts peut être structuré comme suit :

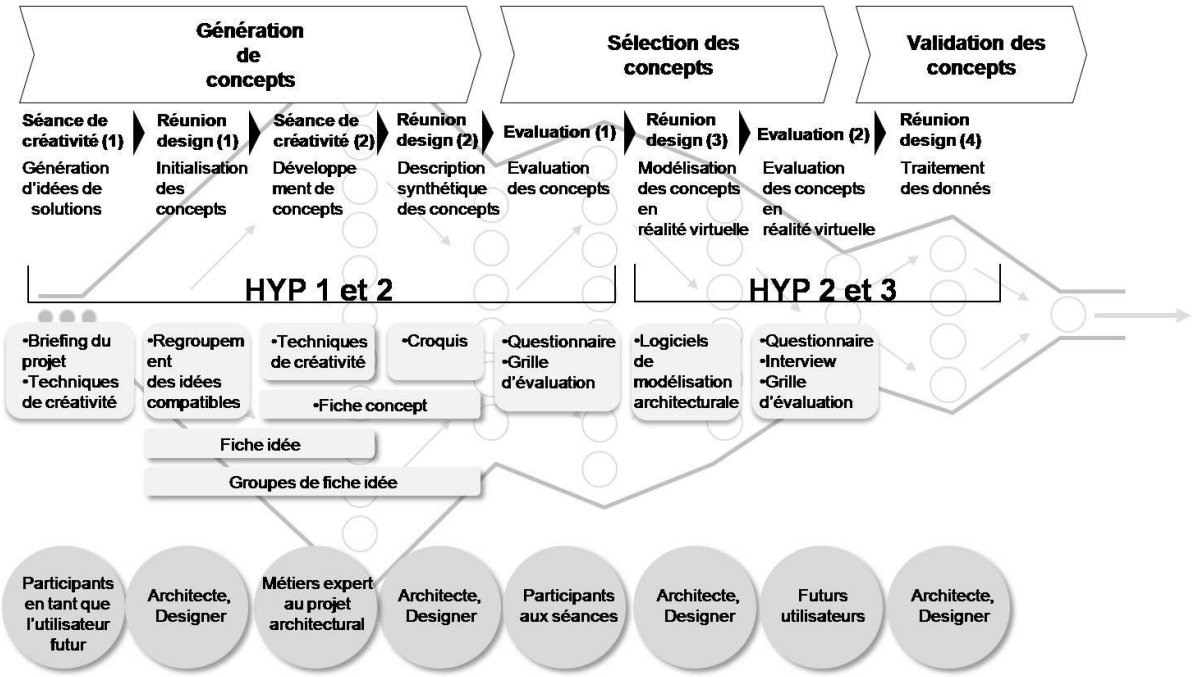


Figure 16 : Modèle théorique du processus de conception architecturale centrée utilisateur

(1) Génération d'idées : L'objectif de cette étape est de mettre en place une activité créative lors de laquelle les participants non experts mais utilisateurs potentiels, comprennent et interprètent rapidement et correctement la nature du projet (contexte et objectif). Les participants aux séances de créativité représentent leurs idées sous forme de fiches idées qui décrivent et illustrent de manière synthétique une idée, ainsi que ses principaux avantages et inconvénients.

(2) Génération de concepts : Cette étape réalisée avec l'architecte et l'équipe de conception consiste à relier, catégoriser, combiner puis synthétiser les idées fragmentaires en concepts en leur attribuant un titre. Dans un deuxième temps, la description de ces concepts sera approfondie. Cet approfondissement requiert des connaissances expertes. Des critiques sur la faisabilité, telles que les aspects techniques et économiques liés à ces concepts, peuvent aussi avoir lieu à ce stade.

(3) Sélection des concepts : Pour l'évaluation et la sélection des concepts, un document sous forme de questionnaire et de grille d'évaluation est transmis aux participants du projet. Des méthodes d'inspection de l'utilité des concepts peuvent être utilisées et appliquées par la suite en phase de conception détaillée.

(4) Validation des concepts : Après avoir sélectionné les concepts à développer, les futurs utilisateurs effectuent une autre évaluation avec un outil de matérialisation des concepts en réalité virtuelle. Il s'agit de faciliter la communication entre concepteurs et utilisateurs lorsque l'architecte développe des concepts et aboutit à un concept final.

A chaque étape, nous allons proposer des représentations intermédiaires types issues de la NPD et réadaptées en conception architecturale collective : des fiches idées pour la description des idées par l'illustration formelle et textuelle en phase de génération des idées ; des fiches concepts de description synthétique d'ensembles de fiches idées à utiliser pour améliorer des concepts générés ; des fiches concepts qui caractérisent les concepts selon les paramètres du projet ; un questionnaire et une grille d'évaluation pour l'enquête sur l'avis des futurs utilisateurs.

L'originalité du modèle résultant de ces hypothèses repose sur le fait que les acteurs concernés (consultant technique, ergonome, futurs utilisateurs…etc.) participent dès la première phase à la recherche d'idées créatives, et ce tout au long du processus. Ainsi, ce modèle répond au besoin de la

conception architecturale : la prise en compte de l'utilisateur futur comme élément créatif afin de réaliser un bâtiment performant vis-à-vis de son utilisation.

2.3 Conclusion de la deuxième partie

Sur la base de données fournie par le demandeur de projet, l'architecte commence à formuler des problèmes et à chercher des solutions [Prost, 1992]. A travers un parcours itératif de co-évolution du problème et de la solution [Dorst et Cross, 2001], l'organisation spatiale va se concrétiser comme réponse du projet. Dans l'approche générale et classique de conception architecturale, bien que la prise en compte de l'utilisateur soit un paramètre essentiel pour réaliser des solutions, elle est souvent considérée comme élément de contrainte, voire d'entrave à la liberté de création architecturale [Pinson, 1993]. La progression du projet s'appuie sur l'emploi d'outils de représentation intermédiaire. Les outils engendrent certaines difficultés de communication entre les concepteurs et les futurs utilisateurs. En effet les représentations intermédiaires produites ne sont pas compréhensibles par les non architectes. Les besoins réels sont tout autant mal exprimés que mal compris. Dans un processus de conception architecturale caractérisé par une activité séquentielle, les recommandations arrivent souvent au moment où la forme architecturale est déjà définie. De ce fait, même si celles-ci sont pertinentes, elles sont souvent négligées.

La problématique concerne le développement de la conception architecturale en amont du processus, avec le besoin d'une nouvelle démarche créative intégrant les informations relatives à utilisateur futur, et celui d'outils méthodologiques d'évaluation des concepts.

Afin de répondre à ce besoin, l'adaptation d'un modèle générique de conception de nouveaux produits (NPD) centrée utilisateur en conception architecturale.

Hypothèse 1 : Nous avons préconisé une nouvelle démarche conceptuelle collaborative NPD adaptable en conception architecturale. L'activité de génération et de développement des concepts est effectuée par de multiples experts. Durant cette démarche, l'ergonome peut manifester des connaissances spécifiques dès la phase de génération de concepts.

Hypothèse 2 : Nous avons proposé une adaptation des outils et méthodes de NPD en cours de développement dans le domaine des sciences de la conception au contexte de la conception architecturale. La conception architecturale peut favoriser la créativité tout en intégrant les divers avis concernant les besoins des futurs utilisateurs.

Hypothèse 3 : Nous avons préconisé l'application d'outils méthodologiques d'évaluation de NPD centrée utilisateur en contexte de conception architecturale : la représentation des concepts en réalité virtuelle dans le but d'extraire les besoins réels des futurs utilisateurs pour économiser la réalisation d'un prototype à l'échelle réelle, et le questionnaire afin d'interpréter les informations extraites lors du développement des concepts.

Cette modélisation cherche à favoriser une activité collective visant à associer conjointement la créativité et l'intégration des informations relatives à l'utilisateur futur. Selon notre modèle, les acteurs concernés (architectes, consultants en ergonomie, futurs utilisateurs, consultants technique…etc.) contribuent collectivement à l'élaboration de concepts architecturaux, à l'identification des problèmes et à l'étude de solutions. Parallèlement, les besoins et attentes des futurs utilisateurs sont conçus et recommandés par eux-mêmes. Ainsi, tout au long du processus allant de la génération des concepts jusqu'à la sélection des concepts finaux, les activités principales de la conception (formulation de problèmes, de solution et évaluation), en se croisant, peuvent constituer des concepts créatifs intégrant les besoins de futurs utilisateurs.

3. TROISIEME PARTIE : Expérimentation

3.1 Principes de l'expérimentation

Nous présentons un travail expérimental réalisé lors de la phase de génération de concepts, dans le cadre d'un projet architectural d'un habitat d'urgence. Nous discuterons ensuite de la possibilité d'adapter la méthodologie de NPD centrée utilisateur à la conception architecturale.

3.1.1 Objectifs expérimentaux

L'objectif des expérimentations est de formaliser une description des phases en amont du processus de conception architecturale. Il s'agit d'adapter les méthodologies de NPD en termes de créativité et d'utilité. Nous souhaitons proposer à la conception architecturale des outils méthodologiques de conception favorisant la créativité, tout en intégrant des informations relatives à l'utilisateur futur.

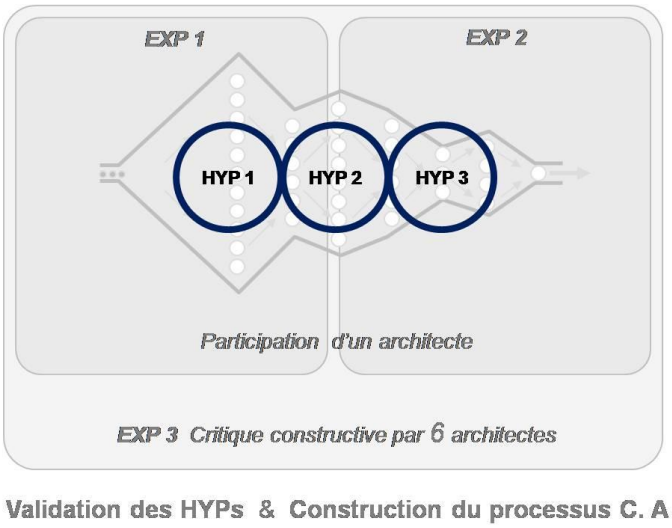


Figure 17 : Protocole d'expérimentations : positionnement des expérimentations qui s'adressent à la validation des hypothèses et à la construction du processus de conception architecturale

Afin d'apporter des réponses à la problématique énoncée, nous avons mis en place des protocoles d'expérimentations. La première expérimentation a visé à décrire les phases amont de génération et de développement des concepts. En observant les comportements des participants et en réfléchissant à une appropriation de la méthodologie générique et collaborative NPD en phase amont de la conception architecturale, nous avons analysé comment favoriser la génération et le développement des concepts architecturaux, en intégrant des informations relatives à l'utilisateur en amont du processus de conception.

La deuxième expérimentation a visé à intégrer à la conception architecturale les outils et méthodes d'évaluation de la NPD. Il s'agit de proposer à la conception architecturale des outils méthodologiques d'évaluation du projet par l'utilisateur futur. En particulier, nous avons réfléchi à « comment faire converger les avis de différents futurs utilisateurs de manière créative afin de développer et de sélectionner un concept.

En relevant les résultats de conception et en participant au projet d'habitat d'urgence, nous avons observé et analysé cette nouvelle démarche par rapport à l'activité classique de conception architecturale. A l'issue de chaque expérimentation, nous avons discuté du point de vue de l'architecte les résultats du test de notre modèle théorique du processus de conception architecturale. Puis, ce modèle théorique a été complété par les résultats expérimentaux et finalement analysé par 6 architectes. Les avis des 6 architectes ont porté sur la validation de nos hypothèses et sur la construction du processus de conception architecturale.

3.1.2 Limites de l'expérimentation

Nous présentons dans ce document les travaux réalisés relatifs au projet d'habitat d'urgence, qui concernent les trois hypothèses. Ce projet se décompose en deux étapes principales : (1) la génération de concepts globaux et (2) le développement des concepts détaillés. La première étape regroupe les quatre thèmes: génération de nouvelles idées, génération des concepts, développement des concepts et évaluation et sélection des concepts. La deuxième étape porte sur la représentation et l'évaluation des concepts en réalité virtuelle.

(1) Génération de concepts globaux : Dans les phases amont constituant cette partie, l'activité initiale de conception architecturale est mise en place avec des outils de techniques de créativité. Les acteurs concernés par le projet architectural génèrent des idées et des concepts globaux de manière collective, comprennent les problèmes et cherchent des solutions. A la fin de cette activité collaborative, les concepts à développer lors de la prochaine étape sont sélectionnés. A l'issue de ces expérimentations, nous discutons les travaux réalisés et analysons le comportement des concepteurs, en particulier celui de l'ergonome intervenant dans la démarche conceptuelle. Notre discussion concerne la validation de l'hypothèse 1 et d'une partie de l'hypothèse 2 à propos de l'adaptation du modèle générique du processus NPD centrée utilisateur à la conception architecturale.

(2) Développement des concepts détaillés : Cette partie concerne le développement des concepts sélectionnés à l'étape précédente de génération de concepts globaux. Il s'agit de la modélisation des concepts en réalité virtuelle et de l'évaluation de ces concepts par les futurs utilisateurs. Cette activité est nécessaire pour la validation d'une partie de l'hypothèse 2 et de l'hypothèse 3 concernant l'adaptation des outils d'évaluation des concepts par les futurs utilisateurs.

3.1.3 Projet architectural : Habitat d'urgence

3.1.3.1 Pourquoi l'habitat d'urgence

Par rapport aux définitions du dictionnaire sur l' « habitat d'urgence », nous nous sommes accordés sur la définition suivante :

« L'habitat d'urgence doit répondre aussi strictement que possible aux besoins basiques de sinistrés, de façon à pouvoir rendre service équitablement à un maximum de personnes. Il suppose d'avantage de confort et de qualité qu'un abri d'urgence. Il pourrait être fabriqué en grande quantité. Dans tous les cas, il doit être facile et rapide à monter. »

Il s'agit de bien faire la distinction entre « l'habitat d'urgence » et « l'abri d'urgence ». L'habitat d'urgence pourrait être mis en place après un premier abri d'urgence, utilisé durant les premières heures ou jours suivant la catastrophe, et servir jusqu'à la reconstruction d'un nouvel habitat permanent. Ce temps d'utilisation est très incertain, allant de 2 mois à 3 ans.

C'est le recours aux tentes qui est la solution majoritaire comme abri d'urgence : elles présentent le coût le plus bas, sont réutilisables, peu encombrantes et aisément transportables. Cependant, elles n'offrent pourtant pas une protection appropriée contre les variations de température, et en terme de sécurité. Elles ne répondent pas bien aux besoins de niveau 1 de la pyramide de Maslow comme les besoins physiologiques.

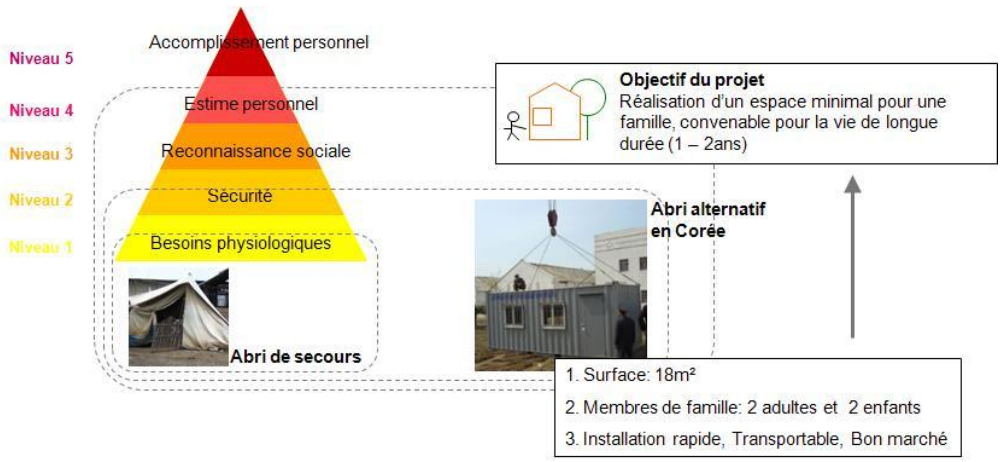


Figure 18 : Résumé du contexte du projet [KDR 2007] [Maslow 1943]

Face aux catastrophes, dans le cas de la Corée, la solution adoptée pour les sinistrés ayant perdu leur maison consiste actuellement à proposer des containers comme abris alternatifs [KDR 2007]. Cependant, ils se sont révélés être une solution peu satisfaisante, d'après le résultat d'un sondage effectué par le gouvernement coréen auprès des utilisateurs. Les raisons principales évoquées sont une très mauvaise isolation thermique et une mauvaise aération. Les sanitaires communs présentent aussi des problèmes d'hygiène et un coût non négligeable.

Notre projet d'habitat d'urgence consiste donc à réaliser un habitat d'urgence. Il s'agit de répondre aux besoins vitaux de la vie propre jusqu'au niveau supérieur de la pyramide de Maslow. Notre projet qui est spécifique au contexte de la Corée, s'inscrit dans les contraintes actuelles : 18m² pour une famille (2 adultes, 2 enfants).

En identifiant le besoin de l'habitat d'urgence par la théorie de la pyramide de Maslow, nous avons traduit les besoins principaux qui entrent en jeu selon trois types fonctionnels relatifs à l'habitat d'urgence : Habitat vital, Habitat sécuritaire, Habitat adapté aux modes de vie. Pour assurer les besoins physiologiques, nous pensons qu'il est primordial de réaliser un climat intérieur acceptable. Un espace sécuritaire qui protège les sinistrés doit être une condition nécessaire absolue pour la survie. Ces deux conditions de base ne sont pas suffisantes pour constituer la vie propre. Les sinistrés qui attendent la reconstruction de leur habitat normal peuvent attendre durant 1-2ans dans cet habitat minimal. Ils auront donc besoin d'un habitat convenable pour leur vie quotidienne. Il est donc nécessaire de réaliser un lieu adapté à la vie familiale et à l'intimité de ses membres. En identifiant les fonctions principales de l'habitat d'urgence, nous avons défini les contraintes imposées au produit architectural par la situation d'urgence : construction rapide, aisément transportable, coût minimum.

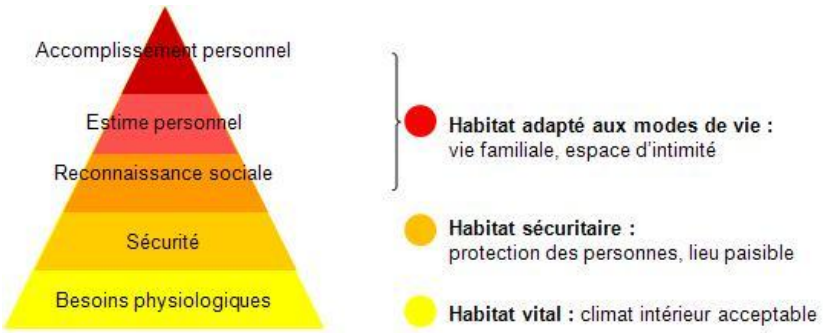


Figure 19: Identification des besoins vitaux selon la pyramide de Maslow

3.1.3.2 Objectifs du projet

Le sujet de l'habitat d'urgence nous a semblé pertinent afin d'étudier le potentiel d'adaptation des méthodologies de conception de produits, collaboratives par nature, à la conception architecturale. En effet, ce type d'habitat temporaire vient en remplacement de l'habitat normal qui a été détruit par une catastrophe naturelle ou artificielle. Il est alors indispensable d'intégrer plusieurs contraintes incontournables ainsi que les besoins fondamentaux de l'utilisateur final qui peuvent être des besoins vitaux dans ce contexte particulier. Le projet architectural d'un habitat d'urgence, même en petite dimension, exige de nombreuses connaissances dans divers domaines, combinées et structurées sur la base d'un support méthodologique qui favorise une créativité collaborative. Il s'agit donc d'un type d'application particulièrement pertinent pour valider une approche fortement centrée sur les besoins de l'utilisateur, mais aussi sur la faculté de l'équipe à générer des idées nouvelles et astucieuses du fait des nombreuses contraintes inhérentes à ce sujet. Ce terrain est donc particulièrement favorable à la validation d'un modèle inspiré de la NPD et appliqué dans le domaine de la conception architecturale.

3.2 Expérimentation 1 : Génération de concepts globaux

Par cette expérimentation, nous validons une partie des hypothèses concernant l'adaptation en conception architecturale des outils méthodologiques collectifs de NPD, favorisant l'activité créative, tout en intégrant des informations relatives à l'utilisateur futur. En particulier, cette expérimentation 1 a montré la participation créative de l'ergonome dans la phase initiale de la conception architecturale telle que la génération et le développement de concepts.

3.2.1 Objectif de l'expérimentation 1

L'objectif de la première expérimentation est d'analyser comment favoriser la génération et le développement des concepts architecturaux en intégrant des informations relatives à l'utilisateur en amont du processus de conception. Nous avons appliqué une méthodologie basée sur un modèle NPD qui favorise la collaboration entre les acteurs métiers en introduisant comme acteurs des experts garants de l'ergonomie, pour ensuite analyser les actions et les résultats d'actions en termes de représentations intermédiaires. En relevant les résultats au cours du projet, nous avons réfléchi à l'issue de cette expérimentation, à l'appropriation de la méthodologie générique et collaborative NPD dans les phases amont de la conception architecturale. Dans ce cadre nous avons analysé et discuté les comportements des membres de l'équipe de conception.

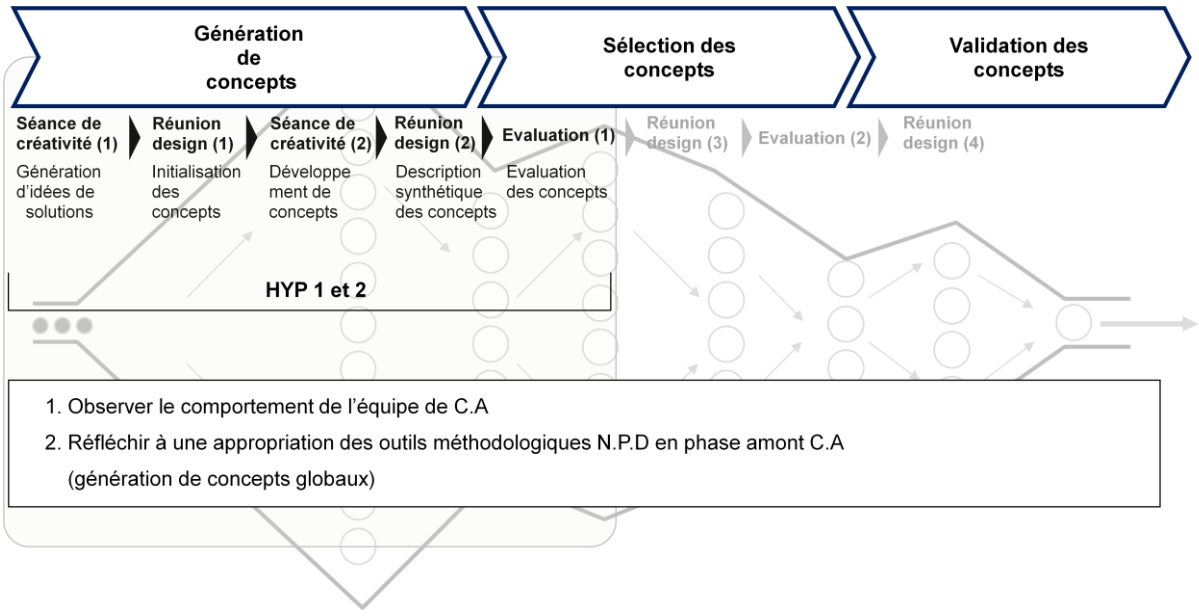


Figure 20 : Objectif de l'expérimentation 1

Ce chapitre présente une description de l'activité et des comportements des participants pour les trois étapes : Génération des idées, Génération et développement des concepts, Evaluation et Sélection des

concepts. Les résultats de conception du projet d'habitat d'urgence sont ensuite discutés par rapport aux hypothèses suivantes :

Hypothèse 1 : Une démarche NPD centrée utilisateur peut servir de base à l'introduction de méthodes et d'outils élaborés dans le but de réaliser une conception itérative entre concepteurs et permettre à l'ergonome d'intervenir en amont du processus de conception architecturale lors de la génération et du développement de concepts.

Hypothèse 2 : Adaptée d'un modèle générique NPD en cours de développement dans le domaine des sciences de la conception, la conception architecturale peut favoriser la créativité collective.

3.2.2 Protocole de l'expérimentation 1

Afin d'atteindre les objectifs, nous avons participé au processus de conception dans un cadre de recherche-action allant de la première séance de créativité à l'évaluation des concepts. Nous avons observé les comportements des participants en séance de créativité dont le but est de communiquer des problèmes et de chercher des solutions. Nous avons aussi participé à l'initialisation de concepts avec un designer, en mettant en relation des idées compatibles représentées sous forme de fiche idée. Après quoi nous avons participé à la deuxième séance de créativité, en développant les concepts initiaux avec des experts de diverses disciplines. Ensuite, avec le designer, nous avons synthétisé les concepts sous forme de fiches concepts. Puis ces fiches concepts ont été distribuées aux participants des séances de créativité avec un questionnaire et une grille d'évaluation. Comme d'autres experts, nous avons exprimé notre avis propre vis-à-vis du questionnaire et de la grille d'évaluation.

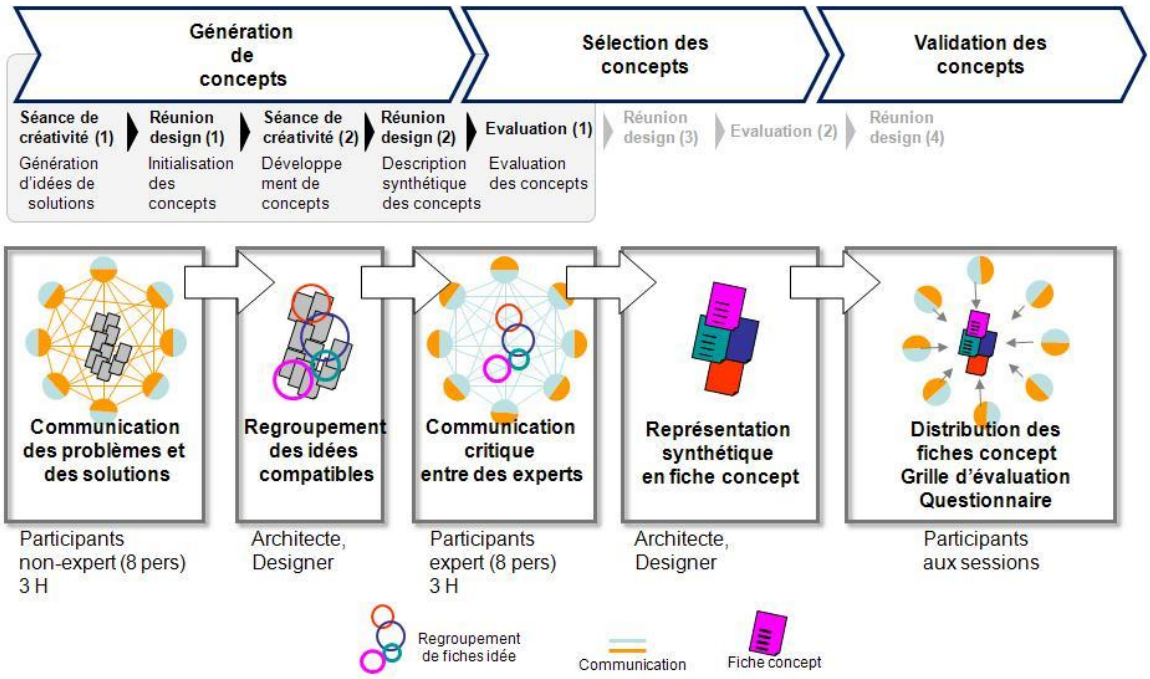


Figure 21: Protocole de l'expérimentation 1

3.2.3 Génération de nouvelles idées

Lors de la phase de génération de nouvelles idées, les différents métiers qui interviennent dans cette phase ont été représentés : architecte, designer industriel, ingénieur, ergonome, technicien mécanique. Cette plate-forme de travail multi-métiers nous a permis, tout au long du projet, d'intégrer les différents points de vue. En respectant les règles de la créativité appliquée selon lesquelles les commentaires critiques sont à éviter, quelques techniques de créativité telles que purge, scénarii, analogie ont été choisies et appliquées pour stimuler la génération d'idées. Cette séance nous a permis de déboucher sur une liste d'idées initiales répondant aux objectifs du projet architectural.

3.2.3.1 Protocole et méthodes

Après une brève présentation des informations issues de l'analyse de besoin, une séance de créativité a été effectuée par l'équipe de conception afin de générer diverses idées créatives. Les membres qui ont participé étaient au nombre de 8, avec chacun son domaine métier propre.

Comme cela a été préconisé lors de la première séance de créativité, il a été interdit d'émettre des commentaires critiques basés sur des connaissances ou opinions spécifiques. A partir de cette condition stricte, pour stimuler la génération d'idées, quelques techniques (présentées ci-dessous) ont été choisies et appliquées. A travers celles-ci, une compréhension collective du projet a pu avoir lieu

grâce à une communication libre et itérative des participants qui a laissé une place importante à l'imagination.

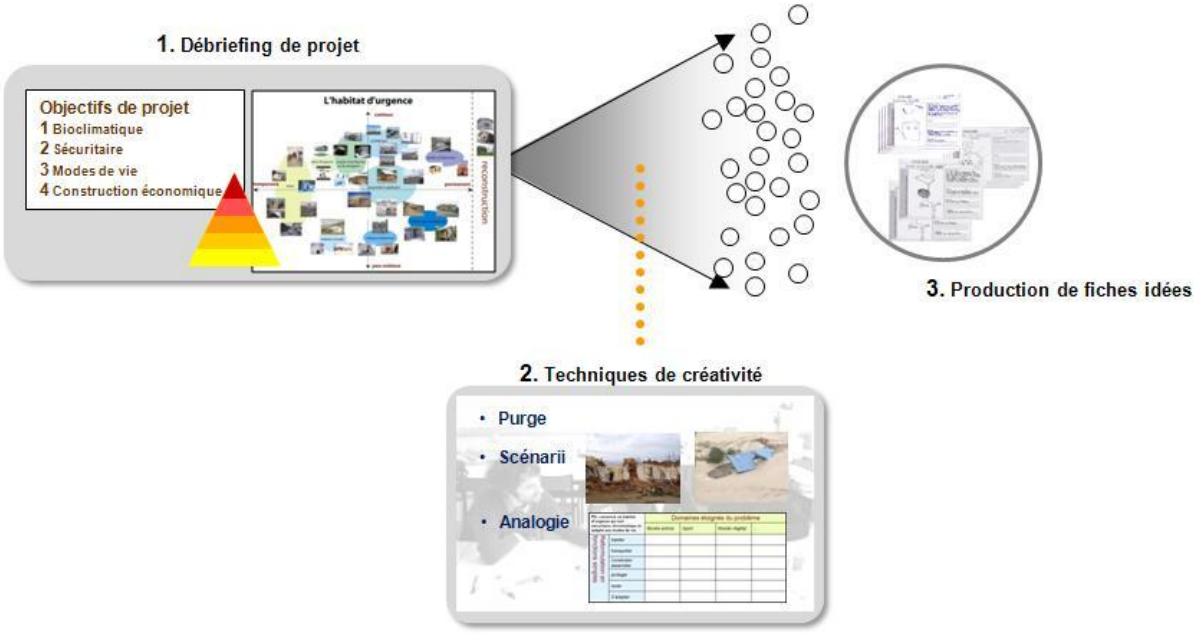


Figure 22: Génération d'idées avec des techniques de créativité

Les techniques de créativité que nous avons appliquées lors de cette séance et leurs fonctions principales ont été les suivantes :

- Purge : Au préalable, les participants se débarrassent de toutes les idées préconçues sur la solution existante concernant le produit à concevoir, en les notant et en les présentant oralement. Cette communication initiale autour d'images et de mots générés de manière spontanée et immédiate permet de démarrer naturellement une activité créative.

- Scénarii : Le problème est mis en situation, idéalement ou au contraire catastrophiquement, pour faire émerger les attitudes spontanées des participants face à ce problème en imaginant ensuite plus concrètement des solutions. Les scénarii peuvent être joués comme une pièce de théâtre.

- Analogie : Les participants ont proposé des idées en cherchant des solutions dans des domaines très éloignés du domaine de départ. Cela a permis d'élargir le champ des possibilités et de laisser place à l'imagination pour pouvoir contourner le problème. Afin de

chercher des idées de solutions, des champs inducteurs d'analogie ont été utilisés. Ceux-ci n'ont pas de relation directe avec un produit architectural de type habitat d'urgence, par exemple, les plantes, les animaux, le sport…etc.

Après avoir mis en pratique des techniques de créativité, à la fin de cette séance, les participants ont dû produire des fiches idées dans lesquelles des croquis sont venu compléter la description des idées de manière synthétique, en présentant les principes, avantages et inconvénients de chacune d'entre elles. Cette séance de génération des idées a duré environ 3 heures en présence de 8 personnes.

A l'issue de la séance, une trentaine de fiches idée directement ou indirectement liées à l'objectif du projet ont été produites.

3.2.3.2 Résultats

Les participants (1 architecte, 2 designer industriel, 1 ergonome, 3 ingénieur, 1 technicien) ont ensuite procédé à un débriefing du projet. Nous avons préalablement effectué une synthèse des connaissances sur le projet et une analyse approfondie du contexte et de l'existant. Un mapping a été présenté brièvement aux participants lors de la séance. Puis nous avons présenté un cahier des charges succinct, davantage porté sur les objectifs à atteindre que sur de véritables contraintes (voir figure 23).

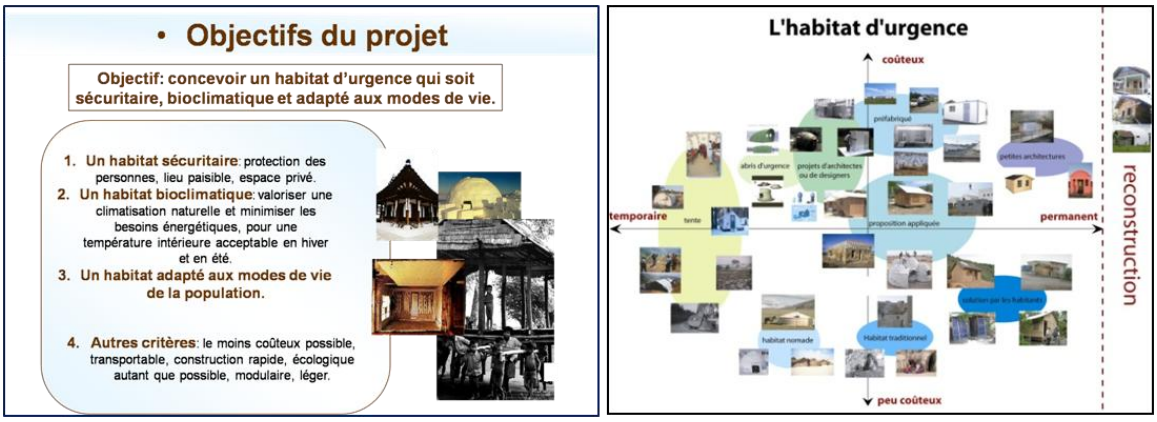


Figure 23: Débriefing du projet (cahier des charges brèves et mapping de l'existant)

Dans le cadre du projet de conception de l'habitat d'urgence, les conditions extrêmes d'un logement temporaire devaient être prises en compte. La pratique des scénarii a permis aux participants de se projeter dans une situation nécessitant l'utilisation d'un habitat d'urgence en tant qu'utilisateur futur. Les 8 membres ont été divisés en deux groupes. Les deux situations catastrophiques ont été

présentées aux groupes. Pendant 30 minutes, chacun d'entre eux a énuméré et décrit les difficultés détectées en imaginant la situation et en proposant d'éventuelles solutions.



Figure 24: Mise en situation 1 des scénarii et ses résultats

Ensuite, afin de rechercher des idées de solutions, des champs inducteurs d'analogie ont été utilisés. Par rapport à des termes concernant la fonction principale de l'habitat d'urgence, nous avons proposé des domaines très éloignés. A la colonne verticale du tableau d'analogie, nous avons présenté des termes constituant la fonction principale de l'habitat d'urgence tels que « habiter », « transporter », « construire/assembler», « protéger », « isoler » et « s'adapter ». Et, sur la ligne horizontale, des trois termes éloignés tels que « monde animal», « sport » et « monde végétal » ont été présentés pour laisser place à l'imagination.

Les participants ont généré des mots de manière spontanée. En reliant les termes constituant les deux côtés, ils ont pu produire et communiquer des solutions imaginaires. Par exemple, reliant « sport » et « construire/assembler », des termes tels que « échauffement », « musculation », « coopérer » et « stratégie » ont été émergés. Bien que les mots produits ne semblent pas avoir de relation directe avec l'habitat d'urgence, la mise en jeu de cette technique de créativité a pu amener les participants à élargir le champ de l'imaginaire comme le montre la figure 25.



Pb: concevoir un habitat d'urgence qui soit sécuritaire, bioclimatique et adapté aux modes de vie.		Domaines éloignés du problème		
		Monde animal	Sport	Monde végétal
Reformulation en fonctions simples	habiter	Sous -terre Ruches En hauteur Arbres Coquille aquatique	Sac de couchage suspendu Campus (village olympique) Vestiaires	Grotte Cabane Vent Terre sable
	transporter	Patte Ramper Trompe d'insectes Nager stop	Vélo - roller Car Tire -fesse sac	Courant Par animaux Parasite Excréments
	Construire/ assembler	Salive,excrément =liant Coloniser Squatter Trou dans les arbres terrier	Échauffement Musculation Coopérer stratégie	Montagne Polenisation Cristaux Enchevêtrement Racine croissance
	protéger	Camouflage Épine Carapace Imitation attaque	Protège -tout Tapis Parade Filet/corde lunette	Écorce Épine Encre En hauteur Peau venin
	isoler	Poil Cuirasse Graisse Partage de chaleur	Gant Combinaison Marquer quelqu'un perdu	Mousse Racine Écorce
	S'adapter	Imitation Résistance empathie	Vêtement Improviser polyvalence	Délicieux Hibernation Couleur taille

Figure 25: Résultats de l'application de l'analogie

A la fin de cette première séance de créativité qui a durée environ 3 heures, les participants (8 personnes) ont du produire des idées sous forme de fiche idée, en rappelant les objectifs du projet architectural d'habitat d'urgence. Une trentaine de fiches idées ont été complétées de manière synthétique en décrivant les principes des idées, leurs avantages et inconvénients.

Le contenu des idées produites a été très varié : ont été énoncées des techniques de construction existantes ou imaginaires, des manières de réaliser la sécurité, des instruments de gain de place, des organisations des espaces architecturaux, des décorations, l'économie d'énergie, la réutilisation des matériaux, les systèmes sanitaires, les paysages de l'environnement, les systèmes de climatisation, les matériaux de couverture,

Ces idées conduisent à des solutions directement liées aux objectifs ou non. Parfois elles ont une portée locale ou partielle. Certaines idées concernent seulement 2 ou 3 objectifs (ex. Maison ouverte sur l'extérieur et sécurisée, Partage de l'énergie et de l'espace de vie. Textile grillagé facile à monter et plus sécurisé). Certaines apportent une réponse à un seul des objectifs (ex. Acheminement des matériaux, Air rideau, Sol en paille).

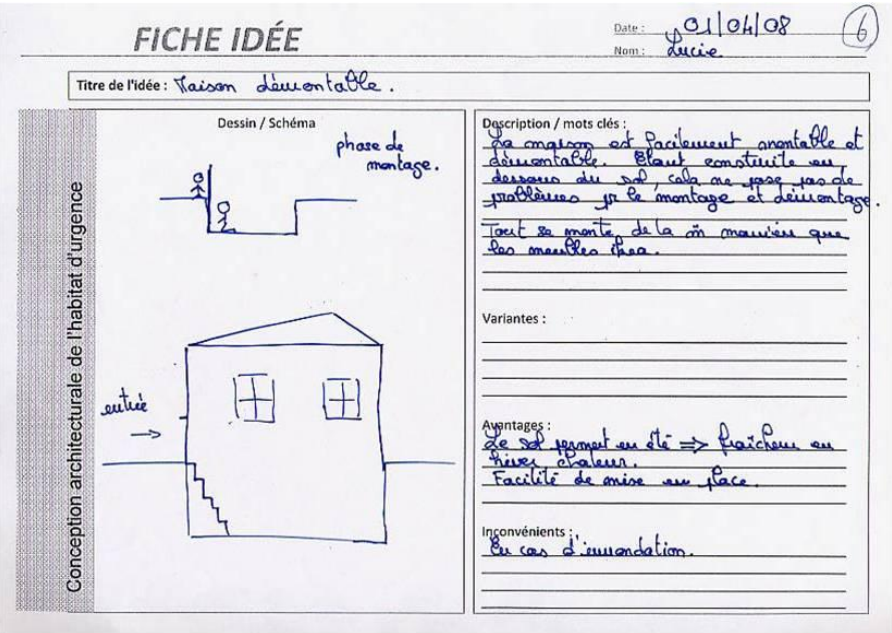


Figure 26: Exemple des fiches idée réalisé

3.2.3.3 Synthèse

Afin de rechercher des idées architecturales, des techniques de créativité ont été appliquées. A l'issue de la séance de créativité, en vue de recueillir le point de vue général des participants, un questionnaire a été distribué. Sur les trois techniques appliquées (purge, scénarii, analogie), les participants ont manifesté des avis positifs. Pour eux, la séance a été productive et créative.

La première séance de créativité nous a permis d'avoir de nombreuses idées qui sont directement ou indirectement liées aux objectifs du projet d'habitat d'urgence. Les idées générées initialement ont plutôt constitué des solutions concrètes à des problèmes locaux ou partiels que des réponses globales aux objectifs du projet. Il a donc été nécessaire de les mettre en relation pour constituer les concepts.

3.2.4 Génération et développement des concepts

La phase de développement des concepts débute par la génération de concepts initiaux en recherchant des thèmes qui permettent de répondre globalement aux objectifs du projet. En groupes de concepteurs composés d'un architecte et d'autres concepteurs métiers comme le designer, l'ingénieur ou l'ergonome, le développement des concepts a consisté à rechercher des idées cohérentes et complémentaires pour établir des concepts globaux. De nouvelles idées ont été produites dans cette phase, qui ont permis d'établir des liens, de renforcer les concepts, de rendre plus cohérent ou plus complet un ensemble d'idées pour en faire un réel concept.

3.2.4.1 Protocole et méthodes

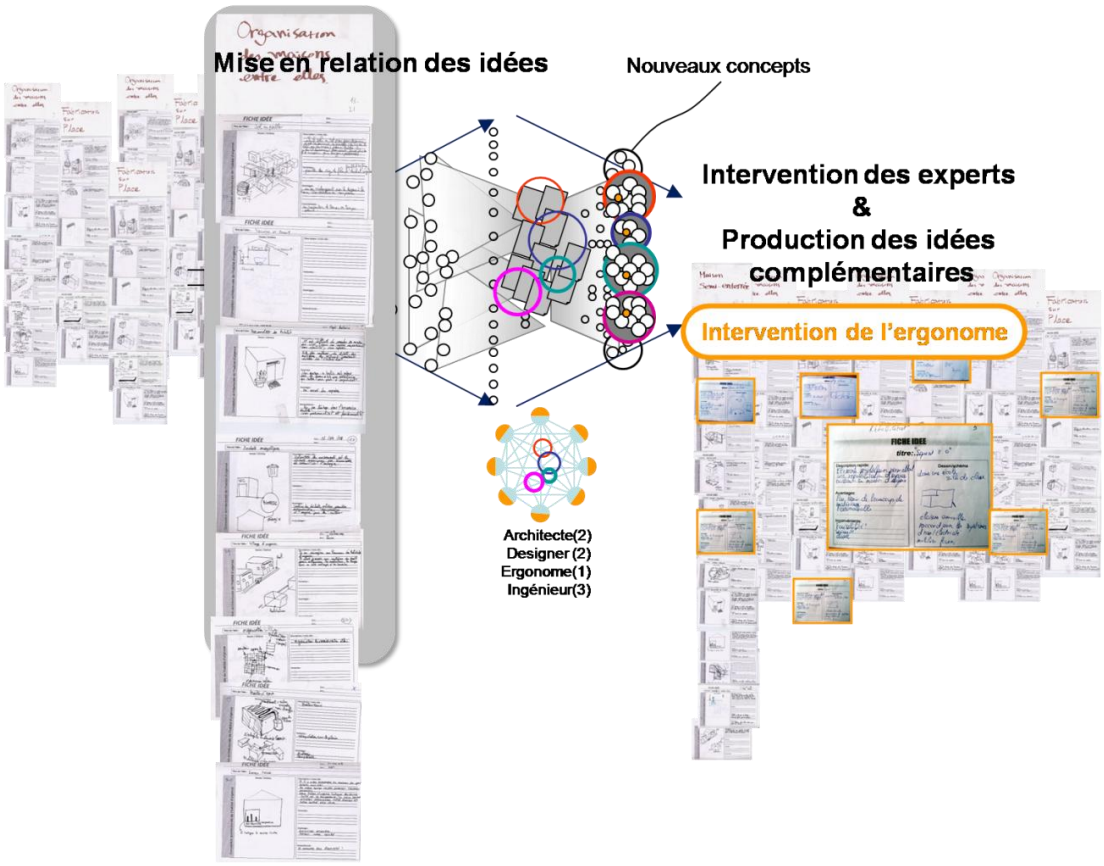


Figure 27: Génération et développement des concepts

Mise en relation des idées compatibles

Afin de réaliser au mieux cette activité qui est plus au moins complexe, les idées produites dans la phase précédente ont été catégorisées selon des termes communs. Ensuite, leur compatibilité relative a été analysée grâce à leur mise en relation et des groupes d'idées ont été constitués. Les concepteurs (architecte et designer) ont établi des concepts initiaux dans cette première séance de génération de concepts. Pour révéler et enrichir les groupes d'idées, des idées complémentaires ont ensuite été générées et ajoutées.

Intervention des experts

Des concepts constitués sous forme de regroupement d'idées ont été présentés aux concepteurs de la deuxième séance de créativité. A ce moment là, l'architecte en tant qu'animateur a demandé aux concepteurs de rechercher des concepts de manière créative et globale en visant à parfaire pour chaque concept initial la notion de cohérence. Cet approfondissement mené de manière collective et

dynamique a permis non seulement de relier des idées mais aussi d'initialiser des raisonnements qui se basent sur des actions cognitives de mise en forme et de transformation. L'architecte animateur a par ailleurs insisté sur l'importance et la nécessité d'établir une relation de complémentarité entre les idées pour former un concept.

Cette phase a reposé sur une recherche d'idées dans des domaines plus précis et sur l'approfondissement de concepts. A cette fin, nous avons convié des participants plus spécialisés: un ingénieur en construction, un ingénieur de matériaux, un ingénieur aéronautique, un ergonome, deux designers et deux architectes. Un complément d'information sur le contexte et le cadre du projet a été apporté pour recentrer la créativité sur des points plus précis.

La première partie de la séance a consisté à trouver de nouvelles idées sur des choix et des principes de conception qui n'avaient pas suffisamment été définis préalablement. Puis les participants ont rédigé des fiches idées. Après une présentation des concepts précédents, les nouvelles idées ont été greffées ou ont permis de générer d'autres concepts.

3.2.4.2 Résultats

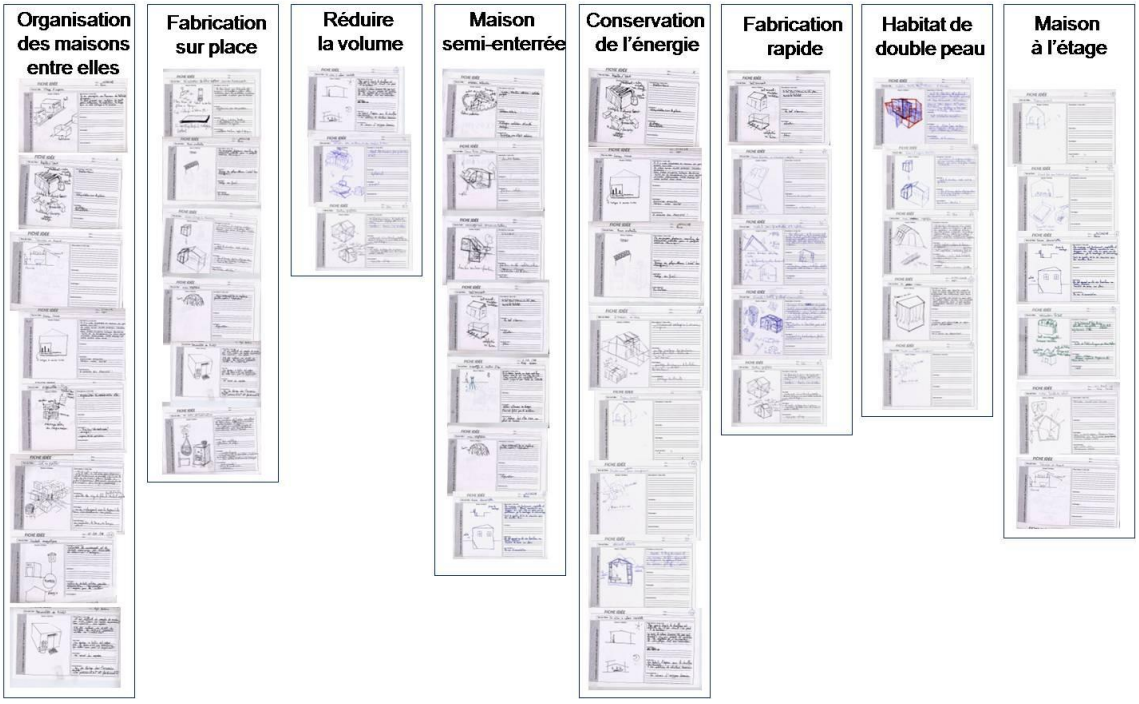


Figure 28: 8 concepts initiaux générés à la première réunion design

La tache de la première séance de génération de concepts a consisté à chercher des regroupements d'idées compatibles et à donner à chaque groupe d'idées fragmentaires une identité propre.

A partir d'une trentaine fiches idées produites lors de la séance précédente, un architecte et un designer ont généré des concepts initiaux. Chacun a collecté de manière spontanée les fiches idées qui semblaient avoir certains liens entre elles. 8 préconcepts avec ses noms propres ont pu être définis sur la base des idées générées au préalable (voir figure 28).

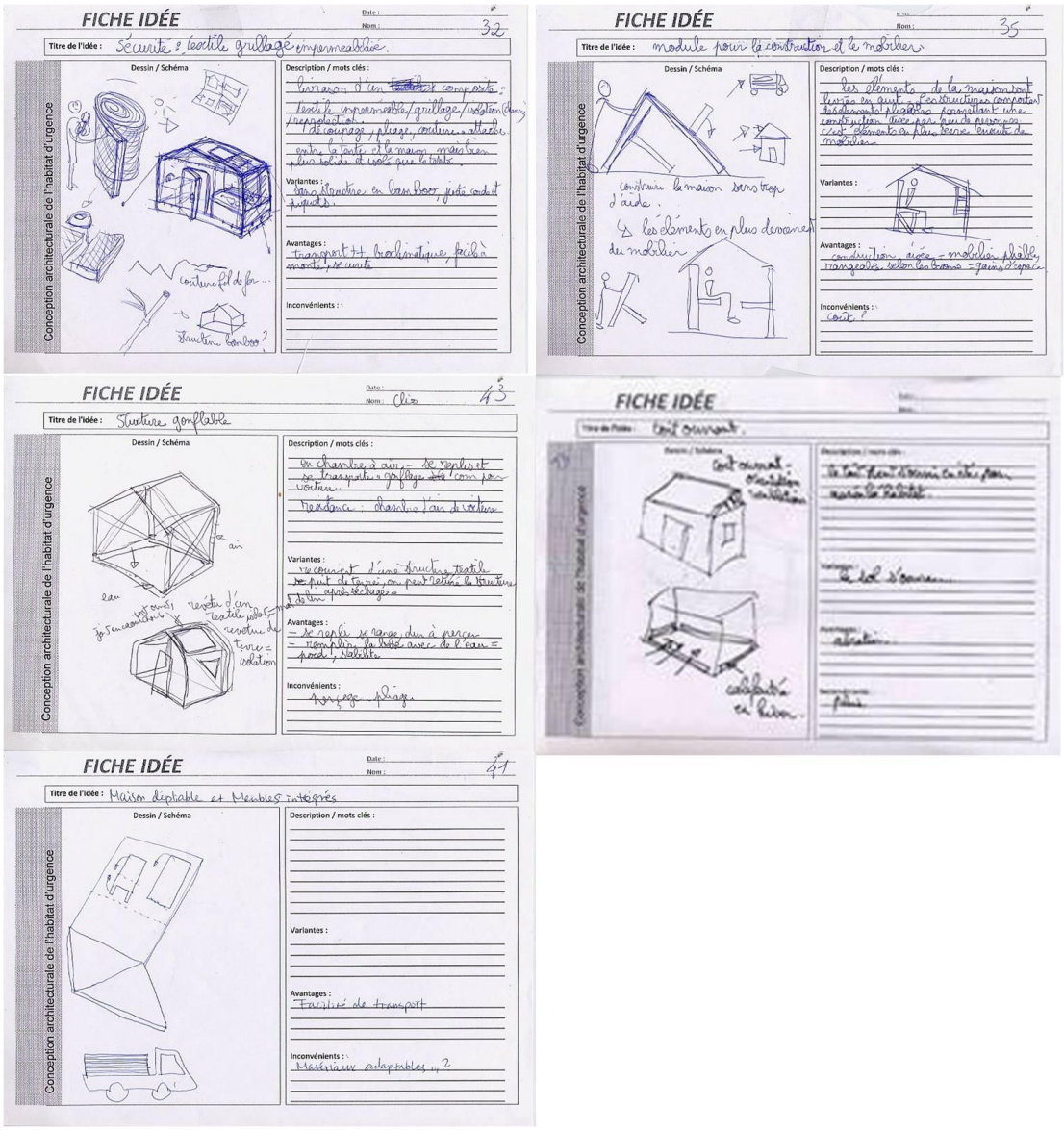


Figure 29: Un concept initial *"fabrication rapide"*, généré par la manière de regroupement de fiches idées

Une fiche idées portant sur des cloisons déroulables, par exemple, a été combinée avec d'autres fiches idées complémentaires (voir figure 29).

Une fiche idées intitulée, *« textile grillagé imperméable »* propose des cloisons déroulables qui présentent certains avantages pour le transport, la construction facile, la sécurité. Mais, cette idée pose une question sur la structure. Au niveau de structure, cette idée centrale a été combinée avec la fiche idée, *« structure gonflable ».* Parmi les fiches idées consistant à proposer des idées concernant la structure, cette structure gonflable a été considérée comme correspondant à la caractéristique des cloisons textiles. Pour réaliser l'environnement climatique de l'intérieur, une fiche idée, *« toit ouvrant »* a été combinée avec les précédentes. Puis, d'autres fiches idées, *« maison dépliant »* et *« module pour la construction »,* ont été considérées comme complémentaires pour la facilité de construction. A l'issue du travail de constitution des concepts par la mise en relation des idées compatibles, ce concept s'est intitulé *« fabrication rapide ».*



Figure 30 : Explication et inspiration à partir des idées lors de la deuxième séance de créativité

Afin de développer les concepts initiaux générés lors de la première séance de génération de concepts, la deuxième séance de créativité a été organisée. Les objectifs de cette séance ont été de générer des idées complémentaires plus focalisées sur des éléments plus spécifiques et de les intégrer dans les groupes de concept. Les participants ont du générer des idées sous forme de fiches idées. Chacun a expliqué ses idées et s'est ainsi inspiré les idées présentées.

Après cette séance d'inspiration menée de manière collective, les concepts générés sous forme de regroupements de fiches idées ont été présentés. L'architecte qui était aussi animateur a demandé aux participants d'intégrer les idées proposées dans les différents groupes. La discussion a provoqué des croisements de connaissances, d'opinions et surtout d'expertises. Lorsque les participants experts

ont associé leurs idées aux idées déjà fournies, ils ont du analyser et interpréter les différentes informations en expliquant leurs raisons.

Grâce à cette discussion critique et aux différents points de vue métiers des participants, les idées ont été intégrées dans les différents groupes de concepts.



Figure 31: Intégration des idées dans les groupes de concepts constitués sous forme de fiche idées

En réalisant cette activité, les participants concepteurs ont pu générer de nouveaux concepts. Dans cette phase, une vingtaines d'idées ont été intégrées dans les 5 concepts parmi les 8 concepts qui avaient été générés lors de la phase précédente. Deux concepts supplémentaires ont aussi été proposés (voir figure 32).

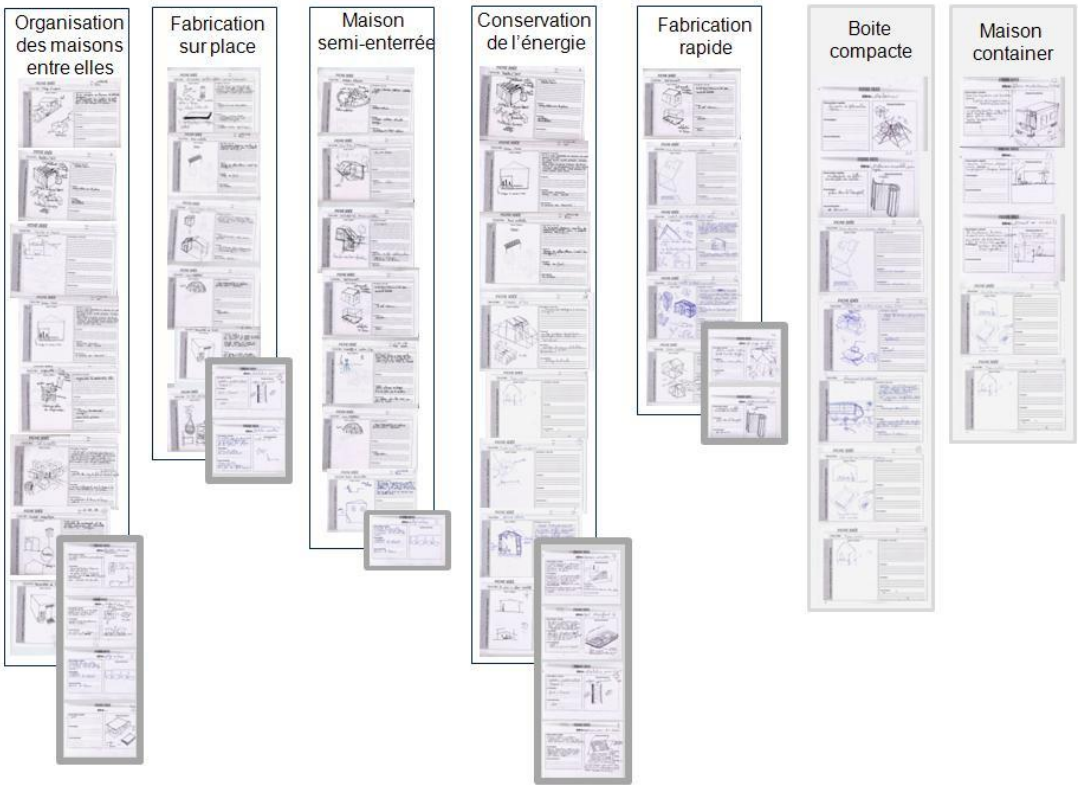


Figure 32: 5 concepts développés et 2 nouveaux concepts générés à la deuxième séance de créativité

Pour le concept, *« fabrication rapide »,* par exemple, deux fiches idées ont été combinées (voir figure 33). Le participant expert en structure a proposé un type de structure, « ancrage au sol et à l'arbre », en présentant ses idées sous forme de fiche idées. Les participants ont compris ces idées et l'efficacité de ce type de structure pour ce concept dont l'élément principal est la cloison textile. L'autre participant d'expert matériaux a présenté l'idée d'un matériau en latte afin de réaliser la rigidité en améliorant l'enroulement de la cloison textile. Avec l'accord des participants concepteurs, ce concept a été développé par la suite.

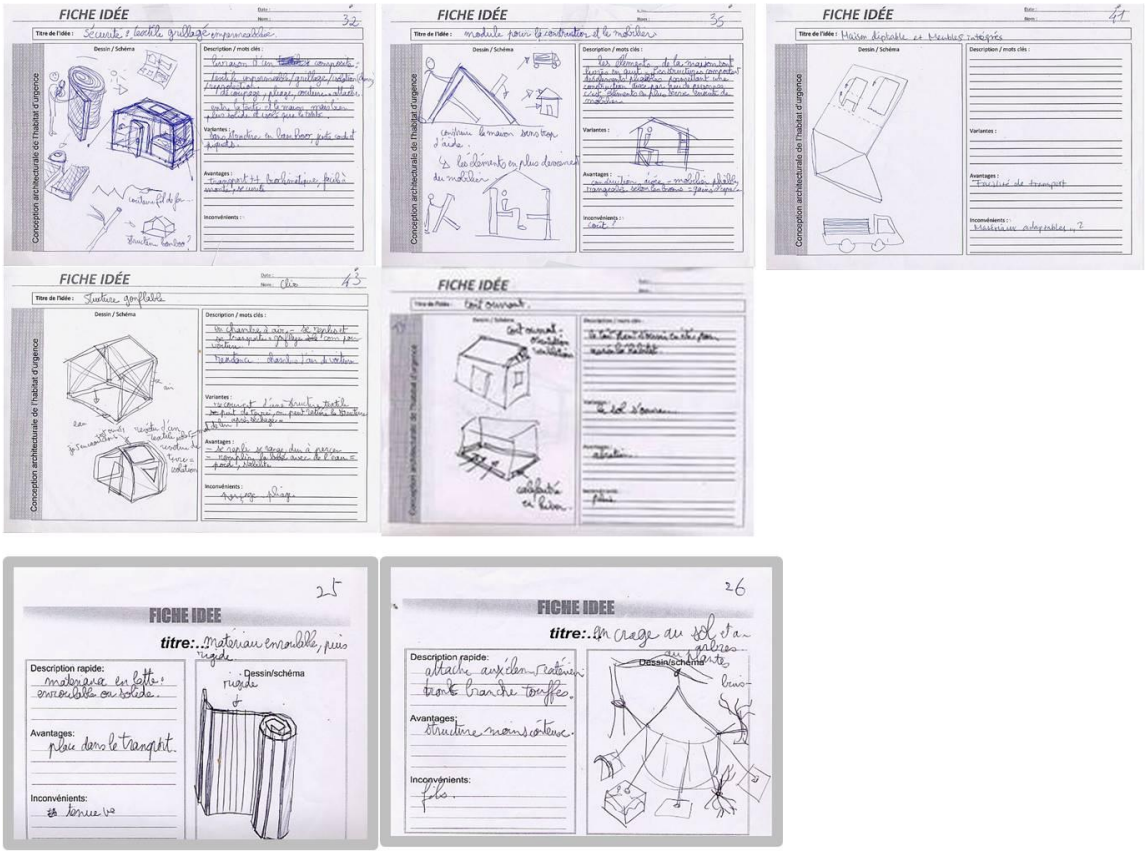


Figure 33: Le concept *"fabrication rapide"*, développé par la manière de regroupement de fiches idées (cadré en gris : 2 fiches idées complémentaires)

En développant les concepts initiaux de manière collective, les participants concepteurs ont pu générer deux nouveaux concepts (voir figure 34).

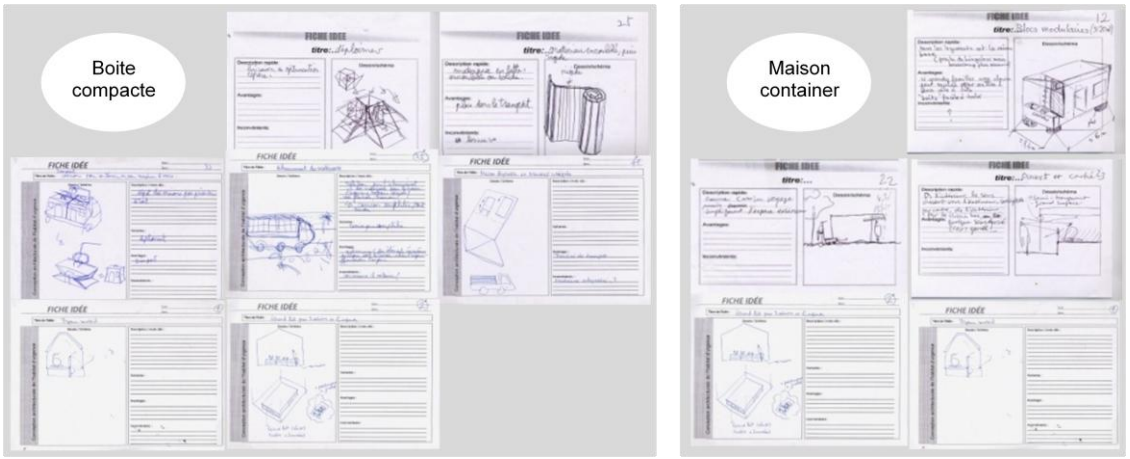


Figure 34: Deux groupes de nouveau concept supplémentaire (à gauche : *boite compacte*, à droite : *maison container*)

Lors de la recherche des idées complémentaires pour les concepts générés, deux nouvelles idées ont été éventuellement générées : « d*éploiement », « bloc modulaire ».* A partir de ces idées, les fiches idées générées auparavant ont été regroupées. Celles regroupées ou non aux autres concepts ont été réutilisées pour développer ces idées. Par exemple, deux idées, *« matériau en latte », « maison dépliant »,* qui ont été combinées au concept *« fabrication rapide »,* ont été considérées comme idée complémentaire pour l'idée *« déploiement »* (voir figure 34 gauche). En regroupant les 4 fiches idées, *« acheminement des matériaux », « grand lit », « espace mobile », « camion pour récupérer le verre »* qui ont été générées lors de la phase précédente, un nouveau concept a été constitué. A l'issue de cette tache, les participants concepteurs ont intitulé ce groupe, *« boite compacte »*. De la même façon, un concept intitulé *« maison container »* a été généré et développé à partir de l'idée *« bloc modulaire ».*

Lorsque chaque expert a manifesté son propre avis, l'ergonome lui-même est intervenu et a produit des fiches idées. Les participants concepteurs ont discuté ses idées.



Figure 35: Fiches idées produites par l'ergonome

3.2.4.3 Synthèse

Généralement, on considère que le rôle central des experts ou spécialistes porte plus sur une approche analytique visant à apporter des corrections à un artefact concret. Pourtant, ici, nous avons pu mettre en évidence le fait qu'une communication entre experts issus de différents domaines puisse amener une certaine créativité, à condition de se retrouver dans une situation fictive, ludique et conviviale qui amène les participants à une certaine tolérance malgré les différences de points de vue. Il se trouve que leurs données basées sur des connaissances locales et spécifiques ont finalement apporté une inspiration créative à l'équipe de conception.

Pourtant, la tache consistant à chercher des regroupements et à donner à chaque groupe d'idées fragmentaires une identité propre dans un délai relativement court s'est avérée être une tache difficile. En effet, les idées générées initialement ont plutôt constitué des solutions concrètes à des problèmes locaux ou partiels que des réponses globales aux objectifs du projet.

Jusqu'à ici, la méthodologie d'enrichissement des concepts sous forme de regroupement des fiches idées a permis aux divers points de vue et aux diverses connaissances spécifiques issues des différentes disciplines d'intervenir lors de la conception architecturale librement. Il a donc été nécessaire de réaliser un travail de synthèse afin de regrouper les fiches idées. En effet une solution architecturale doit proposer une coexistence de ses éléments constituants pour constituer un concept complet.

3.2.5 Evaluation et Sélection des concepts

L'évaluation et la sélection des concepts sont les principales difficultés du travail collaboratif. En effet, il apparaît souvent que chaque point de vue métier a plus de valeur que les autres et chaque acteur cherchera à le défendre au maximum. Encore plus en architecture, le commanditaire a l'argument d'autorité et influe donc majoritairement sur les décisions, alors qu'il suit souvent le projet de loin [Farel 2000]. C'est pour cette raison que nous avons fait évaluer les propositions par l'ensemble des participants, à l'aide d'une grille d'évaluation. Ainsi l'opinion de chaque participant a pu être recueillie à la même hauteur.

Pour cela un questionnaire puis une grille d'évaluation intégrant les points importants du cahier des charges ont été distribués aux participants.

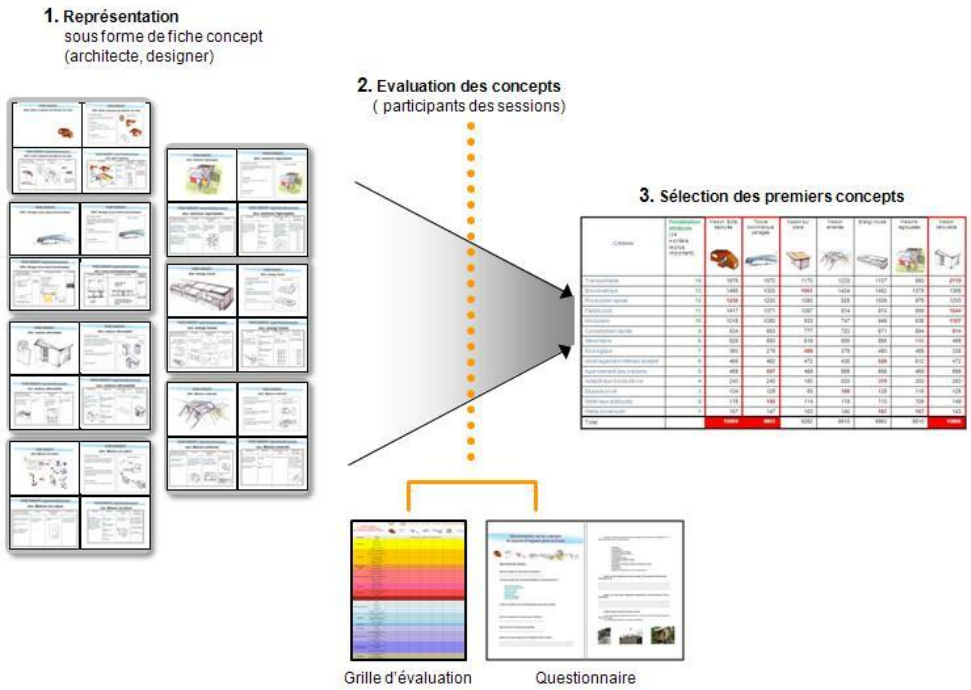


Figure 36: Evaluation et sélection des concepts avec fiches concepts

Cette évaluation intermédiaire a eu pour objectif de sélectionner les meilleurs concepts au regard de chaque critère, en vue d'intégrer leur qualité et les bonnes idées qui les composent pour aboutir aux trois premiers concepts sélectionnés.

Nous avons présenté tous les concepts illustrés sous forme de fiche-concept et les avons soumis au jugement des membres de l'équipe de conception (10 personnes au total) avec un questionnaire et une grille d'évaluation comme outil d'évaluation méthodologique.

3.2.5.1 Protocole et méthodes

Fiche concept

Les concepts développés lors de l'étape précédente ont été représentés sous forme de fiches-concept formalisées selon le même degré de détail avant de procéder à la phase d'évaluation. Les fiches concepts s'appuient sur des esquisses qui permettent de clarifier le contenu d'une solution par l'écrit et par le schéma.

La représentation sous forme de fiches concepts comporte une explication simple, claire et globale avant de préciser les détails. En effet une description trop détaillée au départ peut empêcher une interprétation et une analyse claire de la part des évaluateurs. Une présentation pédagogique des concepts allant d'un niveau global vers un niveau détaillé en présentant chaque concept à différents degrés donne une meilleure image à certains concepts.

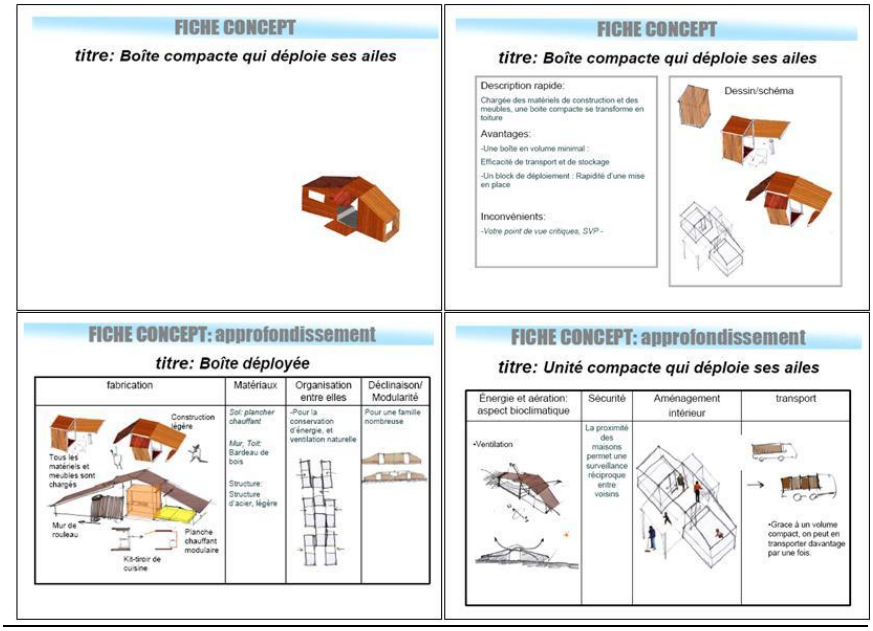
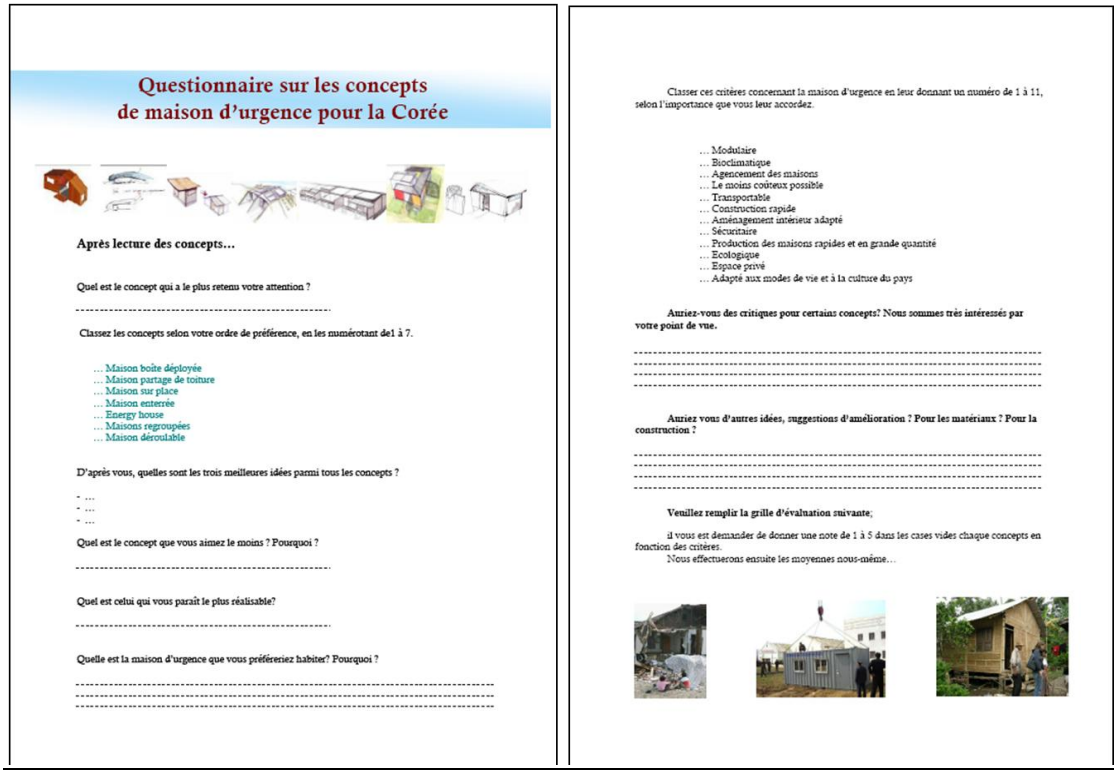


Figure 37: Exemple de fiche concept

Questionnaire

Afin de combiner les résultats de l'évaluation intermédiaire avec le développement du projet, le questionnaire est un outil approprié pour apporter rapidement des orientations de conception et une réponse plus concrète.



Questionnaire sur les concepts
de maison d'urgence pour la Corée

Après lecture des concepts…

Quel est le concept qui a le plus retenu votre attention ?

Classez les concepts selon votre ordre de préférence, en les numérotant de1 à 7.

… Maison boite déployée
… Maison partage de toiture
… Maison sur place
… Maison enterrée
… Energy house
… Maisons regroupées
… Maison déroulable

D'après vous, quelles sont les trois meilleures idées parmi tous les concepts ?

- …
- …
- …

Quel est le concept que vous aimez le moins ? Pourquoi ?

Quel est celui qui vous paraît le plus réalisable?

Quelle est la maison d'urgence que vous préféreriez habiter? Pourquoi ?

Classer ces critères concernant la maison d'urgence en leur donnant un numéro de 1 à 11, selon l'importance que vous leur accordez.

… Modulaire
… Bioclimatique
… Agencement des maisons
… Le moins coûteux possible
… Transportable
… Construction rapide
… Aménagement intérieur adapté
… Sécuritaire
… Production des maisons rapides et en grande quantité
… Ecologique
… Espace privé
… Adapté aux modes de vie et à la culture du pays

Auriez-vous des critiques pour certains concepts? Nous sommes très intéressés par votre point de vue.

Auriez vous d'autres idées, suggestions d'amélioration ? Pour les matériaux ? Pour la construction ?

Veuillez remplir la grille d'évaluation suivante;

il vous est demander de donner une note de 1 à 5 dans les cases vides chaque concepts en fonction des critères.
Nous effectuerons ensuite les moyennes nous-même…

Figure 38: Questionnaire pour l'évaluation intermédiaire

Par les questionnaires, il a été demandé aux participants des deux séances de créativités de :

- *Donner leur avis à première impression sur le concept qui leur paraît le plus viable.*
- *Classer les concepts proposés.*
- *Classer les critères du cahier des charges en leur donnant un numéro de 1 à 11, selon l'importance qu'ils leur accordent.*
- *Dire quelles sont les idées, à travers les concepts, qui leur paraissent les meilleures.*
- *Quels sont les concepts qui leur semblent peu crédibles.*
- *Emettre toutes critiques.*

Grille d'évaluation

Lors des deux séances de créativité, les fonctions principales et les fonctions contraintes ont été exposées. Dans ce parcours créatif, des problématiques et contraintes nouvelles ont émergé, ce qui a permis de compléter le cahier des charges.

L'analyse fonctionnelle a été effectuée à partir des quatre objectifs principaux présentés lors du débriefing du projet d'après un cahier des charges succinct. En générant et en développant des concepts de manière collective, les concepteurs ont exprimé les problématiques et les contraintes nécessaires vis-à-vis des objectifs principaux : habitat sécuritaire, bioclimatique, adapté au mode de vie, et autres critères concernant la production architecturale (moins coûteux possible, transportable, construction rapide, écologique, modulaire, léger).

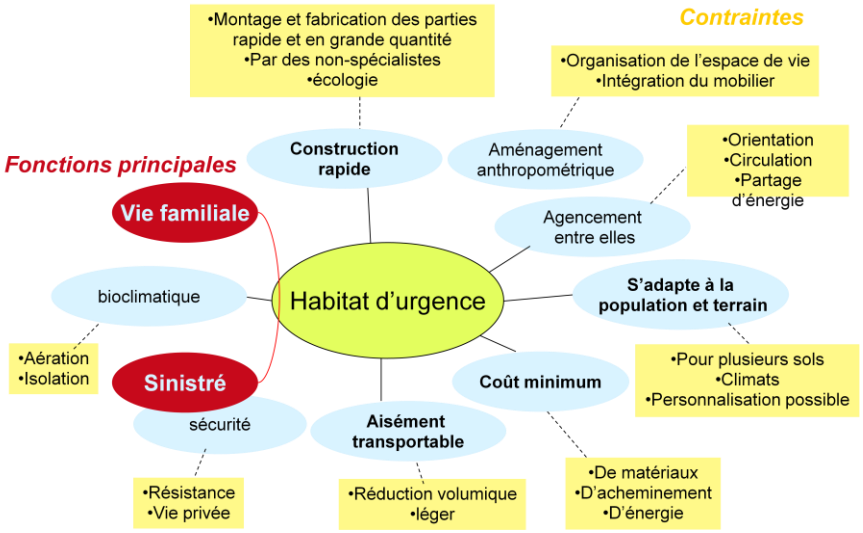


Figure 39: Fonctions principales de l'habitat d'urgence (représentation évolutive)

En faisant varier et en détaillant les fonctions et leurs critères, le cahier des charges évolué de manière graduelle. La fonction d' *« habitat adapté au mode de vie »*, par exemple, a été variée selon les quatre termes : « *agencement des maisons », « aménagement intérieur », « espace privé » et « petite dimension ».* D'autre part les fonctions ont été détaillées selon plusieurs termes en fonction des critères. En ce qui concerne l'habitat sécuritaire, plusieurs éléments nécessaires ont été exposés et communiqués. Ils ont été ainsi recueillis selon cinq critères : *« contre des agresseurs », « face au retour des inondations », « sécurité des biens », « contre les incendies », « résistance au poids (eau, neige) et aux coups ».* Ainsi, toutes les fonctions nécessaires et les contraintes complétées qui constituent le cahier des charges de l'habitat d'urgence ont été classifiées sous forme d'un tableau détaillé.

Rappel de l'objectif: concevoir un habitat d'urgence pour une famille (2 adultes et 2 enfants)		**Maison Boîte déployée** 	**Toiture bioclimatique partagée** 	**Maison sur place** 	**Maison enterrée** 	**Energy house** 	**Maisons regroupée** 	**Maison déroulable** 
Fonctions	**critères**	**partie à remplir: notation sur 5 à chaque cases**						
Bioclimatique	Aération							
	chaleur en hiver							
	fraicheur en été							
	orientation Sud possible							
Sécuritaire	contre des agresseurs							
	face au retour des inondations							
	sécurité des biens							
	contre les incendies							
	résistance au poids(eau, neige),aux coups…							
Agencement des maisons	gain d'espace							
	partage énergétique							
Aménagement intérieur	optimisation de l'espace							
	robinet, douche et WC							
	séparation lit enfants/parents							
	rangements possible							
	nettoyage faciles							
Espace privé	isolation accoustique							
	lumière mais caché							
Petite dimension	un maximum d'espace investi							
	ouverture sur l'espace extérieur							
Adapté aux modes de vie	intégration des modes de vie							
Matériaux adéquats	légers							
	peu couteux							
	écologiques							
	résistants (poids, eau, coup)							
Modulaire	s'adapter à un maximum de situation							
	s'adapter à d'autres cas d'urgence ou à d'autres pays							
	être personnalisable							
Faible coût	transport, matériaux.							
Transportable	légèreté							
	peu volumineux							
Construction rapide	assemblage demandant peu d'outillage							
	par des personnes peu formées							
	stabilité des fondations							
Production rapide et en grande quantité	industrielle							
	à proximité, matériaux locaux privilégiés							
	process facile ou déjà existant							
Ecologique	fin de vie: biodégradable ou recyclable							
	moindre consommation d'énergie de la maison							

Figure 40: Grille d'évaluation classifiant les fonctions et les contraintes complétées

L'objectif a été de permettre une évaluation plus objective, complète et au regard des multiples paramètres qui entrent en jeux dans la conception d'un habitat d'urgence. La grille d'évaluation propose d'une part la liste des concepts et d'autre part la liste des critères qui permettent de renseigner chaque critère (voir figure 40).

3.2.5.2 Résultats

Cette évaluation intermédiaire a été effectuée avec 10 personnes qui ont participé aux deux séances de créativité. Les 7 fiches concept, le questionnaire et la grille d'évaluation produits lors de la deuxième séance de génération de concepts ont été distribués par internet. L'objectif de cette étape a été de sélectionner trois concepts à développer et d'obtenir les recommandations à prendre en compte.

Dans la grille d'évaluation, les participants ont du noter chaque concept sur 5, selon les critères détaillés. Le calcul a consisté à faire la somme pour chaque critère, pour chaque concept et pour chaque participant. Les résultats de chaque participant ont été ensuite additionnés, par critères et concepts (voir figure 41).

Fonction	Critères	Maison Boîte déployée 
Bioclimatique	aération	5
	chaleur en hiver	3
	fraîcheur en été	4
	orientation sud possible	5
Total (participant 1)		17/20

Fonction	Participants	Maison Boîte déployée 
Bioclimatique	Participant 1	17
	Participant 2	9
	...	...
	Participant 10	8
Total		112

Figure 41: Résultat pour une personne, un critère et un concept (à gauche), et Résultat additionné pour un concept et un critère, de tous les participants (à droite) - *ex. fonction « bioclimatique »*

Puis cette somme a été multipliée par un coefficient correspondant à l'importance de chaque fonction accordé par les participants à l'évaluation.

Participants / Critères	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	Pondération attribuée (14 = critère le plus important)
Transportable	9	14	13	7	11	13	10	10	14	11	112	14
Bioclimatique	8	10	14	10	10	11	13	6	11	13	106	13
Production rapide	14	12	12	4	9	12	11	4	13	9	100	12
Faible coût	11	13	11	8	4	7	8	13	10	12	97	11
Modulaire	13	11	5	11	5	8	9	14	12	2	90	10
Construction rapide	12	2	10	3	8	10	14	9	4	14	86	9
Sécuritaire	2	9	8	2	13	9	12	12	7	6	80	8
Ecologique	5	8	1	5	14	14	5	7	5	8	72	7
Aménagement intérieur adapté	10	4	9	14	6	2	2	1	6	10	64	6
Agencement des maisons	7	7	3	9	3	5	4	11	9	4	62	5
Adapté aux mode de vie	3	3	6	12	12	4	3	8	1	7	49	4
Espace privé	6	1	4	13	2	6	1	3	8	1	45	3
Matériaux adéquats	4	6	7	6	1	1	6	2	3	3	39	2
Petite dimension	1	5	2	1	7	3	7	5	2	5	38	1

Figure 42 : Pondération des critères selon leur importance accordée au questionnaire

Cette importance a résulté du classement de tous les critères à l'aide du questionnaire en répondant à la question : classer les critères du cahier des charges en leur donnant un numéro de 1 à 14 (14 = critère le plus importante), selon l'importance que vous leur accordez. L'importance des critères a pu été pondérée (voir figure 42).

Après cela, tous les résultats ont été reportés dans le tableau suivant :

Critères	Pondération attribuée (14 = critère le plus important)	Maison Boîte déployée 	Toiture bioclimatique partagée 	Maison sur place 	Maison enterrée 	Energy house 	Maisons regroupées 	Maison déroulable 
Transportable	14	1676	1670	1170	1233	1107	980	**2119**
Bioclimatique	13	1456	1300	**1651**	1404	1482	1378	1385
Production rapide	12	**1230**	1200	1050	825	1005	975	1200
Faible coût	11	1417	1371	1097	914	910	869	**1544**
Modulaire	10	1015	1050	933	747	945	935	**1167**
Construction rapide	9	834	663	777	720	571	594	**914**
Sécuritaire	8	525	560	615	685	655	**745**	485
Ecologique	7	360	278	**488**	375	480	465	338
Aménagement intérieur adapté	6	468	452	472	436	**528**	512	472
Agencement des maisons	5	469	**597**	459	555	555	469	555
Adapté aux mode de vie	4	240	240	180	200	**310**	300	260
Espace privé	3	104	125	93	**160**	128	115	125
Matériaux adéquats	2	118	**150**	114	116	110	106	149
Petite dimension	1	157	147	163	140	**167**	**167**	143
Total		**10069**	**9803**	9262	8510	8963	8610	**10866**

Figure 43: 3 concepts meilleurs (cadrés en rouge)
et meilleurs concepts au regard de chaque critère (dont le score écrit en rouge)

Cette évaluation a permis de dégager :

- les trois premiers concepts et leurs points forts et faibles.
- les meilleurs concepts au regard de chaque critère.

Avec les scores multipliés par les pondérations d'importance des critères, les trois meilleurs concepts ont été sélectionnés comme les montre la figure 43. Le concept *« maison déroulable »* a pris le meilleur score. Il a obtenu la meilleure note par rapport aux critères, *« transportable », « faible coût », « modulaire », « construction rapide »,*. Cependant, tandis qu'il n'a pas été performant sur le critère de la sécurité, le concept de *« maison regroupée »* présente un bon score pour ce critère. Les scores mentionnés en rouge nous informent sur les points le plus forts de chaque concept et nous ont ainsi permis de reconnaitre les idées clés pour développer les concepts sélectionnés.

Par la suite, en recueillant les critiques positives et négatives émises sur les concepts sélectionnés dans les questionnaires, nous avons pu identifier les éléments architecturaux à améliorer (*ex.* « *La maison déroulable semble fragile. Elle a l'air peu résistant contre le vent, la maison déroulable paraît facile à mettre en œuvre. »).* Puis certaines qualités des autres concepts ont été mises en évidence. De tels conseils (ex. « *Le sol chauffant grâce à une dalle de béton me paraît une très bonne idée. Privilégier un aménagement intérieur avec lit et salon dans la même salle »*) ont été utiles pour le développement des concepts. Il s'est aussi agi de faire un compromis lorsque deux avis s'opposaient, ce qui s'est produit à plusieurs reprises avec les questionnaires. Par exemple, les parois souples de la maison déroulable ont été critiquées par certains et considérées comme peu solides, tandis que d'autres ont jugé cela très pratique pour le transport. Lorsque l'architecte a pris une décision, ces informations variées issues de plusieurs disciplines ont constitué une base directrice.

Cependant, l'architecte a recherché et ajouté d'autres idées pour rattraper les points faibles et pour organiser les espaces intérieurs. En effet, malgré la fiche concept représentant les concepts de manière synthétique, leur organisation spatiale n'avait pas encore été suffisamment constituée. En utilisant ses représentations intermédiaires telles que croquis, plans, coupes, perspectives et simulation numérique, l'architecte a vérifié les concepts globaux à plusieurs niveaux tels que les matériaux, le positionnement de fenêtre, la hauteur du bâtiment, la sensation spatiale…etc.

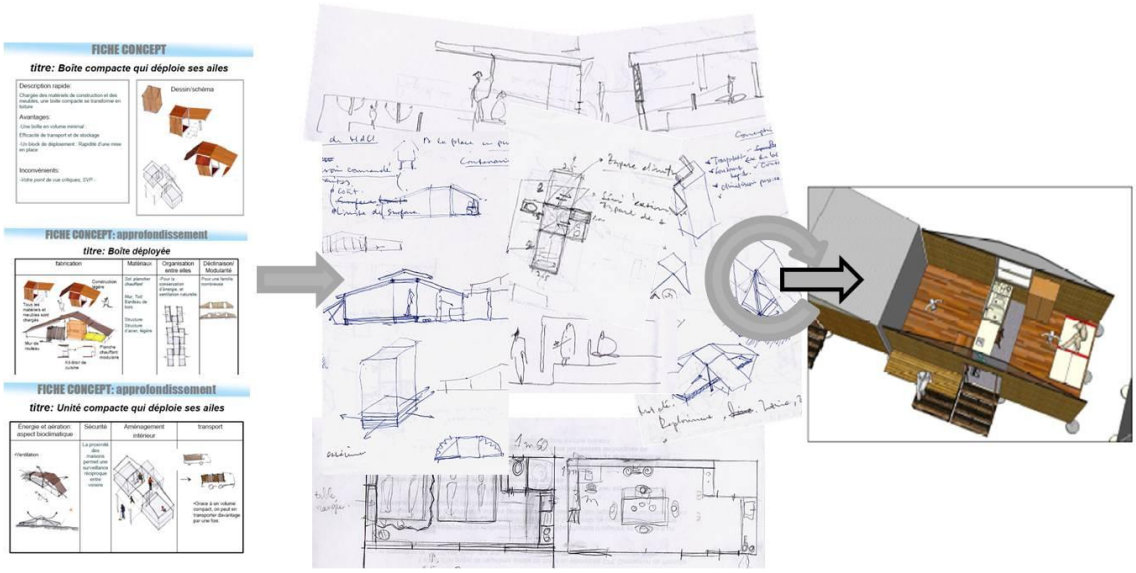


Figure 44: Evolution du concept allant de la fiche concept à la modélisation numérique

Ainsi, les 3 concepts ont été complétés et leur organisation spatiale a été concrétisée.

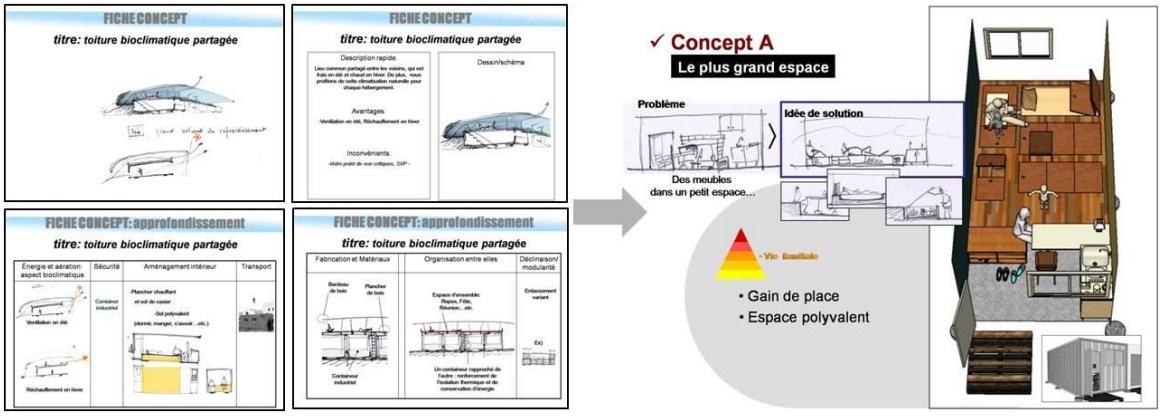


Figure 45: Concept A, *"le plus grand espace"* évalué à partir de la fiche concept

Le concept, *« toiture bioclimatique partagée »* a fait l'objet de critiques négatives sur l'aménagement intérieur (*ex. « sa toiture est dure à réaliser, il n'y a pas d'espace de stockage »*). Pour réaliser en même temps un espace de vie le pus grand possible et des espaces de stockage suffisants dans une surface 18 m ², un système de plancher surélevé a été proposé par l'architecte. Ce plancher équipé par des stockages et des lits en bas devient un séjour plus large dans la journée. Il se transforme en chambre à coucher dans la nuit. Ainsi il permet de réaliser un gain de place et apporte aussi un espace spacieux. Les habitants bénéficient d'un espace de vie polyvalent. Par rapport à la pyramide de

Maslow, cette idée est considérée comme répondant à un besoin de la vie familiale. Ce besoin se positionne à un niveau supérieur d'estime personnelle.

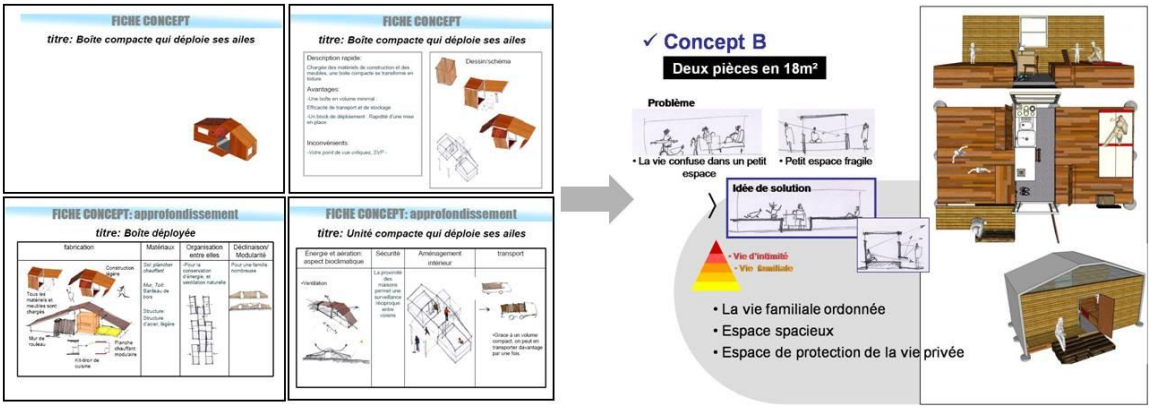


Figure 46: Concept B, *"deux pièces en 18m²"* évalué à partir de la fiche concept

Sur la base de ses idées de construction et d'organisation spatiale, la mise en forme architecturale du concept, *« maison boite déployée »*, a été mis en avant par l'architecte. Celui-ci propose une idée avec deux planchers surélevés, en vue d'ordonner la vie familiale ainsi que d'assurer l'intimité des membres de famille. La fonction du plancher est de séparer les activités familiales sans cloison car l'espace est très exigu. Par ailleurs, en vue d'assurer simultanément un certain sentiment d'espace et d'intimité de l'extérieur, une combinaison permet de répondre aux deux objectifs, qui comportent à la fois une isolation de l'extérieur et une ouverture vers l'extérieur.

Ainsi, ce concept a été complété en vue d'améliorer sa qualité architecturale par rapport aux cinq éléments nécessaires selon la pyramide de Maslow : besoin de la vie d'intimité et de vie familiale.

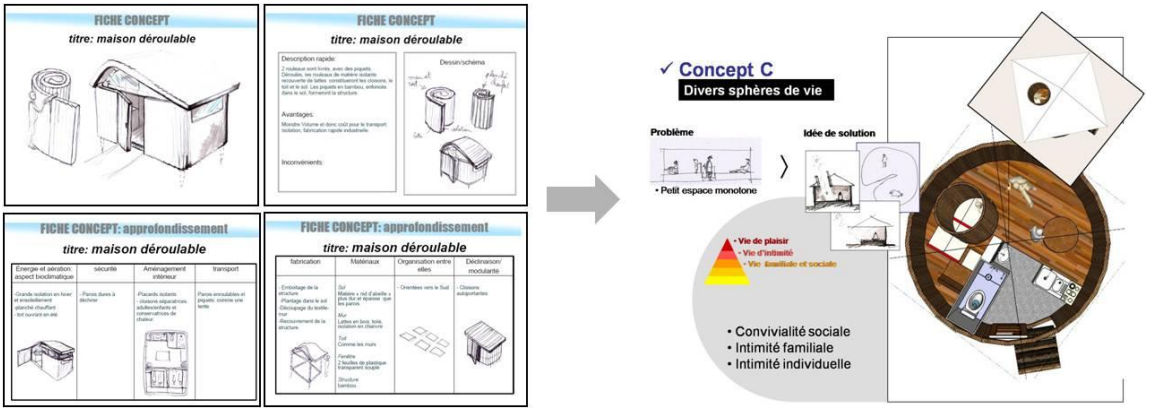


Figure 47: Concept C, *"diverses sphères de vie"* évalué à partir de la fiche concept

Le concept C issu de l'amélioration du concept, *« maison déroulable »* vise à la réalisation de diverses sphères de vie dans une petite surface (18 m²). L'idée principale est qu'un habitat est un endroit où l'on ressent des émotions. Par rapport à l'objectif de l'habitat d'urgence prévu pour une durée de 1 à 2 ans, répondre à ce besoin supérieur est essentiel car la vie n'est pas qu'une question fonctionnelle. Dans ce sens, l'architecte a souhaité réaliser un espace de gradation de plus ouvert à plus silencieux, de plus individuel à plus social.

Le concept, *« maison déroulable »,* qui a été constitué majoritairement à partir d'idées de construction, a été développé à cette fois par l'architecte. Le concept qui a ensuite été amélioré par rapport à la qualité d'habitation a été intitulé, *« diverses sphères de vie ».*

3.2.5.3 Synthèse

Les 7 concepts illustrés sous forme de fiche-concepts ont été soumis au jugement des membres de l'équipe de conception (10 personnes) avec un questionnaire et une grille d'évaluation. Sur la base du questionnaire, il leur a été demandé de réfléchir globalement et de manière spontanée au niveau des préférences des concepts, ainsi qu'à une classification des critères d'évaluation entre eux complétée par des critiques spécifiques.

Grâce à la grille d'évaluation dont l'objectif était de permettre une évaluation plus rigoureuse, les participants ont pu noter chaque concept selon les critères détaillés du cahier des charges. La notation a été ensuite pondérée selon ceux qui ont été considérés comme primordiaux. Cette pondération a permis de faire une moyenne pour chaque concept permettant ensuite de s'orienter vers la sélection des concepts. Deux étapes d'évaluation menées de manière collective ont permis de dégager les concepts qui ont obtenu les meilleures notes au regard de chaque critère, et à l'architecte d'avoir des informations directrices pour compléter l'organisation spatiale des concepts sélectionnés.

3.2.6 Discussion

L'enjeu majeur de cette recherche a été d'analyser comment favoriser la génération et le développement des concepts architecturaux en intégrant des informations relatives à l'utilisateur en amont du processus de conception.

Afin de réfléchir à une appropriation de la méthodologie générique et collaborative NPD en phase amont de conception architecturale, nous discutons ici les comportements des membres de l'équipe de conception, et également les résultats obtenus durant le projet architectural.

Génération d'idées	Utilisateur	• Participants en tant que futurs utilisateurs : Compréhension et communication des problèmes (scénarii)
	Créativité	• Durée (3h) et Quantité (30 idées)
	Collaboration	• Croisement des avis variés
Génération des concepts	Utilisateur	• Intervention libre de l'ergonome • Recommandations générales (non concrètes)
	Créativité	• Concepts relativement fragmentaires (Architecte: réflexion synthétique) • Découverte éventuelle d'autres concepts
	Collaboration	• Intervention des experts (Idées variées, Connaissances spécialisées) • Communication superficielle ou conflictuelle entre des domaines spécifiques
Evaluation et Sélection des concepts	Utilisateur	• Evaluation spontanée • Avis différents voire opposés
	Créativité	• Reconnaissance des points à développer
	Collaboration	• Points de vue variés

Tableau 4: Discussion sur l'expérimentation 1 d'après les trois thèmes principaux

Créativité collective en conception architecturale

En conception architecturale traditionnelle, l'architecte initie et oriente son projet par une hiérarchisation des contraintes et des éléments donnés au moment de la demande du projet. A partir d'un tel diagnostique fondé sur son point de vue propre, il recherche et élabore des concepts. En développant des croquis pour faciliter la simulation et la coordination des choix, il vérifie et contrôle son raisonnement architectural.

En revanche, la méthodologie alternative de conception architecturale proposée dans le cadre de notre thèse suggère un travail collectif des différentes disciplines.

Du point de vue de la créativité, par rapport au travail individuel de l'architecte, celle-ci apporte plusieurs avantages : lors de la phase d'analyse du besoin et de génération des idées, le croisement d'avis variés de la part des participants au processus de conception permet de produire une grande quantité d'idées assez rapidement. La phase d'approfondissement des concepts permet d'enrichir les concepts par des idées supplémentaires basées sur les connaissances spécifiques des participants experts.

Malgré cette capacité de l'architecte à fédérer l'équipe de conception autour d'une activité collective créative en conception architecturale, la question concernant le niveau de synthèse des solutions vis-à-vis du projet se pose. Pour enrichir les concepts qui ont été générés *via* une mise en relation des

idées, les participants experts ont proposé des idées supplémentaires. En dehors de l'architecte, les autres membres de l'équipe de conception se sont moins intéressés moins à une réflexion synthétique. Ils ont proposé des idées variées basées sur leurs connaissances spécifiques. Mais ces idées n'étaient pas forcément complémentaires les unes des autres.

Intégration des informations relatives à l'utilisateur en amont de la conception architecturale

Parmi les techniques de créativité pratiquées lors de la première séance de créativité, l'outil des *Scénarii* nous a donné l'occasion de construire une compréhension commune du projet en jouant le rôle de l'utilisateur. Les participants ont ainsi mis en évidence un grand nombre de problèmes et ont généré spontanément des solutions de manière collective.

Lors de la deuxième séance de créativité qui intégrait des experts, l'ergonome a manifesté son avis concernant l'utilisateur. Son point de vue a contribué à l'enrichissement du contenu lors du regroupement des idées puis du développement des concepts. Selon l'expert ergonome, il n'a pas été évident d'apporter des idées pertinentes et concrètes à ce stade encore relativement abstrait. Malgré la difficulté, son intervention à un stade encore abstrait lors de la *Génération des concepts* a pu être considérée comme une occasion potentielle d'intégrer des informations relatives à l'utilisateur.

Evaluation intermédiaire collective

Tandis que l'architecte prend traditionnellement une décision personnelle pour sélectionner un concept à développer sur la base de son expérience professionnelle, l'évaluation collective fait appel aux avis et perceptions spontanés des futurs utilisateurs et des différents experts métiers. Cette phase est donc essentielle, non seulement pour le choix d'un concept mais également pour l'interprétation des résultats de l'évaluation. En effet il s'agit là d'informations concernant des besoins et attentes manifestés par des utilisateurs potentiels. Ce type d'informations doit être intégré le plus en amont possible afin d'être transféré dans une solution architecturale. Les avis différents voire opposés des évaluateurs doivent malgré tout être considérés comme une ressource valable de la conception architecturale centrée utilisateur.

Comparaison des représentations intermédiaires (R.I) du processus de la conception architecturale traditionnelle et du processus de NPD adapté

Afin de générer, développer et définir un concept architectural, l'architecte fait un parcours d'aller-retour entre une réflexion mentale et une représentation explicite intermédiaire. En phase amont de la conception architecturale traditionnelle, des représentations intermédiaires telles que organigrammes, brouillons de plan, perspectives schématiques sont à un état abstrait. En effet, le

travail de l'architecte est individuel et basé sur sa propre imagination. Ses représentations sont explicites pour lui uniquement (voir figure 48).

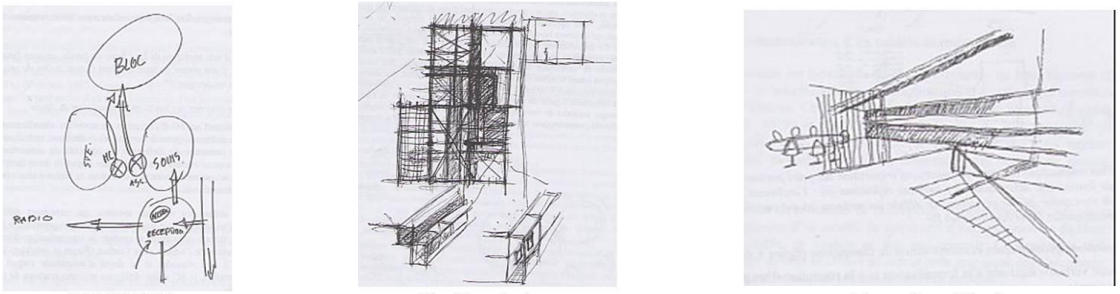


Figure 48: RIs en phase amont du processus de conception architecturale traditionnelle

Par contre, pour favoriser une activité collective, les représentations intermédiaires doivent être compréhensibles et objectives. La fiche idée que nous avons proposée dans le cadre des outils de créativité a un potentiel de catalyseur de la créativité collective en conception architecturale (voir figure 49).

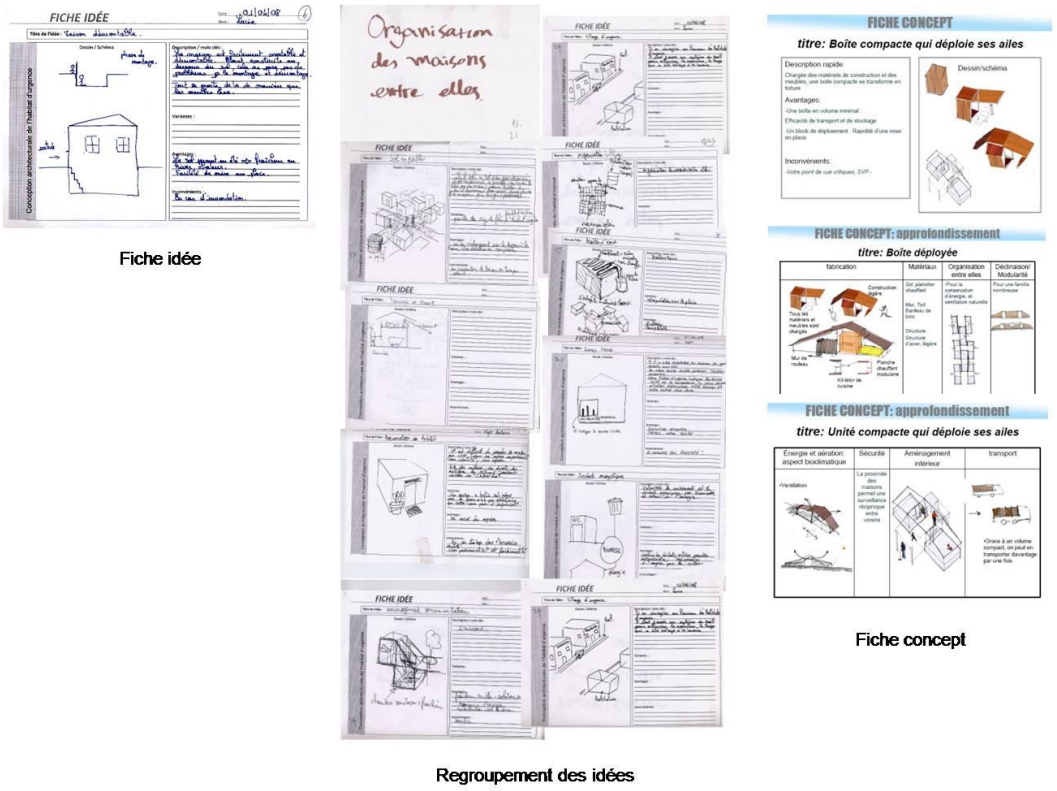


Figure 49: RIs de NPD adaptées au processus de conception architecturale amont

A la différence de la conception architecturale classique cadrée et limitée par le raisonnement global de l'architecte, cette approche de la conception architecturale collective a permis aux concepteurs d'imaginer des solutions et de manifester leurs opinions propres. Par là même, ils ont pu ajouter librement des idées complémentaires et générer d'autres concepts à l'occasion.

Malgré ses aspects positifs, ce type de conception architecturale peut induire certains risques dus à des concepts relativement fragmentaires. En effet, en dehors de l'architecte, le reste des concepteurs ne possède pas une vision synthétique du projet.

Donc, il peut être requis d'inclure des représentations intermédiaires de la conception architecturale classique à cette activité alternative afin de synthétiser les concepts en fiches concepts approfondis.

3.3 Expérimentation 2 : Développement des concepts détaillés

3.3.1 Objectif de l'expérimentation 2

En appliquant les outils et méthodes de NPD en conception architecturale dans les phases amont de la génération et du développement de concepts, nous avons pu aboutir dans l'expérimentation 1 à la sélection de 3 concepts d'habitat d'urgence.

Afin de mettre en œuvre le concept final, nous avons proposé une modélisation spatiale en réalité virtuelle des 3 concepts sélectionnés puis une évaluation de ces mêmes concepts par de futurs utilisateurs. Il s'est agi d'analyser dans l'expérimentation 2 l'appropriation des outils méthodologiques d'évaluation utilisateur de la NPD en conception architecturale.

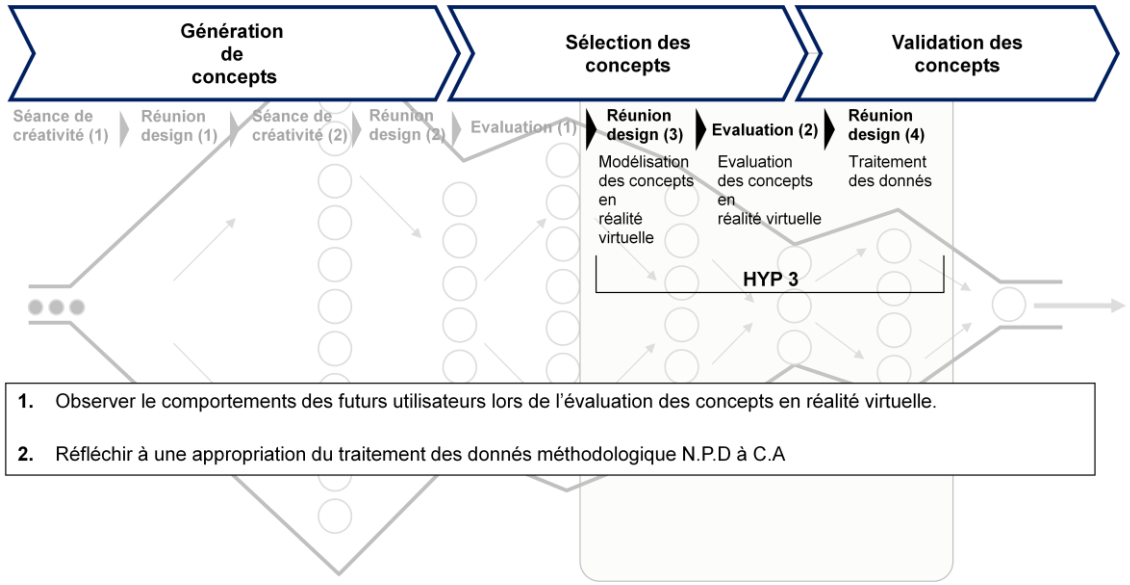


Figure 50: Objectif de l'expérimentation 2

L'objectif de l'expérimentation 2 s'est ainsi décomposé ainsi en deux points :

1) observer les comportements des futurs utilisateurs lors de l'évaluation des concepts développés en réalité virtuelle.
2) réfléchir à une appropriation du traitement méthodologique NPD des donnés en conception architecturale

Cette expérimentation a porté sur la validation de l'hypothèse 3 : les outils méthodologiques d'évaluation centrée utilisateur issus de la NPD peuvent être adaptés au contexte de la conception architecturale. La représentation spatiale des concepts en réalité virtuelle peut permettre aux futurs

utilisateurs d'exprimer des avis précis grâce au questionnaire et à l'interview. Ainsi, les résultats de l'évaluation des concepts peuvent fournir une orientation directrice en conception architecturale lors du développement d'un concept final.

3.3.2 Protocole et méthodes

Afin de réaliser cette expérimentation, nous avons établi un protocole d'évaluation des concepts par de futurs utilisateurs. L'objectif global a été de chercher à avoir des connaissances utiles pour concevoir le concept final.

Comme participant à l'évaluation, 12 personnes qui ne sont pas expertes du domaine de la conception architecturale ont été invitées. En vue de faire varier et de mettre à niveau les résultats d'évaluation, nous avons constitué un groupe composé de 6 hommes et 6 femmes, de 6 européens et 6 asiatiques et de plusieurs tranches d'âge (entre 20 et 30, entre 30 et 40, entre 40 et 50).

Dans un premier temps, les participants ont donné des notes d'après la grille d'évaluation que nous avons établie pour les 3 concepts représentés en réalité virtuelle. Dans un second temps, en répondant aux questions du questionnaire et de l'interview, ils ont pu modifier ces notes. Tous les avis exprimés par les participants ont été enregistrés par microphone et recueillis par écrit. Cette évaluation a été gérée par l'architecte pour une durée d'environ 1 heure 30 minutes par personne. Lorsque des participants étaient disponibles à la même heure, nous les avons invités à la même séance d'évaluation en vue d'économiser le temps d'évaluation.

3.3.2.1 Modélisation des concepts sélectionnés en réalité virtuelle

Lors de l'évaluation de l'espace architectural par les utilisateurs, il a été nécessaire de faire appel à des outils de représentation intermédiaire qui puissent lui permettre d'avoir une certaine perception spatiale. Or il est impossible en réalité de fabriquer une maquette architecturale de prototype à l'échelle réelle. Pourtant, pour réaliser un espace architectural satisfaisant, il est indispensable de prendre en compte les opinions de futurs utilisateurs en amont de la conception.

Dans cette situation délicate, nous avons proposé un outil numérique qui permet de réaliser une image en trois dimensions. Nous pensons que cet outil de modélisation en réalité virtuelle (RV) est beaucoup plus performant pour percevoir l'espace architectural que les représentations conventionnelles telles que les maquettes réduites.

Une modélisation en réalité virtuelle a été réalisée par une équipe du LCPI, dont le sujet de recherche

est l'élaboration et développement d'outils et méthodes supportant la conception de nouveaux produits. L'objectif majeur de cette recherche est d'appliquer la réalité virtuelle au processus de conception de nouveaux produits et d'analyser les résultats comme référence pour des projets futurs.

Notre travail de représentation des concepts en réalité virtuelle a eu pour objet de créer un environnement d'évaluation, le plus performant possible dans lequel de futurs utilisateurs pouvaient percevoir l'espace architectural comme dans la réalité.

La première étape de modélisation a consisté en une coordination et une exécution des actions nécessaires pour modéliser les 3 concepts en réalité virtuelle. Dans un premier temps, l'architecte a dessiné les trois concepts sélectionnés sur le logiciel SketchUp (voir figure 51).

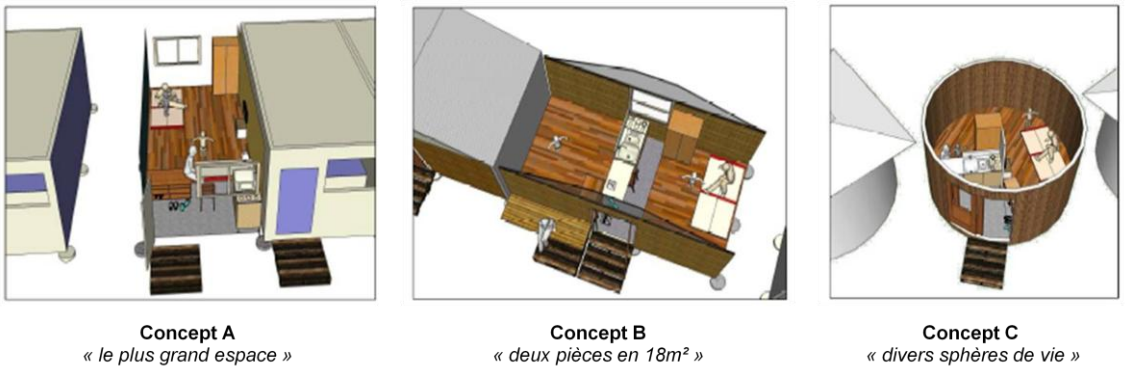


Figure 51: Trois concepts dessinés en SketchUp

Par la suite, un designer les a convertis sur Virtools qui est un logiciel de visualisation d'images en trois dimensions. A ce moment là, avec l'architecte, il s'est attaché à récupérer tout ce qui est important comme rendu visuel des modèles RV tels que les textures, les couleurs, les matériaux, la luminosité...etc.

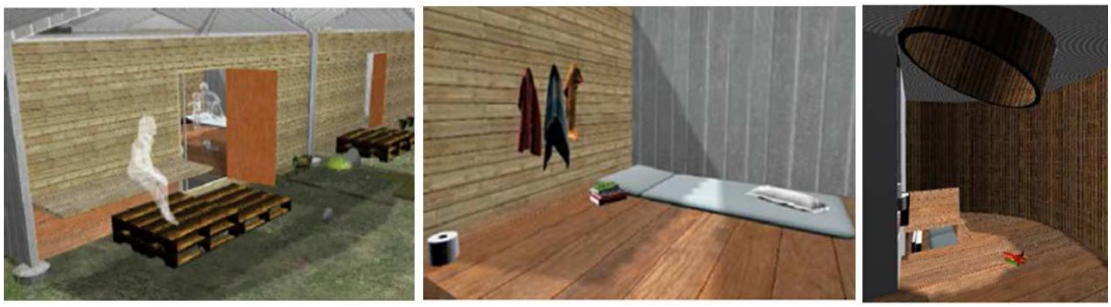


Figure 52: Différentes ombres faites dans de démonstrateur de l'habitat d'urgence

Après avoir transféré les fichiers et fait les corrections préliminaires nécessaires, nous avons modélisé les interactions et immersions nécessaires pour l'évaluation des concepts. En spécifiant comment l'utilisateur visite des espaces virtuels, nous avons programmé toutes les interactions-immersions à l'aide des outils de Virtools. Ce travail s'est déroulé de manière itérative pour corriger les défauts et améliorer la visualisation. En vue de réaliser de meilleurs résultats, un feed-back a été réalisé à chaque étape.

Les concepts visualisés sous Virtools sont présentés sur une interface grand écran en vision stéréoscopique en trois dimensions (voir figure 53). Les participants à l'évaluation sont équipés de lunettes qui affichent l'image correspondante de manière synchrone. Le moyen le plus pratique est l'utilisation du clavier et de la souris dans la mesure où l'utilisation de ces périphériques est usuelle. De plus, nous avons choisi ces outils car cette interaction demande une programmation moins complexe et réduit le temps de travail.



Figure 53: Séance d'évaluation en réalité virtuelle

La visite virtuelle a été constituée d'un chemin guidé de six ou sept positions prédéfinies par le designer et l'architecte. Afin de mieux comprendre les idées de chaque concept et de leur organisation spatiale, une visite guidée oblige l'utilisateur d'avoir des vues spécifiques pendant la visite virtuelle de l'habitat d'urgence. De plus, nous pensons que cette manière de visiter peut diminuer ou presque supprimer certains risques d'une perte de concentration et d'entraver ainsi l'évaluation.

Cependant, nous pensons que nous avons besoin de la possibilité de pouvoir naviguer librement dans l'habitat d'urgence virtuelle, en allant partout sans aucun contrôle. Cette navigation libre a été disponible comme en tant qu'option pour les visiteurs qui voulaient voir des endroits spécifiques.

3.3.2.2 Questionnaire et interview avec grille d'évaluation

Le dossier d'évaluation a été composé de trois éléments : la grille d'évaluation, le questionnaire et l'interview. L'objectif de cette évaluation a été de sélectionner un concept final et de reconnaître des points forts et faibles des concepts.

Afin de définir les critères de la grille d'évaluation, nous avons reconstitué les critères qui avaient définis dans le cahier des charges. Etant donné que cette évaluation visait tout particulièrement à estimer la qualité des espaces architecturaux par l'utilisateur futur, la constitution des critères a toujours été effectuée sur la base des cinq niveaux constituant le principe de la pyramide de Maslow.

		Degré de satisfaction		
		A	B	C
Besoins physiologiques	Repos	TB B M F J	TB B M F J	TB B M F J
	Repas	TB B M F J	TB B M F J	TB B M F J
	Dormir	TB B M F J	TB B M F J	TB B M F J
	Travail	TB B M F J	TB B M F J	TB B M F J
	Toilette	TB B M F J	TB B M F J	TB B M F J
	Sanitaire	TB B M F J	TB B M F J	TB B M F J
Sécurité psychologique		TB B M F J	TB B M F J	TB B M F J
Vie familiale		TB B M F J	TB B M F J	TB B M F J
Intimité		TB B M F J	TB B M F J	TB B M F J
Atmosphere intérieur	Luminosité	TB B M F J	TB B M F J	TB B M F J
	Spacieux	TB B M F J	TB B M F J	TB B M F J
	Aération	TB B M F J	TB B M F J	TB B M F J
Design attractif		TB B M F J	TB B M F J	TB B M F J

Figure 54: Grille d'évaluation présentée aux évaluateurs (futurs utilisateurs)

Comme les besoins physiologiques correspondent au niveau le plus vital, nous avons considéré six termes qui caractérisent l'activité de base de l'habitation : repos, repas, dormir, travail, toilette, sanitaire ; pour le deuxième niveau, le terme de sécurité psychologique qui signifie le degré de sentiment de protection de l'extérieur ; pour le troisième niveau, la vie familiale et l'intimité pour lesquelles il s'agit d'assurer une reconnaissance sociale. Afin de vérifier la qualité d'estime personnelle

qui est au quatrième niveau, nous avons considéré l'atmosphère intérieure (luminosité, espace, aération) et l'attractivité du design.

Les sujets ont rempli la grille d'évaluation en estimant le degré de satisfaction de «très bien» à «jamais». Ils ont donné des notes de manière spontanée aux concepts. Ils ont ensuite répondu au questionnaire dont le but a été d'exprimer leur compréhension globale des concepts. Avec quelques termes liés à la qualité architecturale pour l'habitat d'urgence, nous avons demandé aux futurs utilisateurs potentiels d'évaluer chaque concept et de choisir un concept préféré en comparant les 3.

Par la suite, lors des interviews, les sujets ont comparé les 3 concepts selon les critères d'évaluation. Dans cette procédure, ils pouvaient modifier les notes données au début. En répondant à une question simple, « pourquoi avez-vous choisi ce concept ? », ils ont du expliquer le plus clairement possible les raisons de leurs propres avis. Puis, ils ont classé leurs préférences et ont noté le degré de satisfaction vis-à-vis de chaque concept.

A l'issue de cette évaluation, nous avons ainsi recueilli divers avis précis fondés sur les différents points de vue. Nous avons aussi établi les points positifs et négatifs des 3 concepts selon chaque critère de la grille d'évaluation.

De ce fait, nous avons tenté d'extraire les informations critiques qui correspondent à des points positifs et négatifs des concepts. Ces concepts ont été revus au niveau de la fonctionnalité architecturale et de la qualité des espaces architecturaux.

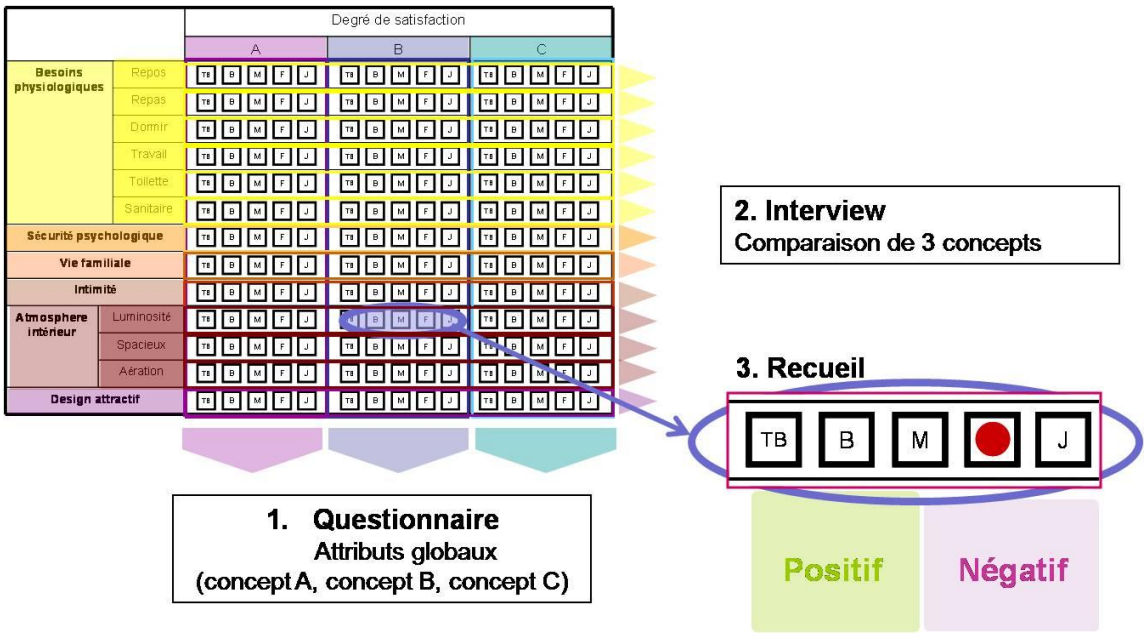


Figure 55: Outils méthodologiques (Grille d'évaluation, Questionnaire, Interview)

Ainsi, les meilleurs concepts ont été sélectionnés. Puis, avec les différents avis exprimés, nous avons pu identifier les qualités des concepts et les éléments à conserver ou bien à remettre en cause. Ceux-ci constituent alors des spécifications pour la recherche des solutions architecturales. Ces spécifications orientent l'imagination des concepteurs et conduisent à des idées adéquates relatives aux besoins et attentes de l'utilisateur futur.

3.3.3 Evaluation des concepts en réalité virtuelle



Figure 56 : Un exemple des dessins permettant de comprendre l'organisation spatiale globale (concept B)

Les 12 participants à l'évaluation ont navigué à l'intérieur des 3 concepts d'habitat d'urgence modélisés en réalité virtuelle. Cette visite virtuelle qui a duré environ 1heure 30 minutes, a été suivie par un questionnaire et les entretiens.

Avant de commencer la visite des concepts en réalité virtuelle, l'architecte a présenté chacun d'entre eux avec des dessins qui permettent de comprendre l'organisation spatiale globale (voir figure 56). Ensuite, en suivant la visite libre ou programmée selon les préférences, les participants ont du explorer les espaces en réalité virtuelle. Lors de cette visite, l'architecte les a aidés à ne pas perdre le chemin de la visite, et leur a donné une brève réponse à leurs

questions spontanées.

Par la suite, les visiteurs ont du remplir la grille d'évaluation assez rapidement en indiquant leurs impressions spontanées (voir figure 57). Après avoir donné des notes initiales aux trois concepts, l'architecte a présenté le questionnaire en vue d'extraire des avis globaux sur les concepts. Sans utiliser comme support les critères de la grille d'évaluation, les participants ont exprimé oralement leur impression initiale et globale. Ainsi, nous avons pu économiser le temps d'évaluation, en leur donnant une certaine liberté d'expression.

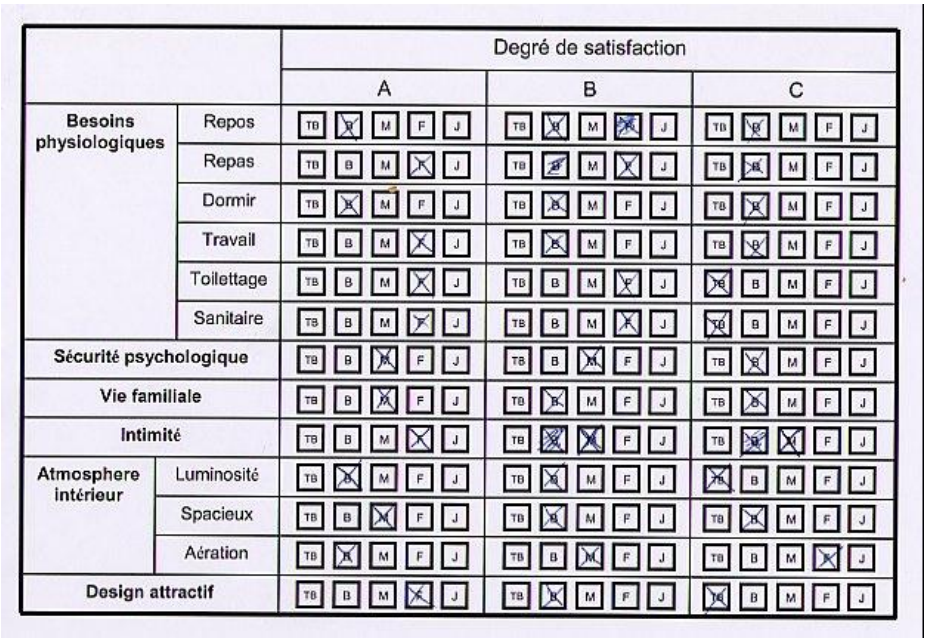


Figure 57: Grille d'évaluation remplie par un évaluateur à partir du questionnaire et de l'interview

Afin d'extraire des avis précis pour chacun des critères de la grille d'évaluation, nous avons ensuite réalisé des interviews. En comparant les 3 concepts, les participants ont sensiblement modifié les notes initiales en expliquant précisément leurs propres raisons. Leurs paroles ont été enregistrées par microphone.

3.3.3.1 Résultats

A l'issue de l'évaluation, nous avons ainsi produit des résultats qui témoignent du degré satisfaction pour tous les critères de la grille d'évaluation. Puis nous avons calculé la moyenne des notes données par les 12 participants. De ce fait, nous avons pu sélectionner le concept final à développer qui a obtenu la meilleure note au total. Les résultats ont été synthétisés sous forme de graphes radar (voir figure 58).

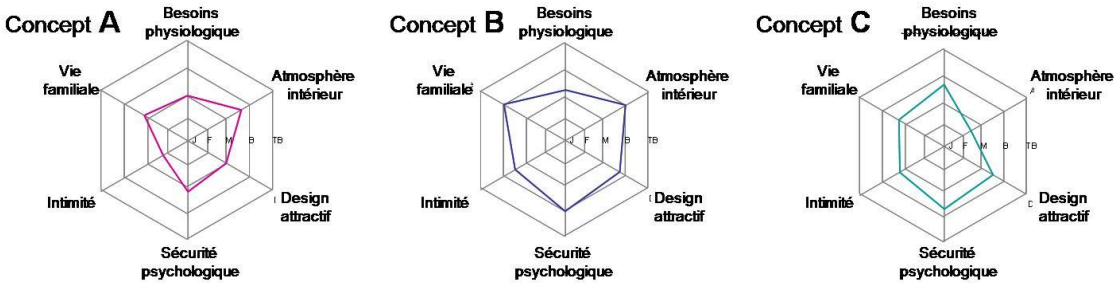


Figure 58: Synthèse des résultats de l'évaluation sous forme radar

Le concept B a été sélectionné comme concept final à développer. Ce concept a obtenu la meilleure note au niveau de la *« sécurité psychologique »,* la *« vie familiale »,* l'*« intimité »,* l' *« atmosphère intérieur »* et de l' *« attractivité du design »*. Par rapport à ces 6 critères, il n'a pas obtenu une bonne note sur le *« besoin physiologique ».* Plusieurs personnes ont signalé que pour le long terme, la toilette et la douche à l'extérieur sont rédhibitoires. Par ailleurs, il y a eu de nombreuses critiques sur le critère des besoins physiologiques. Par exemple, *l'espace pour le repas qui se situe en face de l'entrée, la cuisine au milieu de l'espace de vie qui peut casser l'ambiance propre, etc.*

		Degré de satisfaction		
		A	B	C
Besoins physiologiques	Repos	TB B M- F J	TB M- F J	TB B M- F J
	Repas	TB M- F J	TB B M- F J	TB M- F J
	Dormir	TB B M- F J	TB M- F J	TB M- F J
	Travail	TB B M- F J	TB M- F J	TB B M- F J
	Toilette	TB B M- F J	TB B M- F J	TB M- F J
	Sanitaire	TB B M- F J	TB B M- F J	TB M- F J
Sécurité psychologique		TB B M- F J	TB M- F J	TB M- F J
Vie familiale		TB B M- F J	TB M- F J	TB B M- F J
Intimité		TB B M- F J	TB B M- F J	TB B M- F J
Atmosphere intérieur	Luminosité	TB M- F J	TB M- F J	TB B M- F J
	Spacieux	TB M- F J	TB M- F J	TB B M- F J
	Aération	TB M- F J	TB M- F J	TB B M- F J
Design attractif		TB B M- F J	TB M- F J	TB M- F J

Figure 59: Classification des concepts selon les points positifs et négatifs (en vert : plus de bien, en violet : moins de moyen)

Tous les avis critiques exprimés par les 12 personnes qui ont participé à l'évaluation des 3 concepts ont pu être classés selon les points positifs et négatifs (voir figure 59). Alors que les deux autres concepts A et C n'ont pas eu la meilleure note totale, de nombreux points positifs ont été mentionnés. Le concept A par exemple a obtenu les mentions *« Bien »* sur les aspects « repas » comme un des critères correspondant aux besoins physiologiques et sur *« luminosité », « spacieux »* et *« aération »* pour les critères relatifs à l'atmosphère intérieure.

Tous les avis propres des futurs utilisateurs qui ont participé à l'évaluation de 3 concepts ont été recueillis. Par exemple, le concept C a été critiqué avec plusieurs points de vue de 12 personnes (voir figure 60 et 61). Ils ont exprimé leurs avis positifs et négatifs avec des raisons convaincantes. Sur l'élément *« toilette »* du critère de besoins physiologiques, 4 avis positifs ont été exprimés par 7 personnes : *« La toilette à l'intérieur est primordiale », « La douche intérieure est très favorable », « Avec la toilette, la vie de commodité est assurée pour la vie de longue durée », « La toilette à l'intérieur est important pour la sécurité des enfants dans la nuit ».*

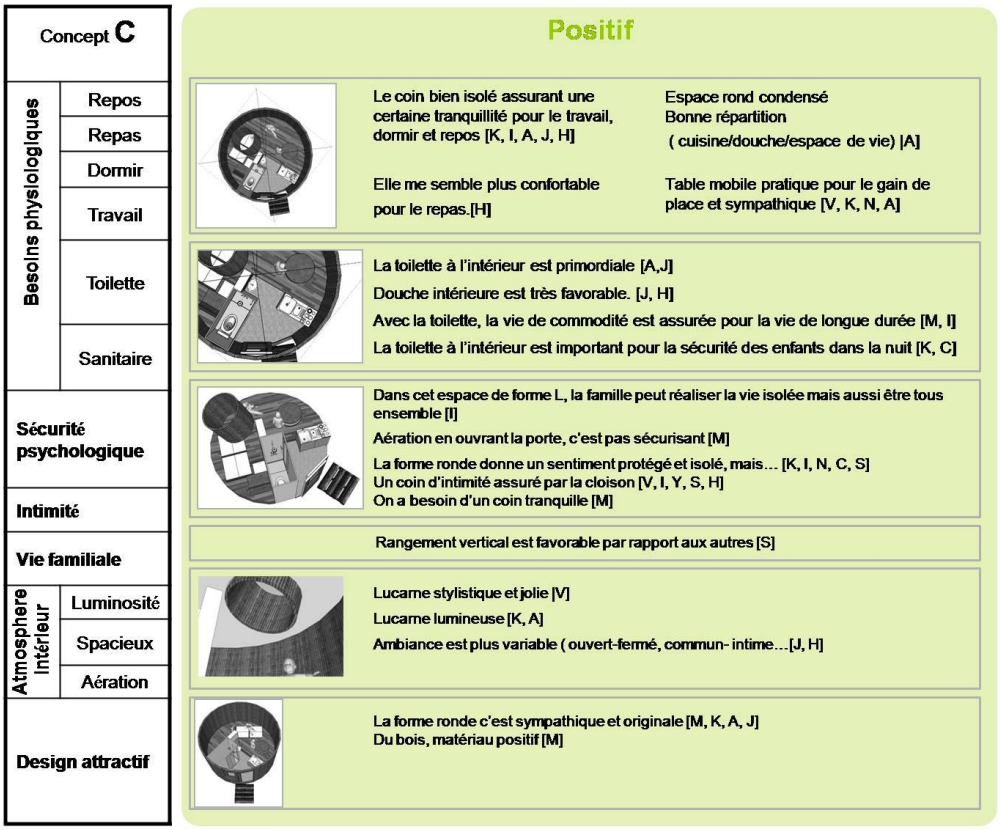


Figure 60 : Recueil des avis positifs par rapport aux critères (concept C)

Par contre, des points négatifs ont été mentionnés pour ce concept. Principalement 6 critiques ont été exprimées par 7 personnes : *« L'odeur et l'humidité de la toilette. Elle est trop proche de l'espace à manger », « Elle prend de la place dans ce petit espace », « Elle peut provoquer des problèmes d'hygiène », « Délimitation douche / toilette », « Salle de douche trop proche de l'extérieur. On voit tout », « Double lavabo, c'est trop dans un petit espace entrainant une perte de l'espace ».* Comme pour cet exemple, toutes les critiques positives et négatives concernant tous les critères d'évaluation ont été ainsi recueillies et résumées. Les initiales des évaluateurs ont été mises entre parenthèse et marquées à coté des résumés de leurs avis. Le nombre d'initiales nous a permis d'identifier l'importance des avis.

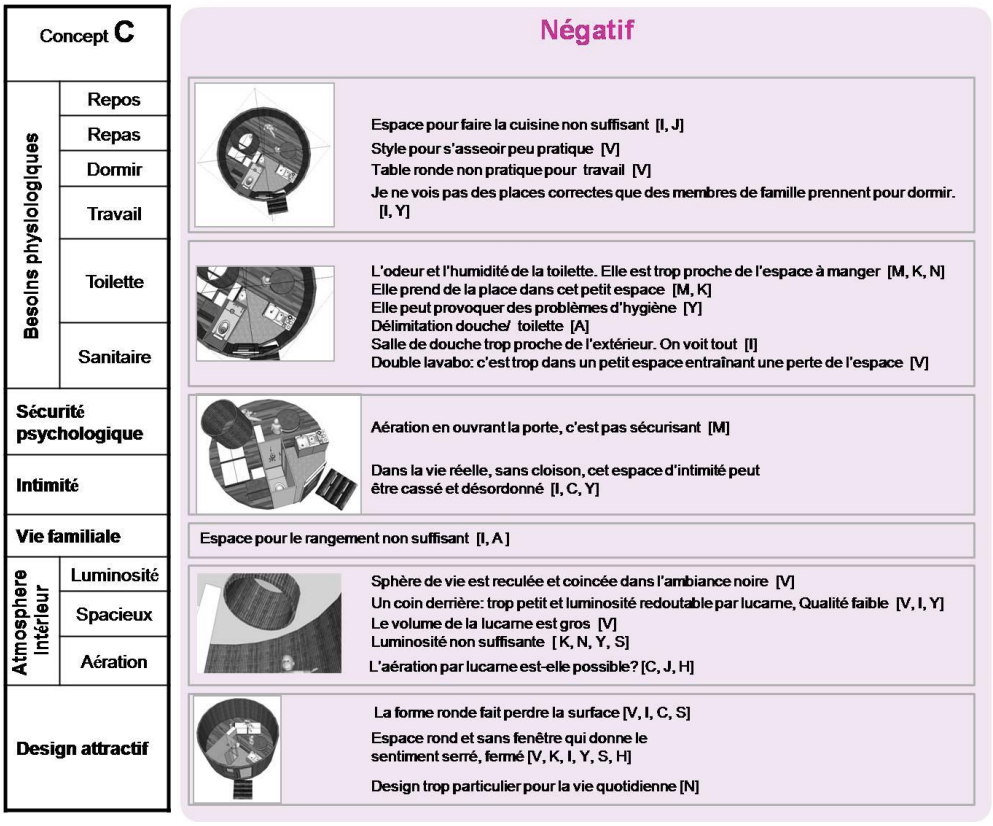


Figure 61 : Recueil des avis négatifs par rapport aux critères (concept C)

La liste résumée des avis de futurs utilisateurs nous a apporté une base indispensable pour le développement du concept final (concept B) (voir figure 62).

Afin de compléter les points faibles du concept B (par exemple, concernant la toilette à l'extérieur), les points positifs du concept C ont montré certaines raisons convaincantes pour la nécessité d'installer les toilettes à l'intérieur. Même les points négatifs du concept C concernant la position à l'intérieur ont

pu apporter certaines informations qui doivent être considérés attentivement lors de la correction détaillée.

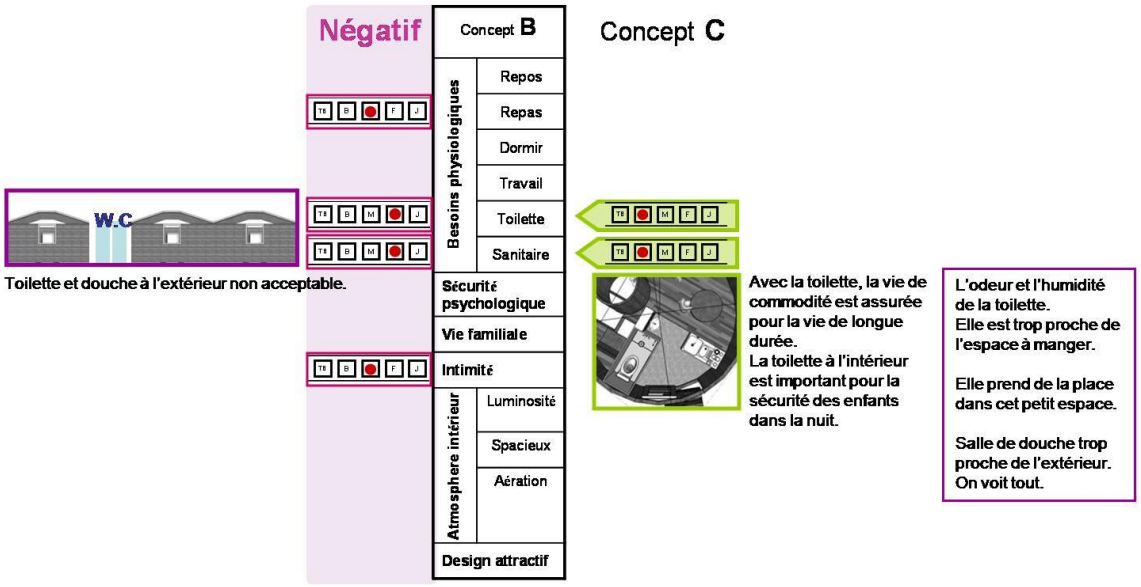


Figure 62: Un exemple de l'intégration des avis critiques sur les concepts non-sélectionnés au développement du concept sélectionné comme références directrices

3.3.3.2 Synthèse

Dans un premier temps, les 3 concepts globaux sélectionnés à l'étape précédente ont été modélisés sous forme architecturale en 3 dimensions en réalité virtuelle par une équipe du LCPI. En utilisant parallèlement trois outils de modélisation numérique (Sketchup, 3DS et Virtools), les membres de l'équipe (architecte, designer d'apprentissage, expert du logiciel Virtools) ont réalisé la modélisation des concepts en réalité virtuelle.

Un protocole expérimental a ensuite été conçu selon le cadre méthodologique développé dans le domaine des sciences de la conception. Afin d'extraire et de recueillir les avis précis des futurs utilisateurs, nous avons formulé à ce stade du projet les questions à poser dans le questionnaire et l'interview, et structuré une grille d'évaluation.

La représentation des concepts en réalité virtuelle a permis de comprendre l'espace architectural et d'avoir une certaine perception de la réalité. Ainsi, les futurs utilisateurs ont pu remplir la grille d'évaluation afin de donner les notes correspondant au degré de satisfaction des espaces à vivre. Tous les participants à l'évaluation en réalité virtuelle ont dit que l'espace virtuel a été suffisamment

perceptible pour décider des notes à chaque critère. Cela signifie que la représentation des concepts en réalité virtuelle peut stimuler naturellement leur imagination et simuler leur perception spatiale.

La méthodologie d'évaluation développée dans le domaine des sciences de la conception a permis d'extraire les besoins réels des futurs utilisateurs et de recueillir les données comme sources directrices de l'avancement de la conception architecturale. En recueillant tous les avis des évaluateurs en tant qu'utilisateurs futurs, nous avons pu établir une liste qui dévoile les points positifs et négatifs des concepts selon chaque critère lié aux besoins réels.

A partir de cette expérience, nous avons identifié les points qui devraient être pris en considération lors de la visite d'une architecture virtuelle. Afin de mieux comprendre l'espace architectural, des images comme des plans, des coupes ou bien des croquis qui montrent l'organisation globale de l'espace doivent accompagner l'architecture virtuelle. Certains évaluateurs ont souvent regardé les petits dessins en introduction du questionnaire, et les ont comparés aux espaces virtuels. Lors de l'évaluation des concepts architecturaux par l'utilisateur futur, l'efficacité de la technique de réalité virtuelle a été accrue. Mais il devrait être requis de présenter l'organisation globale des concepts avant de passer à l'espace virtuel. Cela peut aider l'évaluateur à naviguer dans l'espace ainsi qu'à économiser du temps lors de l'évaluation.

3.3.4 Discussion

Cette expérimentation a eu pour objectif d'observer les comportements des futurs utilisateurs lors de l'évaluation des concepts en réalité virtuelle, et de réfléchir à une appropriation du traitement des donnés méthodologique NPD en conception architecturale. L'architecte qui a participé à cette expérimentation a discuté les résultats selon les trois termes principaux constituant nos hypothèses de recherche (voir tableau 5).

Evaluation des concepts en réalité virtuelle par de futurs utilisateurs	Utilisateur	• Manifestation facile des avis précis en réalité virtuelle • Recueillir des besoins réels de futurs utilisateurs
	Créativité	• Informations référentielles directrices au développement du concept final
	Collaboration	• Points de vue variés

Tableau 5: Discussion sur l'expérimentation 2 d'après les trois thèmes principaux

En conception architecturale traditionnelle, des concepts sont générés en utilisant les outils professionnels de l'architecte tels que plans, coupes, dessins en perspective et maquettes réduites. Les résultats de conception sont ensuite présentés aux futurs utilisateurs. Les représentations intermédiaires conçues spécifiquement pour répondre aux travaux de l'architecte provoquent souvent une difficulté de communication entre l'architecte et les futurs utilisateurs.

A la différence de ces représentations intermédiaires, la réalité virtuelle démontre un potentiel afin de surmonter les limites. De futurs utilisateurs potentiels ont pu facilement exprimer leurs avis précis, en passant en revue toutes les parties de l'espace architectural. Grace aux avantages de cet outil, l'architecte a pu extraire beaucoup d'informations relatives aux besoins des futurs utilisateurs. Classifiés par un traitement des données adapté, les avis de futurs utilisateurs ont permis à l'architecte d'établir un référentiel pour développer le concept final.

3.4 Expérimentation 3 : Evaluation du modèle de processus par 6 architectes

3.4.1 Objectif de l'expérimentation 3

L'objectif de la troisième expérimentation a été de recueillir des critiques constructives sur les résultats des tests réalisés en appliquant les méthodologies de la NPD en conception architecturale et ainsi de valider nos hypothèses. Tous les résultats de l'expérimentation 1 et 2 ont été présentés aux 6 architectes professionnels.



Figure 63 : Réunion d'évaluation du modèle de processus avec 6 architectes

3.4.2 Protocole

Nous avons d'abord présenté notre modèle du processus de conception architecturale, en expliquant un modèle générique du processus de conception de NPD qui a constitué ses structures principales.
Ensuite, toutes les traces des tests réalisés dans le cadre d'un projet architectural réel, l'« habitat d'urgence », ont été exposées.

Afin d'apporter un point de vue critique des outils et des méthodes, nous avons posé la question : Est-ce que les outils et méthodes de NPD sont adaptables et favorables à l'intégration de la créativité tout en intégrant des informations relatives à l'utilisateur futur ? En échangeant sur les aspects caractéristiques de la conception architecturale par un dialogue libre, les 6 architectes ont du critiquer les outils et méthodes appliqués en apportant leur propre avis sur le processus. L'ensemble des

verbalisations ont été enregistrées puis résumées par écrit (voir Annexe).



Figure 64 : Protocole de l'expérimentation 3

3.4.3 Résultats

Le croisement des avis critiques a pu permettre aux architectes d'apporter une réflexion sur les outils et méthodes de conception architecturale classique. Nous avons pu ainsi extraire des avis positifs et négatifs sur l'application des outils et méthodes de NPD en conception architecturale. Ici, nous avons recueilli autour des 3 termes principaux de notre recherche (créativité, intégration des informations sur l'utilisateur futur, collaboration) une critique constructive portant sur notre modèle de processus de conception architecturale.

3.4.3.1 Créativité en conception architecturale

3.4.3.1.1 Fiches idées issues de la génération de concepts architecturaux

Les architectes ont exprimé leurs avis sur la représentation d'idées sous forme de fiches idées. Ils ont dit qu'il est intéressant de produire une trentaine de fiches idée en 3 heures. Ils ont tous été d'accord sur le fait que les idées présentées sur les fiches ont bien fonctionné lors de la génération de concepts. Les idées illustrées avec une description simple ont accompagné des avantages et inconvénients,

pouvaient être selon eux très utiles pour constituer des concepts de manière collective et même de manière individuelle.

Les architectes ont considéré très positivement le fait qu'il soit possible de noter n'importe quelles idées émergentes et que ces idées puissent susciter de suite leur imagination. Ils se sont tous accordés à dire que lorsque l'architecte travaille seul, il n'arrive même pas à produire une dizaine de fiches idées,

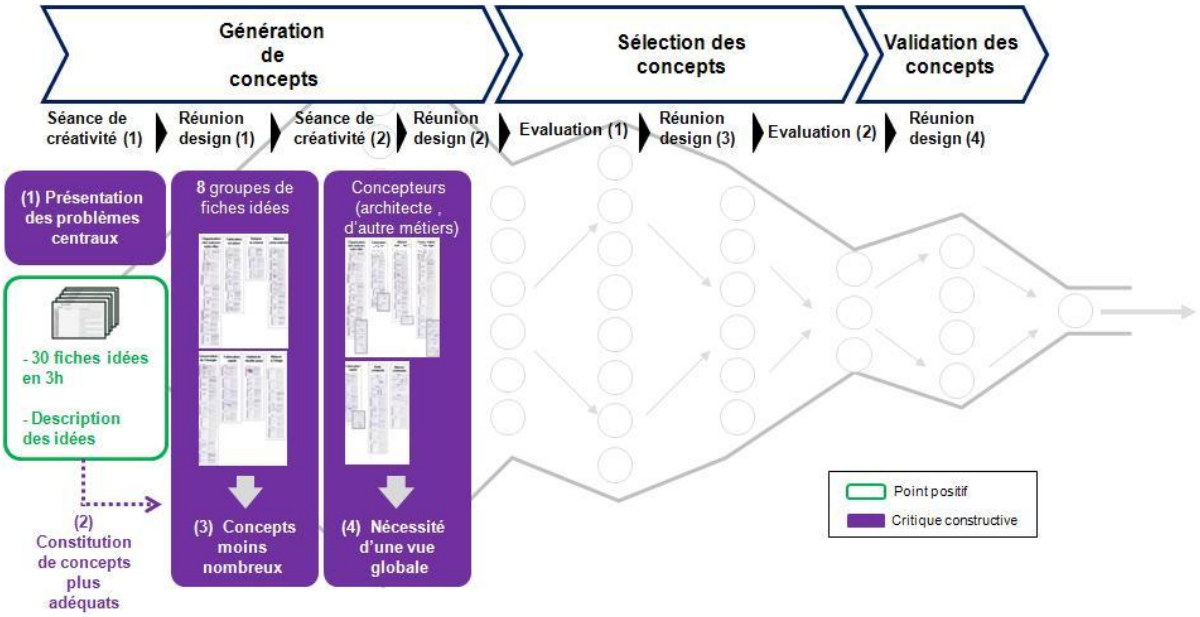


Figure 65 : Avis critiques sur l'application de l'outil de fiche idées dans les phases amont

En revanche, des aspects inquiétants relatifs aux fiches idées ont été exprimés comme suit :

(1) Un bâtiment comporte divers éléments à considérer. Il n'est pas évident de définir l'ensemble des problèmes dès le départ. Lors de la première séance de créativité, il est nécessaire que l'architecte présente les problèmes centraux du projet. Cela permettra de produire des idées plus focalisées vers l'objectif du projet.

(2) La capacité essentielle de l'architecte est celle de pouvoir interpréter le programme et de formaliser les concepts directeurs du projet. Lors du regroupement des fiches idées en réunion projet, il concentre ses efforts à chercher des idées compatibles pour ensuite les lier de telle façon à les transformer dans une organisation spatiale. Le rôle de l'architecte

pourrait être ainsi réduit. Sa tâche majeure est d'apporter un raisonnement global sur la cohérence du projet. Afin d'élaborer des concepts adéquats par rapport à l'objectif du projet, on a besoin des outils méthodologiques qui puissent aider les concepteurs à vérifier le potentiel des concepts.

(3) Plusieurs fiches idée en quantité ne conduisent pas directement à la pertinence du concept. Afin d'améliorer l'efficacité de la production d'idées par les participants, il est préférable de générer des groupes d'idées moins nombreuses (dans ce projet, 8 groupes ont été produits).

(4) Par rapport à la manière traditionnelle de réaliser une conception architecturale, ce processus introduit des outils et méthodes plus systématiques lors de la génération des concepts. Des idées représentées sous forme de fiches idées pourraient permettre aux concepteurs de participer à l'activité créative librement. En revanche, afin d'atteindre la constitution d'un concept adéquat à partir d'idées semblables fragmentaires, avoir une vue globale est une nécessité requise pour l'architecte et aussi pour les autres participants.

(5) En réalité, cela coûterait d'organiser de telles réunions de séance de créativité. Ce prix pourrait être compté dans le budget du projet par le Maître d'ouvrage.

3.4.3.1.2 Evaluation intermédiaire

En ce qui concerne la qualité architecturale, les architectes se sont accordés sur la nécessité de l'évaluation intermédiaire en énonçant les arguments suivants :

« Afin de réaliser la qualité architecturale vis-à-vis de l'utilisation, je pense qu'il est important de bien garder un certain équilibre entre la créativité et l'utilité. Ainsi, un certain niveau de créativité peut être validé. »

« L'application de la méthode de convergence des idées de NPD en conception architecturale est intéressante. Parce que chaque concept a ses points positifs et négatifs. En comparant trois concepts, on peut bien reconnaître les points à développer ou à modifier du concept final. »

Afin de vérifier si les concepts coïncident avec des besoins communs et de réaliser la qualité architecturale vis-à-vis de l'utilisation, cette méthode leur a semblé pertinente. Les avis spontanés des concepteurs ont aussi semblé utiles pour stimuler la génération d'idées. Cependant, les architectes ont indiqué certaines de leurs préoccupations :

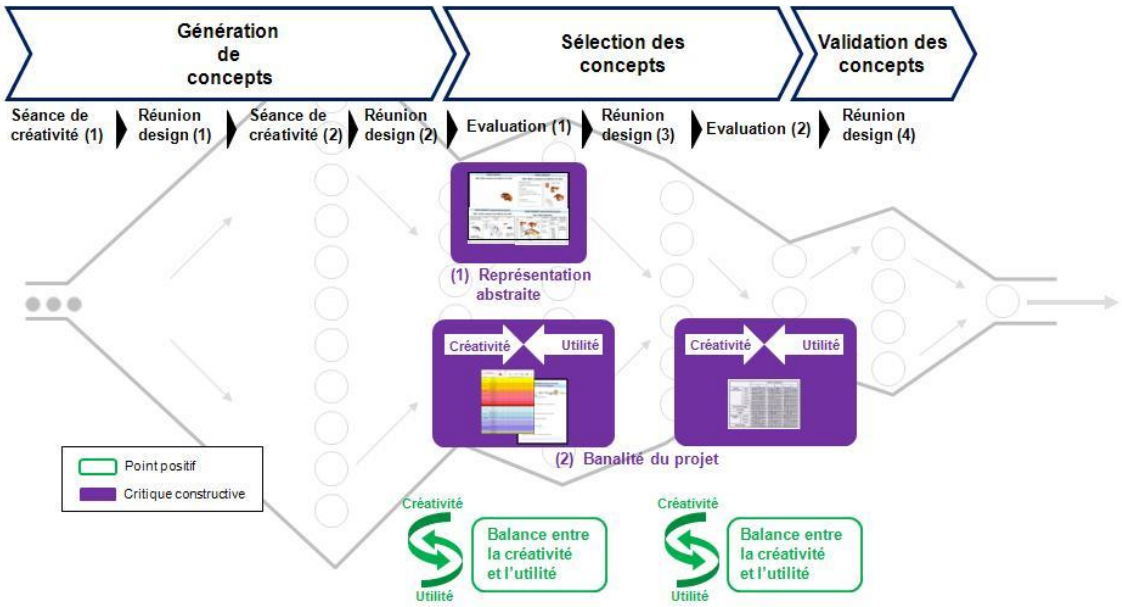


Figure 66 : Avis critiques sur les évaluations intermédiaires

(1) Les avis spontanés ont été relativement subjectifs. La représentation des concepts sous forme de fiches concept est restée plus ou moins abstraite peu certains. Cette représentation ne semble pas suffisamment détaillée malgré la description visuelle et verbale. En particulier, la représentation schématique ne semble pas adéquate pour juger la qualité architecturale vis-à-vis de l'utilisation.

(2) L'évaluation intermédiaire vis-à-vis de la qualité d'utilisation comporte certains risques relatifs à la créativité. Le résultat de cette évaluation ne devrait pas être prompt à juger la créativité avant la fin de la constitution du concept final. Car la créativité doit permettre de dépasser les limites des expériences passées. La fabrication d'une chose qui n'existe pas encore nait ainsi par une aventure et ce contre l'habitude. Dans ce sens, les résultats des évaluations doivent être interprétés attentivement.

L'évaluation des concepts par l'utilisateur futur se fonde sur ses expériences vécues. Il existe alors certain risque que des idées nouvelles ne puissent pas être comprises et

acceptées par l'utilisateur futur. Ainsi, l'intégration des recommandations par l'utilisateur futur peut provoquer un résultat final qui est plus ou moins banal. Les résultats d'évaluation devraient être considérés pour orienter la décision plutôt comme des informations décisives. De cette manière, la conjonction en synergie entre la créativité et l'utilité pourrait être réalisée.

La convergence des résultats des évaluations peut conduire à la réalisation d'une architecture satisfaisante. Mais, elle génère le risque de diminuer l'originalité du bâtiment. Afin d'intégrer des idées issues d'autre concepts, il est nécessaire d'examiner la cohérence de chacun d'entre eux.

3.4.3.2 Intégration des informations relatives à l'utilisateur futur dans les phases amont

Les architectes ont exprimé la nécessité d'utiliser des outils de représentation des concepts en vue de favoriser la communication entre l'architecte et l'utilisateur futur.

> *« De par mon expérience en tant qu'architecte, il n'est pas facile d'expliquer à l'utilisateur futur le plan d'un bâtiment avec des plans et des coupes. Donc, on a besoin d'un autre outil qui permette de générer des représentations intermédiaires plus compréhensibles. Pour cela, lors des présentations du projet, on utilise souvent une belle perspective bien maquillée. Ce type de représentation doit être la plus compréhensible possible pour l'utilisateur futur. Mais, j'avoue qu'elle est illusoire autant qu'elle est jolie. »*

« Je pense que le jugement et la décision de l'architecte sont limités par ses expériences personnelles. Il ne peut pas évaluer tous les aspects. Même s'il réfléchissait sur tout, sa décision ne correspondrait pas souvent au résultat réel. Or, grâce aux résultats de l'évaluation, on recueille les différents avis avec des raisons claires. Je pense que ces avis sont utiles pour surmonter la décision de l'architecte qui est limitée par sa croyance propre. Dans ce sens, la réalité virtuelle est un point fort par rapport à d'autres outils permettant de générer des représentations intermédiaires architecturales. »

> *« Alors qu'une évaluation avec 12 personnes ne peut pas représenter l'airs de tous, le fait que de nombreuses personnes s'expriment amène un certain taux de confiance. »*

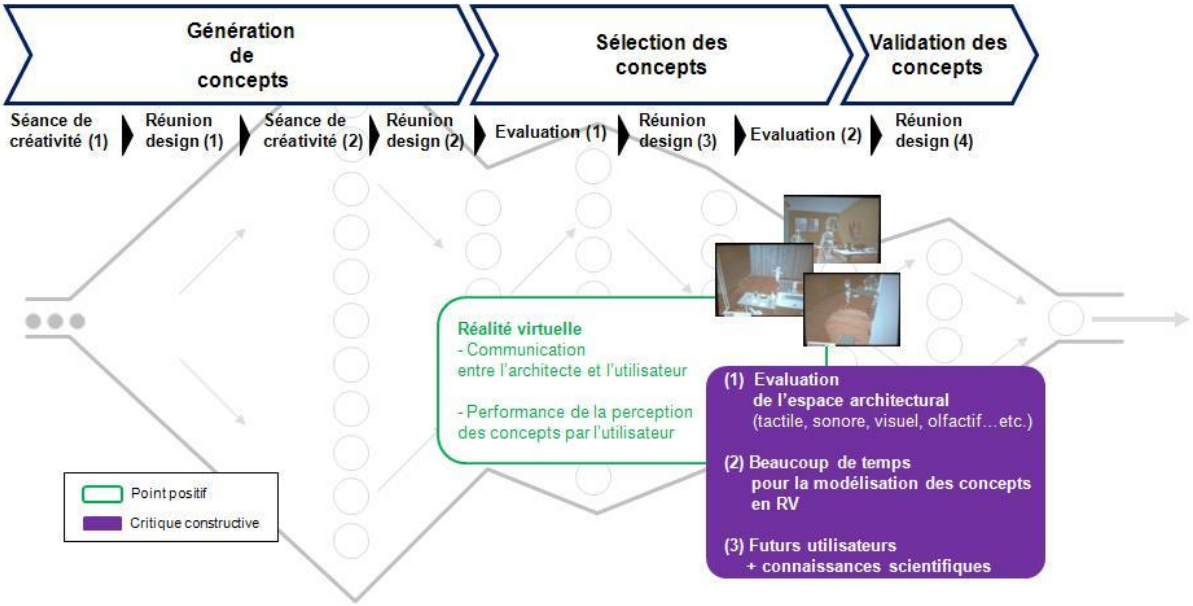


Figure 67 : Avis critiques sur la réalité virtuelle

Par rapport à d'autres outils de représentations (croquis, schémas, plans, coupes, maquettes réduites), la performance de la RV sur la perception des espaces architecturaux par futurs utilisateurs ont été favorablement considérées. En revanche, des points d'amélioration ont été indiqués :

(1) La RV semble performante pour l'évaluation de l'espace architectural. Il doit être nécessaire de développer la technologie de réalité virtuelle pour réaliser l'espace virtuel comme celui réel qui est constitué de divers éléments (tactile, sonore, visuel, olfactif…etc.).

(2) La RV a beaucoup d'avantages pour faciliter la compréhension des concepts. En revanche, la modélisation prend beaucoup de temps que de faire une maquette physique. Et la modélisation des concepts en RV devrait être faite dans une autre équipe que l'équipe de concepteurs.

(3) Cette évaluation a été réalisée avec 12 personnes. L'objectivité de la qualité des concepts pourrait être assurée mieux par les avis propres et spécifiques de l'ergonome.

3.4.3.3 Intervention pluridisciplinaire lors de la génération de concepts

Les architectes ont exprimé leurs avis positifs sur la manière d'initialiser et de développer des concepts par regroupements de fiches idées.

« C'est intéressant de faire participer plusieurs disciplines à l 'étape d'esquisse. Cela peut permettre à l'architecte de proposer de nouveaux concepts architecturaux qui ne sont pas limités par son point de vue. »

Ils ont posé la question suivante : comment faire répondre les participants en les faisant participer de manière optimale ? Puisque le succès du projet architectural doit dépendre non seulement de la capacité d'accomplissement des participants du projet, mais également de l'efficacité de la méthodologie.

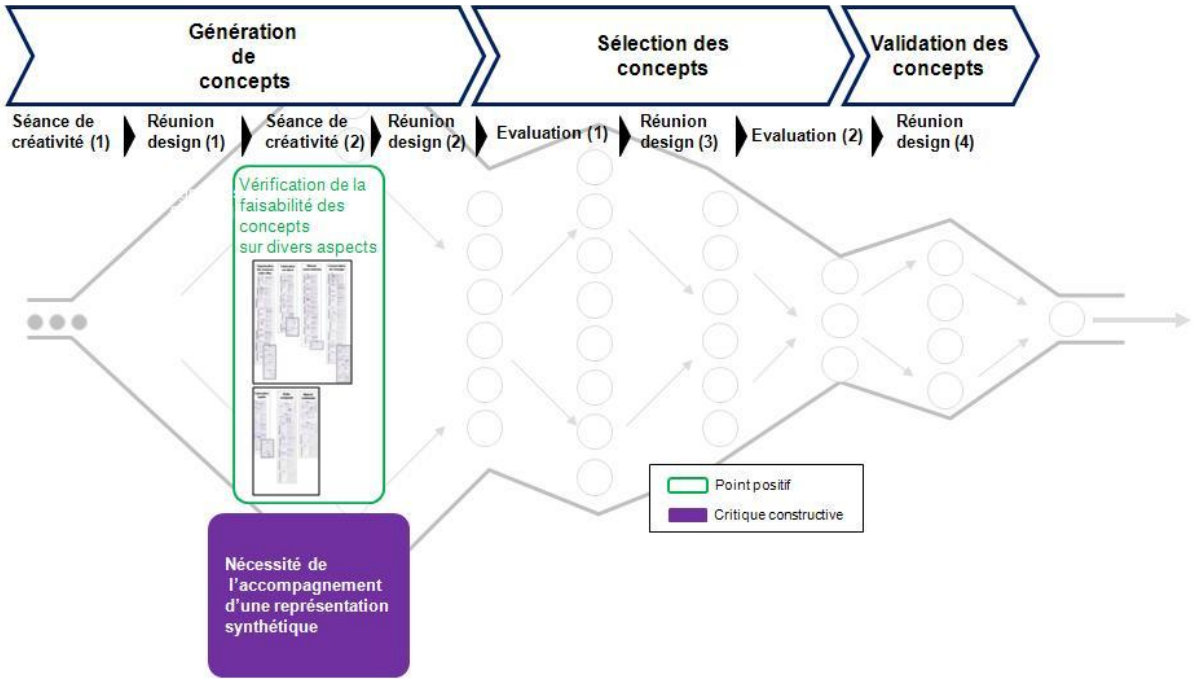


Figure 68 : Avis critiques sur l'intervention pluridisciplinaire dans les phases amont

Ils se sont accordés sur le fait que ce regroupement de fiches idées a pu permettre aux divers métiers de participer activement à la reconstitution en analysant l'activité synthétique. Ils ont considéré positivement le fait qu'il soit possible de vérifier ainsi la faisabilité des concepts sur divers aspects de la manière libre et spontanée.

Cependant, il a été considéré majoritairement que la représentation des concepts sous forme de regroupement de fiches idées est encore trop abstraite pour percevoir des concepts du point de vue de l'utilisation. Selon eux, la reconstitution des concepts n'a pas été suffisamment poussée. Sans images synthétiques, les concepts encore à un état fragmentaire n'ont pas été bien examinés en tant qu'architecture. Les autres disciplines en dehors de l'architecte, ne sont pas habituées et ne

s'intéressent pas à une vérification globale des concepts architecturaux. Dans ce sens, les architectes ont préconisé d'apporter des représentations plus synthétiques en vue de favoriser à la fois de générer des nouvelles idées sur des parties telles que la structure, les matériaux, la lumière...etc., et de générer des idées constituant l'organisation spatiale.

3.4.4 Synthèse

A travers cette évaluation du processus effectuée avec 6 architectes professionnels, nous avons pu extraire des avis critiques permettant d'avoir une vision constructive sur notre modèle de processus de conception architecturale.

En ce qui concerne l'amélioration de la créativité en conception architecturale, les fiches idées ont été évaluées comme un outil efficace pour favoriser la participation active lors de la génération et du développement de concepts. En vue de produire des idées créatives plus ciblées et plus pertinentes vis-à-vis de l'objectif du projet, les architectes ont souligné la nécessité d'adopter une certaine manière de définir des problèmes le plus clairement possible au tout début de la conception.

Afin d'obtenir des avis fiables lors de l'évaluation intermédiaire, il a été recommandé que la représentation des concepts sous forme de fiches concept soit plus perceptible et plus compréhensible.

La représentation des concepts en réalité virtuelle a été considérée comme performante et facile pour l'évaluation des espaces architecturaux par les futurs utilisateurs. En vue de réaliser des représentations plus performantes, les architectes ont souhaité intégrer en plus des innovations technologiques qui puissent permettre de réaliser divers éléments tels que tactile, sonore, visuel, olfactif…etc.

3.5 Conclusion de la troisième partie

Nous avons présenté les expérimentations qui ont eu lieu dans le cadre du projet de conception architecturale.

Nos expérimentations présentées dans ce document concernent les phases amont du processus de conception architecturale. L'objectif du projet d'application a été de proposer un concept de l'habitat d'urgence pour la vie familiale (2 adultes, 2 enfants) de longue durée (plus de 6 mois). Pour atteindre cet objectif, des méthodologies concernant la conception centrée utilisateur qui sont en cours de développement dans le domaine des sciences de la conception ont été adaptées et appliquées.

Concernant notre problématique liée à la favorisation de l'activité créative en conception architecturale centrée utilisateur, nous avons vu que les méthodologies du domaine des sciences de la conception étaient globalement bien adaptées. Elles ont permis aux acteurs concernés par le projet architectural de générer et de développer des concepts tout en prenant en compte l'utilisateur futur dès les phases amont de la conception.

La démarche collective supportée par des techniques de créativité a permis de générer beaucoup d'idées dans un délai très court d'environ 3 heures sous forme de fiches idées. Sur la base des idées produites, un architecte et un designer ont pu générer des concepts initiaux sous forme de regroupements d'idées. Cet outil méthodologique a assisté les acteurs du projet en les aidant à exprimer et à formaliser leurs connaissances spécifiques au cours de développement des concepts. Ainsi les membres de l'équipe de conception et l'ergonome ont pu communiquer sur les problèmes tout en prenant en compte l'utilisateur futur. Par rapport à ce que nous attendions, l'ergonome n'a pas pu présenter des recommandations pertinentes très en amont car les concepts formalisés initialement sous forme de groupements de fiches idées n'auraient pas encore été représentés comme des espaces architecturaux. En revanche les fiches concept qui synthétisent les groupes de fiches idées ont permis d'évaluer des concepts. Cette évaluation s'est appuyée sur un questionnaire qui comportait une grille d'évaluation. Elle a aidé l'architecte lors de la sélection des concepts à développer.

La représentation des concepts en réalité virtuelle a permis aux futurs utilisateurs d'exprimer des avis précis afin de répondre au questionnaire et à l'interview. A l'aide du recueil des données extraites à partir de cette évaluation de concepts, nous avons pu établir une liste qui dévoile les points positifs et négatifs des concepts selon chaque critère lié aux besoins réels. La méthodologie d'évaluation développée dans le domaine des sciences de la conception a répondu à notre besoin qui était

d'extraire les besoins réels de futurs utilisateurs et de recueillir les données comme sources directrices de l'avancement de la conception architecturale.

A partir de cette expérience, nous avons remarqué qu'afin de naviguer au mieux dans l'espace architectural, il est nécessaire d'accompagner les images qui présentent l'organisation globale de l'espace. Lors de l'évaluation des concepts architecturaux par l'utilisateur futur, l'efficacité de la technique de réalité virtuelle est extrêmement élevée. Mais des représentations qui sont à une échelle moindre peuvent aussi aider l'évaluateur à mieux comprendre les concepts avec une vision plus globale.

4. QUATRIEME PARTIE : Modèle de processus de conception architecturale basé sur les modèles NPD

L'objet de notre recherche a été de formaliser une démarche conceptuelle collective dans le domaine de la conception architecturale. La démarche de conception en amont du processus consiste à la fois à formuler les problèmes et les solutions, et à évaluer les solutions proposées. Le fait de prendre en compte les futurs utilisateurs en amont du processus est indispensable pour réaliser une qualité architecturale satisfaisante. Il est donc nécessaire de définir et d'intégrer de nouvelles méthodes permettant de prendre en compte des informations relatives aux futurs utilisateurs.

Les méthodes et outils que nous préconisons permettent la génération et le développement des concepts de manière simultanée, contrairement à la configuration actuelle (voir figure 69 haut). Celle-ci est plus caractérisée par une activité séquentielle. Les concepteurs établissent leur point de vue propre en se mettant à la place de l'utilisateur potentiel, et expriment plus leur avis en fonction de expertise métier. En menant la conception de manière créative et collective, les informations relatives à l'utilisateur sont progressivement intégrées. Selon notre modèle (voir figure 69 bas), les concepteurs peuvent participer de manière itérative à la conception architecturale tout en intégrant des informations relatives à l'utilisateur futur et en faisant intervenir les utilisateurs futurs lors de certaines phases de la conception.

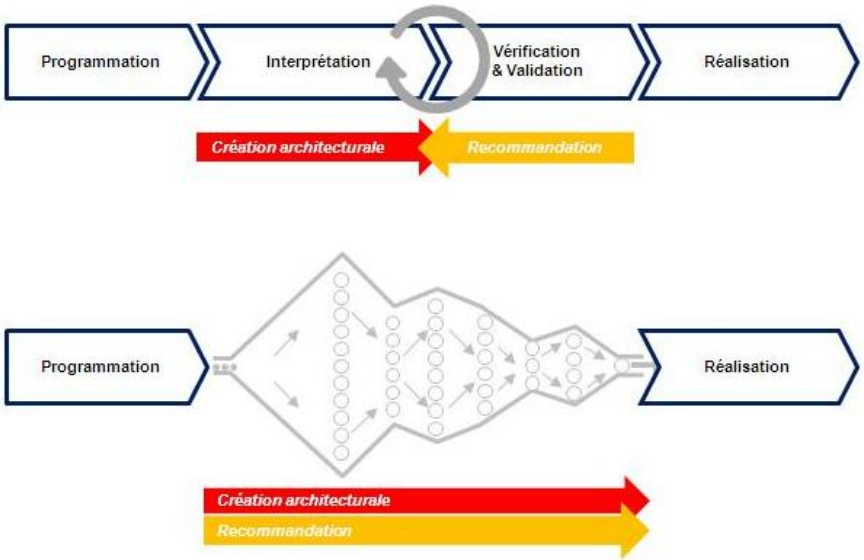


Figure 69: Activité séquentielle et itérative en conception architecturale classique (en haut) et conception architecturale future de manière simultanée (en bas)

L'apport principal de notre recherche a été d'avoir modélisé et optimisé les démarches de conception amont en conception architecturale. Il s'est agi en particulier de permettre l'intégration des informations relatives à l'utilisateur futur de manière créative et collective en faisant intervenir l'utilisateur lors des phases d'évaluation.

4.1 Présentation du modèle

Nos hypothèses concernent l'adaptation des méthodes et outils élaborés dans le domaine de la conception de produits nouveaux (NPD) en conception architecturale. Nous avons modélisé une nouvelle démarche créative favorisant l'intégration des informations relatives à l'utilisateur futur en conception architecturale. En adaptant le modèle générique du processus de NPD aux spécificités de la conception architecturale, nous avons pu faire émerger de nouvelles connaissances utiles pour faire évoluer les méthodes et outils en cours de développement dans le domaine des sciences de la conception. Cette modélisation a été effectuée et orientée selon les trois hypothèses relatives aux trois termes centraux : la créativité, l'utilité et la collaboration.

4.1.1 Discussion relative au modèle et à l'hypothèse 1

Le premier constat concerne la nécessité de l'intervention de l'ergonome dans les phases amont du processus de conception architecturale. L'intervention du consultant en ergonomie s'effectue à un moment la plupart du temps inopportun (soir trop tôt, soit trop tard) dans le processus de conception architecturale. Ses recommandations sont alors souvent négligées par l'architecte.

Nous avons ainsi formulé une première hypothèse :

« Une démarche conceptuelle collaborative NPD peut permettre à l'ergonome d'intervenir en amont du processus de conception architecturale dès la phase de génération de concepts globaux. »

Dans le domaine de la conception architecturale, l'utilité est considérée traditionnellement comme très importante. Cependant, l'interprétation des besoins et des attentes des utilisateurs fait souvent appel à la seule décision individuelle de l'architecte. Afin de dépasser les limites dues à un point de vue trop isolé et subjectif de l'architecte, il est nécessaire que celui-ci travaille avec l'ergonome. L'ergonome apportera ainsi des connaissances scientifiques et analytiques sur la relation entre l'homme et son environnement. Mais il n'est pas aisé d'intégrer les recommandations de l'ergonome, lors de la formulation des solutions architecturales par l'architecte. La démarche traditionnelle de l'architecte est une démarche individuelle qui ne favorise pas une interprétation collective des

informations liées au projet. La conception architecturale gagnera donc à intégrer une approche collaborative adaptée à ses propres spécificités.

En revanche, dans le domaine de la conception de produits nouveaux, la démarche conceptuelle s'effectue de manière collaborative. Nous pensons que cette démarche basée sur une simultanéité de l'intervention des concepteurs quelle que soit leur expertise métier peut permettre de créer les conditions d'établissement de raisonnements collectifs et ainsi de générer des concepts en conception architecturale.

Dans le cadre des expérimentations que nous avons menées, des réunions de l'équipe de conception ont été organisées en vue de construire une compréhension commune du projet. En jouant le rôle de l'utilisateur ou en le faisant intervenir lors des phases d'évaluation, les participants communiquent des problèmes et génèrent spontanément des solutions de manière collective. Des concepts sont alors élaborés en regroupant initialement des idées. Ce moyen permet aux concepteurs d'exprimer et d'ajouter leurs connaissances métiers. A ce moment là, l'ergonome communique son avis concernant l'utilisateur. C'est ainsi qu'il contribue à l'enrichissement du contenu lors du développement des concepts.

Nous avons vu que la démarche conceptuelle collaborative issue de la NPD est bien adaptée à la conception architecturale. Lors de la formulation des problèmes et de la recherche des solutions initiales, la pratique des scénarii a été très utile pour permettre aux participants de se projeter dans une situation en tant qu'utilisateur futur. De ce fait, ils ont pu énumérer et décrire les difficultés détectées en imaginant la situation et en proposant d'éventuelles solutions.

Lorsque les participants experts ont associé leurs idées aux idées déjà fournies, ils ont analysé et interprété les différentes informations en expliquant leurs raisons. A travers cette discussion critique et à partir des différents points de vue métiers des participants, les idées ont été intégrées dans différents groupes qui ont donné lieu à des concepts.

Cette méthodologie d'enrichissement des concepts sous forme de regroupement d'idées a permis d'intégrer librement les différentes connaissances expertes issues des diverses disciplines qui interviennent en conception architecturale. Lorsque chaque acteur métier a manifesté son propre avis, l'ergonome est aussi intervenu. Les autres concepteurs ont discuté ses idées et les ont intégrées dans les concepts. Ainsi, l'avis de l'ergonome a pu être intégré dans le processus de conception architecturale dès la phase de génération de concepts.

Nous avons formalisé la réponse apportée par notre modèle à la première hypothèse de la manière suivante :

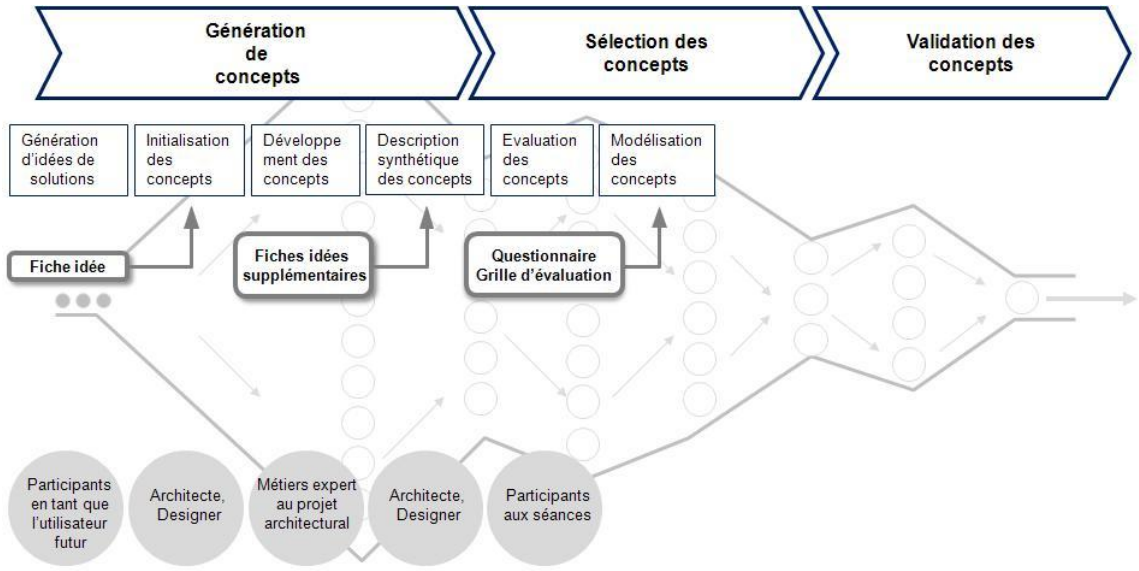


Figure 70 : Modèle relatif à l'hypothèse 1

4.1.2 Discussion relative au modèle et à l'hypothèse 2

L'hypothèse 2 est la suivante :

« Adaptée d'un modèle générique de NPD en cours de développement dans le domaine des sciences de la conception, la conception architecturale peut favoriser la créativité tout en intégrant les divers avis concernant les besoins de futurs utilisateurs. »

Lors de la démarche conceptuelle, l'architecte établit son raisonnement à partir d'idées préconçues sur l'utilisateur futur. Sa décision est souvent prise sans un recueil suffisant d'informations sur les futurs utilisateurs. L'architecte considère les divers avis de futurs utilisateurs comme un facteur conflictuel lorsqu'il dirige un projet.

Une conception architecturale autonome de l'architecte prenant très peu en compte le point de vue des utilisateurs est même considérée comme une capacité artistique de l'architecte. Pourtant, cette habitude risque de conduire à un fort mécontentement des futurs utilisateurs. La conception architecturale doit donc s'orienter vers une nouvelle démarche conceptuelle où la diversité des avis de futurs utilisateurs favorisera la pertinence en conception architecturale.

Contrairement à la conception architecturale où la phase de créativité est effectuée individuellement par l'architecte, la conception de produit nouveaux (NPD) privilégie la créativité en groupe pour faire émerger un maximum d'idées. Dans le domaine NPD, l'usage est considéré comme un thème unificateur dans l'acte de conception collective.

Les outils de créativité NPD qui sont en cours de développement dans le domaine des sciences de la conception ont été appliqués en conception architecturale. De ce fait, nous avons vérifié que cette méthodologie qui intègre les divers points de vue métiers et qui favorise la créativité pouvait s'adapter à la conception architecturale.

L'objectif de la première session de créativité a été de mettre en place une activité créative lors de laquelle les participants non experts mais utilisateurs potentiels, comprennent et interprètent rapidement et correctement la nature du projet. A l'issue de cette séance, de nombreuses idées ont été produites par les participants. Ces idées ont été représentées sous forme de fiches idées qui décrivent et illustrent de manière synthétique une idée, ainsi que ses principaux avantages et inconvénients.

Les fiches idées ont constitué un outil très pertinent pour l'architecte. Grâce à la description et à l'illustration, celui-ci a pu générer des concepts en retrouvant les éléments nécessaires pour répondre aux besoins des futurs utilisateurs. Ainsi, les divers avis ont pu être considérés comme un facteur favorable à la créativité en conception.

Après avoir développé les concepts globaux, un document sous forme de questionnaire et de grille d'évaluation a été transmis aux participants du projet pour l'évaluation et la sélection des concepts. Cette méthode d'inspection de l'utilité des concepts a permis d'extraire divers avis critiques. Ces informations ont pu être utilisées et appliquées par la suite en phase de conception détaillée.

A la différence de la conception architecturale classique cadrée et limitée par le raisonnement global de l'architecte, cette approche a orienté la création architecturale à partir des idées imaginées par les divers points de vue sur les besoin de l'utilisateur futur. Ce résultat d'application des approches NPD a démontré un certain potentiel de l'intégration de diverses informations relatives à l'utilisateur comme un facteur stimulant la créativité en conception architecturale lors de l'établissement de concepts globaux.

Ainsi le modèle relatif à notre deuxième hypothèse peut être formalisé de la manière suivante :

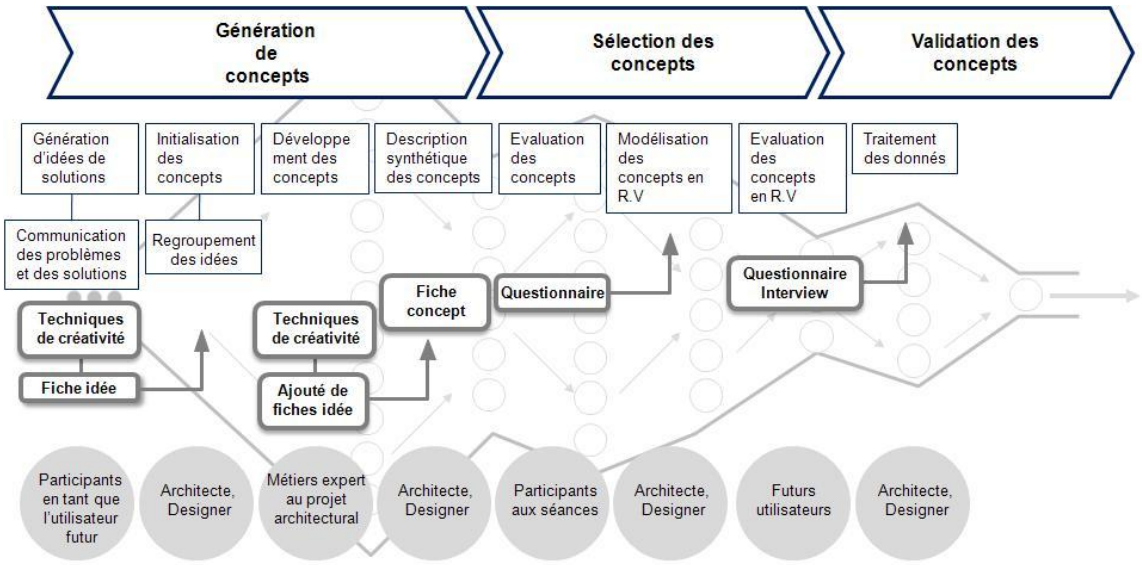


Figure 71: Modèle relatif à l'hypothèse 2

Il a été nécessaire d'établir une phase collective afin de tester des concepts développés en détail et afin d'aboutir à un concept final. Ceci fait l'objet du modèle relatif à l'hypothèse 3.

4.1.3 Discussion relative au modèle et à l'hypothèse 3

L'hypothèse 3 est la suivante :

« La représentation des concepts en réalité virtuelle et les outils méthodologiques d'évaluation de NPD centrée utilisateur peuvent fournir des informations directrices en conception architecturale lors du développement des concepts finaux. »

Afin de diminuer la distance entre l'objet architectural mis en œuvre et la satisfaction de futurs utilisateurs, il est nécessaire de modéliser l'interaction entre l'utilisateur qui fournit des informations sur son propre comportement et l'espace architectural. Mais l'utilisateur n'utilise pas le même langage que l'architecte. Il sait bien ce qu'il veut mais il ne peut pas expliquer ses besoins et ses attentes en termes architecturaux. Cette remarque souligne l'importance des représentations intermédiaires qui sont susceptibles d'assister la communication entre l'architecte et l'utilisateur futur.

Pourtant, dans les phases amont de la conception architecturale, l'architecte avance et présente le projet avec ses représentations intermédiaires propres (schéma, plans coupes, maquettes réduites etc.). Ces représentations abstraites ne sont pas très claires pour l'utilisateur futur qui n'est pas expert

du domaine de la conception architecturale. Il n'est alors pas facile de réagir à la proposition architecturale en cours de développement.

Concernant les outils de représentation intermédiaire facilitant la communication, nous avons vu que la réalité virtuelle est bien adaptée à la conception architecturale. Elle supporte à la fois une évaluation des fonctions d'usages mais aussi des fonctions d'estime auprès des futurs utilisateurs. La représentation des concepts en réalité virtuelle a permis aux futurs utilisateurs de comprendre facilement l'espace architectural. En effet ils ont pu donner à chaque critère de la grille d'évaluation des notes correspondant à leur satisfaction et expliquer plus en détail les résultats propres au questionnaire et à l'interview.

Nous pouvons conclure que, lorsqu'il s'agit d'un test concernant l'espace architectural, la réalité virtuelle est utile. Avec les méthodes d'évaluation, cette technique a répondu au besoin d'extraire les besoins réels de futurs utilisateurs et de recueillir les donnés comme source directrice de progression en conception architecturale. En recueillant tous les avis des évaluateurs en tant qu'utilisateurs futurs, nous avons pu établir une liste qui dévoile les points positifs et les points négatifs des concepts selon chaque critère.

Le modèle relatif à l'hypothèse 3 a donc été schématisé comme l'indique la figure suivante :

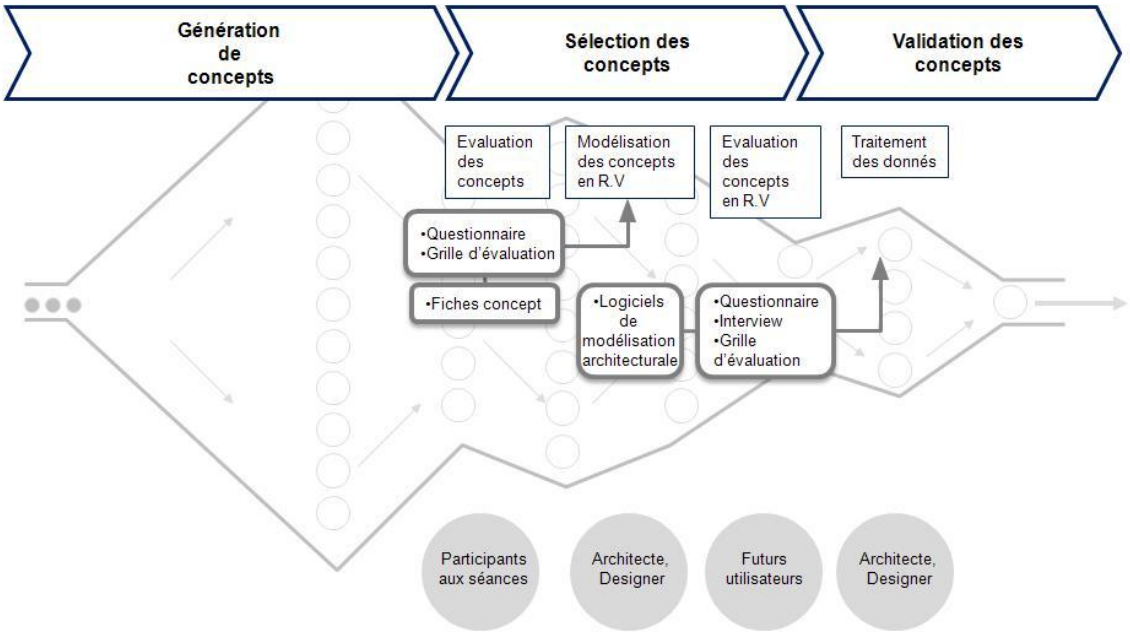


Figure 72 : Modèle relatif à l'hypothèse 3

4.1.4 Conclusion

Notre travail de modélisation du processus de conception architecturale a consisté à élaborer une nouvelle démarche créative d'intégration des informations relatives à l'utilisateur futur. Ce modèle concerne les phases amont du processus de conception architecturale, allant de la génération des concepts initiaux à la sélection du concept final. Dans les phases amont, la conception architecturale offre une marge de manœuvre plus grande pour la créativité par rapport aux autres phases concernant la conceptualisation.

Le schéma de la page suivante positionne notre modèle vis-à-vis du processus global de conception architecturale. La démarche conceptuelle est combinée avec les méthodes et outils issus du domaine NPD centrée utilisateur. Elle amène les concepteurs à participer tous ensemble à l'intégration des informations relatives à l'utilisateur futur, dès la génération de concepts initiaux. Grâce à cette démarche collective, la conception architecturale peut favoriser la créativité conjointement de l'amélioration de la qualité d'utilisation.

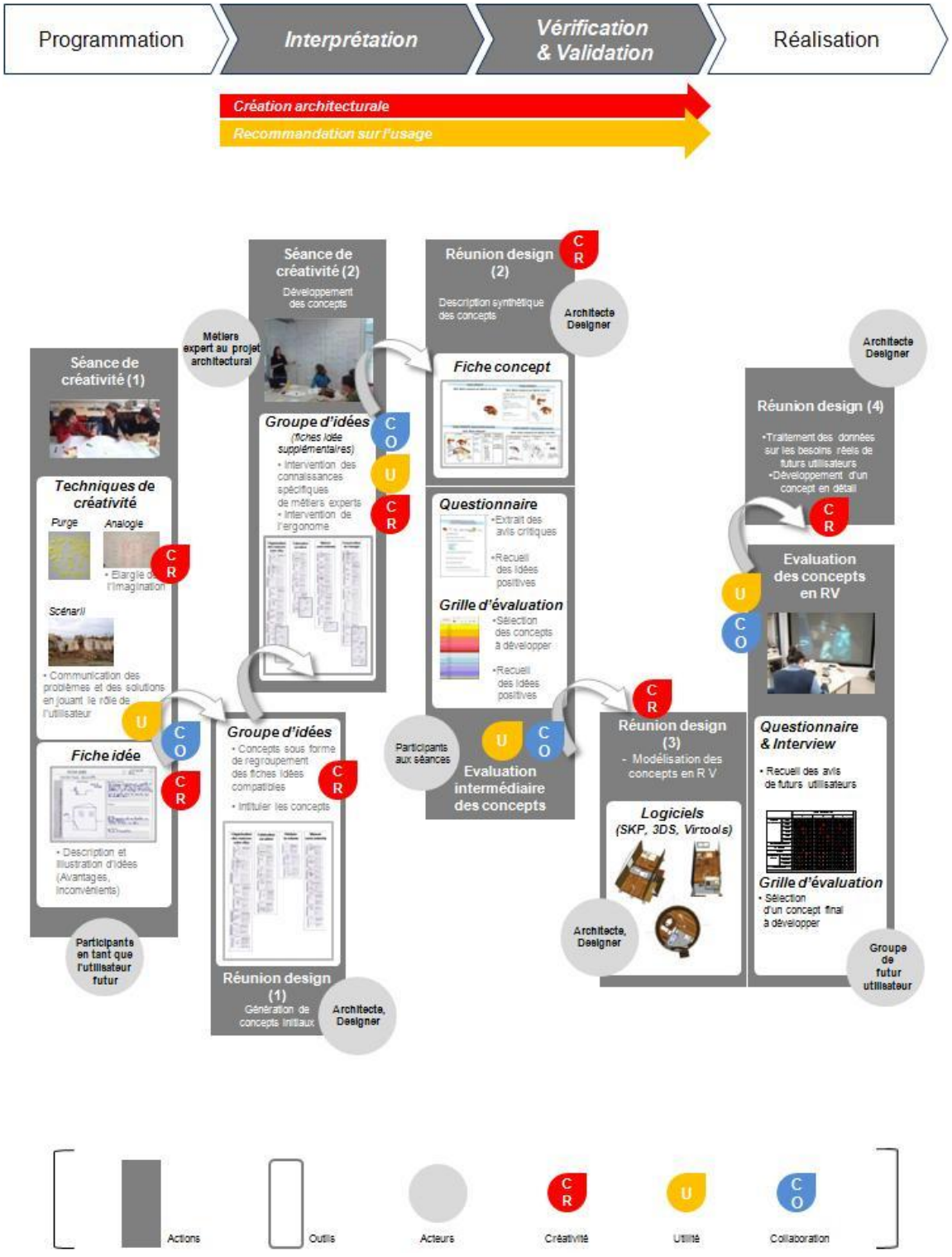


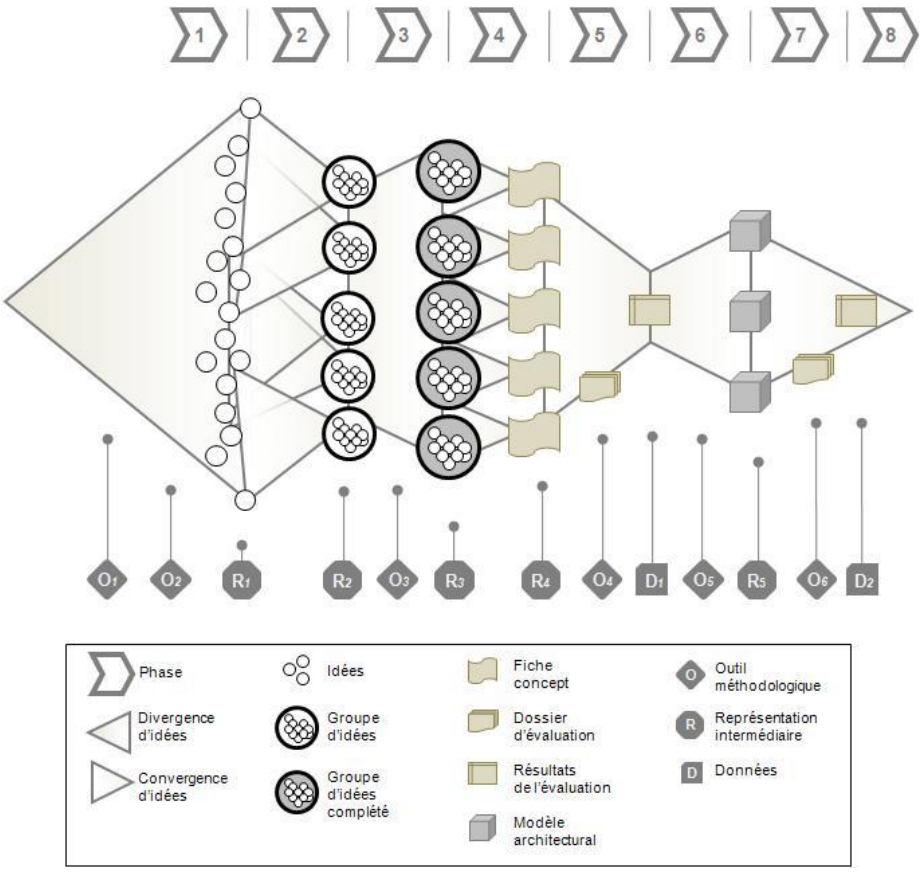
Figure 73: Modélisation détaillée des phases amont en termes principaux (créativité, utilité, collaboration)

4.2 Apport relatif au modèle : optimisation des démarches du processus de conception amont, par l'intégration des informations relatives à l'utilisateur futur

Notre apport porte sur le fait que grâce à la démarche que nous optimisons, les informations relatives à l'utilisateur futur peuvent intervenir tout au long du processus amont. Dès la phase de génération de concepts, ces informations sont considérées comme une source de créativité. Nous décrivons par la suite la mise en œuvre de notre modèle.

4.2.1 Mise en œuvre du modèle

Nous schématisons, comme suit, la démarche allant de la phase de génération d'idées et de concepts, jusqu'à la sélection et la validation des idées. Dans ces phases amont, les divers métiers qui contribuent au projet et les futurs utilisateurs participent et expriment leurs avis propres. Ainsi, de manière collaborative, le projet architectural peut progresser, en intégrant les connaissances des métiers experts et les divers avis concernant les besoins des futurs utilisateurs.



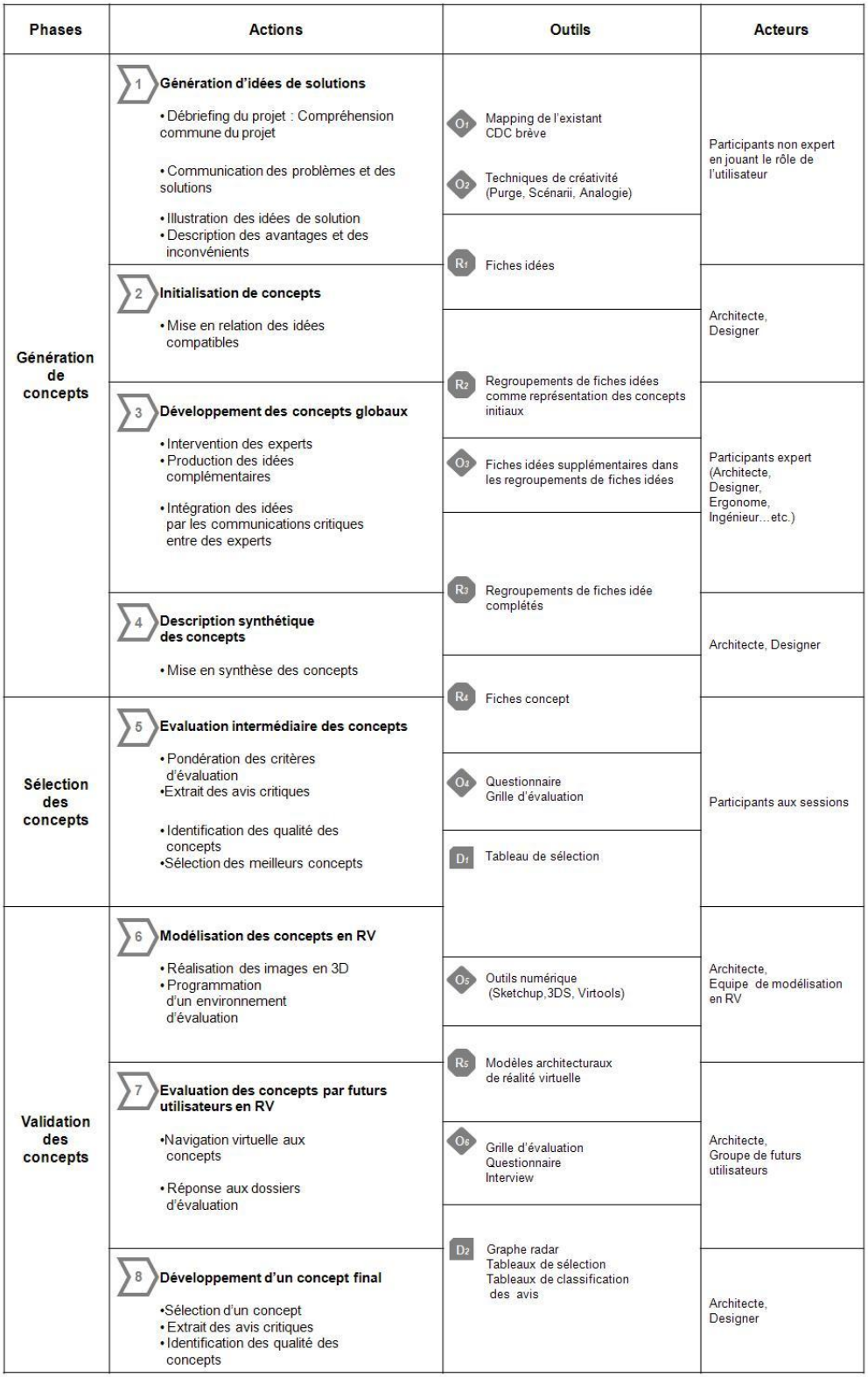


Figure 74 : Le modèle de démarche d'intégration des informations relatives à l'utilisateur futur dans les phases amont du processus de conception architecturale

Cette activité de conception dans les phases amont est constituée de nombreuse divergence et convergence des idées. Afin de favoriser la conception de manière collective et créative, des outils méthodologiques et des outils de représentation intermédiaire qui conviennent aux caractéristiques de chaque phase sont introduits.

La démarche de génération de concepts globaux consiste en la génération d'idées de solutions, l'élaboration initiale des concepts, le développement des concepts globaux et la description synthétique de ces concepts. A travers l'évaluation intermédiaire, des concepts meilleurs sont sélectionnés. Lors de la validation des concepts, la modélisation des concepts en réalité virtuelle est réalisée et utilisée pour extraire des avis propres et critiques de futurs utilisateurs.



Génération d'idées de solutions

La phase de génération d'idées de solutions commence par une brève présentation des informations issues de l'analyse de besoin. Afin de synthétiser les connaissances sur le projet et d'analyser de manière approfondie le contexte et l'existant, un mapping et un cahier des charges succincts sont présentés à l'équipe de conception.

Pour communiquer autour des problèmes et des solutions, mais aussi pour stimuler la créativité, nous avons préconisé plusieurs techniques de créativité. Dans cette phase, tous les concepteurs participent à la séance en jouant le rôle de l'utilisateur. Ils ne sont pas considérés comme des experts. A ce moment précis, les outils méthodologiques employés stipulent qu'il est interdit d'émettre des commentaires critiques basés sur des connaissances spécifiques.

La « Purge » permet aux participants de se débarrasser de toutes les idées préconçues sur les solutions existantes. Les participants notent et présentent oralement ces idées. Cette phase permet de démarrer une activité réellement créative. La pratique des « Scénarii » permet aux participants de s'immerger dans des situations imaginaires et d'adopter des attitudes spontanées face aux problèmes mis en situation. En pratique, ils se projettent dans la situation en tant qu'utilisateurs, en imaginant des solutions concrètes. Certaines d'entre elles sont directement utilisables pour constituer le concept initial. L'« Analogie » est une méthode efficace pour élargir le champ de possibilités et pour laisser place à l'imagination. Les participants proposent des idées en recherchant des solutions dans les domaines très éloignés du domaine de départ.

A l'issue de la séance de créativité, les participants représentent leurs idées sous forme de fiches idées qui décrivent et illustrent de manière synthétique une idée, ainsi que les principaux avantages et inconvénients. Les idées produites constituent les données de base pour identifier les concepts initiaux à développer.



Initialisation de concepts

Dans cette première séance de génération de concepts, les concepteurs (architecte et le designer) essaient d'analyser la compatibilité relative des idées produites dans la phase précédente. Ils constituent ainsi des groupes d'idées en recherchant des thèmes permettant de répondre globalement aux objectifs du projet. Les idées sont directement ou indirectement liées aux objectifs du projet. Pour révéler et enrichir les groupes d'idées, des idées complémentaires sont ensuite générées et ajoutées lors de la phase de développement des concepts globaux.



Développement des concepts globaux

Cette séance de développement des concepts globaux vise à parfaire pour chaque concept initial la notion de cohérence et également à générer des idées dans des domaines plus précis. Nous appelons cette phase l'approfondissement des concepts.

Généralement, on considère que le rôle central des experts ou des spécialistes consiste à effectuer une approche analytique visant à apporter des corrections à un artefact concret. Mais ici la communication entre des experts issus de différents domaines est considérée comme une activité créative.

La première partie de la séance consiste à trouver de nouvelles idées sur des choix et des principes de conception qui n'avaient pas suffisamment été définis préalablement. Un groupe de concepteurs plus spécialisés développe de manière créative et globale les concepts générés précédemment. Des fiches idées supplémentaires rédigées sont intégrées dans les groupes initiaux de fiches idées grâce à une communication conviviale entre les experts. Leurs données, basées sur des connaissances locales et spécifiques, apportent ainsi une inspiration créative à l'équipe de conception. Au cours du développement des concepts, de nouveaux concepts peuvent éventuellement être générés.

Lorsque chaque expert manifeste son propre avis, l'ergonome lui-même intervient. Lorsqu'il apporte ses propres idées en les intégrant aux concepts, les participants concepteurs comprennent naturellement l'importance des considérations ergonomiques.



Description synthétique des concepts

La méthodologie d'enrichissement des concepts sous forme de regroupement des fiches idées permet aux divers points de vue métiers et aux diverses connaissances spécifiques des différentes disciplines d'intervenir librement en conception architecturale. A partir de cette phase, le travail des concepteurs consiste à synthétiser les concepts. En effet toute solution architecturale doit proposer une coexistence de ses éléments constituants pour constituer un concept complet.

Les concepts sont représentés sous forme de fiche-concepts. Ils sont illustrés selon le même degré de détail pour permettre une comparaison avec les autres concepts. Afin de donner une meilleure image à l'évaluateur, la représentation s'appuie sur des esquisses permettant de clarifier le contenu d'une solution par l'écrit et par le schéma.



Evaluation intermédiaire des concepts

L'évaluation intermédiaire a pour objectif de sélectionner les meilleurs concepts au regard de chaque critère, en vue d'intégrer leurs qualités pour aboutir aux premiers concepts sélectionnés.

Les fiches-concepts ont été soumises au jugement des participants lors des sessions précédentes avec un questionnaire et une grille d'évaluation.

Le questionnaire apporte des orientations de conception et une réponse plus concrète. Il permet aux concepteurs de conjuguer les résultats de l'évaluation avec le développement du projet.

Le cahier des charges complété lors de la phase créative (Génération d'idées de solutions et Développement des concepts globaux) est représenté sous forme d'un tableau détaillé (voir figure 40). L'objectif de cette grille d'évaluation est de permettre une évaluation plus objective et plus complète. Les participants notent chaque concept selon les critères détaillés. Selon les critères primordiaux avec le questionnaire, la notation est pondérée. Par le calcul une moyenne est réalisée pour chaque concept, puis les meilleurs d'entre eux sont sélectionnés. Tous les résultats sont reportés dans le

tableau de sélection. Ce tableau permet aux concepteurs de dégager les points forts et faibles des concepts sélectionnés et d'identifier les meilleurs concepts au regard de chaque critère.



Modélisation des concepts en réalité virtuelle

Notre approche propose une évaluation de l'espace architectural par de futurs utilisateurs. Afin de réaliser un espace architectural satisfaisant, il est nécessaire de faire appel à des représentations intermédiaires qui puissent leur permettre d'avoir une certaine perception spatiale.

Comme environnement d'évaluation, nous recommandons donc la réalité virtuelle. En économisant la fabrication d'un prototype réel à l'échelle 1, les futurs utilisateurs pourraient percevoir l'espace architectural sensiblement comme dans la réalité. Cette technologie est donc potentiellement pertinente pour permettre aux futurs utilisateurs d'exprimer leurs avis aisément.

Afin de faciliter une navigation en réalité virtuelle, il est nécessaire de programmer l'environnement d'évaluation. Nous avons proposé un chemin guidé par plusieurs positions prédéfinies. Nous pensons que cette manière de naviguer peut diminuer ou presque supprimer certains risques d'une perte de concentration ou d'altération de l'évaluation. Cependant, la possibilité de pouvoir naviguer librement, en allant partout sans aucun contrôle, doit être disponible en tant qu'option pour les visiteurs qui voudraient voir des endroits spécifiques.



Evaluation des concepts par futurs utilisateurs en réalité virtuelle

Afin extraire des avis plus précis de la part des évaluateurs, nous préconisons d'établir un dossier d'évaluation composé de trois éléments : la grille d'évaluation, le questionnaire et l'interview. Ces outils peuvent permettre d'extraire des informations pertinentes pour développer les concepts. Avec quelques termes relatifs à la qualité architecturale vis-à-vis de l'utilisation, nous avons demandé aux futurs utilisateurs d'évaluer chaque concept et d'en sélectionner un. En exprimant leur compréhension globale des concepts et expliquant les raisons de leurs propres avis le plus clairement possible, ils ont décrit leurs préférences et noté leur degré de satisfaction.



Développement d'un concept final

Le travail de cette phase consiste à recueillir des données d'évaluation par les futurs utilisateurs. Il s'agit d'extraire les informations critiques qui correspondent à des points positifs et négatifs des concepts et de les intégrer au concept final. Avec le tableau de classification des différents avis, les qualités des concepts et les éléments à conserver ou à remettre en cause sont identifiées. Le graphe radar permet de sélectionner un concept final à développer.

4.2.2 Phases suivantes du processus de conception amont

La démarche sous-tendue par notre modèle débouche sur une phase de concrétisation du concept final. A partir des informations critiques recueillies par le biais du tableau de classification, le concept final est développé en détail. Il s'agit, par exemple, de définir les éléments architecturaux détaillés tels que la taille des fenêtres et des portes, la position des meubles, la couleur, textile…etc.

Ici, encore une fois, la créativité et l'évaluation par de futurs utilisateurs doivent intervenir conjointement. Le processus est itératif en faisant des allers-retours entre la création et l'évaluation jusqu'à ce que tous les composants soient précisés. Afin d'effectuer ce travail, nous pouvons réutiliser les images de réalité virtuelle des concepts en modifiant leurs composants architecturaux.

En ce qui concerne les outils et les méthodes d'évaluation de concepts, la réalité virtuelle offre un potentiel important. La modélisation des concepts par l'effet stéréoscopique a permis aux futurs utilisateurs qui ne sont pas experts en conception architecturale, de percevoir les espaces architecturaux comme proches des réels. De ce fait, les concepteurs ont pu communiquer facilement avec les futurs utilisateurs et ainsi extraire des données diverses et précises sur le besoin réel des futurs utilisateurs. Dans notre modèle de processus de conception amont, l'ergonome contribue à la génération des concepts. Ses recommandations, basées sur des connaissances spécifiques en ergonomie sont indispensables dans la phase de validation du concept final où le besoin réel de futurs utilisateurs est recueilli en détail. Il doit nécessaire d'avoir la vision spécifique de l'ergonome qui sera complétée par les avis précis des futurs utilisateurs. Les données ainsi recueillies permettront de constituer une liste plus exhaustive qui sera conforme au besoin des futurs utilisateurs.

Les images performantes de la réalité virtuelle peuvent contribuer à faciliter la communication entre des experts issus de différents domaines. L'outil de réalité virtuelle peut les aider à comprendre les langages spécifiques des autres domaines. Cette facilité ainsi permet d'intégrer des connaissances de

différentes natures et finalement d'améliorer la qualité architecturale.

4.3 Conclusion de la quatrième partie

Nous avons proposé un modèle de processus de conception architecturale. Il s'est agi d'adapter les méthodologies qui sont en cours de développement dans le domaine de NPD au domaine de la conception architecturale. Cette modélisation a consisté en particulier à intégrer des informations relatives à l'utilisateur futur dans les phases amont du processus de conception.

Extraire et intégrer des données conformes au besoin de l'utilisateur en amont du processus est indispensable pour réaliser une qualité architecturale satisfaisante. Or, en conception architecturale classique, les informations relatives à l'utilisateur futur sont généralement intégrées au moment où les principaux choix de conception et la forme architecturale générale ont déjà été fixés. De ce fait, les recommandations pertinentes sont souvent négligées. Ainsi, les informations sur le besoin de futurs utilisateurs sont considérées comme une entrave à la création architecturale.

Les nouvelles démarches de conceptions proposées permettent aux concepteurs d'intégrer les informations de manière créative, lors de la génération et du développement des concepts. Cette activité créative est effectuée de manière simultanée avec des concepteurs issus de divers domaines ainsi que des utilisateurs futurs.

En appliquant notre modèle, il devrait désormais être possible que les concepts architecturaux soient constitués dès la phase amont du processus en validant leur qualité architecturale vis-à-vis des utilisateurs.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Notre recherche, positionnée en génie industriel et en sciences de la conception, porte sur le sujet de la modélisation du processus de conception en vue d'intégrer des informations relatives à l'utilisateur futur en amont. Nous avons souligné la nécessité d'obtenir une certaine qualité des produits nouveaux vis-à-vis de l'utilisateur. Il s'est ainsi agi de favoriser la conjonction d'une conception créative et de l'intégration précoce des informations relatives à l'utilisateur futur. Cette recherche s'est focalisée sur la modélisation des phases amont en incluant la génération et le développement des concepts.

Dans le domaine de la conception de produits nouveaux (NPD), certaines méthodologies actuelles envisagent l'innovation en intégrant la dimension utilisateur de manière créative. A ce titre, le domaine de la NPD structure un processus méthodologique favorisant la conjonction de la nouveauté et de l'utilité. Pour augmenter la qualité et la satisfaction vis-à-vis du produit final, les méthodes intégrant les informations relatives à l'utilisateur sont explorées le plus en amont possible. Il s'agit aussi d'optimiser l'activité collective en impliquant divers métiers (concepteurs, service commercial, production, utilisateurs… etc.) au sein de l'équipe de conception. Ces méthodologies sont en cours de développement dans le domaine des sciences de la conception, et sont appliquées dans ce cadre à plusieurs sortes de produits.

Afin de réfléchir sur le processus actuel de conception de produits nouveaux (NPD) et d'apporter une vision innovante de la NPD, notre recherche a proposé comme domaine d'application la conception architecturale qui est un domaine relativement éloigné. Nous avons appliqué des méthodologies qui permettent l'intégration précoce des informations relatives à l'utilisateur de manière créative et collaborative. En établissant un pont entre les domaines de la conception de produits nouveaux et de la conception architecturale, notre recherche a eu pour objectif de formaliser une nouvelle démarche nécessaire pour que la génération et le développement des concepts architecturaux s'effectuent de manière collective, en intégrant des informations relatives à l'utilisateur futur en amont du processus.

Nous avons testé la démarche théorique avec un projet architectural d'habitat d'urgence. Ce projet nous a semblé pertinent comme travail expérimental afin étudier le potentiel d'adaptation des méthodologies de NPD centrée utilisateur à la conception architecturale. En exigeant d'intégrer les besoins fondamentaux de l'utilisateur futur, ce projet a nécessité de combiner de nombreuses connaissances issues de divers domaines. A l'issue de chaque étape des expérimentations de tests, nous avons discuté l'appropriation des méthodologies générique et collaboratives de NPD dans les phases amont de la conception architecturale. Puis les avis des architectes ont porté sur la validation

et la construction de notre modèle théorique.

Ces expérimentations qui ont porté sur l'optimisation du processus de conception architecturale ont ouvert des perspectives nouvelles en conception de produits nouveaux centrée utilisateur. Notre recherche s'est développée autour des trois thèmes principaux suivants :

1> Informations relatives à l'utilisateur comme source créative

Afin de réaliser une qualité architecturale de bâtiments qui puisse répondre à la satisfaction de l'utilisateur, la conception architecturale se doit d'intégrer des informations relatives à l'utilisateur. Or, ces informations sont souvent considérées comme un élément secondaire voire comme des contraintes en conception architecturale.

Lors de la démarche conceptuelle classique, l'architecte fonde souvent sa décision sans un recueil suffisant des informations sur les futurs utilisateurs. Il considère les divers avis de futurs utilisateurs comme un facteur pouvant provoquer certains conflits lors des phases décisionnelles. De même, l'intervention du consultant en ergonomie s'effectue généralement au moment où les principes des concepts architecturaux sont assez bien fixés. Ses recommandations, tardives bien que pertinentes, ne sont pas prises en compte voire sont souvent négligées. De ce fait, la nécessité de favoriser la créativité tout en permettant d'intégrer les informations relatives à l'utilisateur dans les phases amont du processus est nécessaire.

Nous avons préconisé une démarche qui permet de générer des concepts architecturaux à partir d'idées produites selon les divers points de vue sur les utilisateurs ou des utilisateurs. Les diverses idées de solutions, représentées sous forme de fiche idées, ont ainsi intégré aux concepts. Lors du développement des concepts, la démarche que nous proposons a permis à l'ergonome d'exprimer son propre avis propres librement. Selon l'expert ergonome, il n'a pas été évident d'apporter des idées concrètes à ce stade encore relativement abstrait. Malgré cette difficulté, son intervention a pu être considérée comme une occasion potentielle d'intégrer des informations relatives à l'utilisateur.

2> Intervention pluridisciplinaire en amont du processus

L'architecte s'inscrit dans un processus de conception créative, manipulant de larges connaissances issues de domaines transversaux tels que techniques, artistiques, historiques ou socio-culturels. Dans ces situations, il est confronté à une certaine complexité du processus. Chaque décision de l'architecte fournira la solution d'un problème particulier, mais en posera d'autres. Concevoir un bâtiment fait appel à des savoirs multiples partagés avec et entre les différents acteurs. Actuellement, l'intervention

pluridisciplinaire s'effectue de manière séquentielle et itérative. De ce fait, il est indispensable de veiller à une forte interaction permettant aux acteurs du projet de communiquer leurs connaissances spécifiques et leurs avis propres.

Nous avons préconisé une démarche basée sur la simultanéité. Il s'agit de créer les conditions d'établissement de raisonnement collectif et ainsi de développer des concepts de manière créative. Généralement, on considère que le rôle central des experts porte plus sur une approche analytique visant à apporter des corrections à un artefact concret. Pourtant ici nous avons pu mettre en évidence le fait qu'une communication entre experts de différents domaines puisse amener une certaine créativité selon une vision holistique. Le rôle des membres de l'équipe multidisciplinaire a consisté à proposer des idées complémentaires et à les critiquer. Des concepts générés sous forme de regroupement d'idées ont permis aux concepteurs d'exprimer et d'ajouter leurs connaissances métiers. En expliquant leurs raisons, ils ont pu interpréter tous ensemble les différentes informations et générer de nouveaux concepts.

Nous avons pu aussi mentionner des voies d'amélioration pour améliorer les méthodes proposées. Malgré leurs aspects positifs, cette manière de représentation des concepts comportent certains risques dus à des concepts relativement fragmentaires. Le travail collectif se confronte à la question suivante : la qualité architecturale n'est pas la qualité cumulée de toutes les disciplines associées à la conception [Macurat 2001]. Afin d'obtenir une certaine qualité, il doit être nécessaire de procéder à un regroupement des fiches idées en construisant des représentations intermédiaires synthétiques.

3> Représentations intermédiaires et l'évaluation des concepts

Afin de générer, développer et définir un concept architectural, il est nécessaire d'intégrer les avis de divers experts métiers ainsi que ceux des futurs utilisateurs. Ce type d'informations doit être intégré le plus amont possible afin d'être transféré au sein d'une solution architecturale.

Pour favoriser l'évaluation collective dans les phases amont, nous avons préconisé l'élaboration et l'utilisation de représentations intermédiaires qui soient compréhensibles et objectives. En vue d'extraire et d'intégrer les avis des experts métiers, les regroupements d'idées ont été synthétisés sous forme de fiches concepts. Ces fiches concepts comportent des esquisses qui permettent de clarifier le contenu d'une solution par l'écrit et par le schéma. La représentation pédagogique des concepts allant d'un niveau global vers un niveau détaillé a donné une meilleure intelligibilité à certains concepts. Elle a pu permettre aux experts métiers de donner des notes d'après la grille d'évaluation que nous avons définie et d'exprimer leurs propres avis vis-à-vis du questionnaire.

En ce qui concerne l'évaluation des concepts par les futurs utilisateurs, nous avons préconisé la modélisation des concepts en réalité virtuelle. Cet outil de modélisation spatiale des concepts architecturaux a été performant pour l'évaluation par les futurs utilisateurs qui ne sont pas experts du domaine de la conception architecturale. L'environnement d'évaluation constitué leur a permis d'avoir une certaine perception spatiale. Lors de la visite virtuelle, l'architecte les a aidés à ne pas perdre le chemin de la visite, en présentant des dessins qui permettent de mieux comprendre l'organisation spatiale globale. Ils ont pu répondre assez rapidement et précisément au questionnaire et à l'interview. Ainsi, nous avons pu extraire et recueillir des informations liées aux besoins réels de futurs utilisateurs. La représentation des concepts en réalité virtuelle a été considérée comme performante pour l'évaluation des espaces architecturaux par les futurs utilisateurs.

Bien que la représentation spatiale en réalité virtuelle ait beaucoup d'avantages pour la facilité de compréhension des concepts, l'innovation doit être indispensable pour représenter l'espace réel qui est constitué de divers éléments tels que tactile, sonore, visuel, olfactif…etc.

Références bibliographiques

[Alexander 1964] « De la synthèse de la forme », Alexendre C., Dunod, Paris, 1964.

[Alting 1993] «Life-cycle design of products: a new opportunity for manufacturing enterprises» in Concurent engineering: automation, tools and techniques, Alting L., Wiley Inter Science, 1993.

[Bendeddouch 1998] «Le processus d'élaboration d'un projet d'architecture», Bendeddouch A., L'Harmattan, Paris, 1998.

[Bouchard 2001] «Applied creativity: role of the inter-individual communication and contribution of graphic realization», Bouchard C., Stoeltzlen N., Aoussat A., 7th European Conference on creativity and innovation, Entschede Netherlands, 2001.

[Bouche 2001] « Les enjeux de la programmation : Ergonomie et Conception architecturale », Bouche G., Colloque ADEO, 2001.

[Boudon 1997] « Sur l'espace architectural : Essai d'épistémologie », Boudon Ph., Dunod, Paris, 1997.

[Boudon 2004] « Conception », Boudon Ph., Edition de la Villette, Paris, 2004.

[Brissaud 1998] « Conception distribuée, émergence » in Conception de produits mécaniques, Méthodes Modèles Outils, Brissaud D., Garro O., coordonné par M. Tollenaere, Hermes, 1998.

[Conan 1990] « Concevoir un projet d'architecture », Conan M., L'harmattan, 1990.

[Cross 1984] « Developments in design methodology», Cross N., Chichester, New York, Wiley, p 357, 1984.

[Darke 1979] «The primary generator and the design process», Darke J., Design Studies 1, p 36-44, 1979.

[Darses 1997] « Représentations cognitives de l'objet : construction collective dans une situation de conception continue », Darses F., Sauvagnac C., acte de 01 Design'97, Théoule sur mer, 24-26 septembre, 1997.

[Denis 1989] « Image et cognition », Denis M., Presses universitaires de France, Paris, p 284, 1989.

[Dorst et Cross 2001] « Creativity in the design process: co-evolution of problem-solution », Dorst K. and Cross N., Design Studies 22, p 425-437, 2001.

[Farel 2000] « Conception d'un bâtiment collectif : l'organisation d'un travail collectif » in Concevoir Inventer, Créer, Farel A., Harmattan, p 51-63, 2000.

[Fischer et al 2005] « Beyond binary choices: integration individual and social creativity », Fischer G., Giaccardi E., Eden H., Sugimoto M., Ye Y., Human-Computer Studies 63, p 482-512, 2005.

[Godschalk 1970] « Negotiate: an experimental planning game», Godschalk D., Proceedings of the 1st annual environmental design research association conference, p345-349, 1970.

[Granath 2001] «Participation of users in design activities», Granath J.A., 2001. http://www.design4change.com/LinkedDocuments/Architecture - Participation of users in design activities.pdf

[Guidat 1996] « Génie des systèmes industriels : présentation de la discipline de recherche », Guidat C., annexes du compte rendu de l'assemblée générale du 10 juillet 1996 de la FSSPI, ENSGSI, INPL, 1996.

[Halin 2004] « Modèles et outils pour l'assistance à la conception. Application à la conception architecturale », Halin G., Habilitation à Diriger les Recherches, Institut National Polytechnique de Lorraine, Ecole Doctorale IAEM. CRAI, Nancy, 2004.

[Hanrot 2003] « Enjeux pour l'ingénierie de maîtrise d'œuvre », Hanrot S., Ministère de l'Equipement Plan Urbanisme Construction Architecture, Pratiques de projet et ingénieries, 2003

[Harms 1971] « User and community involvement in housing and its effects on professionalism» in J. Turner and R. Fichter, Harms H., Freedom to build Macmillan, 1971.

[Hatchuel 1996] « Coopération et conception collective. Variété et crises des rapports de prescription » in Coopération et Conception, Hatchuel A., Octares, p 101-121, 1996.

[Haué 2004] « Intégrer les aspects situés de l'activité dans une ingénierie cognitive centrée sur la situation d'utilisation », Haué J. B., @ctivités 1 (2), p170-174, 2004. http://www.activites.org/v1n2/haue.pdf

[Hill 2003] « Actions of architecture: architects and creative users », Hill J., Routledge, 2003.

[Jencks et Silver 1973] « Adhocism: The case for improvisation - Garden city », Jencks C. et Silver N., New York : Doubleday Anchor, 1973.

[Jordan 2000] « Designing pleasurable products: an introduction to the new humain factors», Jordan P. W., Taylor & Francis, London, 2000.

[KDR 2007] « A Study on the improvement of Temporary Dwelling for suffers from a Disaster », Korea Disaster Relief, 2007.

[Kernohan 1992] « User participation in building design and management », Kernohan D., Kent :Genesis Typesetting, 1992.

[Kroll 1988] « Buildings and Projects», Kroll L., London: Thames and Hudson, 1988.

[Kusiak 1993] « Concurrent engineering : automation, tools and techniques », Kusiak A., Wiley Inter Science, 1993.

[LCPI 2009] Dossier unique de demande de reconnaissance par le Ministère et éventuellement d'association aux EPST ou EPIC d'une unité de recherche, Chercheurs du LCPI, 2009.

[Laaroussi 2007] « Assister la conduite de la conception en architecture : Vers un système d'information orienté pilotage des processus », Laaroussi A., Thèse INPL, Nancy, 2007.

[Lawrence 1982] **«** Trends in architectural design methods – the liability of public participation», Lawrence R.J., Design Studies 03, p 97-103, 1982.

[Lebahar 2007] « La conception en design industriel et en architecture : désir, pertinence, coopération et cognition », Lebahar J.C., LAVOISIER, 2007.

[Lebahar 1983] « Le dessin d'architecte ; simulation graphique et réduction d'incertitude », Lebahar J. C., Parenthèses, Marseille, 1983.

[Leborgne 2001] « Proposition d'une démarche anthropocentrée de conception de produits nouveaux basée sur l'usage et destinée a une meilleure intégration, par l'ergonome, des besoins et des attentes des usagers », Leborgne C., Thèse ENSAM, Paris, 2001.

[Léglise 2000] « Conception assistée : modélisation et interprétation » in De Paoli, Léglise M., Montréal : ACFAS, p 51-66 , 2000.

[Le Moigne 1990] « La modélisation des sytèmes complexes », Le Moigne J.L., Dunod, Paris, 1990

[Lim 2003] **«** Modélisation du processus de conception centrée utilisateur, basée sur l'intégration des méthodes et outils de l'ergonomie cognitive : Application à la conception d'IHM pour la télévision interactive », Lim D., Thèse ENSAM, Paris, 2003.

[Malcurat 2001] « Spécification d'un environnement logiciel d'assistance au travail coopératif dans le secteur de l'architecture et du BTP», Malcurat O. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Lorraine, 2001.

[Mallein 2002] « La conception assistée par l'usage », Mallein P., 2002 www.rd.francetelecom.fr/fr/conseil/mento7/c5.pdf

[Marciel 2007] « Main influences on the design philosophy and knowledge basis to bioclimatic integration into architectural design- The exemple of best practices », Maciel A. A., Building and Environment 42, p 3762-3773, 2007.

[Mazouz 2001] « The integration of environmental variables in the process og architectural design: The contribution of expert systems », Mazous S., Zerouala M.S., Energy and Buildings 33, p 699-710, 2001.

[Martin 2000] « Maîtrise d'ouvrage, Maîtrise d'œuvre, construire un vrai dialogue, La contribution de l'ergonome à la conduite de projet architectural », Martin Ch., Octares Editions, 2000.

[Maslow 1943] « A Theory of Human Motivation », Maslow A., 1943.

[Maxant 2004] « La collaboration interdisciplinaire et la contextualisation par l'usage dans la création et l'évaluation amont d'offres innovantes : application au domaine de l'énergie domestique ». Maxant O., Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure en Génie des Systèmes Industriels, 2004.

[Min 1995] « Ministère de l'Industrie, L'innovation Technologique, les chiffres clés», 1995

[Min 2003] « Ministère de l'Industrie, A nouveau consommateur, nouvelles stratégies industrielles », Paris, 2003.

[Mitchell 1993] « Redefining designing ; from form to experience », Mitchell C. T., Van Nostrand Reinhold, New York, 1993.

[Moles 1972] « Théorie de l'information et perception esthétique », Moles A., Denoël : Gonthier, Paris, 1972.

[Pinson 1993] « Usage et architecture », Pinson D., L'Harmattan, 1993.

[Porada 1994] « Au carrefour des arts et des sciences, création spatiale en image de synthèse » in Vettraino-Soulard, M. C., Porada P., Paris : Colloque, p 59-68, 1994.

[Prost 1992] « Conception architecturale, une investigation méthodologique », Prost R., L'Harmattan, 1992.

[Quarante 1994] « Eléments de design industriel », Quarante D., 3e éd Polytechnica, Paris, 1994

[Raynaud 2001] « Compétence et expertise professionnelle de l'architecte dans le travail de conception, Raynaud D., Sociologie du travail 43, p 451-469, 2001.

[Raynaud 2002] « Cinq essais sur l'architecture : études sur la conception de projets de l'Atelier Zô, Scarpa, Le Corbusier, Pei », Raynaud D., L'Harmattan, Paris, p 240, 2002.

[Rio et al 2007] « A comparison of floorplan design strategies in architecture and engineering, Del Rio-Cidoncha M. G., Iglesias J. E., Martinez-Palacios J., Automation in Construction 16, p 559-568, 2007.

[Roussel 1996] « Proposition d'une méthode centrée sur la formulation de principe de solution dans le processus interdisciplinaire de conception de produits », Roussel B., Thèse ENSAM, 1996

[Sanoff 2006] « Origins of community design Progressive Planning 166 », Sanoff H., p 14-17, 2006

[Schaffer et al 2002] « Learning to Innovate », Schaffer C., Funk K., Cap Gemini Ernst & Young Center for Business Innovation, 2002.

[Simon 1992] « De la rationalité Substantive à la Rationalité procédurale » in Revue PISTES. Simon H. A., 1992.

[Sless 1978] « A definition of design », Sless D., Design methods and theories 12(2), p 123-130, 1978.

[Spinuzzi 2005] « The methodology of participatory design », Spinuzzi C., Technical Communication, 52, p163-174, 2005.

[Tassinari 2006] « Pratique de l'analyse fonctionnelle », Tassinari R., Dunod, 4ème édition, 2006.

[Tric 1999] « Conception et projet en architecture: articulation des composantes enveloppe, structure, usage et coût dans la conception et au sein du système d'acteurs », Tric O., L'Harmattan, Paris, p313, 1999.

[Ulrich 2000] « Product design and development », Ulrich K.T., Eppinger, 2000.

[Van der Voordt 2005] «Architecture in use: introduction to the programming, design and evaluation of buildings», van der Voordt T. and van Wegen H., Thoth, 2005.

[Verheijen et al 2001] « On observation as inspiration for design. Contemporary Ergonomics », Verheijen T., Kanis H., Snelders D., Green W.S. Taylor and Francis, p 383-388, 2001.

[Visser et Hoc 1990] « Expert software design strategies», Visser W., Hoc J. M., Green T., Samurçay R., Academic press, Londres, p235- 250, 1990.

[Wulz 1986] «The concept of participation», Wulz F., Design studies 07, p153-162, 1986.

[Zeisel 1984] «Inquiry by design: tools for environment-behaviour research », Zeise J., Cambridge University Press, p250, 1984.

[Zwemmer 2008] «Engaging Users in Briefing and Design: a Strategic Framework», Zwemmer M. and Otter A.D., Eindhoven University of Technology, Netherlands, p405-416, 2008.

Index des figures

Figure 1 : 3 axes de recherche du LCPI [LCPI 2009] 12

Figure 2 : Les trois activités primitives de Zeisel [adapté de Conan 1990] 17

Figure 3 : Le cycle des deux types d'information de Zeisel [Zeisel 1984] 17

Figure 4 : Les composants du processus de formulation d'une solution architecturale [Prost 1992] . 18

Figure 5 : Le lieu de développement du besoin de représentations [Prost 1992] 20

Figure 6 : Les phases de résolution de problèmes [adapté d'Alexander, 1964] 24

Figure 7 : Modèle global « construction progressive et collective [Martin 2000] 29

Figure 8 : Conduite des phases de conception et réalisation [Conan 1990] 34

Figure 9 : Déroulement de l'élaboration du projet architecturale selon la loi MOP 35

Figure 10 : Intégration des informations relatives à l'utilisateur futur en amont du processus de conception architecturale [Zwemmer 2008] 37

Figure 11 : Intervention de l'ergonome dans les phases amont de la conception architecturale 39

Figure 12 : Intervention de l'ergonome et représentations intermédiaires professionnelles de l'architecte 41

Figure 13 : Communication entre l'architecte et l'utilisateur futur 43

Figure 14 : Phase amont du processus de conception de produits nouveaux (NPD) centrée utilisateur [Quarante 1994] [Ulrich 2000] 47

Figure 15 : Les 4 phases du processus de créativité appliquée [Bouchard 2001] 49

Figure 16 : Modèle théorique du processus de conception architecturale centrée utilisateur 52

Figure 17 : Protocole d'expérimentations : positionnement des expérimentations qui s'adressent à la validation des hypothèses et à la construction du processus de conception architecturale 56

Figure 18 : Résumé du contexte du projet [KDR 2007] [Maslow 1943] 59

Figure 19 : Identification des besoins vitaux selon la pyramide de Maslow 60

Figure 20 : Objectif de l'expérimentation 1 61

Figure 21 : Protocole de l'expérimentation 1 63

Figure 22 : Génération d'idées avec des techniques de créativité 64

Figure 23 : Débriefing du projet (cahier des charges brèves et mapping de l'existant) 65

Figure 24 : Mise en situation 1 des scénarii et ses résultats 66

Figure 25 : Résultats de l'application de l'analogie 67

Figure 26 : Exemple des fiches idée réalisé 68

Figure 27 : Génération et développement des concepts..... 69

Figure 28 : 8 concepts initiaux générés à la première réunion design 70

Figure 29 : Un concept initial *"fabrication rapide",* généré par la manière de regroupement de fiches idées 71

Figure 30 : Explication et inspiration à partir des idées lors de la deuxième séance de créativité 72

Figure 31 : Intégration des idées dans les groupes de concepts constitués sous forme de fiche idées..... 73

Figure 32 : 5 concepts développés et 2 nouveaux concepts générés à la deuxième séance de créativité 74

Figure 33 : Le concept *"fabrication rapide",* développé par la manière de regroupement de fiches idées (cadré en gris : 2 fiches idées complémentaires) 75

Figure 34 : Deux groupes de nouveau concept supplémentaire (à gauche : *boite compacte*, à droite : *maison container*) 75

Figure 35 : Fiches idées produites par l'ergonome 76

Figure 36 : Evaluation et sélection des concepts avec fiches concepts 77

Figure 37 : Exemple de fiche concept 78

Figure 38 : Questionnaire pour l'évaluation intermédiaire 79

Figure 39 : Fonctions principales de l'habitat d'urgence (représentation évolutive) 80

Figure 40 : Grille d'évaluation classifiant les fonctions et les contraintes complétées 81

Figure 41: Résultat pour une personne, un critère et un concept (à gauche), et Résultat additionné pour un concept et un critère, de tous les participants (à droite) - *ex. fonction « bioclimatique »* 82

Figure 42 : Pondération des critères selon leur importance accordée au questionnaire 83

Figure 43 : 3 concepts meilleurs (cadrés en rouge) et meilleurs concepts au regard de chaque critère (dont le score écrit en rouge) 83

Figure 44 : Evolution du concept allant de la fiche concept à la modélisation numérique..... 85

Figure 45 : Concept A, "le plus grand espace" évalué à partir de la fiche concept 85

Figure 46 : Concept B, *"deux pièces en 18m²"* évalué à partir de la fiche concept 86

Figure 47 : Concept C, *"diverses sphères de vie"* évalué à partir de la fiche concept..... 86

Figure 48 : RIs en phase amont du processus de conception architecturale traditionnelle..... 90

Figure 49 : RIs de NPD adaptées au processus de conception architecturale amont 90

Figure 50 : Objectif de l'expérimentation 2 92

Figure 51 : Trois concepts dessinés en SketchUp 94

Figure 52 : Différentes ombres faites dans de démonstrateur de l'habitat d'urgence 94

Figure 53 : Séance d'évaluation en réalité virtuelle 95

Figure 54 : Grille d'évaluation présentée aux évaluateurs (futurs utilisateurs) 96

Figure 55 : Outils méthodologiques (Grille d'évaluation, Questionnaire, Interview) 98

Figure 56 : Un exemple des dessins permettant de comprendre l'organisation spatiale globale (concept B) 98

Figure 57 : Grille d'évaluation remplie par un évaluateur à partir du questionnaire et de l'interview 99

Figure 58 : Synthèse des résultats de l'évaluation sous forme radar 100

Figure 59 : Classification des concepts selon les points positifs et négatifs (en vert : plus de bien, en violet : moins de moyen) 100

Figure 60 : Recueil des avis positifs par rapport aux critères (concept C) 101

Figure 61 : Recueil des avis négatifs par rapport aux critères (concept C) 102

Figure 62 : Un exemple de l'intégration des avis critiques sur les concepts non-sélectionnés au développement du concept sélectionné comme références directrices 103

Figure 63 : Réunion d'évaluation du modèle de processus avec 6 architectes 106

Figure 64 : Protocole de l'expérimentation 3 107

Figure 65 : Avis critiques sur l'application de l'outil de fiche idées dans les phases amont 108

Figure 66 : Avis critiques sur les évaluations intermédiaires 110

Figure 67 : Avis critiques sur la réalité virtuelle 112

Figure 68 : Avis critiques sur l'intervention pluridisciplinaire dans les phases amont 113

Figure 69 : Activité séquentielle et itérative en conception architecturale classique (en haut) et conception architecturale future de manière simultanée (en bas) 117

Figure 70 : Modèle relatif à l'hypothèse 1 120

Figure 71 : Modèle relatif à l'hypothèse 2 122

Figure 72 : Modèle relatif à l'hypothèse 3 123

Figure 73 : Modélisation détaillée des phases amont en termes principaux (créativité, utilité, collaboration) 125

Figure 74 : Le modèle de démarche d'intégration des informations relatives à l'utilisateur futur dans les phases amont du processus de conception architecturale 127

Figure 75 : Fiche concept « maison boite déployée » 148

Figure 76 : Fiche concept « toiture bioclimatique partagée » 149

Figure 77 : Fiche concept « maison sur place » 150

Figure 78 : Fiche concept « maison enterrée » 151
Figure 79 : Fiche concept « energy house » 152
Figure 80 : Fiche concept « maisons regroupées » 153
Figure 81 : Fiche concept « maisons déroulable » 154
Figure 82 : Recueil des avis positifs et négatifs (concept A) 155
Figure 83 : Recueil des avis positifs et négatifs (concept B) 156
Figure 84 : Recueil des avis positifs et négatifs (concept C) 157

Index des tableaux

Tableau 1 : Classification des différents niveaux de représentation selon Porada [Porada 1994] 21

Tableau 2 : Evolution de l'intervention de l'ergonome [Martin 2000] 28

Tableau 3 : Exemples d'outils de créativité appliquée en conception [Bouchard 2001] 50

Tableau 4 : Discussion sur l'expérimentation 1 d'après les trois thèmes principaux..... 88

Tableau 5 : Discussion sur l'expérimentation 2 d'après les trois thèmes principaux..... 104

Annexes

Annexe 1 : 7 fiches concept générées (3.2.5 Evaluation et Sélection des concepts)

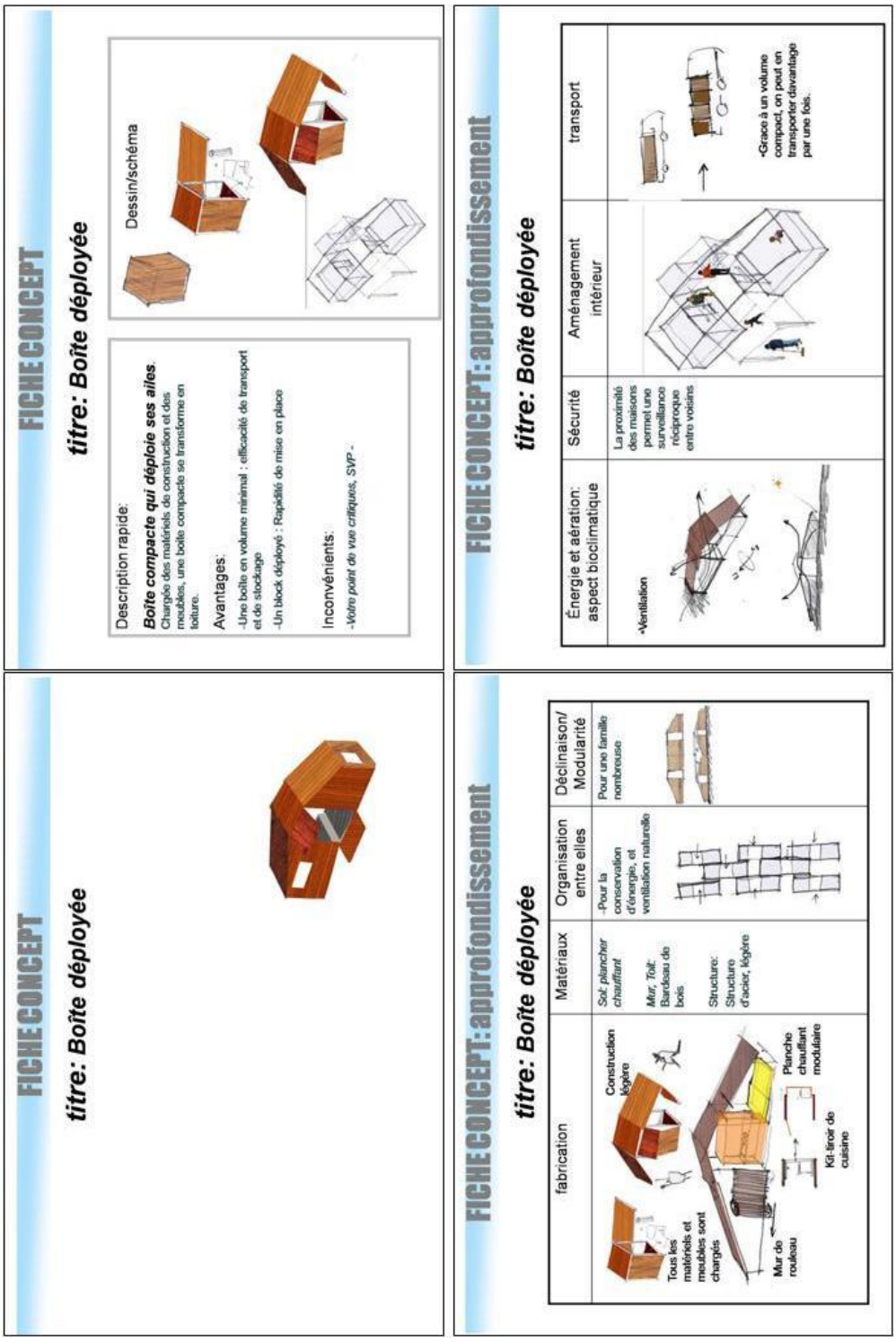


Figure 75 : Fiche concept *« maison boite déployée »*

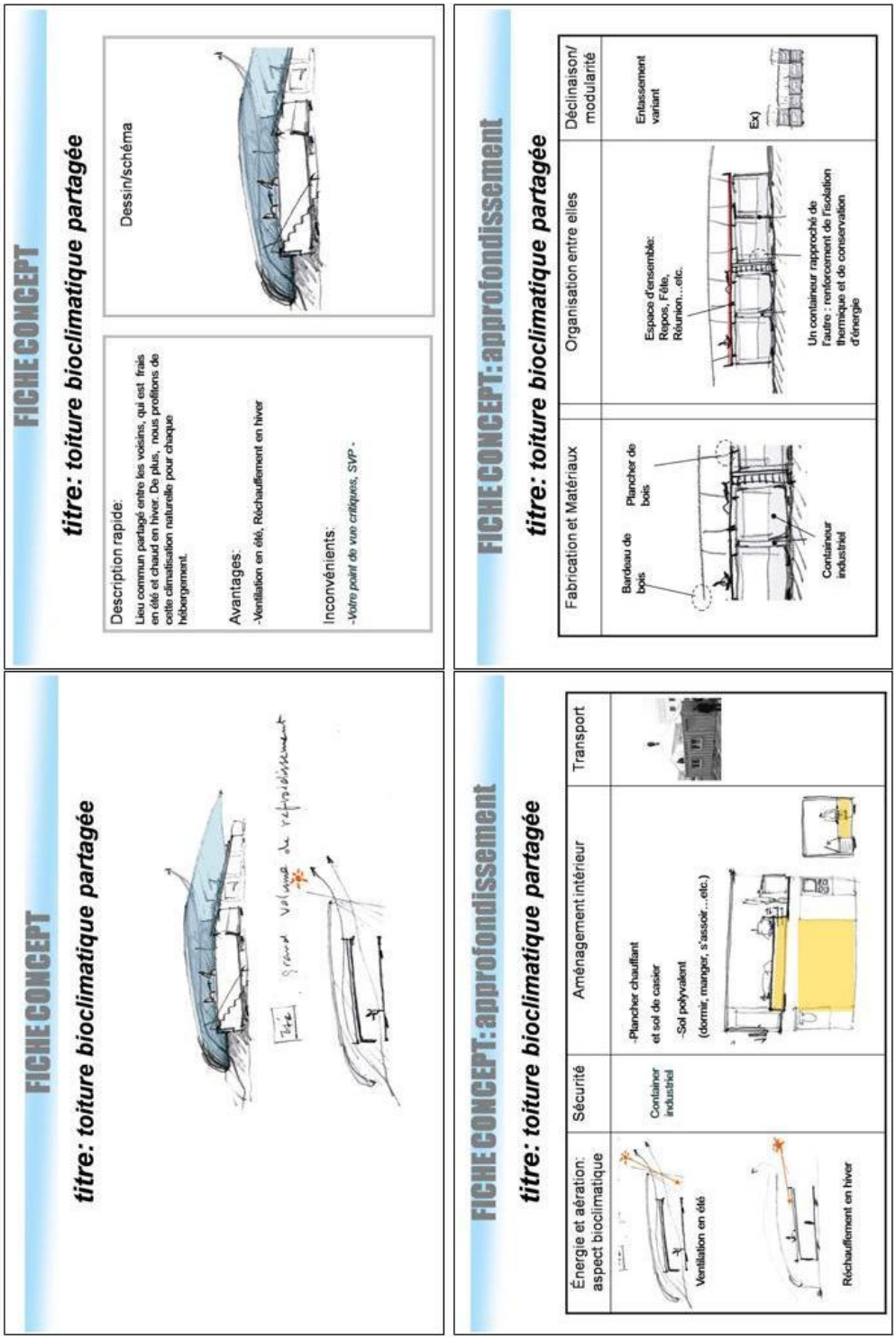


Figure 76 : Fiche concept *« toiture bioclimatique partagée »*

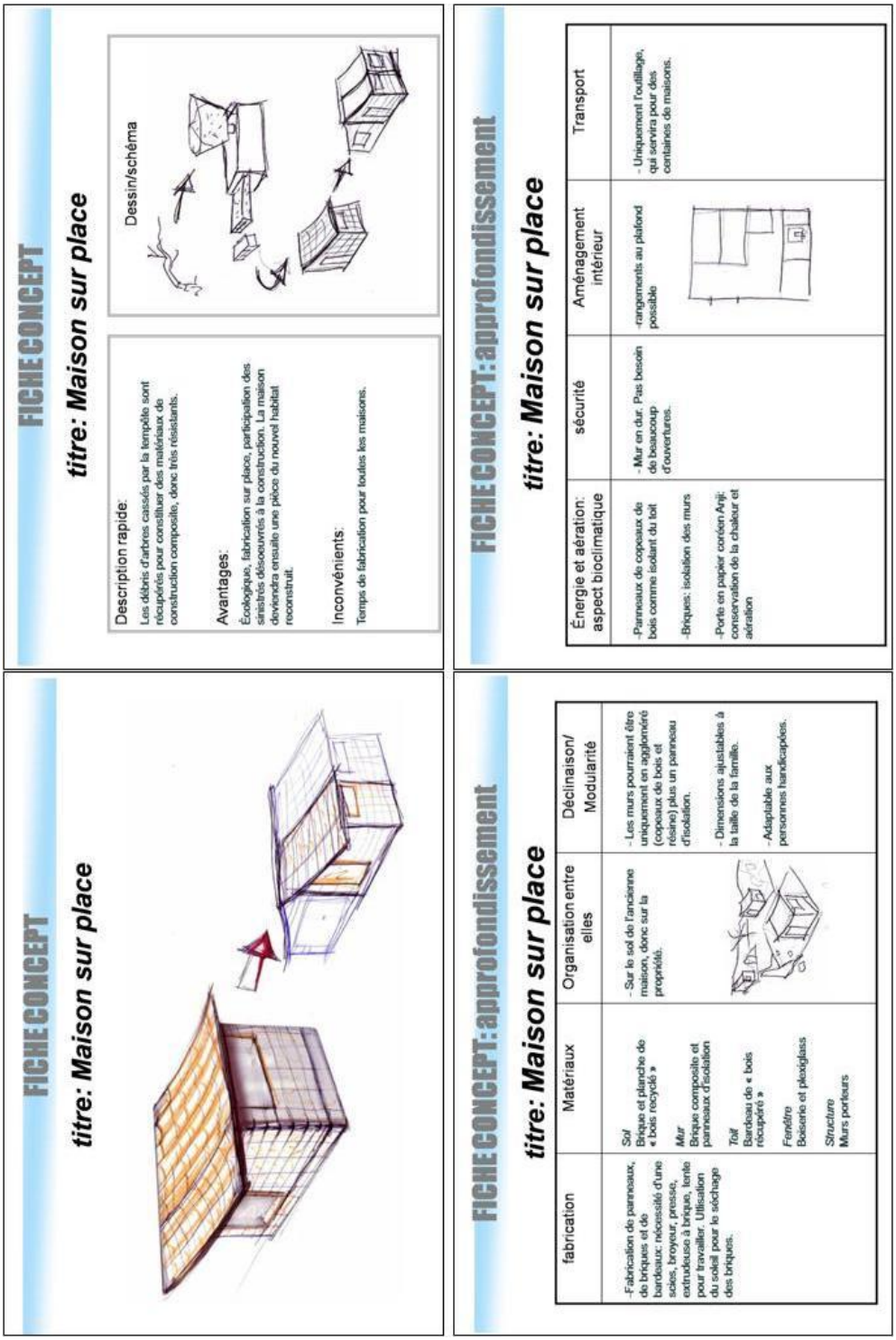


Figure 77 : Fiche concept *« maison sur place »*

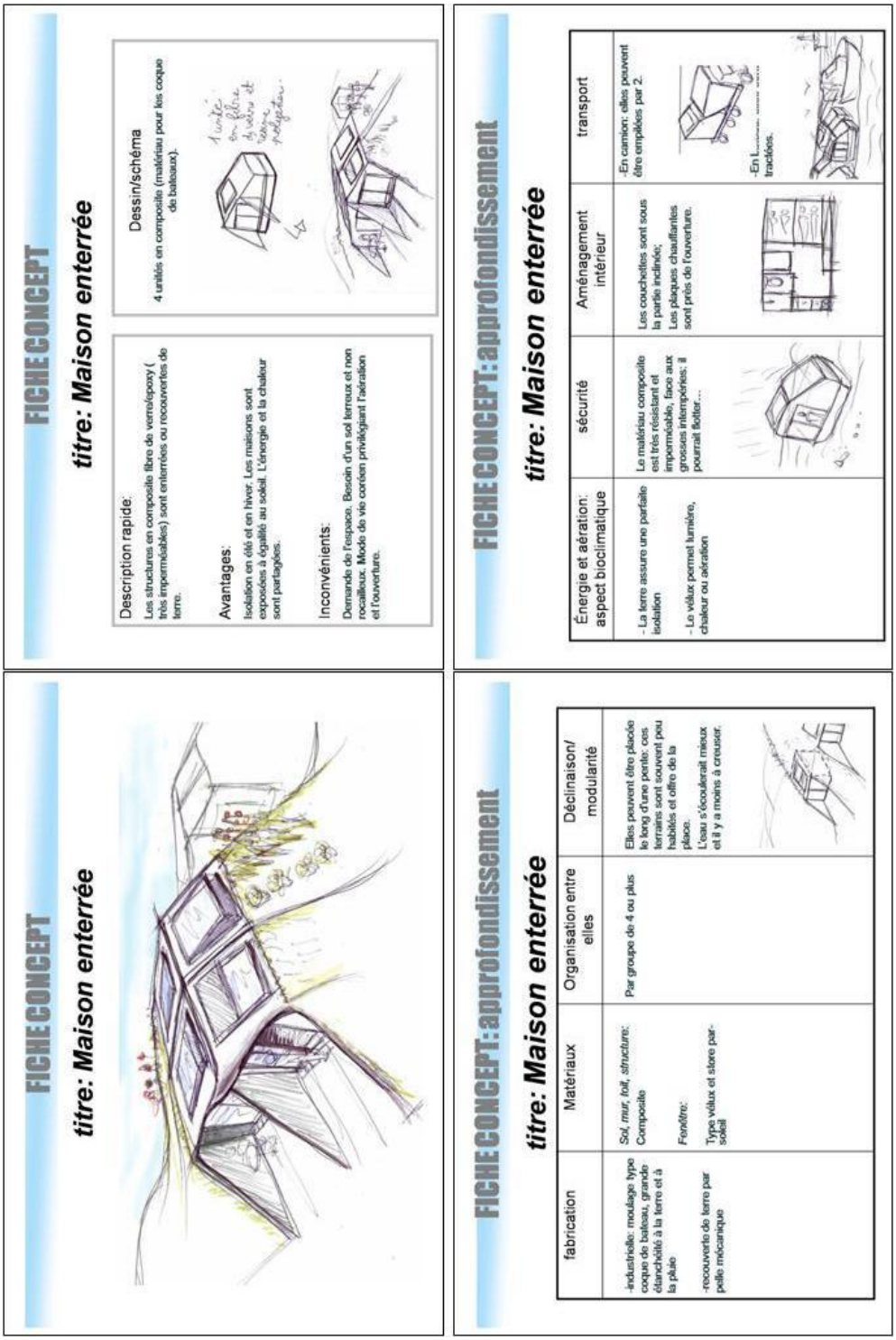


Figure 78 : Fiche concept *« maison enterrée »*

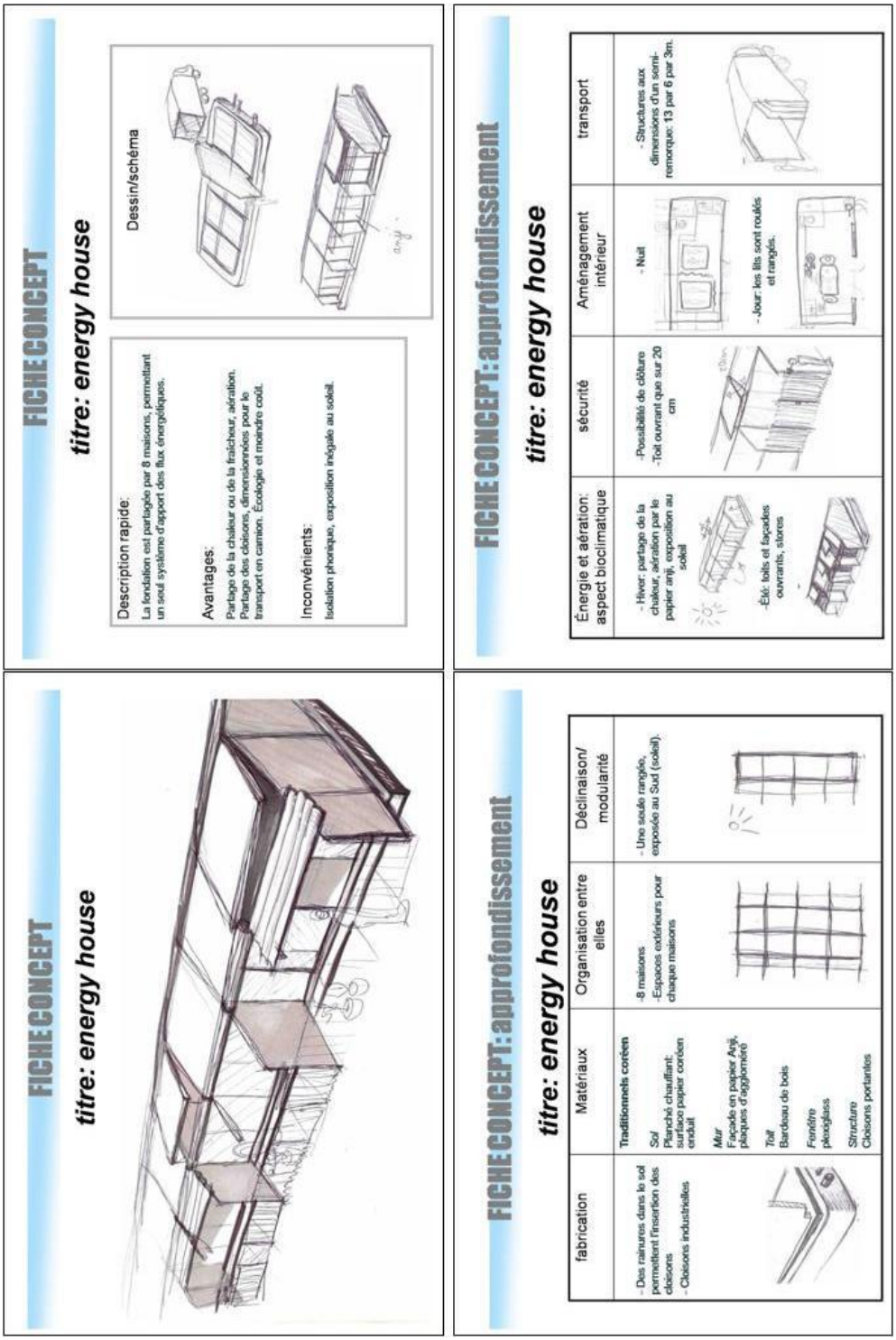


Figure 79 : Fiche concept *« energy house »*

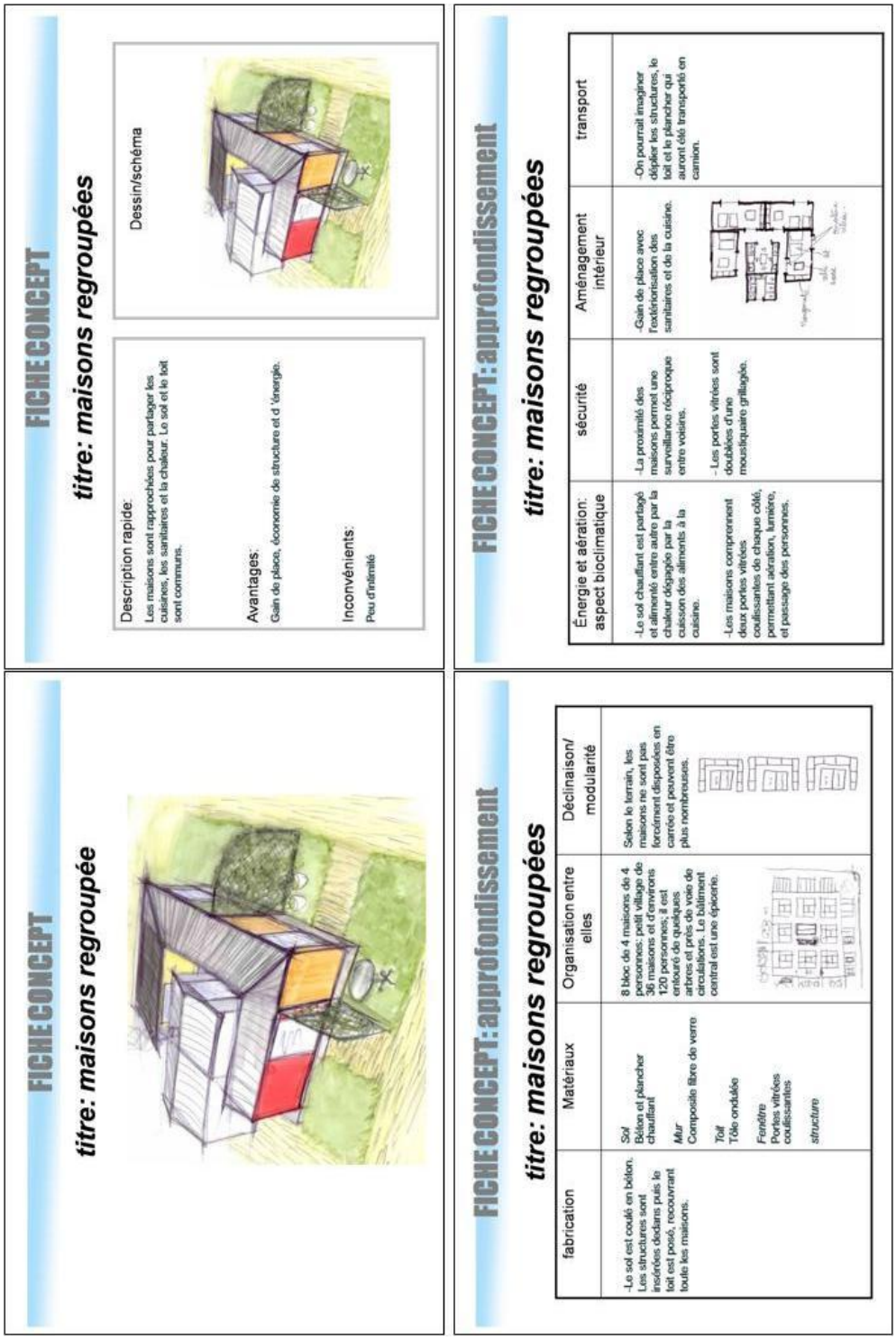


Figure 80 : Fiche concept *« maisons regroupées »*

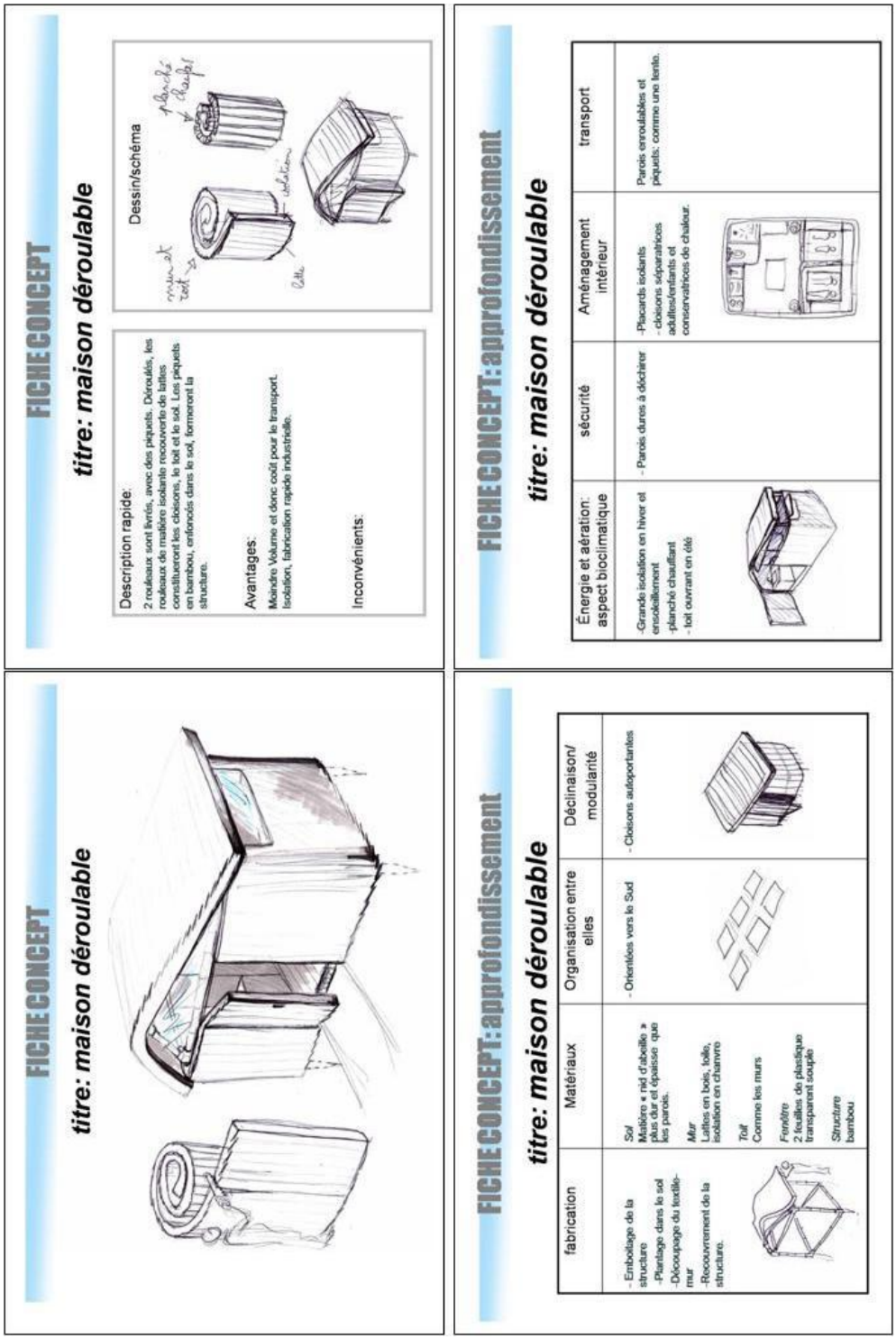


Figure 81 : Fiche concept *« maisons déroulable »*

Annexe 2 : Recueil des avis critiques exprimés par 12 évaluateurs sur 3 concepts (concept A, concept B, concept C) représentés en réalité virtuelle.

(3.3.3 Evaluation des concepts en réalité virtuelle)

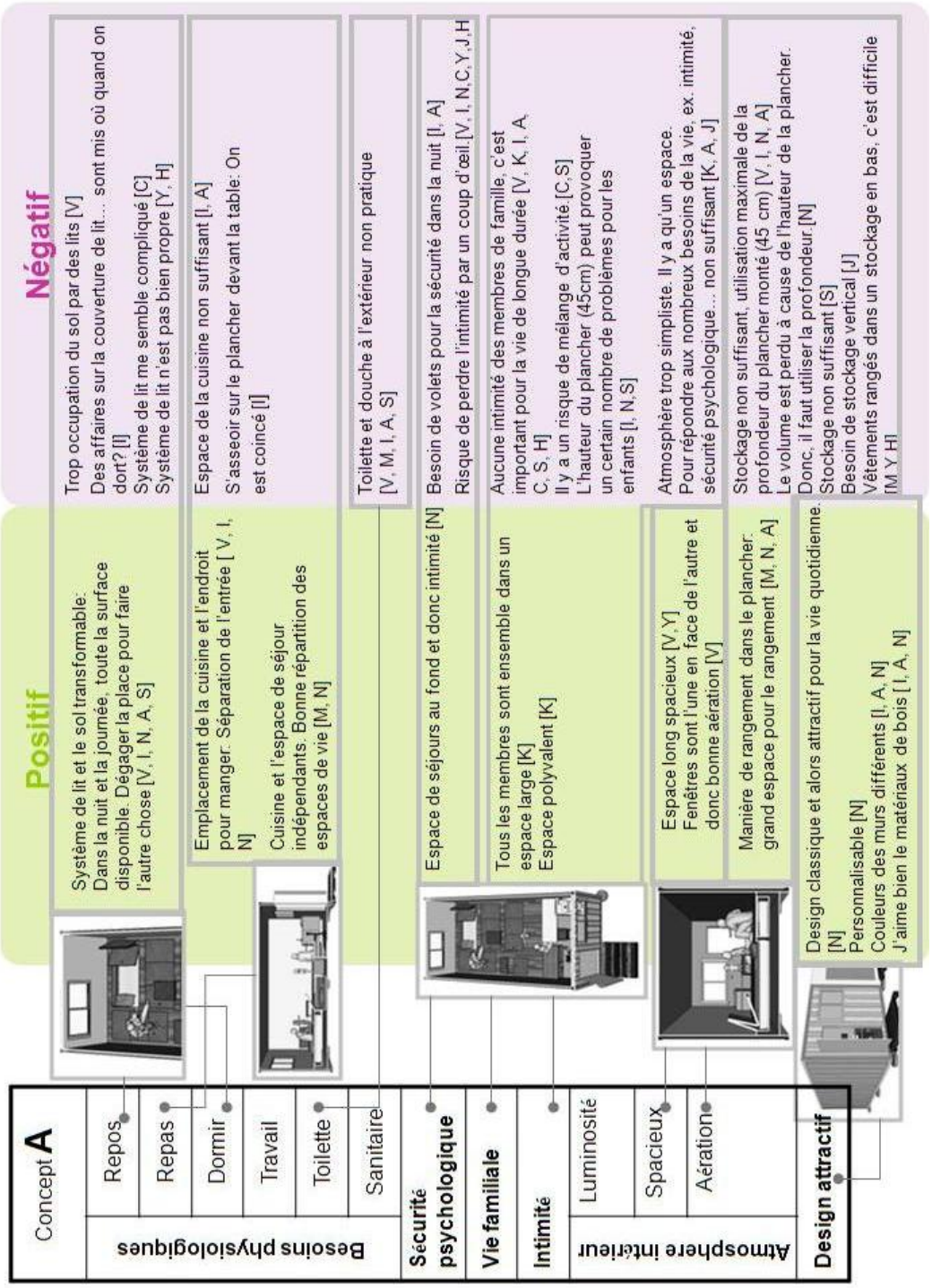


Figure 82 : Recueil des avis positifs et négatifs (concept A)

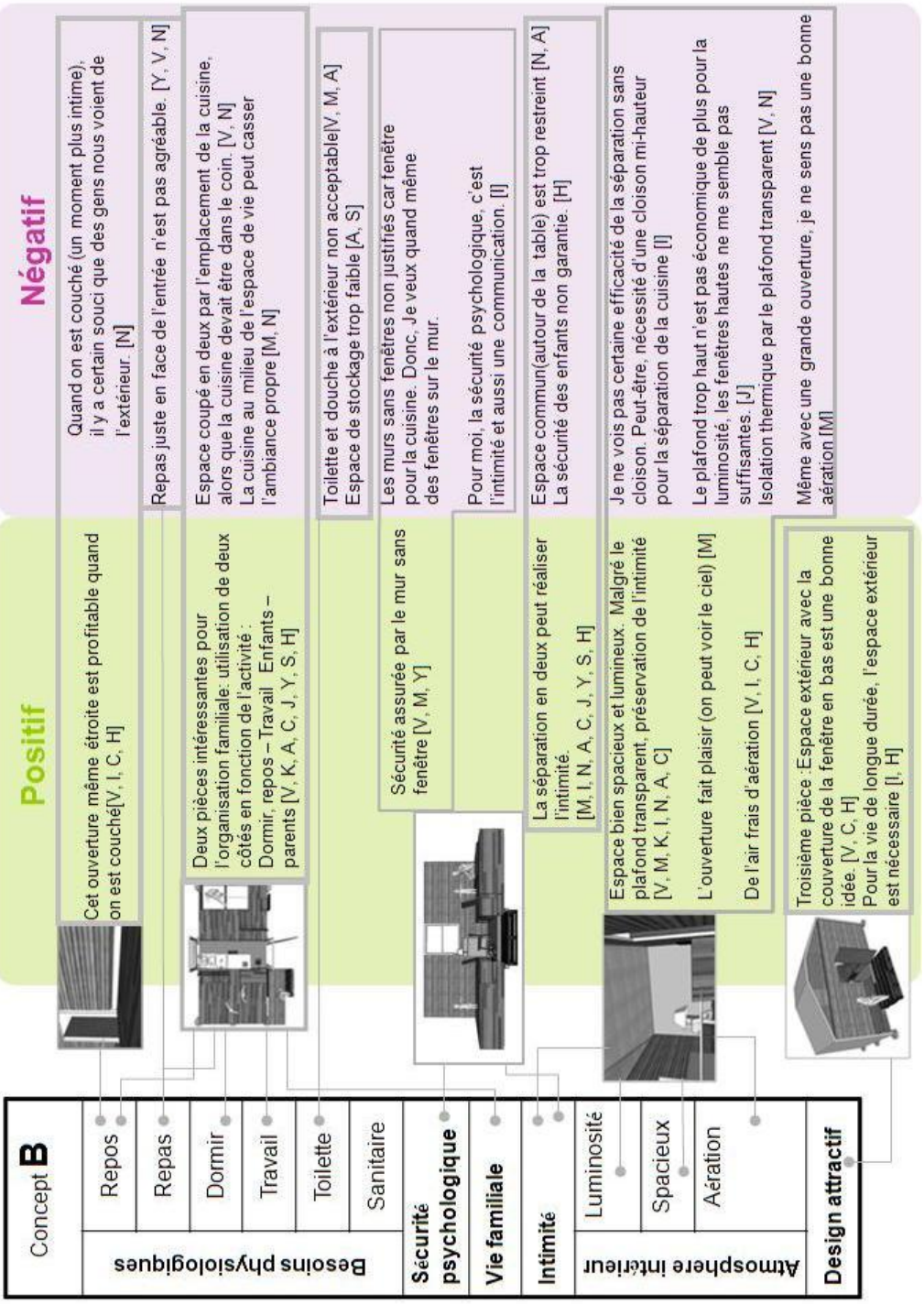


Figure 83 : Recueil des avis positifs et négatifs (concept B)

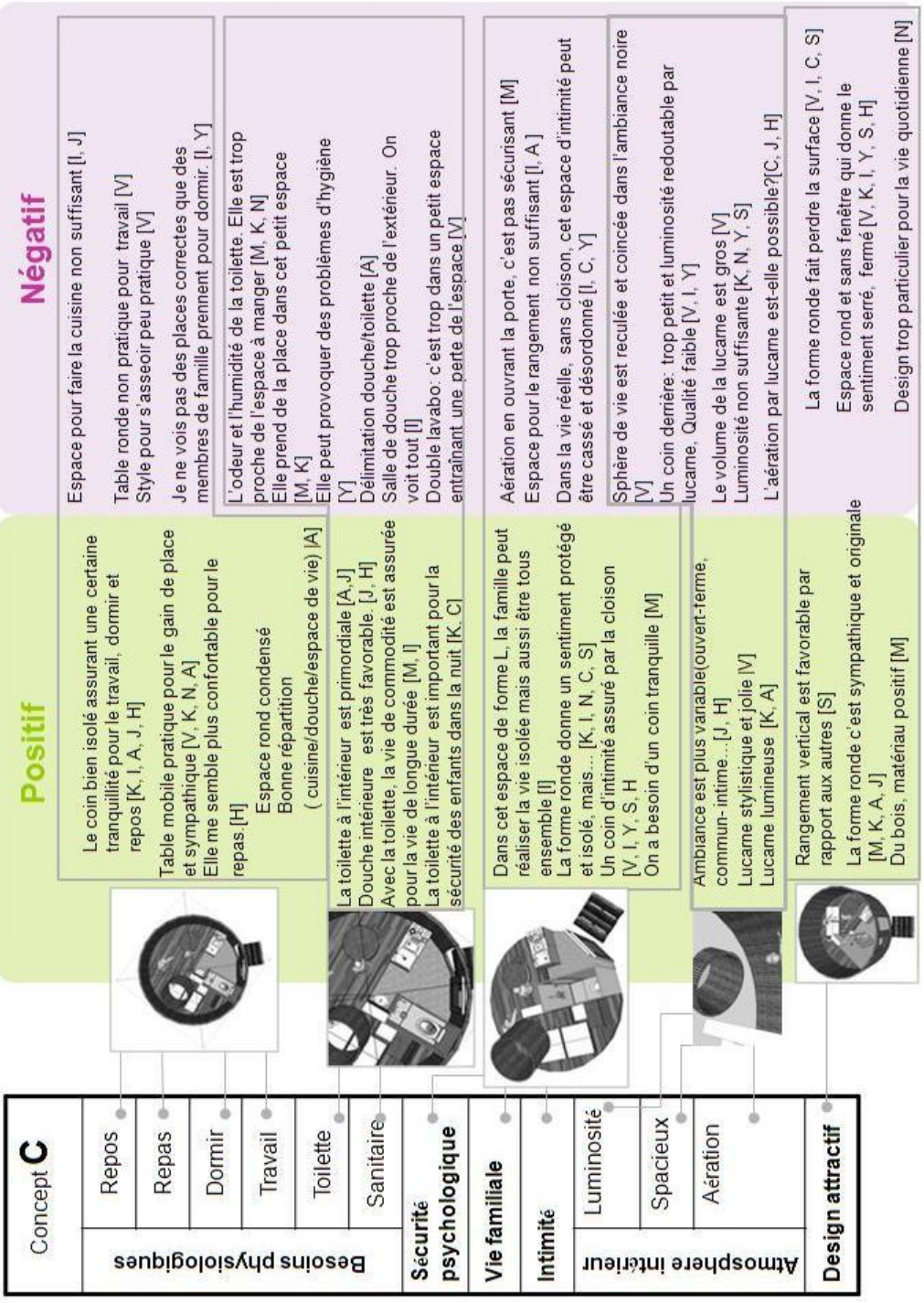


Figure 84 : Recueil des avis positifs et négatifs (concept C)

Annexe 3 : Résumé du dialogue de 6 architectes

(3.5 Expérimentation 3 : Evaluation du modèle de processus)

Nous avons proposé à 6 architectes d'exercer une critique sur le processus de conception architecturale présenté. En échangeant sur les aspects caractéristiques de la conception architecturale à travers un dialogue libre, ils ont manifesté leurs avis propres sur le processus.
Ici, nous recueillions leur dialogue selon l'ordre du processus.

Participants: 6 architectes D.P.L.G (**A** 1**, A** 2**, A** 3**, A** 4**, A** 5**, A** 6)
Date : 24 avril 2010
Durée : 3 heurs
Objectif : Critique constructive du processus de conception architecturale basé sur la méthodologie de conception de produits nouveaux (NPD) centrée utilisateur.

1ère séance de créativité

A 6**)** C'est intéressant de produire une quarantaine fiches idée en 3 heures. Des idées présentées sur les fiches idée par des illustrations avec une description simple et ses avantages et inconvénients, elles marcheront bien car susciteront la génération des concepts. Lors de la conception de manière individuelle, on n'aurait pas besoin de décrire des idées en fiche idée. Mais, ce type de fiche idée doit être beaucoup utile pour constituer des concepts de manière collective.

A 3**)** Mais, j'avance le projet avec juste quelques idées adéquates. Plusieurs fiches idée en quantité ne conduisent pas directement à la pertinence du concept.

A 2**)** Afin de découvrir des idées adéquates, l'architecte cherche partout. Pour ce travail, il doit être utile de noter n'importe quelles idées émergentes. Au cas où l'architecte travaille tout seul, il n'arrivera même pas à produire juste 10 fiches idée !

2ème séance de créativité

A 2**)** Dans l'activité collaborative des divers disciplines à la deuxième séance de créativité, une reconstitution des concepts a eu lieu, en vérifiant bien la faisabilité des concepts sur divers aspects.

A 6**)** Pour moi, la reconstitution n'a pas été effectuée suffisamment. Des concepts ont été dans l'état fragmentaire. Sans image synthétique, on ne pourrait pas dire que des concepts ont été examinés en tant qu'architecture.
Donc, cette intervention pluridisciplinaire consiste à approfondir et synthétiser des idées, en gardant la manière libre et spontanée comme la première séance de créativité. Dans ce sens, ajouter des fiches idée dans des groupes de fiches idée peut marcher.

A 3**)** La collaboration entre des différentes disciplines dans la deuxième séance de créativité est un travail pour vérifier une faisabilité du projet. A mon avis, la représentation des concepts sous forme de regroupement de fiches idée est abstraite pour percevoir des concepts. Il n'est pas facile de générer des idées constituant l'organisation spatiale. Généralement, sauf l'architecte, les autres disciplines ne sont pas habituées et ne s'intéressent pas à une vérification globale des concepts architecturaux. C'est-à-dire, il vaudrait mieux de présenter des concepts sous forme synthétique. Cette manière de représentation de concepts pourrait permettre de générer des nouvelles idées sur des parties telles que la structure, les matériaux, la lumière...etc.

A 6**)** Pour moi, la méthodologie en conception architecturale me rappelle une question : comment faire répondre des participants à leurs potentiels en maximum ? Puisque le succès du projet architectural doit dépendre non seulement de la capacité d'accomplissement des participants du projet, mais également de l'efficacité de la méthodologie. Donc, il doit être tellement essentiel de faire participer activement des métiers analysant l'activité synthétique. Dans ce sens là, il est intéressant d'initialiser et développer des concepts à l'état fragmentaire.

<u>Grille d'évaluation</u>

A 5**)** Par la moyenne des notes, 3 concepts ont été sélectionnés parmi 7 concepts. Je pense que cette méthode mathématique a certains risques sur la créativité.
Pour moi, la créativité signifie que l'on fabrique quelque chose qui n'existe pas encore. L'imagination créative doit être réalisée au moment de sortir d'une limitation des expériences passées. Ainsi, on peut dire que la créativité se nait par une aventure et contre l'habitude.
Je pense que le résultat de l'évaluation doit être utile comme référence. Mais il ne devrait pas être prompt à juger la créativité avant la fin de la constitution du concept final. L'automatisme de cette méthode d'évaluation doit être corrigée et développée dans ce sens.

A 1**)** Je suis d'accord avec vous. Mais, cette méthode est raisonnable pour vérifier l'utilité des concepts. Jusqu'à l'étape précédente, des concepts ont été générés et regardés du côté de la nouveauté. A travers divers avis de nombreux futur utilisateurs, on pourrait vérifier si ces concepts coïncident avec des besoins communs.

A 6**)** Mais, des avis spontanés pourraient être ceux présumés sur des faits incertains. En plus, cette représentation des concepts est trop abstraite pour retirer des avis fiables.

A 2**)** Pourtant, leurs avis spontanés me semble utiles à exciter des concepteurs d'imaginer des idées.

Evaluation intermédiaire des concepts par de futurs utilisateurs

A 3**)** De part mon expérience en tant qu'architecte, il n'est pas facile d'expliquer à l'utilisateur futur un bâtiment avec des plans et des coupes. Donc, on a besoin d'un autre outil plus perceptible. Pour cela, lors de présentation du projet, souvent on utilise une belle perspective bien maquillée. Ce type de représentation doit être le plus perceptible à l'utilisateur futur. Mais, j'avoue qu'elle est illusoire d'autant plus que jolie.

A 6**)** Par rapport à d'autres représentations (croquis, schémas, plans, coupes, maquettes réduites), la représentation des concepts architecturaux en réalité virtuelle permettra aux futurs utilisateurs de percevoir l'espace architectural. Pourtant, cette évaluation me semble plus ou moins lourde à réaliser pendant 4 semaines (durée générale de l'esquisse). La durée n'est même pas suffisante pour chercher des idées propres, considérer des recommandations offertes au programme et vérifier la faisabilité technique. Ce type de représentation pourrait mieux être utilisé après avoir fini l'esquisse.

A 1**)** La réalité virtuelle ne me semble pas performante pour l'évaluation de l'espace architectural. Parce qu'il n'y a que des éléments visuels. L'évaluation doit être effectué dans l'espace réel qui est constitué de divers éléments (tactile, sonore, visuel, olfactif…etc.).

A 4**)** Je pense que le jugement et la décision de l'architecte sont limités par ses expériences personnelles. Il ne peut pas évaluer tous les aspects. Même s'il réfléchissait tous, sa décision ne correspond pas souvent au résultat réel. Or, comme le résultat de l'évaluation, on voit des différents avis ayant leurs raisons claires. Je pense qu'ils sont utiles à surmonter la décision de l'architecte limitée de sa croyance propre.

A 3**)** Mais, en tout cas il est compliqué d'avancer le projet en écoutant des voix de plusieurs personnes. Pour moi, je préfère des informations de POE (Post Occupancy Evaluation) retirées au projet similaire, soit des résultats des recherches de la science sociale.

A 4**)** Cet évaluation a été procédée avec 12 personnes. Comment peut-on dire qu'ils représentent plusieurs personnes au hasard ? A mon avis, l'objectivité de la qualité des concepts pourrait être assurée mieux par l'évaluation basée sur des connaissances scientifiques.

A 2**)** Alors qu'une telle évaluation avec 12 personnes ne peut pas représenter l'aire de tous, celle de nombreuses personnes est digne de confiance.

A 5**)** Je suppose que l'on ne pourrait guère s'attendre à certaine relation complémentaire entre une favorisation de la créativité et l'évaluation par l'utilisateur. Elle serait utile plutôt à diminuer des risques et à obtenir la généralité du projet.

Architecte en conception architecturale

A 6**)** A la séance de créativité, il est nécessaire que l'architecte présente des problèmes centraux du projet. Cela permettra de produire des idées plus focalisées à l'objectif du projet.

A 1**)** Or, un bâtiment a divers éléments à considérer. Alors, il n'est pas évident de définir des problèmes tout au début.

A 6**)** L'architecte a beaucoup de responsabilité législative sur le résultat de la conception du projet. Donc, il est juste que l'architecte fasse une certaine influence tout au long du processus de projet.

Méthode de convergence des donnés

A 1**)** Afin de développer un concept sélectionné, ce processus propose une convergence des idées composant des concepts non retenus. Cette proposition est intéressante ! Mais, il n'est pas évident d'intégrer des idées qui ont été dans l'autre concept. Parce que des idées constituent la cohérence de leur concept.

A 4**)** Lors de la conception architecturale de manière générale, on sélectionne d'abord un meilleur concept et puis développe ses idées constituantes.

A 2**)** Mais, on pourrait prendre en compte des points positifs d'autres concepts.

A 5**)** Il y a une autre question sur cette méthode de convergence. Cela concerne la créativité de la conception architecturale. Tandis que la convergence peut contribuer à réaliser un bâtiment stable, elle aurait certain risque de diminuer des caractéristiques originales du bâtiment.

A 2**)** Afin de réaliser la qualité architecturale vis-à-vis de l'utilisation, je pense qu'il est important de bien garder une certaine balance entre la créativité et l'utilité. Ainsi, certaine valeur de la créativité peut être validée.

MODELISATION DE L'ACTIVITE CREATIVE PLURIDISCIPLINAIRE EN CONCEPTION ARCHITECTURALE CENTREE UTILISATEUR : APPLICATION A L'HABITAT D'URGENCE

RESUME : Dans le domaine de la conception de produits nouveaux (NPD), le facteur humain est considéré comme une source de créativité. Visant à la conjonction de la nouveauté et de l'utilité, le domaine NPD structure un processus méthodologique en développant des outils et méthodes intégrant des informations relatives à l'utilisateur dans les phases amont de la conception. En vue d'avoir des points de vue nouveaux qui permettront d'améliorer les méthodologies de NPD, notre recherche propose comme domaine d'application la conception architecturale (CA).
Dans le domaine de CA, la prise en compte de l'utilisateur futur est considérée comme une tache essentielle tout comme le domaine de NPD. Lors de l'intégration des informations relatives à l'utilisateur futur dans les phases amont du processus de conception architecturale, nous avons constaté certains problèmes sur l'intervention du consultant en ergonomie dans les phases amont et sur les difficultés de communication entre les futurs utilisateurs et l'architecte. La conception architecturale se doit d'intégrer des méthodes et outils qui peuvent favoriser l'activité créative pluridisciplinaire en amont du processus.
Nous proposons un modèle théorique du processus amont de CA basé sur l'introduction des méthodologies de NPD qui sont en cours de développement. Il vise à favoriser la création architecturale tout en intégrant les divers avis concernant la qualité architecturale vis-à-vis de l'utilisation.
Dans le cadre d'un projet architectural, appliqué à l'habitat d'urgence, nous avons expérimenté ce modèle théorique et ensuite effectué la critique constructive avec des architectes professionnels. Le résultat de cette recherche est un modèle du processus amont de conception architecturale qui permet d'intégrer des informations relatives à l'utilisateur de manière collaborative lors de la génération et le développement des concepts. Au cours de la construction de ce modèle, nous avons pu apporter de nouvelles connaissances en innovation des méthodologies de NPD, tout en offrant une vision nouvelle de la conception architecturale.

Mots clés : Conception de produits, Conception architecturale, Conjonction de la nouveauté et l'utilité, Habitat d'urgence.

MODELING OF MULTIDISCIPLINARY CREATIVE ACTIVITY IN ARCHITECTURAL USER CENTERED DESIGN : APPLICATION TO EMERGENCY HABITAT

ABSTRACT : In the field of new product design (NPD), the human factor is considered a source of creativity. To the combination of novelty and utility, the field NDP structures a methodological process by developing the tools and methods of the integration of user-related information in the early stages of the process. In order to have points of view which will improve the NPD methodologies, our research suggests the architectural design (CA) as a field application.
In the architectural design, taking into account the future users is considered an essential task as the field NPD. When integrating the user-related informations in the early stages of the CA process, we found some problems on the intervention of the ergonomist in the early stages and on the communication difficulties between the future users and the architect. The CA requires methods and tools that can promote multidisciplinary creative activity in the early process.
We propose a theoretical model of the CA process by the introduction of NPD methodologies that are being developed. It aims to promote architectural design while integrating the various views on the architectural quality vis-à-vis the use.
As part of an architectural project, Emergency habitat, we have tested this theoretical model and then made constructive criticism with professional architects. The result of this research is a model of the early stages of the architectural design process that incorporates in a collaborative way the information about the user during the generation and development of the concepts. During the construction of this model, we could bring new knowledge into innovation of NPD methodologies, while providing a new vision of architectural design.

Keywords : Product design, Architectural design, Combination of novelty and utility, Emergency- habitat.



ARTS ET MÉTIERS ParisTech

ParisTech INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY