



HAL
open science

Innovation et design : contribution de la conception à l'expansion de l'identité des matériaux

Lorraine Bergeret

► **To cite this version:**

Lorraine Bergeret. Innovation et design : contribution de la conception à l'expansion de l'identité des matériaux. Autre. Arts et Métiers ParisTech, 2011. Français. NNT : 2011ENAM0024 . pastel-00692112

HAL Id: pastel-00692112

<https://pastel.hal.science/pastel-00692112>

Submitted on 27 Apr 2012

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

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

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

Doctorat ParisTech

THÈSE

pour obtenir le grade de docteur délivré par

l'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers

Spécialité " Génie Industriel "

présentée et soutenue publiquement par

Lorraine BERGERET

le 13 juillet 2011

INNOVATION ET DESIGN : CONTRIBUTION DE LA CONCEPTION À L'EXPANSION DE L'IDENTITÉ DES MATÉRIAUX

Directeur de thèse : **Améziane AOUSSAT**

Co-encadrement de la thèse : **Jean-François BASSEREAU**

Jury

M. Alain FINDELI, Professeur, Université de Nîmes

M. Armand HATCHUEL, Professeur, Mines Paris Tech

M. Améziane AOUSSAT, Professeur, Arts et Métiers Paris Tech

M. Jean-François BASSEREAU, Docteur en Génie Industriel, RCP Design Global

Mme Sophie PENE, Professeur, Ecole Nationale Supérieure de Création Industrielle

M. Didier COMELLI, Dirigeant des Etablissements Comelli

Rapporteur

Rapporteur

Directeur

Co-directeur

Examineur

Invité

**T
H
È
S
E**

Remerciements.

Mes remerciements seront brefs mais je l'espère néanmoins efficaces.

Merci à Messieurs Alain Findeli et Armand Hatchuel pour avoir pleinement accepté de remplir votre mission de rapporteurs. Vous avez indéniablement apporté à ma recherche une qualité supplémentaire.

Merci à Améziane Aoussat et Jean-François Bassereau pour avoir éclairé de vos connaissances et accompagné ma recherche tout au long de ces années partagées.

Merci à Claudine Jousse et Didier Comelli, les partenaires industriels de cette thèse, pour avoir initié et soutenu ma recherche et m'avoir offert la possibilité d'un tel objet, difficile, complexe mais, je le crois, riche et porteur.

Merci à Sophie Pène d'avoir accepté d'être membre de mon jury de soutenance.

Enfin, merci à toutes les personnes qui m'ont aidé à construire, améliorer et mener à son terme cette recherche. Je ne doute pas qu'ils sauront tous se reconnaître, aussi diverses que soient possibles leurs contributions.

Sommaire

PREAMBULE : LE DESIGNER, UN INNOVATEUR.....	5
INTRODUCTION GENERALE	11
/ PARTIE 1 DE L'ULTRABETON® A L'IDENTITE DES MATERIAUX EN CONCEPTION....	19
1.1 L'ULTRABETON®, POINT DE DEPART DE LA RECHERCHE.....	20
1.1.1 L'Ultrabéton® et le projet 'Béton et objets'	20
1.1.2 Les problématiques spécifiques au cas de l'Ultrabéton®.....	28
1.1.3 Vers une généralisation du cas de l'Ultrabéton® : la question de l'identité des matériaux.....	35
1.1.4 Conclusion.....	36
1.2 DEFINITION DE L'IDENTITE D'UN MATERIAU	37
1.2.1 Concept d'identité et problématique du devenir.....	37
1.2.2 Qu'est-ce qu'un matériau ?.....	44
1.2.3 Qu'est-ce que l'identité d'un matériau ?.....	51
1.2.4 Problématique du devenir dans l'identité d'un matériau.....	53
1.2.5 Conclusion.....	57
1.3 COMMENT SE CONSTRUIT L'IDENTITE DES MATERIAUX ?	58
1.3.1 Les objets, support de l'identité des matériaux	58
1.3.2 Processus industriel : De la conception du matériau à l'objet	60
1.3.3 Conception et élaboration du matériau.....	61
1.3.4 Conception et mise en forme d'un matériau en objet.....	62
1.3.5 Conclusion.....	64
1.4 L'IDENTITE DES MATERIAUX EN CONCEPTION	65
1.4.1 Le modèle des identités connues en conception	65
1.4.2 Limites du modèle existant : de nouvelles identités.....	65
1.4.3 Expansion d'identité par l'objet : combinaison d'identités existante et nouvelle	66
1.5 CONCLUSION	68
/ PARTIE 2 PROBLEMATIQUE, HYPOTHESES ET PROTOCOLE DE RECHERCHE.....	71
2.1 PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES DE RECHERCHE	72
2.1.1 Problématique : expansion de l'identité des matériaux en conception	72
2.1.2 Hypothèses	75
2.1.3 Conclusion.....	75
2.2 LA RECHERCHE-ACTION COMME METHODE DE RECHERCHE PAR LES PROJETS DE CONCEPTION	76
2.2.1 Recherche-action en génie industriel	76
2.2.2 Recherche-action pour la discipline du design	77
2.2.3 Intérêt de la recherche-action pour notre recherche.....	80

2.2.4 Conclusion.....	81
2.3 L'ETUDE DE CAS COMME METHODE D'ETUDE DES PROJETS DE CONCEPTION.....	82
2.3.1 La méthode d'étude de cas	82
2.3.2 Pourquoi la méthode d'étude de cas ?	83
2.3.3 Notre protocole pour l'étude de cas	84
2.4 CONCLUSION	88
/ PARTIE 3 ETUDE DE TROIS PROJETS DE CONCEPTION.....	89
3.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE DES TROIS PROJETS	90
3.2 ETUDE DU CAS DE L'ULTRABETON® DANS LE PROJET 'VECEL'	91
3.2.1 Pourquoi le choix du projet 'Vecel' parmi 'Béton et objets' ?.....	91
3.2.2 Objectif de l'étude du cas 'Vecel'	93
3.2.3 Description du projet 'Vecel'	94
3.2.4 Analyse du cas de l'Ultrabéton® dans le projet 'Vecel'	97
3.2.5 Conclusion.....	100
3.3 ETUDE DU CAS DU BOIS MASSIF DANS LE PROJET 'ECHELLE'	102
3.3.1 Objectif de l'étude du cas 'Echelle'	102
3.3.2 Description du projet 'Echelle'	103
3.3.3 Analyse du cas du bois massif dans le projet 'Echelle'	106
3.3.4 Conclusion.....	108
3.4 ETUDE DU CAS DE LA PLAQUE DE PATES DE VERRE DANS LE PROJET 'PISCINE'	109
3.4.1 Objectif de l'étude du cas 'Piscine'.....	109
3.4.2 Description du projet 'Piscine'	109
3.4.3 Analyse du cas de la plaque de pâtes de verre dans le projet 'Piscine'	114
3.4.4 Conclusion.....	116
3.5 SYNTHESE COMPARATIVE DES TROIS CAS ETUDIES	118
3.5.1 Analyse comparative des trois cas étudiés	118
3.5.2 Validation des hypothèses	122
3.5.3 Discussion	122
3.6 CONCLUSION	123
/ PARTIE 4 APPORTS DE LA RECHERCHE	125
4.1 MODELE D'EXPANSION DE L'IDENTITE D'UN MATERIAU EN CONCEPTION	126
4.2 APPORTS DU MODELE	127
4.2.1 Stratégies d'expansion de l'identité d'un matériau.....	127
4.2.2 Apport du modèle en sciences de la conception	129
4.3 LIMITES DU MODELE.....	132
CONCLUSION GENERALE	135
ANNEXES	141
BIBLIOGRAPHIE.....	157

Préambule :

Le designer, un innovateur

Ce préambule a pour objet de positionner notre recherche en design au sein de la discipline du génie industriel. Nous proposons pour cela d'établir une relation entre design et innovation. C'est ainsi que nous abordons la question générale de l'innovation, aujourd'hui encore largement débattue par de nombreuses disciplines comme l'économie, la sociologie, les sciences de gestion et qui anime également la discipline du génie industriel. Nous développerons plus particulièrement les relations entre le design, la société et l'innovation. Nous avons choisi de situer cette réflexion d'ordre général à la fois à distance et en amont de notre document de thèse, comme un point d'ancrage pour notre recherche qui guide et sous-tend implicitement notre mémoire dans tout son déroulement.

Définition de l'innovation par le génie industriel

L'innovation dans la sphère de la conception et de la production

La discipline du génie industriel, comme le définit l'Institute of Industrial Engineers [Mougenot, 2008], est une science qui vise l'amélioration des systèmes intégrés de production. Situés dans leur propre logique de conception et de production, le génie industriel et les sciences de l'ingénieur ont longtemps défini l'innovation comme une invention dotée d'une réalité de développement industriel et « motivée et validée par la reconnaissance économique » [Duchamp, 1999]. Cette définition a ainsi naturellement privilégié les innovations prises dans le processus industriel : sur le plan de la conception, les produits nouveaux, aux usages innovants et sur le plan de la production, les nouveaux outils, les nouveaux procédés, en somme les innovations d'ordre technologique.

« C'est (...) l'apparition dans le domaine public d'une nouveauté négociable (...), la transformation d'une idée en produit. »
[Duchamp, 1999]

Vers une définition plus générale : l'innovation comme tout processus de nouveauté

Aujourd'hui, de nombreux auteurs de différentes disciplines scientifiques, dont celle du génie industriel [Hatchuel, 2006] [Hatchuel et al., 2006] [Boly, 2009], s'entendent pour donner à l'innovation une définition plus large que celle donnée jusqu'alors par l'ingénierie, à orientation

technologique : En revenant finalement simplement à l'étymologie du terme innovation, celle-ci se définit, de manière générale, comme toute nouveauté ou plutôt tout processus produisant une nouveauté, un changement.

On retrouve ici la vision de l'économiste [Schumpeter, 1935] qui aborde l'innovation comme la mise en place d'un changement, d'une dynamique d'évolution économique que l'auteur développe plus particulièrement dans la sphère de l'entreprise. Ce point de vue fait encore aujourd'hui référence pour la caractérisation de l'innovation [OCDE, 2005]. Les différentes voies d'innovation identifiées par [Schumpeter, 1935] - nouvelles matières premières, nouveaux procédés de production, nouveaux produits, nouveau débouché, nouvelles organisations – sont en effet reprises dans la classification proposée par l' [OCDE, 2005] : l'innovation de produit, l'innovation de procédé, l'innovation organisationnelle et l'innovation commerciale.

Pour le génie industriel, cette définition de l'innovation permet de préciser la distinction entre conception et innovation : Selon [Hatchuel, 2006] [Hatchuel et al, 2006] l'innovation est une production de nouveauté alors que la conception produit de l'inconnu. La conception est alors vue comme l'un des moyens possibles pour produire de l'innovation. L'apparition d'une nouveauté et par là d'une innovation ne nécessite pas toujours un acte de conception. La notion d'innovation en est alors élargie.

« Schumpeter distingue (...) précisément l'innovation de l'invention (...) [II] prend soin de dire qu'il existe des innovations sans inventions. » [Hatchuel et al, 2006] p. 399

Vers une vision élargie et sociétale de l'innovation

La notion d'innovation, à la connotation longtemps technologique, évolue aujourd'hui vers de nouveaux objectifs, revendications et intérêts sociétaux. Certains sociologues [Alter, 2002] s'intéressent à la relation de la société à l'innovation et soulèvent la problématique d'intégration de la nouveauté dans le tissu socio-économique. Pour de nombreux auteurs [Jégou, 2007] [Manzini et Meroni, 2007] [Manzini, 2007] [Morelli, 2007] [Daubrée, 2010], il est aujourd'hui question d'innovation sociale, une innovation pour et par la société, qui s'appuie sur un échange et une conception partagée avec les acteurs concernés. Nous proposons de développer l'exemple de la '27^e région' [Daubrée, 2010].

En développant l'innovation dans les projets de politiques publiques, l'exemple actuel de la '27^e région' en France montre l'évolution actuelle de la société vers une innovation nécessairement sociale [Daubrée, 2010]. La '27^e région' est un organisme public créé pour mettre en place des démarches d'innovation au sein des services publics avec et pour la population française. Elle s'appuie sur la mise en place de 'résidences' permettant la co-conception de projets avec les populations locales

grâce à une démarche d'enquête de terrain par immersion. Cette approche méthodologique empruntée à l'ethnologie vise une meilleure appréhension des pratiques d'une communauté par l'enquête de terrain. Voici quelques définitions que nous livre la '27^e région' au sujet de l'innovation sociale :

« Objectif de l'innovation sociale : modifier les systèmes par les comportements. » [Daubrée, 2010]

« Laboratoire d'innovation sociale : équipe chargée de produire des expérimentations avec et pour les populations. » [Daubrée, 2010]

La '27^e région' propose plus particulièrement de s'inspirer des pratiques d'innovation sociale en design telles que celles menées par [Jégou, 2007] [Manzini et Meroni, 2007] [Manzini, 2007], pour appliquer à leur propre problématique publique une démarche de conception créative centrée sur l'utilisateur. Si la '27^e région' voit dans le design une solution d'ordre méthodologique pour mener des projets d'innovation, quelle est alors la place, le rôle du design et du designer dans cette nouvelle innovation sociale ?

Le designer, acteur de la nouvelle innovation

Fondements du design : conception pour une société meilleure

« Tous les projets, les grands textes de référence de Morris à Ulm ou aux Radicaux italiens montrent bien un designer soucieux de mettre au point le projet d'une société meilleure pour tous, à travers un quotidien amélioré, rénové. » [Geel, 2010]

Par un éclairage historique, [Geel, 2010] rappelle que le métier du designer, comme celui de l'ingénieur, est issu de la révolution industrielle. Ce métier né du capitalisme et de la division entre la production, la conception et la consommation, a provoqué un certain recul du modèle de production artisanale ; modèle selon lequel l'artisan à la fois produit et pense l'objet. Cependant, bien qu'issu du modèle capitaliste, le design est un métier qui se positionne justement en réaction à « une certaine forme d'industrialisation aux conséquences sociales épouvantables pour les nouvelles populations ouvrières » [Geel, 2010]. A partir des travaux de plusieurs auteurs tels que ceux de [Manzini, 2007], [Findeli, 2006-a] [Findeli, 2009] propose une définition de l'objet général de la discipline du design et le synthétise dans la formulation suivante : le projet de 'maintenir ou d'améliorer l'habitabilité du monde'. Le design se définit dans ses fondements et encore aujourd'hui comme une profession au service de la société.

Le designer, aujourd'hui acteur d'une innovation pour la société

Dans sa quête d'amélioration des innovations, le génie industriel porte un intérêt particulier pour le métier du design. Au sein du laboratoire CPI, dans lequel nous effectuons notre recherche, le premier modèle générique proposé par le laboratoire [Aoussat, 1990] [LCPI, 2004] met en avant la nécessité d'une pluridisciplinarité dans le processus de conception et d'innovation auquel participe le métier du design. Plusieurs thèses ont par ailleurs été soutenues autour de cette thématique parmi lesquelles celles de [Bassereau, 1995] concernant la perception sensorielle et les aspects symboliques d'un produit, celle de [Christofol, 1995] proposant l'intégration de théories de la perception de la couleur pour l'amélioration de la coloration d'un produit, celle de [Mantelet, 2006] concernant la mesure du ressenti émotionnel d'un produit, celle de [De Rouvray, 2006] concernant la perception et l'appréciation des aspects sensoriels d'un produit et enfin celle de [Mougenot, 2008] concernant la modélisation du processus cognitif du designer dans la phase de recherche d'idées et de génération de concept. Ce que nous retenons de cet effort de recherche commun est le positionnement actuel du génie industriel vers une ingénierie pluridisciplinaire et 'anthropocentrée' – Ministère de l'Industrie [Brocas, 1997] – au sein de laquelle le design participe à l'amélioration des innovations.

“One of design's most fundamental tasks is to stand between revolutions and life, and to help people deal with change. (...) It focuses on designers' ability to grasp momentous changes in technology (...) and convert them into objects and systems that people understand and use.” [Antonelli, 2008]

Si le métier de l'ergonomie s'efforce particulièrement de participer à l'amélioration des technologies par une meilleure 'adaptabilité' pour l'homme [Nielsen, 1994], l'ICSID - International Council of Societies of Industrial Design- voit pour sa part dans le métier du design, un rôle d' 'humanisation' innovante des technologies [ICSID, 2010]. Lors de l'exposition 'Design and the Elastic Mind' organisée au Moma, à New-York, en 2008, [Antonelli, 2008] positionne également le rôle prospectif du design comme passerelle entre l'homme et les nouvelles technologies et explique la volonté et la capacité du design à faire à la fois un pas vers l'innovation et à concevoir des produits compréhensibles par l'homme. Les technologies relèvent de l'innovation technique. En aidant à la promotion des nouvelles technologies, le designer participe ainsi à améliorer les innovations. D'une manière plus générale, il permet l'intégration de l'innovation dans la vie des populations [Antonelli, 2011]. C'est par sa spécificité à observer le monde dans tous ses aspects à la fois physiques, esthétiques, symboliques et culturels [Findeli, 2009], en somme anthropologiques [Findeli, 2006-a] que le design peut apporter sa propre contribution à l'amélioration des innovations. Il devient de ce fait de plus en plus un réel outil politique et social [Antonelli, 2011].

Le designer, un créateur concepteur innovateur

« Le designer est un innovateur. (...) C'est bien sa réaction à une problématique (...) que recherche en premier lieu une société, une firme. De ce surgissement on attend du nouveau ou une nouvelle manière. La création en design (...) est un domaine suffisamment large de la consommation pour qu'un nouveau marché imprévu, non prévu puisse surgir. » [Geel, 2010]

En nous rappelant que le designer est souvent défini comme un généraliste aux compétences de ce fait peu définies, [Geel, 2010] constate que la définition étymologique de l'innovation (nouveau, changement, nouveauté) elle aussi peu définie permet d'identifier le designer comme un innovateur : un créateur concepteur capable d'être à la fois l'inventeur et le promoteur de nouveauté, en charge du développement industriel de l'invention pour et dans l'entreprise. [Hatchuel, 2006] et [Hatchuel et al, 2006] définissent le raisonnement créatif comme une aptitude dans le processus de conception à générer du 'nouveau'. Selon ces derniers, le designer, grâce à ses compétences créatives constitue l'un des acteurs majeurs de la conception capable de produire des idées nouvelles. Le designer est bien là un innovateur.

Introduction générale

Contexte de recherche

L'Ultrabéton® et le projet 'Béton et objets' constituent le point de départ de notre recherche. L'Ultrabéton® est un nouveau béton appartenant à la famille des Bétons Fibrés à Ultra-haute Performance (BFUP). Cette nouvelle génération de bétons techniques a été développée pour des applications de structure dans le secteur de la construction, du bâtiment, de l'ouvrage d'art, du génie civil. Ces matériaux sont de ce fait particulièrement résistants sur les plans mécanique et chimique mais possèdent par ailleurs, par leur finesse de composition, des qualités inattendues : principalement une précision de reproduction par moulage et une grande capacité de coloration.

La performance particulière de ces bétons en termes de résistance mécanique permet l'obtention de formes aux épaisseurs particulièrement réduites qui ouvrent considérablement le champ des possibles lors de leur mise en forme. Qui plus est, les qualités de reproduction et de coloration aux limites encore mal connues font de leur processus de mise en forme un terrain particulièrement propice à l'expérimentation.

Le projet 'Béton et objets', initié par le partenaire industriel de notre recherche, les Etablissements Comelli, est né des qualités inattendues et peu exploitées des BFUP et de l'Ultrabéton®. En tant que designer, il nous a été demandé, à partir de ce matériau développé à l'origine pour le secteur de la construction, de concevoir de nouvelles applications dans le secteur domestique : des objets et du mobilier pour l'habitat. L'intérêt économique d'un tel objectif est de valoriser l'Ultrabéton® sur de nouveaux secteurs et pour ce faire d'exploiter des possibilités de mises en forme encore sous-jacentes.

En somme, le contexte sur lequel prend appui notre recherche nous situe dans le cas d'une innovation d'ordre technologique, un nouveau matériau, l'Ultrabéton®, pour lequel il est envisagé d'accroître sa valeur en portant une attention particulière à sa mise en forme et à sa transformation en objets. Le choix du secteur domestique - objets, mobiliers -, en cohérence avec les performances peu exploitées du matériau, accorde une place privilégiée au métier du design. Notre contexte nous positionne ainsi au cœur de la relation que le design peut entretenir avec l'innovation.

Positionnement de recherche

Nous réalisons notre recherche dans la discipline du génie industriel. Au sein de ce domaine théorique général des sciences de la production et de la conception, nous proposons ici de positionner

brèvement les spécificités d'une recherche en génie industriel initiée par un projet industriel de design. Nous développons la question générale de la relation entre l'innovation et le design plus en détails en préambule du présent document.

Les sciences de la conception visent par l'élaboration de modèles l'amélioration des innovations. Au sein de ce cadre scientifique général de la conception, le design, par sa spécificité à observer le monde dans tous ses aspects à la fois physiques, esthétiques, symboliques et culturels peut apporter sa propre contribution à l'amélioration des innovations. Il peut jouer un rôle de promoteur des innovations dans la sphère sociale et culturelle. Il intègre la tendance actuelle des sciences de la conception à tendre vers une ingénierie 'anthropocentrée', qui prend davantage en considération les problématiques liées à l'humain, à la perception et à la 'réception' des résultats de conception et de production industrielles. Dans notre cas, l'Ultrabéton® est un nouveau matériau, issu d'une innovation d'ordre technologique. Par le développement d'applications innovantes pour l'Ultrabéton®, prenant particulièrement en considération les dimensions physiques, esthétiques, symboliques et culturelles propres au projet de design, le projet 'Béton et objets' allie design et innovation. C'est ainsi que nous positionnons nos travaux de recherche au cœur de la problématique actuelle d' 'humanisation' des innovations qui anime aujourd'hui le génie industriel.

Objet et problématique de recherche

Notre étude bibliographique du design, de l'innovation et des matériaux nous a permis d'identifier un manque d'identité inhérent aux matériaux issus des dernières avancées technologiques à la fois du fait de leur nouveauté et du fait d'un modèle de conception qui privilégie les dimensions techniques du matériau.

Bien que certains auteurs abordent la question des dimensions esthétiques, symboliques et culturelles des matériaux, de leurs significations, il n'existe pas de réel modèle de ce que peut-être l'identité des matériaux dans la sphère de la conception. D'un côté, quelques auteurs issus de la psychologie sociale et de la sémiologie étudient l'identité des matériaux principalement du point de vue de leur réception sociale. De l'autre, en sciences de la conception, les auteurs qui portent un intérêt aux dimensions symboliques et culturelles des matériaux peinent à prendre en considération le caractère changeant de ces dimensions – dans le temps et selon les cultures - et peinent à établir une relation avec l'action de conception. C'est ainsi que nous orientons l'objet de notre recherche vers l'élaboration d'un modèle de l'identité des matériaux en conception, c'est-à-dire un modèle de l'identité des matériaux du point de vue de la conception, qui s'intéresse plus particulièrement aux relations entre conception et identité des matériaux et à l'influence de la conception sur l'identité des matériaux.

Suite à notre étude bibliographique, nous définissons l'identité d'un matériau comme l'ensemble de ce qui le caractérise, à la fois sur le plan matériel et immatériel. Les différentes composantes matérielles

de l'identité du matériau entrent en relation et influencent la composante immatérielle de l'identité d'un matériau : ses valeurs et ses significations symboliques et culturelles. L'approfondissement de l'étude du processus de construction de l'identité d'un matériau nous permet de distinguer différents facteurs d'influence de l'identité d'un matériau liés à la conception. Au niveau du matériau lui-même, la conception des performances du matériau, au niveau de la transformation du matériau en objet : le procédé de mise en forme et au niveau de l'objet conçu, la forme de l'objet, son usage, sa fonction et son secteur, influencent les composantes matérielles et immatérielles de l'identité d'un matériau.

A partir de ces différents éléments identifiés, notre objectif est de proposer un modèle de l'identité des matériaux qui intègre le caractère changeant de l'identité lié à l'influence de la conception et ce, selon les différentes composantes matérielles et immatérielles. Nous caractérisons l'identité d'un matériau selon un phénomène d'expansion dans lequel l'action de conception et particulièrement les projets de design participent à cette expansion. Notre problématique de thèse est donc de mieux comprendre comment contribuer à l'expansion de l'identité des matériaux en conception. Pour répondre à cette problématique, nous adoptons une stratégie adaptée à la recherche en conception.

Stratégie de recherche

Notre stratégie de recherche s'appuie sur une approche de 'recherche-action', proposée à l'origine par des disciplines de sciences humaines comme l'anthropologie et aujourd'hui largement reprise par les sciences de la conception et la discipline du design. Au laboratoire 'Conception de Produits et Innovation' – LCPI - dans lequel nous effectuons notre doctorat, cette approche est utilisée pour revendiquer l'intégration, dans le déroulement de la recherche, de projets réalisés dans un contexte industriel. Souvent, c'est le projet de conception qui constitue l'action. C'est le cas de notre recherche dans laquelle les projets de conception constituent pour nous le moyen d'agir sur notre objet de recherche, pour mieux le définir et le comprendre.

Les différents projets de conception réalisés au cours de notre recherche sont tous en lien avec la question de l'identité des matériaux. Il s'agit du projet 'Béton et objets' avec l'Ultrabéton® mais également d'autres projets réalisés avec d'autres matériaux : les projets 'Piscine' et 'Echelle' que nous développons plus en détail dans la troisième partie de notre document ainsi que le projet 'Toupiés' présenté ici en annexes. Tous ont permis de construire notre question de recherche ; en particulier le projet 'Béton et objets' concernant l'Ultrabéton® que nous choisissons de ce fait de présenter au début de notre document, comme amorce à la construction de notre objet de recherche. Les projets ont ici une vertu double : à la fois dès le début et tout au long de notre recherche, ils constituent notre 'expérience', les points d'appui pratiques sur lesquels construire notre question de recherche. Qui plus est, une fois notre problématique de thèse élaborée, ils constituent chacun des cas aux situations de conception analogues et nous permettent, par le biais d'une approche inductive d'étude de cas

multiple, d'appuyer notre démonstration pour apporter une connaissance nouvelle concernant la question de l'identité des matériaux en conception.

La combinaison de l'approche de 'recherche-action' appliquée aux projets de conception ainsi que de la méthode d'analyse par étude de cas constitue notre stratégie globale de recherche. Elle représente l'une des originalités de cette thèse.

Originalités de la thèse

L'usage d'une approche de 'recherche-action' appliquée aux projets de conception apporte à notre thèse plusieurs originalités. Tout d'abord, la 'recherche-action' nous permet de proposer un point de vue nouveau sur la question de l'identité des matériaux : le point de vue 'actif' et 'projectif' du concepteur. La sémiologie se focalise pour sa part sur les valeurs culturelles acquises par les matériaux et étudie de ce fait davantage l'identité des matériaux perçue par la société. A la différence de l'approche de 'recherche-action', elle ne propose pas d'agir sur son objet de recherche pour mieux le comprendre. Dans notre cas, tous les projets réalisés au cours de notre recherche interrogent la question de l'identité des matériaux. Nous étudions ainsi l'identité des matériaux par l'action, celle de la conception. Par ailleurs, au sein des sciences de la conception, notre démarche de 'recherche-action' constitue une originalité sur le plan de la stratégie de recherche. Le LCPI, laboratoire dans lequel nous avons effectué notre recherche, revendique l'approche de 'recherche-action' comme l'une des stratégies à privilégier en sciences de la conception et en génie industriel.

Enfin, la spécificité de nos projets de design nous permet de nous positionner au sein du génie industriel avec originalité : dans notre recherche, nous portons un intérêt particulier pour les dimensions esthétique, sémantique, symbolique et culturelle en conception. Qui plus est, nous proposons de les mettre en relation avec les problématiques actuelles de l'innovation.

L'effet de l'action de conception couplé à la prise en compte des dimensions autres que technique représentent les deux originalités majeures de notre recherche. Elles se synthétisent dans notre proposition de modèle qui constitue le principal apport théorique de nos travaux de thèse.

Apports de la thèse

Les apports de notre thèse sont à la fois d'ordre industriel, pratique et théorique. L'apport industriel majeur est notre contribution au projet 'Béton et objets'. L'apport théorique majeur est notre proposition de modèle d'expansion de l'identité d'un matériau en conception.

Pour les Etablissements Comelli, partenaire industriel de notre recherche, notre contribution se synthétise dans les éléments suivants : la mise au jour d'une nouvelle activité de production en atelier ; la mise au point d'une nouvelle gamme de produits et le lancement de leur commercialisation ; enfin, l'apport particulier de notre thèse au sein des projets de conception permet l'élaboration d'une

nouvelle identité pour l'Ultrabéton®, plus précisément d'une expansion de son identité par la conception d'objets.

Hormis des apports industriels très spécifiques au premier cas traité, celui de l'Ultrabéton®, notre thèse offre d'autres éléments de connaissances à la portée plus générale. L'apport théorique principal est synthétisé dans la proposition d'un modèle d'expansion de l'identité des matériaux en conception. Notre modèle de l'identité des matériaux en conception se propose de prendre en considération le caractère changeant de l'identité d'un matériau selon un phénomène d'expansion. Cette proposition de modèle permet d'intégrer l'influence de la conception sur les composantes de l'identité d'un matériau. Le principe d'expansion permet au niveau du modèle de conserver à la fois l'identité déjà acquise des matériaux et l'identité nouvelle apportée par l'action de conception.

En complément et issues de la proposition de modèle théorique de l'identité des matériaux, nous proposons des 'stratégies' nouvelles pour la conception : il s'agit de différentes stratégies d'expansion de l'identité des matériaux, qui agissent sur les différentes composantes de l'identité d'un matériau identifiées.

Structure du document

Notre document est structuré en quatre parties distinctes : la première partie intitulée 'de l'Ultrabéton® à la question de l'identité des matériaux en conception' nous permet de construire notre objet de recherche. La deuxième partie présente notre problématique de recherche, nos hypothèses de résolution ainsi que le protocole de recherche adopté. La troisième partie présente l'étude comparative de trois projets de conception réalisés dans le cadre de notre recherche. Enfin, nous synthétisons dans la quatrième partie les apports de notre recherche.

Une introduction générale précède les quatre parties citées et une conclusion générale clôt cette partie principale de notre document. Qui plus est, en préambule de l'ensemble du document, sous l'intitulé 'le designer, un innovateur', nous précisons le positionnement général de nos travaux de recherche concernant la relation du design à l'innovation. Enfin quelques annexes permettent de détailler certains éléments référencés dans notre document ainsi que l'ensemble des projets de conception développés au cours de notre recherche.

Partie 1 : De l'Ultrabéton® à la question de l'identité des matériaux en conception

Cette première partie est consacrée à la construction de notre question de recherche. Elle se propose de partir du projet de design à partir duquel nous avons construit notre recherche : le cas particulier de l'Ultrabéton® dans le projet 'Béton et objets'. La présentation de ce cas, éclairé d'un contexte théorique et historique concernant le développement des matériaux, nous amène à formuler une

première question théorique d'ordre général : celle de l'identité des matériaux. Cette première étape nous permet de définir les contours de notre objet de recherche.

En nous appuyant sur la définition distincte des deux concepts, celui d'identité et celui de matériau et sur les problématiques liées à chacun des deux concepts, nous poursuivons cette première partie par la définition de ce que peut être l'identité d'un matériau. Nous concluons que l'identité d'un matériau, définie comme l'ensemble de ce qui caractérise un matériau à la fois sur le plan matériel et immatériel, possède une part nécessairement culturelle et fait l'objet d'un processus constructif qui lui confère un caractère évolutif, pluriel et expansif.

Nous proposons ainsi de nous interroger sur la construction de l'identité d'un matériau, plus particulièrement dans sa relation à l'action possible en conception : la conception des matériaux et la mise en forme des matériaux en objets. Ce questionnement nous permet enfin plus particulièrement d'aborder la contribution du design à la construction de l'identité des matériaux et la possibilité pour les designers d'à la fois manipuler les identités de matériaux culturellement connues et de proposer de nouvelles identités à l'issue du processus de projet.

Partie 2 : Problématique, hypothèses et protocole de recherche

Dans un premier temps, une synthèse des éléments de la première partie nous permet dans cette deuxième partie de construire et de livrer la problématique de recherche abordée dans le cadre de notre thèse. Nous précisons ici également les hypothèses qu'il est possible de formuler à partir de notre réflexion théorique présentée en première partie et en amont de l'analyse de nos propres projets de conception.

La première partie de notre document nous a permis de faire le constat que l'identité d'un matériau peut se caractériser selon un phénomène d'expansion et que l'action de conception et particulièrement les projets de design participent à cette expansion. Nous formulons notre problématique de la manière suivante : Comment contribuer à l'expansion de l'identité des matériaux en conception ? Compte tenu des éléments mis en avant à la fin de notre première partie, nous proposons les hypothèses de résolution suivantes : il est possible de contribuer à l'expansion de l'identité des matériaux en manipulant identité connue et identité nouvelle des matériaux, et ce par le biais des composantes à la fois matérielles et immatérielles de l'identité des matériaux.

Dans un second temps, nous présentons l'ensemble du protocole adopté dans notre recherche. Nous revenons tout d'abord plus en détail sur la stratégie globale de 'recherche-action', esquissée dans notre introduction générale. Elle est ici éclairée d'une partie méthodologique critique concernant l'usage de cette approche en sciences de la conception et dans la discipline du design. Cette stratégie de recherche a initié et justifié le choix d'un protocole qui prend appui sur la méthode d'étude de cas. Nous présentons ainsi le protocole élaboré pour notre démonstration.

Partie 3 : Etude de trois projets de conception

A partir du protocole d'étude de cas multiple ainsi défini et présenté en deuxième partie du document, nous présentons dans cette quatrième partie l'étude des trois projets de conception sélectionnés parmi les différents projets réalisés au cours de notre recherche. Nous précisons préalablement les objectifs généraux de cette étude de cas multiple. Puis nous présentons et analysons de manière individuelle chacun des cas de conception : le cas de l'Ultrabéton® dans le projet 'Vecel' ; le cas du bois dans le projet 'Echelle' ; le cas de la plaque de pâtes de verre dans le projet 'Piscine'. Dans le cas de l'Ultrabéton®, nous précisons préalablement les raisons du choix du projet 'Vecel' au sein du projet global 'Béton et objets'. Enfin, la synthèse comparative des trois cas étudiés nous permet par l'identification d'éléments récurrents de caractériser le phénomène d'expansion de l'identité d'un matériau en situation de conception et de mettre en lumière les connaissances nécessaires à la construction de notre proposition de modèle.

Partie 4 : Apports de la recherche

L'étude des trois projets de conception réalisée en troisième partie nous a permis de caractériser le phénomène d'expansion de l'identité et d'identifier les liens entre les différentes composantes de l'identité préalablement identifiées. Elle nous permet ici de construire et proposer un modèle concernant l'identité des matériaux en situation de conception qui s'appuie sur un principe d'expansion des différentes composantes de l'identité d'un matériau. Ce modèle constitue l'apport théorique principal de notre recherche. Il permet de formuler des 'stratégies' d'expansion de l'identité des matériaux.

/ Partie 1

De l'Ultrabéton®

à l'identité des

matériaux en

conception

Introduction

Notre recherche a été initiée par un projet industriel de design. Cette première partie a ainsi pour objectif de construire notre objet de recherche et de mener à notre problématique de thèse. Elle présentera tout d'abord dans un premier chapitre, le contexte à partir duquel notre recherche s'est construite : le cas particulier de l'Ultrabéton® dans le projet 'Béton et objets'. Un premier éclairage historique et théorique nous permettra ensuite d'initier à partir du projet 'Béton et objets' la problématique de l'identité de l'Ultrabéton® et d'ainsi formuler la question générale au cœur de notre recherche : celle de l'identité des matériaux. Le second chapitre interrogera cette notion clé. A partir de l'approfondissement des concepts distincts d'identité et de matériau il en proposera une définition et mettra ainsi en lumière les problématiques liées à son élaboration et à sa construction. Un troisième chapitre permettra alors de mieux comprendre comment se construit l'identité d'un matériau tout au long de son processus industriel d'élaboration et de mise en forme en objet. Enfin, le quatrième chapitre approfondira l'influence de la conception sur l'identité des matériaux et nous permettra déjà d'esquisser la problématique et les hypothèses de notre recherche présentées dans la seconde partie de notre document.

1.1 L'Ultrabéton®, point de départ de la recherche

Ce premier chapitre se propose de partir du projet industriel de design à l'origine de notre recherche pour mener à la question générale de l'identité des matériaux. Il présente ainsi tout d'abord l'Ultrabéton® et le projet 'Béton et objets' de développement de nouvelles applications domestiques à partir de ce nouveau béton. Ensuite, un éclairage historique et théorique permet d'identifier les problématiques spécifiques soulevées par ce cas particulier. Enfin, les éléments précédents permettent de formuler la question générale de l'identité des matériaux au cœur de notre recherche.

1.1.1 L'Ultrabéton® et le projet 'Béton et objets'

1.1.1.1 L'Ultrabéton®, un nouveau béton fibré ultra-haute performance (BFUP)

Présentation générale

L'Ultrabéton® est le nom commercial d'une nouvelle formulation de béton, déposé par notre partenaire industriel dans le cadre de cette thèse, les Etablissements Comelli (Ets Comelli). Le dépôt du nom commercial a précédé le début de notre recherche. Il n'a ainsi pas été envisagé de le modifier, bien qu'à l'instar d'une marque commerciale [Sicard, 2008], le nom puisse impacter l'identité globale de l'Ultrabéton® dont il est question dans cette recherche.



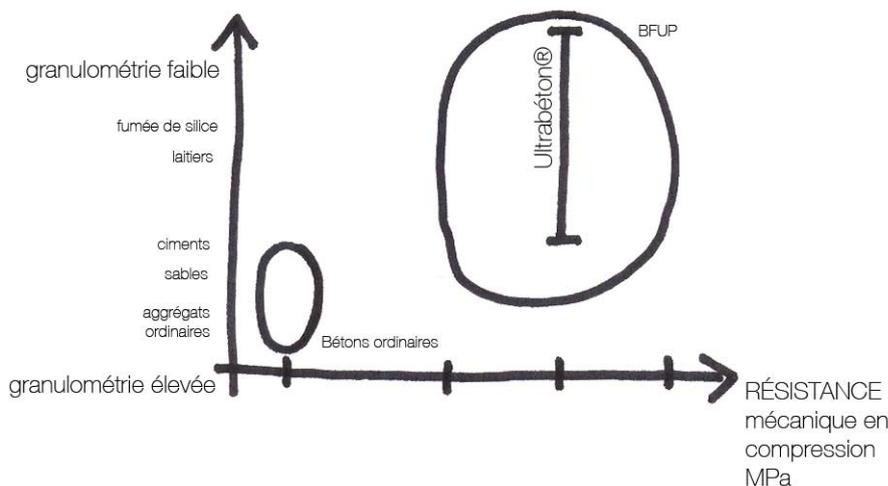
1 : passerelle de la paix à Séoul, réalisée en BFUP, architecte Rudy Ricciotti

Précisons maintenant la spécificité technique de ce béton. L'Ultrabéton® appartient à la famille des BFUP : des bétons fibrés à ultra-haute performance. Les BFUP sont des nouveaux bétons développés depuis les années 90, avec à l'origine l'objectif de créer, pour des applications de structure - pont, ouvrage d'art, voir figure # 1 - un béton plus durable, c'est-à-dire plus résistant dans le temps aux agressions chimiques extérieures, avec un vieillissement limité. C'est la recherche d'une structure

particulièrement compacte et non poreuse qui a donné naissance à ce nouveau type de béton [Cimbéton, 2006].

Composition de l'Ultrabéton®

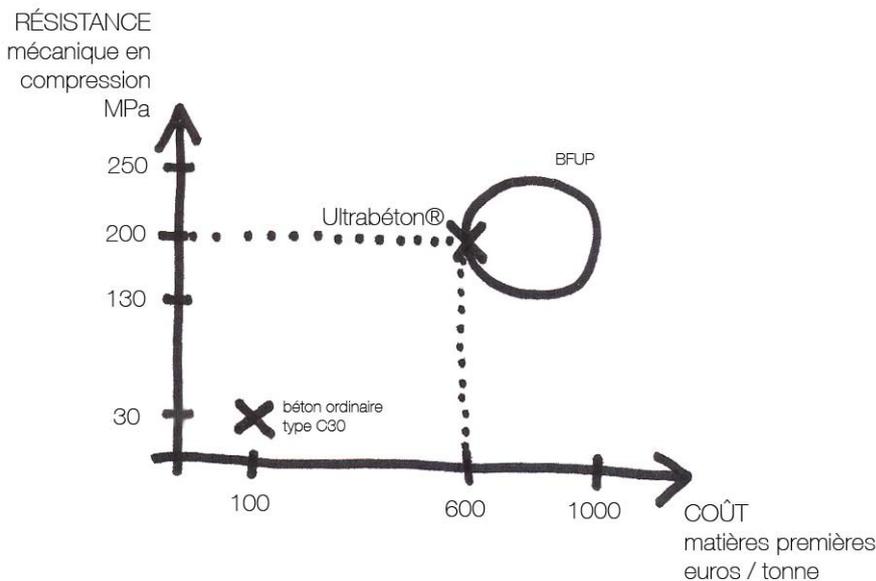
Les BFUP ont pour spécificité d'être composés de différentes poudres fines et ultrafines et de fibres – figure # 2 [Vernet, 2002] [Acker et Belhouli, 2004] [Cimbéton, 2006]. C'est à la fois ce qui leur apporte une résistance mécanique en compression significativement plus élevée et un coût jusqu'à 10 fois supérieur à celui d'un béton ordinaire – figure # 3. Le principe des BFUP est de constituer par cette formulation spécifique un empilement granulaire cohérent, régulier et dense qui limite les interactions avec l'environnement extérieur et en particulier la réaction d'oxydation à l'air qui provoque un vieillissement et un désagrègement de la matière. Par ailleurs, l'adjonction de fibres dans la masse du matériau limite la propagation des fissures, et plus particulièrement de microfissures à l'origine du vieillissement général du matériau. Les fibres peuvent être de différentes natures : métallique, organique, minérale, elles apportent des performances différentes et sont choisies en fonction du type d'applications. Les fibres de l'Ultrabéton® sont de nature organique. Elles apportent une résistance inférieure à celle des fibres métalliques par exemple mais sont adaptées aux applications moins structurelles – parements de façade par exemple.



2 : Performances mécaniques des bétons, des BFUP et de l'Ultrabéton® en fonction de la granulométrie de leurs composants

Concernant les poudres fines et ultrafines, la composition de l'Ultrabéton® s'appuie sur une formulation brevetée par le cimentier Holcim, l'un des quelques cimentiers dans le monde. Ce brevet a pour spécificité d'utiliser pour la formulation d'un BFUP, des laitiers de hauts fourneaux et de la fumée de silice, tout deux des éléments ultrafins, à la granulométrie particulièrement faible, qui

distinguent l'Ultrabéton® des bétons ordinaires mais également des autres BFUP. La revendication principale du brevet utilisé pour la formulation de l'Ultrabéton® est de montrer qu'il est possible d'obtenir avec ce type de matières premières – laitiers de hauts fourneaux, fumée de silice - les caractéristiques type des BFUP, à savoir principalement une résistance mécanique comprise entre 130 et 250 MPa nettement supérieure aux autres bétons. La formulation déposée dans le brevet Holcim permet d'atteindre environ 200 MPa.



3 : Coût de matières premières des bétons, des BFUP et de l'Ultrabéton® en fonction de leurs performances mécaniques

Performances et propriétés de l'Ultrabéton®

Au-delà d'une performance de durabilité liée à sa résistance chimique élevée, le principe d'empilement granulaire des BFUP, couplé à l'adjonction de fibres, apporte de nombreux autres avantages au matériau sur le plan physique, mécanique et chimique – figure # 4 -, autant de résultantes inattendues du cahier des charges technique initial. Selon [Vernet, 2002] [Acker et Belhouli, 2004] [Cimbéton, 2006], ces performances sont les suivantes :

- une résistance mécanique en compression très élevée, comprise entre 130 et 250 MPa contre environ 30 MPa pour un béton classique – par exemple un béton de type C30- ; celle de l'Ultrabéton® est de 200 MPa ;
- une résistance en flexion de 30 MPa au lieu de 0MPa pour les bétons ordinaires, non fibrés ;
- un caractère auto-plaçant, c'est-à-dire une fluidité pendant la mise en œuvre qui facilite leur ouvrabilité, le remplissage de moules aux formes complexes, etc ;

- une résistance au gel (résistance cycle gel-dégel = 70 cycles) qui ouvre la voie d'applications de produits pour l'extérieur, pour le jardin par exemple.

Egalement grâce à leur formulation particulière, et de façon plus inattendue, les BFUP ont des caractéristiques que nous qualifierons davantage d'ordre 'plastique'. Ce terme est utilisé par exemple par [Sagot, 2005] pour désigner l'apparence prise par un matériau une fois mis en forme : couleur, forme, aspects de surface principalement. Nous développons davantage le choix de ce terme au paragraphe 1.1.2.1. Les caractéristiques 'plastiques' principales et connues des BFUP sont les suivantes :

- une performance de reproduction des différents aspects de surface avec, plus particulièrement dans le cas de l'Ultrabéton®, un degré élevé de précision dans la reproduction, du fait d'éléments particulièrement fins, plus fins que dans les autres formulations de BFUP.

- une performance de coloration dans la masse, avec la possibilité de réaliser des teintes plus vives, plus saturées qu'avec des bétons ordinaires.

- la possibilité de réaliser des formes plus minces et plus complexes par rapport à un béton ordinaire : plus minces, c'est-à-dire d'épaisseur réduite, compte tenu de sa résistance mécanique plus élevée et plus complexes compte tenu de sa meilleure ouvrabilité, de son caractère auto-plaçant.

Dans la figure # 4, les possibilités de mise en forme et d'applications offertes par l'Ultrabéton® sont mises en relation avec ses performances spécifiques.

Composition	Microstructure	Propriétés/Performances	Possibilités offertes
Poudres fines	Empilage granulaire	Résistance chimique	Applications extérieures
Ultrafines	compact à faible porosité	(agressions et gel/dégel)	
Plastifiant réducteur		Coloration	Couleurs vives
d'eau		Reproduction liée au	détails de reliefs et aspects de
Peu d'eau		caractère auto-plaçant	surface variés
			Formes complexes
		Résistance mécanique en	Formes minces
		compression	
Fibres	Structure fibrée	Résistance mécanique en	
		traction par flexion	

4 : Caractéristiques principales de l'Ultrabéton®

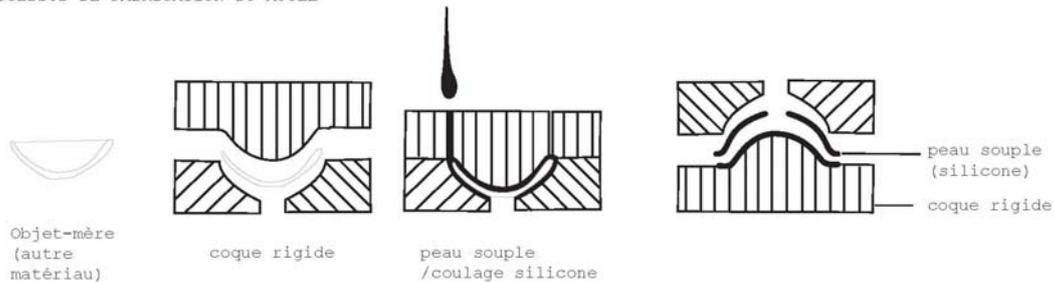
Procédé de mise en œuvre et de transformation de l'Ultrabéton® en objet

La mise en œuvre des BFUP nécessite le mélange par malaxage mécanique des différents composants à l'état sec puis l'ajout des composants liquides (plastifiant et eau). Elle a pour spécificité d'obtenir

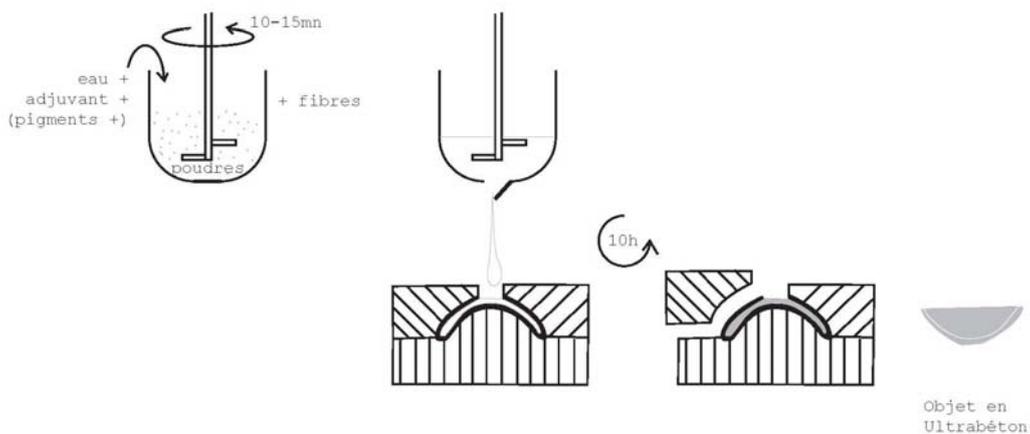
une pâte fluide au caractère auto-plaçant – voir définition ci-après. Dans le cas de la mise en œuvre de l'Ultrabéton®, les fibres sont ajoutées à la pâte en fin de malaxage.

« On désigne par béton auto-plaçant, un béton très fluide, homogène et stable, mis en œuvre sans vibration (...) ils offrent des performances au moins équivalentes à celle d'un béton compacté par vibration. » [Cimbéton, 2006]

1- PROCESSUS DE FABRICATION DU MOULE



2- PROCESSUS DE MISE EN FORME DE L'ULTRABÉTON



5 : Processus de fabrication d'objets en Ultrabéton®

Grâce à leur caractère auto-plaçant lors de leur mise en œuvre, les BFUP offrent la possibilité d'être facilement mis en forme par moulage, sans nécessiter de vibrations particulières des moules, avec la seule action de la gravité. On parlera ainsi de moulage par gravité. Dans le cadre de notre recherche, l'Ultrabéton® est utilisé pour la fabrication d'objets. Le type de moules privilégié pour cette application est constitué d'une enveloppe souple en élastomère (silicone ou polyuréthane) maintenue grâce à une coque rigide. Pour faciliter le démoulage, cette coque rigide est soumise aux contraintes habituelles de mise en forme par moulage ; elle nécessite souvent un assemblage de plusieurs parties. La fabrication préalable des moules nécessite elle-même la fabrication d'un premier objet, appelé objet-mère réalisé à partir de tout type de matériaux et ensuite moulé. Nous illustrons en figure # 5 le

procédé de fabrication d'un objet en Ultrabéton®, à la fois la fabrication du moule à partir d'un objet-mère, la mise en œuvre de l'Ultrabéton® et sa transformation en objet par moulage.

Si les performances et limites d'ordre technique des BFUP et de l'Ultrabéton® (résistance mécanique, résistance chimique et autres propriétés classiques en sciences des matériaux) ont été bien identifiées lors de leur élaboration, les possibilités de mise en forme offertes par ces nouveaux matériaux (formes fines, couleurs variées, aspects de surface variés) sont quant à elles moins délimitées et font du processus de transformation de l'Ultrabéton® en objet un terrain particulièrement propice à l'expérimentation. Ce sont ces spécificités encore mal connues et peu exploitées qui ont décidé les Ets Comelli, partenaire industriel de notre recherche, à développer de nouvelles applications pour l'Ultrabéton®.

1.1.1.2 Le projet industriel 'Béton et objets', nouvelles applications pour l'Ultrabéton®

Notre recherche s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche industriel initié par les dirigeants des Ets Comelli. Elle a été réalisée dans le cadre d'une convention CIFRE - Conventions Industrielles de Formation par la Recherche-, délivrée par l'ANRT - Association Nationale de la Recherche et de la Technologie. Cette convention met en relation le laboratoire CPI - Conception de Produits et Innovation - de l'école d'Arts et Métiers-Paristech, les Ets Comelli et l'auteur de ce document, doctorante au LCPI et salariée de l'entreprise. Nous proposons maintenant de présenter le projet initié par notre partenaire industriel et sur lequel prend appui notre recherche ; plus particulièrement, son contexte, ses objectifs, ses enjeux pour l'entreprise et un bref historique de son déroulement.

Un industriel de la construction en quête de nouveaux marchés

Les Ets Comelli, dirigés par Didier Comelli et Claudine Jousse, sont une PME-PMI située en région parisienne (94) spécialisée dans la fabrication de produits en béton pour le bâtiment, plus particulièrement destinés à la construction de maisons individuelles. Ce sont des produits normés préfabriqués, obtenus par presses à béton (blocs, poutrelles, etc.). Les dirigeants des Ets Comelli possèdent également la société Le Bloc, société sœur des Ets Comelli, également spécialisée dans la fabrication d'éléments en béton pour la construction et située en région parisienne (78). Ces deux sites de production complémentaires permettent de maîtriser une distribution étendue en périphérie de Paris. Un nouveau site de production plus éloigné (77) est en cours de développement dont l'objectif est d'accroître la production et d'élargir davantage une zone de distribution limitée à des marchés très locaux. Les dirigeants des Ets Comelli ont également développé depuis 2000 la société Comellicom spécialisée dans la revente de produits pour le bâtiment (autres que les produits fabriqués par les Ets Comelli) qui leur permet d'élargir leur offre de produits tout en bénéficiant d'un réseau de distribution spécifique au secteur du bâtiment. Les Ets Comelli ont un chiffre d'affaires annuel d'environ 7 millions d'euros et compte environ 50 salariés au total.

Développement d'une activité de production innovante : le projet 'Béton et objets'

Par les développements mis en place depuis plusieurs années, les dirigeants des Ets Comelli élargissent petit à petit leurs marchés, à la fois géographiquement et en terme d'offre de produits. Ils améliorent et accumulent ainsi des savoir-faire de fabricant, de revendeur et de distributeur, mais toujours dans le secteur spécifique du bâtiment et de la construction. Depuis 2005, les dirigeants des Ets Comelli ont décidé d'exploiter les potentiels de l'Ultrabéton® et de développer une nouvelle activité de production pour le secteur de l'habitat, de l'espace domestique (objets, mobiliers, etc.). Cette nouvelle activité prend la forme d'une structure d'édition d'objets sous le nom 'Béton et objets'.

Objectifs du projet 'Béton et objets'

Pour les Ets Comelli, l'objectif général du projet 'Béton et objets' est de développer de nouvelles applications dans le secteur domestique pour un nouveau béton, l'Ultrabéton® ; et plus particulièrement de développer des objets et du mobilier pour l'habitat. Au début du projet, ce type d'applications est encore peu courant mais en pleine émergence ; par exemple, la table dessinée par le designer Martin Szekely pour la galerie Kreo en 2007, réalisée en Ductal, un BFUP du cimentier Lafarge – voir # 6.



6 : table en BFUP – Ductal du cimentier Lafarge – design Martin Szekely, éditions Galerie Kreo, 2007

Sur le plan économique et commercial, l'intérêt du développement d'objets et de mobiliers en Ultrabéton® est de valoriser le matériau sur de nouveaux secteurs, en marge du secteur d'origine pour lequel le matériau a été conçu. Le choix d'un secteur d'applications peu courant pour ce type de matériaux peut permettre de faire se distinguer l'Ultrabéton® des bétons ordinaires. Il est directement induit par l'existence de performances caractéristiques du matériau, la reproduction, la coloration, peu exploitées dans les applications originelles de structure dans le secteur de la construction. On peut considérer que le projet est guidé par une stratégie commerciale de différenciation de l'Ultrabéton® par rapport aux autres bétons, justifiée par l'existence de performances particulièrement innovantes.

Pour atteindre cet objectif d'ordre industriel et commercial, compte tenu du manque de connaissances concernant les possibilités et limites 'plastiques' de mise en forme offertes par les performances de

résistance mécanique, de reproduction et de coloration de l'Ultrabéton® et des BFUP, les Ets Comelli et l'équipe de conception ont eu pour objectif dès le début du projet d'identifier les spécificités de mise en forme de l'Ultrabéton®. Cette étape a pour but de permettre de concevoir et de développer une gamme d'objets qui exploitent et valorisent les caractéristiques du matériau. Les performances de reproduction et de coloration de l'Ultrabéton® à la fois particulièrement significatives et spécifiques au matériau et encore très peu exploitées dans ses applications originelles ont fait l'objet d'une attention particulière. Elles constituent l'orientation donnée au développement des possibilités 'plastiques' de l'Ultrabéton® dans le cadre du projet 'Béton et objets'.

Enjeux industriels du projet 'Béton et objets'

Pour les Ets Comelli, le projet 'Béton et objets' implique à la fois le développement et la maîtrise d'un nouveau matériau – l'Ultrabéton®, voir présentation précédemment -, la mise en place d'un nouveau procédé – le moulage par gravité -, en somme la maîtrise d'une nouvelle technologie mais également l'investissement d'un nouveau secteur de marché autre que celui de la construction qui nécessite la maîtrise d'un nouveau réseau de distribution - tant du point de vue des acteurs concernés que du fonctionnement sur une étendue géographique plus importante. Le projet leur permet ainsi de développer de nouveaux savoir-faire de fabricant mais aussi de distributeur sur un secteur au fonctionnement, au réseau et aux exigences de qualité différents de celui de la construction.

Parmi les différents développements d'activité qu'ont entrepris les dirigeants des Ets Comelli, le projet 'Béton et objets' est celui qui se situe le plus en marge de l'activité et des compétences d'origine. C'est ainsi que depuis le début du projet, les dirigeants des Ets Comelli se sont associés tout d'abord à deux designers - Marie Garnier, designer indépendante et l'auteur du document, doctorante et salariée de l'entreprise - ainsi qu'à une équipe de consultants externes chargée de la communication et du marketing - l'agence Thema-design. Pour les Ets Comelli, le projet 'Béton et objets' se veut prospectif, proche d'une activité de recherche et développement ouverte aux expérimentations et à l'innovation. C'est dans ce sens qu'il a été fait le choix d'utiliser un nouveau type de béton aux propriétés particulièrement nouvelles, encore mal connues au début du projet, et d'investir un secteur de marché nouveau, nouveau pour le matériau et pour l'entreprise.

Historique : Les étapes du projet 'Béton et objets'

Le projet 'Béton et objets' s'est étendu sur l'ensemble de la durée de notre doctorat. Nous présentons plus en détail le déroulement des différents projets de conception en annexes – voir planning 'Béton et objets' 2006-2010. Nous rappellerons ici les différents salons professionnels et expositions qui ont jalonné le projet, comme autant d'objectifs pour le développement et l'enrichissement de la collection d'objets et de mobiliers 'Béton et objets' : En juin 2008, participation à une exposition collective de mobiliers en béton pendant les Designer's days de Paris ; en janvier 2009, emplacement au salon international Maison & objet à Paris-Nord Villepinte ; en juin 2009, emplacement au salon

Jardins jardin – Outdoor design aux jardins des Tuileries de Paris ; en janvier 2010, exposition du projet 'Myroir' de Marie Garnier à l'Observateur du design à la cité des sciences et de l'industrie de Paris et en juin 2010 aux 'Designer's days' à Paris également.

1.1.1.3 Conclusion

Le projet 'Béton et objets' soulève pour ses investigateurs de nombreux enjeux et incertitudes liés à son caractère prospectif : acquisition de nouveaux savoir-faire tant sur le plan de la conception, de la production que de la distribution et de la commercialisation, réussite commerciale, retour sur investissement et accroissement de l'activité de l'entreprise. Plus particulièrement, la mission de conception qui nous a été confiée concernant le développement de nouvelles applications pour l'Ultrabéton® dans le secteur domestique apparaît, en amont du projet, une situation de conception aux nombreuses interrogations : quelles sont les possibilités et limites 'plastiques' de mise en forme, de reproduction d'état de surface, de coloration de l'Ultrabéton® ? Comment les identifier ? Quelle peut être la perception, la 'réception' [Doordan, 2003] du matériau sur le marché du secteur domestique ? Comment l'accompagner ? Quels sont les éléments de conception qui l'influenceront ? Face à des possibilités 'plastiques' a priori très étendues, doit-on en orienter leur développement ?

1.1.2 Les problématiques spécifiques au cas de l'Ultrabéton®

Nous proposons essentiellement par un éclairage historique de situer le cas de l'Ultrabéton® et du projet 'Béton et objets' dans un contexte problématique général. La mise en avant d'une problématique d'identité de l'Ultrabéton® nous permettra de formuler la question générale de notre recherche : celle de l'identité des matériaux.

1.1.2.1 Un matériau émergent mal connu

Manque de connaissances des possibilités 'plastiques' de l'Ultrabéton®

Au début du projet 'Béton et objets', comme nous l'avons développé précédemment, si l'on connaît déjà les performances physiques, chimiques et mécaniques de l'Ultrabéton® (sa résistance mécanique élevée en compression par exemple mais également son indice d'étalement, représentatif de son ouvrabilité), on connaît moins les limites de ses capacités pratiques à être moulé, coloré, pourtant directement liées à ses performances techniques connues.

Nous manquons particulièrement de connaissances sur ses possibilités et limites lors de sa mise en forme. Nous savons peu ce qui est possible et ce qui ne l'est pas. Quelles sont les limites de sa capacité à reproduire une forme à la géométrie complexe, quelles sont ses limites en terme d'aspects de surface et ses limites colorées : saturation, clarté, teinte des couleurs obtenues lors d'une coloration

pigmentaire dans la masse ? En somme, quelles sont ses possibilités 'plastiques' ? Nous empruntons le terme 'plastique' à [Sagot, 2005]. Dans le cadre d'une recherche concernant les matériaux et le design, l'auteur l'utilise pour désigner l'apparence, la forme prise par le matériau une fois transformé. Le terme 'esthétique' aurait pu également convenir pour désigner cette apparence prise par le matériau une fois mis en forme. Dans le domaine des matériaux, il est couramment utilisé par la communauté anglophone sous le terme 'aesthetics' pour désigner souvent les 'attributs sensoriels' (ex. : translucidité) [Johnson et al, 2003] [Ashby & Johnson, 2010] et pour distinguer, dans le processus de perception, le domaine du sensible et du corps de celui des significations et de l'esprit - les 'attributs sémantiques' d'un matériau. Cependant, le terme d'esthétique, ne serait-ce qu'en français, nous semble largement pouvoir prêter à confusion, comme par exemple le terme 'culture' voir [Remaury, 2005], compte tenu des nombreuses significations qui peuvent lui être attribués selon les contextes et les disciplines - dans le langage courant, synonyme de beau ou de l'apparence des choses ; en philosophie, la science du sensible. Nous avons choisi le terme 'plastique', qui bien que lui aussi puisse quelque peu prêter à confusion - avec le matériau : le plastique ; avec la propriété technique : la plasticité d'un matériau -, nous a paru plus adapté à notre contexte en considérant la 'plastique' du matériau comme à la fois le résultat, l'apparence du matériau et le processus de mise en forme du matériau conduisant à cet état apparent et perceptible.

La littérature scientifique sur les BFUP [Vernet, 2002] [Acker et Belhoul, 2004] [Cimbéton, 2006] livre peu de connaissance précise et exhaustive sur les limites de ce nouveau type de béton concernant les aspects de surface, la couleur et les formes. Ce n'est quasiment uniquement que par la citation de quelques exemples de réalisations dans la pratique que l'on en prend connaissance. Qui plus est, les différents BFUP possèdent des caractéristiques distinctes en raison de leur formulation unique. Chaque BFUP fait l'objet d'un brevet. Par exemple, le Ductal, produit par le cimentier Lafarge est le seul à posséder une teinte naturellement blanche en raison d'un quasi-monopole des carrières de ciment blanc ; d'un autre côté, l'Ultrabéton®, composé de laitiers de hauts fourneaux et de fumée de silice à la granulométrie très faible, pourrait reproduire avec encore plus de précisions les aspects de surface présents sur les modèles-mère utilisés dans la réalisation des moules : brillance ou matité élevée, faible relief, texture veloutée, lisse et mate etc. Compte tenu de singularités au sein même de la famille des BFUP, la connaissance de l'Ultrabéton® au début du projet est de ce fait encore plus incomplète, limitée à des connaissances majoritairement techniques acquises au cours de son processus d'élaboration - résistance mécanique en compression et en traction par flexion.

Les matériaux émergents : un manque d'expérience pratique

« De nos jours et de plus en plus, les matériaux émergent de la science de la matière condensée quand on tente d'obtenir, grâce à de

nouvelles structures et quelle qu'en soit l'échelle, des propriétés innovantes » [Janot & Ilchner, 2001]

Les nouveaux matériaux sont aujourd'hui majoritairement issus des laboratoires de recherche scientifique. Lorsqu'ils commencent à percer sur un marché, ils se trouvent souvent encore à l'état de 'prototype', à la caractérisation incomplète, avec certaines performances encore mal connues ou mal maîtrisées [Ashby & Johnson, 2010]. Ces manques de connaissances sont problématiques pour le concepteur car ils concernent particulièrement le comportement du matériau lors de sa mise en forme, les procédés de fabrication, le comportement dans le temps - résistance à la corrosion par exemple [Ashby & Johnson, 2010]. Ces connaissances pourront souvent plus facilement s'acquérir lors de la mise en application des matériaux sur le terrain industriel, gage d'une expérience pratique des matériaux.

De même, à l'échelle plus générale de l'individu – et non plus uniquement du concepteur -, l'expérience pratique permet de mieux connaître le comportement des matériaux à l'usage. Selon [Manzini, 1989], au fil du temps, par les expérimentations que l'homme, à l'échelle de nombreuses cultures et civilisations, a fait de chaque matériau, le champ des possibilités des matériaux connus a été délimité, maîtrisé. A chaque matériau est associé un ensemble de performances connues, associées à des applications récurrentes.

« Par exemple, identifier comme du bois le matériau qui constituait le plateau d'une table signifiait en prévoir aussi le comportement, le vieillissement, sa réaction au feu, les charges maximales admissibles. » [Manzini, 1989]

Alors que les matériaux connus comme le bois, plus anciens, ont été touchés, sentis, cassés, serrés, séchés, brûlés et même goûtés par la plupart des individus [Manzini, 1989] [Ashby & Johnson, 2010], cette connaissance d'ordre phénoménologique, liée à l'expérience pratique est irrémédiablement inexistante au début de la vie d'un matériau. L'expérience pratique que développe l'individu à l'échelle d'une culture rappelle finalement les tests réalisés en science pour comprendre et connaître le comportement des matériaux. Similaire bien que moins protocolaire, ce phénomène nous permet de reconnaître de manière générale l'importance de l'expérience pratique dans l'élaboration de connaissances sur les matériaux.

En conclusion, pour reprendre la distinction faite par [Doordan, 2003] concernant les matériaux, c'est à la fois sur le plan de la conception et de la réception que les matériaux nouveaux souffrent inexorablement d'un manque temporaire de connaissances d'ordre pratique, acquises par l'expérience. Dans le cas de l'Ultrabéton®, c'est en effet ce à quoi l'équipe de conception a fait face en amont du projet 'Béton et objets'.

Les matériaux émergents : des connaissances techno-centrées

«Les matériaux utilisés pour la fabrication artisanale ou industrielle d'objets, de produits et de systèmes ainsi que pour la réalisation de constructions et d'équipements ont de tout temps défini le niveau de notre civilisation technique.» [Mercier, Zambelli & Kurz, 2002]

Les laboratoires de recherche en science des matériaux s'appuient sur les connaissances fondamentales de la physique, de la chimie, de la mécanique et privilégient une étude technique des matériaux. Ils sont en cela 'techno-centrés'. Nous proposons ce terme par opposition aux approches dites 'anthropocentrées' utilisées en ingénierie pour désigner les approches de conception qui prennent en compte les dimensions liées à l'humain [Brocas, 1997]. Les matériaux innovants issus de laboratoires techno-centrés émergent souvent avec un manque de connaissances adaptées aux besoins et requêtes des designers [Ashby & Johnson, 2010] concernant les possibilités 'plastiques' des matériaux – terme utilisé par [Sagot, 2005], voir explication ci-dessus. Si le manque de connaissances accessibles pour le concepteur est renforcé par un manque de communication volontaire et stratégique de la part des fabricants de matériaux concernant les points faibles de leur nouveauté, leur culture technique [Ashby & Johnson, 2010] et celle de l'industrie moderne en général [Sagot, 2005] ne favorisent pas le développement de connaissances sur les possibilités 'plastiques' des nouveaux matériaux.

Dans le cas de l'Ultrabéton®, le manque de connaissances concernant ses possibilités 'plastiques' au début du projet 'Béton et objets' s'explique donc à la fois par une conception techno-centrée du matériau et un manque d'expérience pratique concernant sa mise en forme. Le projet 'Béton et objets' vise le développement de nouveaux objets. La mise en applications de l'Ultrabéton® dans le cadre du projet industriel 'Béton et objets' pourra ainsi nous permettre d'acquérir une meilleure connaissance pratique des comportements du matériau lors de sa mise en forme. L'un des objectifs du projet consiste à identifier plus précisément les spécificités, les limites et les possibilités de mises en forme du matériau liées aux performances particulières de reproduction et de coloration. On comprend ainsi mieux les raisons d'une telle intention.

1.1.2.2 Un matériau 'technique' à émanciper

Le projet 'Béton et objets' : valorisation de l'Ultrabéton® dans le secteur domestique

L'Ultrabéton® et les bétons fibrés à ultra-haute performance – BFUP – sont destinés à l'origine à des applications dans le secteur de la construction, du bâtiment, du génie civil. Ce type d'applications exploite les performances particulièrement innovantes de résistances mécanique et chimique de ces matériaux. L'Ultrabéton® et les BFUP sont des matériaux nouveaux que nous proposons de qualifier

de 'techniques', en ce sens qu'ils améliorent l'état de la technique par des performances améliorées et qu'ils sont, dans leur application d'origine, exploités pour ces performances.

L'objectif du projet 'Béton et objets' est de développer des objets et du mobilier pour l'habitat à partir d'Ultrabéton®. Au début du projet 'Béton et objets', les applications dans le secteur domestique sont encore peu courantes pour ce type de matériau bien qu'en pleine émergence. L'intérêt d'un tel objectif sur le plan économique et commercial est de valoriser le matériau sur de nouveaux secteurs, en marge du secteur d'origine pour lequel le matériau a été conçu. Le projet 'Béton et objets' a plus particulièrement pour intention d'exploiter les performances de mises en forme, de coloration, de reproduction aux possibilités encore mal connues. Par le projet 'Béton et objets', il s'agit donc de valoriser un matériau encore émergent aux applications d'origine 'techniques' par le développement de nouvelles applications dans le secteur domestique.

Le designer, promoteur des matériaux 'techniques' dans la vie quotidienne

La conception d'un matériau par l'ingénieur suit aujourd'hui une démarche de plus en plus rigoureuse [Janot & Ilschner, 2001] qui le destine et l'adapte à des besoins de plus en plus spécifiques [Antonelli, 1995] [Sagot, 2005]. Néanmoins, afin d'accroître par la suite la présence économique et commerciale d'un nouveau matériau sur le marché, certaines recherches en ingénierie proposent de formaliser une approche méthodologique de développement d'applications innovantes pour les matériaux [Ashby et Maine, 2002-a] [Ashby et Maine, 2002-b].

L'approche rigoureuse de conception d'un matériau par l'ingénieur est issue de l'ère industrielle [Janot & Ilschner, 2001] [Sagot, 2005]. Le designer investit quant à lui, dès cette même période de croissance industrielle, un rôle de promoteur des nouveaux matériaux issus des avancées de la science et de l'industrie moderne dans de nouvelles applications. Nous reprenons ici trois exemples majeurs dans l'histoire du design, issus de trois périodes distinctes et reportés par trois auteurs différents. [Antonelli, 1995] nous donne plusieurs exemples dont l'un des plus emblématiques est sans doute la création de mobiliers dans les années 50 par les designers Charles et Ray Eames qui a permis l'introduction dans la vie quotidienne de la fibre de verre et de ses technologies de mise en forme. [Doordan, 2006] étudie quant à lui le cas du designer Ettore Sottsass dans les années 60-70, particulièrement investi dans le développement de nouveaux marchés pour les dernières avancées des revêtements lamellé-collé de la firme italienne Abet Lamineti. Plus récemment, le Corian, développé par le fabricant Dupont de Nemours était un matériau initialement utilisé essentiellement dans des applications médicales. Cette société à la « culture d'entreprise scientifico-technique » selon [Sagot, 2005] conçoit des matériaux aux performances nouvelles. La firme a choisi de faire appel depuis une vingtaine d'années à de nombreux designers chargés de développer de nouvelles applications du matériau dans le secteur domestique afin de valoriser les possibilités de mise en forme particulières du Corian.

Le design joue donc un rôle particulier dans le développement de nouvelles applications de matériaux initialement conçus dans la sphère technique de la science et de l'industrie. Il permet par l'expérience pratique, sur le terrain industriel, d'acquérir une meilleure connaissance des possibilités de mise en forme offertes par un matériau. [Doordan, 2003] [Doordan, 2006] utilise le terme de 'langage formel' du matériau pour désigner les mises en forme des matériaux développées lors de projets de design. Dans le cadre de notre document, nous emprunterons à nouveau le terme 'plastique' à [Sagot, 2005] pour désigner l'apparence prise par un matériau une fois mis en forme. Le développement de nouvelles applications de matériaux dans le secteur domestique peut permettre de développer de nouvelles 'plastiques' du matériau.

Dans notre cas, le projet 'Béton et objets' va nous permettre de développer de nouvelles mises en forme de l'Ultrabéton® par l'objet. Cette nouvelle 'plastique' du matériau permettra de valoriser ses performances particulières de coloration et de reproduction encore peu exploitées.

1.1.2.3 *Un matériau polymorphe, sans limite*

L'Ultrabéton® : capacité de reproduction et de coloration 'sans limite'

Comme nous l'avons développé précédemment, l'Ultrabéton® est un matériau aux performances innovantes. Il a été élaboré avec pour objectif d'accroître considérablement sa résistance chimique et possède une résistance mécanique en compression particulièrement améliorée par rapport aux bétons ordinaires. Sur le plan de sa mise en forme, il possède de manière inattendue une capacité à reproduire les aspects de surface et les détails de forme avec une très grande précision ainsi qu'une capacité à être coloré de manière beaucoup plus vive que les bétons ordinaires. Cependant, l'Ultrabéton® est encore un matériau émergent. Les possibilités offertes par ses performances de reproduction et de coloration sont encore mal connues au début du projet de développement d'objets ; mais elles semblent sans limite pour l'équipe de conception. Plus particulièrement sa performance de reproduction précise semble offrir la possibilité de reproduire et d'imiter tout type d'aspects de surface issus d'autres matériaux.

Les matériaux 'modernes', des matériaux sans limites

Aujourd'hui et depuis le début de l'époque moderne et du développement de l'industrialisation, les matériaux sont de plus en plus nombreux et ils offrent de plus en plus de possibilités [Doordan, 2003] [Doordan, 2006]. Face aux progrès techniques grandissants de la science et de l'industrie à partir de l'époque moderne, les designers ont eu le sentiment que la conception d'objets n'était plus limitée par la technique, que les matériaux devenaient 'sans limites' [Doordan, 2003].

Le développement des possibilités de mises en forme a particulièrement été porté par le cas des matériaux moulés - les matériaux mis en œuvre par moulage -, emblématiques de l'époque moderne

dont ils sont issus : c'est le cas par exemple de l'aluminium particulièrement étudié par les approches historiques de [Meikle, 1995] et [Doordan, 2003] mais aussi, le plus abordé, celui qui a fait coulé le plus d'encre chez les historiens [Sparke, 1990], sociologues ou sémiologues [Barthes, 1957] et designers [Ayrat, 1994] [Manzini, 1985] [Manzini, 1989] [Sagot, 2005] : le plastique.

Le plastique, une capacité de reproduction 'sans limite'

Selon [Manzini, 1989], les plastiques ont été quasiment les premiers matériaux à ne pas nécessiter de travail de finitions et offraient justement la possibilité d'obtenir directement à la sortie du moule des aspects de surface très différents grâce à une reproduction exacte de ceux du moule et des couleurs obtenues directement par coloration dans la masse. Aujourd'hui, l'Ultrabéton® est l'un des premiers bétons à proposer ce type de possibilités. C'est ce qui le rend proche du cas historique du plastique dont nous proposons de rappeler la problématique.

“ Plastic itself by its very nature complicates efforts to think about it.
Able to assume many degrees of shape, texture, hardness, density,
resilience or color, the myriad varieties are united only by a word –
plastic-.” [Meikle, 1995] cité par [Doordan, 2003]

L'une des spécificités majeures du plastique est sa capacité de reproduction, sa malléabilité, liée à sa plasticité qui lui permet de prendre des formes variées. En somme, ce matériau fait preuve d'un caractère 'polymorphe'. A son origine, la plasticité de ce nouveau matériau, couplée à son faible coût de production a engendré de premiers usages du matériau comme copie bon marché d'autres matériaux : par exemple, la bakélite a été utilisée dès son origine pour imiter les essences nobles de bois ; encore aujourd'hui, le plastique est utilisé ainsi, dans les intérieurs de voiture par exemple.

Le cas historique du plastique nous permet maintenant d'introduire la notion importante d'identité des matériaux car il en a soulevé à l'époque son aspect problématique. Au cours de l'époque moderne les designers ont identifié le problème suivant : en se présentant comme des imitations de matériaux plus nobles le plastique n'acquiert pas sa 'véritable' identité ; plus que d'identité, il est alors question à l'époque de 'vérité' du matériau [Antonelli, 1995] [Guidot, 2004]. Au fil du temps et de ses applications, grâce au développement d'applications par une deuxième vague de designers de l'époque moderne revendiquant la culture Pop dans les années 60 [Sparke, 1990], le plastique s'est ensuite différencié des matériaux nobles et a acquis une mise en forme spécifique : couleurs vives, formes géométriquement simples etc. Mais cette apparence construite par les designers de l'époque moderne qui voulaient donner au plastique une identité unique et autonome était-elle réellement représentative de sa plasticité si spécifique ? Comme l'explique [Manzini, 1989], cette identité apparente reste contradictoire avec les propriétés et capacités même du matériau, ou en tout cas partiellement représentative de l'ensemble de ses propriétés. Quelques auteurs expliquent :

« La critique faite à ce sujet par le mouvement moderne, qui réclamait que les plastiques soient mis sur un pied d'égalité avec les matériaux traditionnels, était finalement assez contradictoire : la malléabilité d'aspect est une des prérogatives qu'ont les plastiques, si bien que le mimétisme, paradoxalement, pouvait être une de leurs expressions « sincères » » [Manzini, 1989]

“The Modern Movement (...) required that man-made objects respect the dictum of ‘truth to materials’. The problem with considering plastics in these terms is that there is no one truth but rather a plurality of possibilities.” [Sparke, 1990]

« Néanmoins (...) les plastiques ont dû se doter d'une image autonome, présentée comme leur « image sincère » (...) : formes simples mais d'une grande plasticité, raccords arrondis, couleurs primaires, surfaces généralement brillantes, et un seul et même matériau pour tout le produit. » [Manzini, 1989]

La situation historique du plastique est très similaire à celle à laquelle nous faisons face avec l'Ultrabéton®, en tant que concepteur. Ce matériau transformé par un procédé de moulage possède un degré de précision de reproduction particulièrement élevé qui offre la possibilité d'imiter d'autres matériaux et rend sa mise en forme problématique : se pose ainsi la question de l'identité d'un matériau dont l'une des spécificités majeures est une capacité d'imitation d'autres matériaux.

1.1.3 Vers une généralisation du cas de l'Ultrabéton® : la question de l'identité des matériaux

Manque d'identité des nouveaux matériaux

Depuis plusieurs dizaines d'années, la logique grandissante de recherche et d'innovation rend de plus en plus nombreux les nouveaux matériaux. Cette profusion et cette diversification initiées selon [Doordan, 2003] par l'époque moderne et le développement des sciences au côté de l'industrie sont renforcées par une conception de matériaux de plus en plus au coup par coup, développés en fonction des projets et des besoins [Antonelli, 1995]. Selon [Manzini, 1989], il en résulte une identité faible des matériaux.

« La multiplication des matériaux, leur conception « au coup par coup » empêchent de retrouver de façon spontanée cet ancien automatisme sémiotique. Le résultat est que les nouveaux matériaux se présentent à nous avec une identité faible ou inexistante. » [Manzini, 1989]

Le développement par les designers de nouvelles applications non prévues permet à des matériaux émergents de passer de la sphère technique pour laquelle ils ont été initialement conçus à la sphère domestique. C'est alors l'occasion pour le designer de s'interroger sur la mise en forme du matériau et sur les possibilités nouvelles qu'il peut offrir. En résulte souvent le développement de nouvelles 'plastiques' [Sagot, 2005] du matériau, de nouveaux 'langages formels' [Doordan, 2003]. Dans ce contexte de transformation permanente et d'instabilité des nouveaux matériaux, qu'en est-il de la notion d'identité ?

De l'Ultrabéton® à la problématique de l'identité des matériaux

A l'issue de l'éclairage historique concernant le développement des nouveaux matériaux et leur mise en forme par le design, l'Ultrabéton® apparaît comme un cas emblématique pour la problématique d'identité d'un matériau. Tout d'abord, l'Ultrabéton® est un matériau émergent, développé pour des applications techniques dans le secteur de la construction. Il pâtit de ce fait d'un manque de connaissances sur ses possibilités 'plastiques'. Le développement de nouvelles applications dans le secteur domestique peut permettre d'élaborer cette connaissance et de proposer une nouvelle 'plastique' de l'Ultrabéton®. Enfin, c'est principalement la caractéristique de diversité des possibilités 'plastiques' de l'Ultrabéton® qui rend particulièrement problématique la question de son identité.

1.1.4 Conclusion

Ce premier chapitre a été amorcé par la présentation du projet industriel de design qui a initié notre recherche : le projet 'Béton et objets'. Il a permis d'identifier l'Ultrabéton® comme le cas d'un matériau émergent, développé à l'origine pour des applications techniques et pour lequel il est envisagé de développer de nouvelles applications dans le secteur domestique compte tenu de possibilités 'plastiques' variées. Le projet 'Béton et objets' est alors vu comme le moyen de développer une nouvelle 'plastique' de l'Ultrabéton® et pose la question de son identité. La notion d'identité des matériaux, proposée principalement par [Manzini, 1989] fait appel à des concepts abstraits : l'identité, le matériau. Nous proposons d'approfondir les définitions et les problématiques liées à ces concepts pour mieux comprendre ce que désigne l'identité d'un matériau.

1.2 Définition de l'identité d'un matériau

Ce deuxième chapitre propose d'approfondir la définition de la question générale soulevée à l'issue du chapitre précédent : l'identité d'un matériau. En nous appuyant dans un premier temps sur la définition distincte des deux concepts, celui d'identité et celui de matériau et sur les problématiques liées à chacun des deux concepts, nous proposerons ensuite une définition de la notion d'identité d'un matériau et mettrons en lumière les problématiques liées à sa construction. Ce chapitre nous permettra d'amorcer un questionnement concernant la construction de l'identité des matériaux présenté et développé dans le chapitre suivant.

1.2.1 Concept d'identité et problématique du devenir

1.2.1.1 *Qu'est-ce que l'identité ?*

Selon [Lagarde, 2008], l'identité est un concept ambigu car il désigne à la fois la similarité entre deux éléments -deux éléments dits 'identiques'- et également la singularité d'un élément, ce qui le distingue d'un autre. Elle est liée à la fois à la notion de similarité, d'égalité (« sameness ») et de différence ; liée au même et à l'autre. Si en logique et en mathématiques, le concept d'identité est davantage lié à celui d'égalité : deux éléments sont identiques lorsque toutes leurs propriétés sont communes, [Noonan, 2009] propose en philosophie une définition qui lie similarité et singularité.

“Identity (philosophy), also called sameness, is whatever makes an entity definable and recognizable” Stanford Encyclopedia of Philosophy, [Noonan, 2009]

Selon [Noonan, 2009], le concept d'identité, en philosophie, est lié à la caractérisation d'une chose, à sa définition, sa reconnaissance, son identification. C'est à la fois sa similarité à elle-même dans le temps qui la rend reconnaissable et sa singularité qui la distingue de l'autre et la rend définissable. L'identité permet d'identifier et par là de distinguer, de différencier. Elle permet de faire qu'une chose est unique et par là distincte et distinguable d'une autre. L'identité d'une chose se définit dans une relation à l'autre, à l'altérité, par différence avec ce qui est autre. Par exemple, ce qui fait l'identité de l'Ultrabéton®, ce qui le caractérise et le rend unique, ce sont ses performances particulières, notamment sa résistance mécanique élevée, nettement supérieure à celle des bétons ordinaires desquels il se différencie. [Lagarde, 2008], en s'appuyant sur les propos du philosophe Paul Ricœur montre comment le concept d'identité d'une chose ne se définit que dans la 'perception de l'altérité' et induit de se percevoir soi-même comme autre.

« Des ponts existent entre soi et l'autre, par exemple dans la part d'altérité dont chacun est porteur ». [Lagarde, 2008]

Nous proposons de retenir la définition de l'identité suivante : L'identité d'une chose est ce qui la caractérise, ce qui lui permet à la fois d'être semblable et différente : semblable à elle-même dans le temps, semblable à une chose qui lui serait identique et différente, distincte de ce qui est autre.

1.2.1.2 *Façonnage social des identités*

Les différentes disciplines des sciences humaines, la psychologie, la sociologie notamment, abordent la question de l'identité sous différents angles qui leur sont propres. La psychologie étudiera davantage l'identité de l'individu, celle qui caractérise une entité unique ; et la sociologie l'identité collective, celle qui caractérisent les différents membres d'un même groupe, d'une nation, d'une culture par exemple, identité nationale, identité culturelle. Toutes deux identifient l'impact du contexte social sur l'identité du (ou des) être(s) humain(s).

L'identité de l'individu : identité personnelle et identité sociale

Le dictionnaire de la psychologie [Tamisier, 1999] propose les définitions suivantes de l'identité et de l'identité individuelle :

« Identité : La caractéristique de personnes, objets réels ou représentés, événements, énoncés, etc., considérés comme substituables l'un à l'autre.

Identité individuelle : elle est relative à un objet unique qui conserve toute sa vie son identité en dépit des modifications durables (croissance, amputation), passagères (posture, mimique) ou superficielles (vêtements, lunettes). » [Tamisier, 1999]

L'identité d'une chose est ce qui la caractérise. A l'échelle d'un individu, la psychologie étudie ce qui caractérise un individu, ce qui le différencie, le distingue de l'autre et ce qui le rend unique et semblable à lui-même tout au long de son existence. Dans l'identité individuelle (identité d'une entité unique) ou dans l'identité de l'individu, la psychologie distingue ainsi l'identité personnelle (ou psychologique) de l'identité sociale d'un individu, étudiée plus particulièrement par la psychologie sociale. [Tamisier, 1999] nous donne la définition suivante :

« Identité sociale : partie de la représentation que l'individu se fait de lui (identité personnelle) qui est liée aux rôles et aux statuts sociaux des groupes ou des catégories auxquels il appartient. » [Tamisier, 1999]

La distinction de l'identité personnelle et de l'identité sociale chez l'individu montre la présence reconnue d'un façonnage social de l'identité en psychologie. Ce phénomène d'effet du contexte sur

l'identité d'une chose est encore plus présent lorsqu'il s'agit d'identités collectives telles que l'identité nationale et l'identité culturelle étudiée par la sociologie.

Identité collective, identité nationale, culturelle

La notion d'identité collective soulève la problématique du devenir des identités à l'échelle d'un groupe. Qu'il s'agisse de l'identité d'un groupe restreint comme l'équipe de conception [Yannou, 2008] ou d'un groupe plus conséquent, à l'échelle d'une culture, l'identité culturelle [Assouly, 2005] [Lagarde, 2008], à l'échelle d'une nation, l'identité nationale [Lagarde, 2008], elle caractérise davantage ce qui lie les différents éléments du groupe, leurs similitudes, leurs points communs, ce qui fait qu'ils sont un groupe 'homogène'. Particulièrement dans le cas des groupes de taille conséquente comme celles culturelle et nationale, l'identité collective pose une problématique particulière : celle d' 'imposer' à un individu une identité à laquelle l'individu doit adhérer, se soumettre pour être considéré comme partie du groupe.

La problématique du devenir de l'identité à l'échelle d'un groupe permet de mettre en avant ses frontières mouvantes, comme l'explique [Lagarde, 2008] au sujet des identités culturelles. L'auteur observe la nécessité d'une réinvention permanente des 'traditions' pour construire la culture. Il emprunte à la philosophie deux conceptions métaphoriques de l'identité : la racine, l'identité immuable et le rhizome, l'identité plurielle et évolutive. La racine correspond dans le cas de l'identité culturelle aux origines, aux traditions. Selon l'auteur, le problème de cette vision est qu'elle ne permet pas l'évolution dans le temps et poussée à l'extrême, elle pourrait conduire l'individu à des comportements nationalistes négatifs. L'auteur défend ainsi, à l'image du rhizome, une conception de l'identité culturelle plurielle et évolutive.

La discipline du design porte un intérêt particulier pour la prise en compte de l'identité culturelle en conception. Par exemple, [Walker, 2001] propose, pour une production et une consommation 'durable' et dans le respect de la dignité humaine, d'intégrer en conception les spécificités d'une culture, c'est-à-dire les spécificités communes aux membres d'une même culture.

1.2.1.3 La problématique du devenir des identités

Devenir de l'identité personnelle en philosophie

Selon [Noonan, 2009], les débats les plus récents sur la question de l'identité concernent la définition de l'identité personnelle et de son évolution à travers le temps. Le concept d'identité contient en philosophie une problématique liée au devenir. Appliquée à l'individu, cette problématique est particulièrement abordée en psychologie pour caractériser l'identité personnelle, l'identité de l'individu et sa nécessaire évolution. Bien que ses spécificités ont évolué l'individu est toujours le

même. Ce paradoxe de l'identité est également abordé en philosophie dans le cas des objets et des matériaux, comme le montre le mythe antique du bateau de Thésée.

Le bateau de Thésée

Le 'bateau de Thésée' est un mythe antique repris et étudié par le philosophe [Ferret, 1996]. Il permet de soulever la problématique du devenir de l'identité et plus précisément de la persistance à travers le temps du 'même' et de l' 'autre'.

Rapportée par Plutarque, la légende grecque raconte que Thésée a quitté Athènes en bateau pour affronter le Minotaure. A son retour, vainqueur, les Athéniens ont décidé de conserver éternellement son bateau. Ils ont ainsi retirés et remplacés pendant plusieurs siècles les planches qui s'usaient au fil du temps. Le bateau a ainsi été préservé et a possédé des siècles plus tard la même apparence qu'au retour de Thésée. Pour certains, le bateau était resté le même ; pour d'autres, par le remplacement perpétuel des planches, le bateau était devenu autre. Selon [Ferret, 1996], les questions ici soulevées sont les suivantes : est-ce plutôt le changement de la matière du bateau qui provoque un changement d'identité ou est-ce l'apparence conservée du bateau qui permet de ne pas la modifier ou est-il question d'encore autre chose ? Le propos d' [Heinich, 2005] reporté par [Heilbrunn, 2010] nous permet d'apporter une réponse à la question du bateau de Thésée.

« « Le concept d'identité n'a de sens qu'à condition de l'envisager comme une construction et non comme une substance : il n'existe pas d'identité en soi mais des opérations diverses susceptibles de conférer à un être un ensemble de propriétés relativement stabilisées ». L'identité ne peut se comprendre que comme la résultante de l'ensemble des opérations par lesquelles un prédicat est attribué à un objet. » [Heilbrunn, 2010] citant [Heinich, 2005]

Selon l'auteur, le concept d'identité ne peut s'envisager que dans son devenir. Cela signifie, selon nous, que l'identité d'une chose est amenée à évoluer avec elle. Une chose peut rester en partie la même malgré ses transformations dans le temps. Si les planches n'avaient pas été remplacées et s'étaient petit à petit usées, elles auraient pu conserver en partie l'identité du bateau de Thésée. Elles auraient constituées les caractéristiques du bateau de Thésée usé et non plus du bateau de Thésée à son retour à Athènes. Il y a néanmoins des points communs entre ces deux identités, l'une se situant à un stade postérieur à l'autre. Cette évolution de l'identité soulève la possibilité d'une certaine instabilité.

1.2.1.4 *Le cas de l'identité des objets industriels instable en conception*

Identité conçue et identité perçue des objets

Dans le domaine des sciences de la conception, [Hatchuel, 2006] et [Hatchuel et al, 2006] caractérisent l'identité d'un objet comme directement liée à son processus d'identification. Si l'on reprend notre définition générale du concept d'identité, l'identité d'un objet se définit comme ce qui caractérise un objet, ce qui permet de l'identifier, de le reconnaître comme tel, de le distinguer. La définition étymologique de l'objet le situe dans un rapport à un sujet – généralement l'humain. On voit ainsi d'emblée que, dans le cas des objets, la notion d'identité s'oriente implicitement vers une identité perçue par le sujet. En d'autres termes, il s'agit d'une identité reçue, d'une identité construite par l'utilisateur lors de la réception de l'objet.

Néanmoins, la perception et la réception de l'objet restent directement liées à sa conception. En ingénierie 'anthropocentrée' [Brocas, 1997] et dans les recherches en design, le terme de réception est souvent utilisé pour distinguer l'étape qui fait suite à la conception et à la production d'un objet dans le cycle de vie d'un objet [Doordan, 2003]. Cette terminologie permet souvent de mettre en avant les décalages qui peuvent exister entre l'intention initiale du concepteur et ce qui est 'réellement' perçu et reçu par l'utilisateur. Dans notre cas, elle nous permet d'établir une distinction entre l'identité perçue et l'identité conçue d'une chose, d'un objet, sans négliger le lien étroit qui les unit. De l'existence de la relation entre conception et perception, nous retenons à la fois l'impact de la conception sur l'identité perçue et l'existence d'une part nécessairement sociale et culturelle de l'identité d'un objet, projeté au sein d'un groupe humain, la société.

Identité et usage des objets

Comme l'expliquent [Hatchuel, 2006] et [Hatchuel et al, 2006], l'identité d'un objet résulte d'un processus de reconnaissance de l'objet qui offre la capacité à le nommer : une 'chaise' par exemple. Selon les auteurs, ce qui caractérise un objet, son identité, est principalement liée à son usage, sa fonction d'assise, son rôle de 'chaise'. On voit ainsi apparaître la dimension utilitaire d'un objet dans la définition de son identité.

Néanmoins, l'objet est perçu par sa forme. S'instaure ainsi une relation étroite entre forme et usage de l'objet dans la définition de son identité. [Hatchuel, 2006] propose de ne plus désigner cette part de l'objet par le terme de 'forme' mais de les nommer plutôt les 'régimes formels' de l'objet. Ici, dans le cadre de notre document, nous proposons une définition large de la 'forme' d'un objet. Par ce terme, nous désignerons la forme sous laquelle l'objet se rend physiquement tangible, l'aspect physique de l'objet dans son ensemble, englobant toutes les caractéristiques de forme mais aussi de couleur, d'aspect de surface, etc.

« [Les régimes formels d'un objet] constituent souvent le mode de reconnaissance le plus accessible et le plus immédiat de l'identité d'un objet. Un réfrigérateur, un fusil ou une machine à coudre se reconnaissant en premier lieu aux régimes formels qui offrent les traits les plus visibles, les plus perceptibles ou les plus appréhendables de l'objet. » [Hatchuel, 2006]

En ce sens, la forme d'un objet constitue ce par quoi on perçoit l'objet et ce par quoi on identifie ou non son usage. Cela implique que l'identité d'un objet, ce qui le caractérise, dépend d'une relation entre forme et usage et que ce qui permet son identification – son identité perçue – est liée à une relation culturellement connue entre forme et usage, c'est-à-dire à une relation déjà établie pour celui qui perçoit.

Ainsi, [Hatchuel et al, 2006] identifient une instabilité permanente de l'identité des objets provoquée par les actions de conception et d'innovation. Celles-ci perturbent les relations préétablies entre forme et usage pour en produire de nouvelles. C'est particulièrement le développement de nouveaux usages et de nouvelles fonctions qui pose le problème de la qualification des objets, de leur identification. Les auteurs proposent quelques exemples : celui de la montre qui avant indiquait l'heure et aujourd'hui permet de stocker des données ; celui du PDA – personal digital assistant -, produit électronique dont les fonctions restent difficilement identifiables. L'identité de ces objets évolue ; elle en est déstabilisée.

Identité et significations des objets

L'étude des significations et du sens pris par les objets relève de la sémiologie. [De Saussure, 1913] est reconnu comme le pionnier de la discipline et a proposé la définition suivante de la sémiologie lors de sa création :

« Une science qui étudie la vie des signes au sein de la vie sociale ; elle formerait une partie de la psychologie sociale, et par conséquent de la psychologie générale ; nous la nommerons sémiologie. Elle nous apprendrait en quoi consistent les signes, quelles lois les régissent. » [De Saussure, 1913]

Par la suite, les théories de perception de signes développées par le sémioticien Peirce [Atkin, 2006] ont particulièrement permis de penser le sens de l'objet lors de sa perception, sa notion d'usage, sa fonction. Elle est souvent utilisée en sciences de la conception et dans la discipline du design pour penser l'objet [Vihma, 2007].

Par ailleurs, le sémiologue [Barthes, 1985] a porté un intérêt particulier pour les significations culturelles des objets : Il a nommé cette étude la sémantique des objets. Elle concerne l'étude des

signes dans les objets. Selon l'auteur, avec le développement de la société de consommation, la définition d'un objet a pris une connotation technique liée à son usage, sa fonction. L'objet se définit communément comme une chose utile, quelque chose qui sert à quelque chose. Pourtant, on oublie, que projeté dans la société, l'objet devient porteur de sens, communicateur d'informations. [Barthes, 1985] explique à ce sujet :

« le paradoxe que je voudrais signaler, c'est que ces objets qui ont toujours en principe une fonction, une utilité, un usage, nous croyons les vivre comme des instruments purs alors qu'en réalité ils véhiculent aussi (...) du sens; autrement dit, l'objet sert effectivement à quelque chose, mais il sert aussi à communiquer des informations (...) il y a toujours un sens qui déborde de l'usage de l'objet. »
[Barthes, 1985] p. 251-252

« Quand cette sorte de sémantisation de l'objet se produit-elle ? (...) je serais tenté de répondre que cela se produit dès que l'objet est produit et consommé par une société d'hommes. » [Barthes, 1985] p. 252

En conclusion, les significations caractéristiques des objets se développent au contact de la société. Elles sont ainsi symboliques et culturelles. Elles constituent de ce fait des caractéristiques immatérielles de l'identité de l'objet inévitablement en devenir, vouées à évoluer selon les cultures, dans le temps et dans l'espace. [Krippendorf, 2008] revendique en effet la limite culturelle des significations attribuées à un objet.

1.2.1.5 Conclusion

Au sujet du concept d'identité, la Stanford Encyclopedia of philosophy [Noonan, 2009] indique qu'en réalité, ce n'est pas tant le concept d'identité qui est philosophiquement problématique mais les objets sur lesquels on l'applique. [Noonan, 2009] emprunte à la psychologie l'exemple de la problématique du multiple dans l'identité personnelle d'un individu. Le fait que la même personne puisse avoir différents 'corps' à différents moments dépend davantage de l'individu lui-même - comportements pathologiques schizophrènes par exemple - ; le concept d'identité est ce qui permet de l'analyser. En d'autres termes, compte tenu du fait que le comportement problématique de l'individu puisse être formulé autrement qu'à l'aide du concept d'identité, ce n'est pas l'identité qui est problématique. Dans l'identité d'un individu, c'est l'individu qui est problématique et non l'identité. Notre propre recherche se focalise sur la problématique d'identité des matériaux. Nous proposons ainsi de préciser davantage la définition du concept technique de matériau et de l'éclairer des problématiques liées à sa définition.

1.2.2 Qu'est-ce qu'un matériau ?

1.2.2.1 *Matériau, matière de l'objet industriel*

Que désigne-t-on par 'matériau' ? De nombreux auteurs s'entendent pour définir le matériau comme toute matière utilisée pour la fabrication d'objets. Nous retenons ces quelques définitions : issues de l'ingénierie et de la science des matériaux, celle de [Peyroux, 1985] et plus récemment celle de [Mercier, Zambelli & Kurz, 2002] proposée dans le premier tome introductif du 'traité des matériaux' ; enfin, celle de [Manzini, 1989] dans l'ouvrage de référence concernant les relations possibles entre design et matériaux intitulé 'La matière de l'invention'.

« Matériau: (...) Se dit de toute matière employée pour la confection d'un objet: métal, bois, pierre etc.» [Peyroux, 1985]

« Les solides utilisés par l'homme pour la fabrication d'objets qui constituent le support de son cadre de vie. » [Mercier, Zambelli & Kurz, 2002]

« Matière (...) intégrable dans un projet et composante d'un produit » [Manzini, 1989]

Le matériau est cette matière vouée à être transformée par un processus de production industrielle ou artisanale, cette substance à partir de laquelle l'objet est produit, réalisé. De cette définition, que peut-on considérer comme matériaux ? On ne précise pas sous quelle forme, quels aspects, quelles géométries se trouve être un matériau avant sa transformation en objet. Ce questionnement va nous permettre de positionner la place du matériau dans le processus de production de l'objet.

1.2.2.2 *Distinctions entre matière, matériau et semi-produit*

Le semi-produit, un matériau formé

Un matériau est caractérisé par la science des matériaux selon des propriétés mécaniques, physiques, chimiques, indépendantes de sa future mise en forme, qui permettent de comprendre et prévoir son comportement futur une fois mis en forme [Mercier et al, 2002]. On distingue ainsi le matériau du semi-produit - les termes de demi-produit, de produit semi-fini sont analogues. Le semi-produit correspond à un stade intermédiaire de mise en forme du matériau avant la fabrication du produit fini. Dans les semi-produits les plus courants, le matériau est sous forme de barre, poutre, plaques, profilés [Kula et al, 2009]. Ainsi, dans le processus de production industrielle, l'obtention du matériau se positionne généralement à un stade amont de celle du semi-produit. Le matériau, souvent à l'état liquide ou pâteux nécessite la mise en forme de semi-produits. Les semi-produits sont ensuite à

nouveau mis en forme par un processus de transformation, d'assemblage et de finitions pour produire la forme de l'objet fini [Gourgues-Lorenzon & Haudin, 2006]. Parfois, certains matériaux, lors de leur mise en œuvre, une fois élaborés et mis à l'état liquide, permettent de produire directement la forme de l'objet à la géométrie souvent plus complexe que les semi-produits. C'est le cas des matériaux de moulage comme l'Ultrabéton® pour lequel, une fois les composants mélangés et malaxés, le matériau, alors à l'état pâteux est coulé et moulé pour produire les objets finis. C'est par ailleurs un matériau qui nécessite peu de procédé de finition.

De cette première distinction entre matériau et semi-produit, le matériau se définit comme une substance dénuée de forme, qui précède le semi-produit et le produit. Le matériau est-il pour autant une matière informe ? Nous proposons de revenir sur la définition de matière pour à nouveau mieux cerner ce qui définit un matériau mais cette fois par la distinction entre matière et matériau.

Le matériau, de la matière formée

« La matière dont est formée le monde qui nous entoure est composée de particules discrètes, ayant une taille submicroscopique, dont les lois de comportement sont décrites par les théories atomiques. » [Mercier et al, 2002]

Par la théorie atomique issue de la science des matériaux, on distingue le matériau de la matière (au singulier), définie de manière générale comme la substance « dont est formée le monde (...) et dont les lois de comportements sont décrites par les théories atomiques » [Mercier et al, 2002]. Le matériau est quant à lui déjà un arrangement particulier de matière dont l'organisation atomique, moléculaire et de microstructure est à l'origine de ses propriétés et de ses performances - sa densité, sa résistance mécanique, sa transparence par exemple. Un matériau est donc déjà de la matière formée, organisée, dont les performances sont définies par une morphologie déterminée à l'échelle atomique, moléculaire et de sa microstructure [Mercier et al, 2002].

1.2.2.3 La matière première industrielle, entre matière et matériau

Matière première, matière informe ?

Si dans le cas des matériaux naturels, la mise en forme de la matière en matériau est prise en charge par un processus naturel, dans le cas des matériaux artificiels, la phase d'élaboration du matériau réalisée par l'homme nécessite la mise en place d'un processus de production, de fabrication du matériau [Doordan, 2003].

Prenons le cas de l'Ultrabéton® : le ciment, le sable, les ultrafines, l'eau constituent par leur mélange le matériau. Ces substances se situent à un stade de mise en forme plus avancé et d'échelle plus

importante que la matière atomique. Certaines, comme le sable, peuvent directement être extraites de ressources naturelles ; d'autres, comme le ciment, nécessitent un processus d'élaboration et de production préalable.

Pour désigner les substances utilisées par l'industrie pour fabriquer un produit, on parle souvent de matière 'première'. Revenons sur la définition d'une matière première proposée par l'Encyclopédie des sciences [Lecourt, 1998] :

« Si dans le langage courant, l'expression matière première désigne une série de substances d'importance fondamentale dans l'économie moderne : charbon, pétrole, fer, métaux non ferreux, minerais en général, fibres textiles, caoutchouc etc. (...) les matières premières ne sont pas nécessairement naturelles : le produit d'une industrie peut servir de matière première à une autre industrie. (Par exemple le minerai extrait d'une mine est matière première pour l'industrie métallurgique) » [Lecourt, 1998]

[Gourgues-Lorenzon & Haudin, 2006], dans le cas de l'élaboration des métaux, désignent le minerai naturel (extrait des mines) comme une matière première qu'il est nécessaire de transformer pour obtenir la 'matière première pure', dénuée d'autres substances métalliques. Par exemple, à partir du minerai naturel d'aluminium, la bauxite, on obtient de manière intermédiaire l'alumine pure qui permet ensuite de produire de l'aluminium, lui-même utilisé soit directement en tant que matériau, soit en composant d'alliages métalliques. On voit ainsi se succéder les étapes d'un processus de production d'un matériau, mettant en œuvre des matières premières naturelles puis artificielles, issues d'un processus de production industrielle. Entre la matière atomique et le matériau, il y a donc des matières intermédiaires naturelles et artificielles, préalables à la constitution d'un matériau.

Dans la définition de l'encyclopédie des sciences citée précédemment [Lecourt, 1998], les notions de matière première et de produit sont définies dans un sens étymologiquement correct : la matière première correspond à toute substance située en amont d'un processus de production industrielle et le produit en aval, correspond au résultat du processus de production. Cette définition de la matière première est à la fois générale mais limitée au contexte d'une industrie : toute substance acquise par une industrie en vue d'être transformée peut être considérée comme matière première mais elle ne le sera uniquement dans le contexte particulier de cette industrie.

Définir les composantes d'un matériau comme des matières premières naturelles et artificielles est donc possible mais uniquement dans le contexte particulier du processus d'élaboration d'un matériau au sein duquel ces composantes constituent les substances amont du processus de production. Par exemple, le ciment, le sable, les minerais sont en effet des matières premières dans le contexte particulier du processus de production du matériau dont ils constituent les composantes.

Le processus le plus courant d'élaboration et de mises en forme des matériaux utilise des matières premières 'informes', constituants du matériau. Une fois mélangé, le matériau se constitue la plupart du temps à l'état liquide ou pâteux et est ensuite très vite mis en forme par solidification. [Gourgues-Lorenzon & Haudin, 2006]. L'Ultrabéton® est en ce sens un matériau 'classique' ou 'traditionnel' qui suit le processus standard d'élaboration et de mise en forme d'un matériau. Ce n'est cependant pas le cas d'autres matériaux, comme les matériaux composites.

Les préformes dans les matériaux composites, des matières premières formées

Avec le développement des matériaux composites, le processus d'élaboration du matériau puis de mise en forme en objet est remis en question. Un matériau composite est un assemblage hétérogène qui associe de manière structurée à fine échelle des matériaux complémentaires jouant l'un un rôle de renfort et l'autre de matrice [Chevalier, 2003] [Dupeux, 2004]. Les composites les plus courants sont les composites fibreux à matrice polymère [Ashby & Jones, 2008] [Manson et al., 2004] dans lesquels les fibres, aux géométries variées, constituent les renforts et le polymère, la matrice. L'originalité de ces matériaux réside dans la nécessité de fabriquer le matériau et l'objet simultanément et de ce fait de réaliser au préalable des composants déjà formés, aux géométries spécifiques, directement liées à la forme de l'objet que l'on souhaite réaliser. Ces semi-produits différents des semi-produits classiques (poutre, tube, plaque etc.) sont qualifiés de 'préformes'.

« Contrairement aux autres classes de matériaux, l'élaboration du matériau composite et la fabrication de la pièce sont souvent réalisées en même temps (...) les semi-produits développés ne sont pas uniquement des plaques, des barres ou des profilés finis, mais plutôt les constituants même du matériau, à savoir les matrices, les renforts et leur combinaison. » [Manson et al., 2004]

« les fibres peuvent être coupées et assemblées de plusieurs façon pour constituer différents semi-produits également appelés « préformes ». (...) Exemples de géométrie des renforts : fibres courtes, fibres coupées ou continues pour former des « mats », tissus, « tresses » (planes, cylindriques, et profilés à section de différentes géométries), « tricots », « superstructures » formant des architectures 3D. » [Manson et al., 2004]

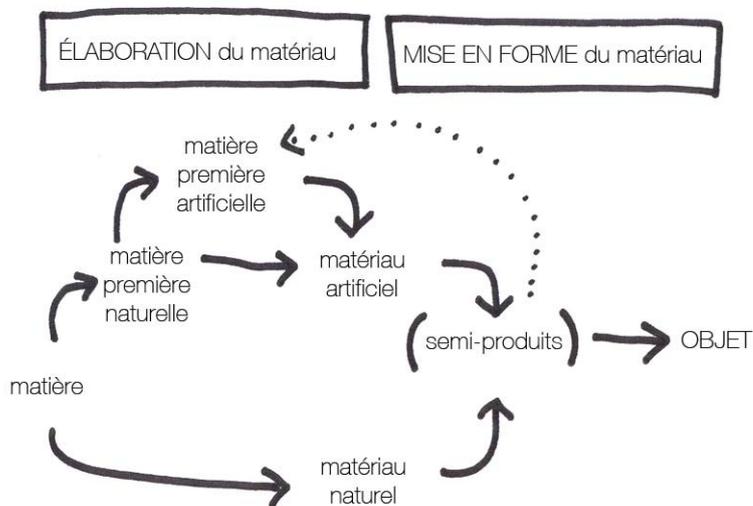
L'existence des matériaux composites nous montrent qu'il est possible qu'un matériau néanmoins considéré comme tel soit constitué de plusieurs autres matériaux issus d'un premier processus de mise en forme de matière et que dans ce contexte, les matériaux deviennent des matières premières pour le matériau composite. L'existence de préformes dans les matériaux composites nous montrent par ailleurs que les composants d'un matériau ne sont pas toujours des matières premières relativement

informes (comme le ciment, le sable et le minerai) mais qu'ils peuvent être des semi-produits d'autres matériaux, issus d'un premier procédé de mise en forme de matière.

1.2.2.4 Glissements possibles entre matière première, matériau et semi-produit

Prenons tout d'abord l'exemple de l'aluminium dans lequel s'opère un glissement entre matière première et matériau. L'aluminium peut être un matériau, directement utilisé dans la production d'objets ou la matière composante d'un alliage métallique [Gourgues-Lorenzon & Haudin, 2006]. Dans ce dernier cas, c'est l'alliage qui sera alors le matériau, aux performances déterminées dans le but de produire un objet ; et l'aluminium une matière première artificielle.

Prenons maintenant le cas du papier dans lequel s'opère un glissement entre matériau et semi-produit qui met en avant le flou possible dans la désignation d'un matériau. Le papier est considéré en science des matériaux comme un matériau composite composé de cellulose [Ashby & Jones, 2008] [Etienne, 2008]. La cellulose est issue du bois (lui-même un matériau composite mais naturel) mis en copeaux. Les copeaux constituent un semi-produit du bois mais également l'un des constituants, l'une des matières premières d'un autre matériau : le papier. Si le papier est considéré comme un matériau, il est pourtant très vite sous forme de semi-produit : de feuilles etc.



7 : processus d'élaboration et de transformation d'un matériau en objet

Ainsi, de ces différents glissements possibles pour une même substance, apparaît la nécessité d'une désignation située, c'est-à-dire limitée à un contexte, dans un processus particulier de production et de transformation d'un matériau. Nous proposons ici de retenir la définition suivante d'un matériau : une matière 'formée' par une intention, pour un projet. Cette définition à la fois large et qui nécessite de situer la substance que l'on cherche à désigner dans un contexte particulier de production permet

d'englober dans le concept de matériau, des substances aux formes et aux états d'avancement de mises en forme différentes. La figure # 7 synthétise les différentes désignations identifiées tout au long du processus d'élaboration et de transformation d'un matériau en objet.

1.2.2.5 *Caractérisation d'un matériau*

Matériau, matière formée aux performances déterminées

Lors de l'élaboration d'un matériau, il s'agit de penser une organisation de matière. Le matériau serait donc en somme, de la matière conçue, plus précisément de la matière aux performances conçues. Bien que non conçus par l'homme, les substances naturelles telles que le bois, l'os, le cuir sont bien reconnus comme 'matériau' en tant que tel par les sciences des matériaux bien que peu étudiés dans les ouvrages généraux scientifiques sur les matériaux (qui se concentrent davantage sur les métaux, les polymères artificiels, les céramiques techniques et les composites artificiels). Le cuir, les végétaux sont des polymères naturels ; le bois (composé de fibres de cellulose et d'une matrice, la lignine) et l'os sont des composites naturels dont l'étude a permis de penser les composites artificiels, conçus par l'homme [Ashby & Jones, 2008] [Mercier et al, 2002].

Afin d'inclure dans notre définition les matériaux dits 'naturels', qui n'ont pas fait l'objet d'un travail de conception par l'homme, nous proposons plutôt de définir un matériau comme une organisation de matière aux performances déterminées (plutôt que conçues). Un matériau naturel est une organisation de matière dont les performances ont été déterminées par un processus naturel alors que dans le cas des matériaux artificiels, conçus par l'homme, il s'agit de concevoir une nouvelle organisation de matière en fonction de performances souhaitées.

Matériau nouveau, un matériau aux performances innovantes

Notre définition d'un matériau comme une organisation de matière aux performances déterminées nous permet de déduire et préciser la définition particulière d'un matériau nouveau. Un matériau nouveau est un matériau qui se distingue des matériaux existants et plus particulièrement par « des performances inédites ou améliorées » [Mercier et al, 2002]. Au sein d'une même famille de matériaux, un nouveau matériau se distinguera des autres existants par des performances nouvelles, encore inexistantes pour cette famille de matériaux ou simplement améliorées. Par exemple, on peut considérer l'Ultrabéton® et les BFUP - bétons fibrés ultra-haute performance - comme de nouveaux bétons de par une résistance mécanique en compression - de 30 MPa pour les bétons ordinaires à 200 MPa pour les BFUP - et une résistance chimique au vieillissement significativement accrues et une résistance mécanique en traction par flexion nouvelle - nulle pour les bétons ordinaires et non fibrés. Un nouveau matériau se caractérise donc par des performances nouvelles et améliorées, en somme innovantes.

Caractérisation 'plastique' des matériaux ?

Pour désigner les possibilités de mise en forme, de coloration et d'aspects de surface d'un matériau, nous avons choisi le terme 'plastiques' – utilisé par [Sagot, 2005]. Peut-on parler de propriétés 'plastiques' des matériaux ? celles qui permettraient de caractériser le matériau du point de vue de sa 'plastique'. Par exemple, la coloration, capacité d'un matériau à être coloré, reste plus ou moins performante selon les matériaux. On retrouve ici la notion classique en science des matériaux de 'performances'. On parlerait alors, pour chaque matériau, de performances 'plastiques' pour désigner les aspects possibles des matériaux concernant une même propriété – de coloration par exemple. Les 'performances plastiques' seraient alors caractérisées par les valeurs différentes au sein d'une même propriété - selon le même principe que pour la caractérisation technique d'un matériau. Dans notre exemple, les (ou la) couleurs du matériau seraient mesurées en terme de saturation, de clarté etc. – voir par exemple [Christophol, 1995].

Cependant, comme le montrent les pratiques de métrologies en design sensoriel [Depled, 2009], si la caractérisation est possible pour les aspects de surface : la couleur, le relief, elle est moins pratiquée et apparaît plus difficile pour la forme d'un objet. Qui plus est, les caractéristiques 'plastiques' d'un matériau ont pour particularité, par rapport aux caractéristiques techniques d'être beaucoup plus changeantes, variables et variées pour un même matériau. La couleur est souvent largement déclinée dans divers coloris pour de nombreux matériaux ; les aspects de surface également : l'Ultrabéton® offre par exemple la possibilité de réaliser des aspects mats, satinés, brillants. Dans le cas de la coloration, la 'performance' du matériau pourrait correspondre au niveau le plus élevé : par exemple, avec l'Ultrabéton®, sa performance en terme de coloration pourrait être caractérisée par la couleur la plus saturée possible pour une même teinte. En effet, souvent, la déclinaison de coloris dans une même teinte, est obtenue en ajoutant plus ou moins de colorants ou de pigments. Pour l'Ultrabéton®, la teinte la plus difficile à obtenir, celle qui pourrait attester de sa performance est celle qui est la plus saturée, seuil à partir duquel, même si l'on augmente le pourcentage de pigments, le coloris du matériau ne devient pas plus saturé. Si dans le cas de la coloration, la 'performance' semble caractérisable ainsi, on voit que cela ne peut fonctionner par exemple pour les aspects de surface : il n'est pas plus 'performant' d'obtenir un aspect velouté, satiné qu'un aspect brillant. La performance de l'Ultrabéton® résiderait justement dans cette capacité à varier.

On voit ainsi que la caractérisation d'un matériau sur le plan technique et sur le plan 'plastique' ne peut suivre les mêmes règles. Si l'on parle de 'performances plastiques' du matériau, il faudra donc être prudent et préciser ce que l'on souhaite désigner. On pourra parler de manière plus générale de 'caractéristiques plastiques' d'un matériau. Comme le montre certaines tentatives [Ashby et Johnson, 2003] [Kesteren, 2003] [Ashby & Johnson, 2010] la caractérisation des aspects sémantiques d'un matériau est encore plus problématique. Cette question encore non résolue par la littérature actuelle est l'une des raisons qui nous a amenée à poser la question de l'identité des matériaux.

1.2.2.6 Conclusion

Le concept de matériau est en somme assez mouvant. Un matériau est présent tout au long du processus industriel sous différentes formes liées aux différents stades de son élaboration et de sa mise en forme. Matière première, matériau brut, semi-produits, objets, c'est une substance vouée à évoluer. Face à la question de l'identité des matériaux, le caractère nécessairement évolutif d'un matériau au fil du processus industriel de production, d'élaboration et de transformation nous rappelle la problématique du devenir abordée précédemment de manière plus générale dans la définition du concept d'identité. Compte tenu de son caractère incessamment évolutif tout au long du processus industriel, quelles sont les caractéristiques qui constituent l'identité d'un matériau ? Qu'est-ce qui le caractérise ? Est-ce uniquement ses performances définies lors de son élaboration ?

1.2.3 Qu'est-ce que l'identité d'un matériau ?

Les chapitres précédents ont défini de manière distincte les concepts d'identité et de matériau et ont soulevé les problématiques liées à leur définition. Dans ce nouveau chapitre, nous proposons de croiser les différents éléments pour proposer une définition de la notion d'identité d'un matériau.

1.2.3.1 Concept d'identité et différenciation des matériaux entre eux

Comme nous l'avons développé précédemment, le concept d'identité nous livre au moins deux définitions, l'une désignant la similarité absolue entre deux choses (on la retrouve en mathématiques et dans le terme 'identique') et l'autre la singularité d'une chose qui fait qu'une chose, un individu ou un groupe reste à la fois unique, 'même', malgré son évolution dans le temps, et dissociable, distincte de l'autre.

Dans le cas de l'Ultrabéton®, comme nous l'avons présenté plus en amont, ce qui sous-tend notre problématique d'identité du matériau est la nécessité d'identifier les possibilités spécifiques, particulières, singulières de mise en forme de l'Ultrabéton® qui permettra de le distinguer de ses semblables, ses semblables proches, les autres bétons, mais également tous les matériaux dont il se fera le concurrent dans le secteur domestique. La stratégie d'ordre commercial du projet industriel 'Béton et objets' nous situe particulièrement dans une logique de différenciation de l'Ultrabéton®. Ce contexte nous rapproche de la deuxième définition de l'identité citée précédemment : celle de la singularité d'une chose, qui à la fois la rend unique et permet de la distinguer de ses semblables.

Historiquement, la notion d'identité des matériaux est apparue avec le développement des nouveaux matériaux. [Baudrillard, 1968] constate le manque de valeurs de ces matériaux artificiels et revendique la nécessité de leur attribuer leurs propres valeurs et significations, en s'appuyant sur leurs spécificités et en arrêtant de copier à bon marché les matériaux nobles. [Manzini, 1989] parle d'identité faible des nouveaux matériaux, liée à un manque de distinction des nouveaux matériaux

entre eux, trop nombreux, trop variables, trop déclinables. A nouveau, le contexte historique dans lequel est apparue la notion d'identité nous conduit à privilégier dans le concept d'identité la notion de singularité d'une chose, qui fait qu'une chose est à la fois unique et distincte de l'autre. L'identité d'un matériau est donc nécessairement ce qui le rend différent et différenciable.

1.2.3.2 *Performances d'un matériau et identité conçue*

Qu'est-ce que l'identité d'un matériau ? Comme nous venons de le rappeler, l'identité d'une chose est ce qui la rend définissable et reconnaissable, ce qui la caractérise. Qu'est-ce qui caractérise un matériau, le singularise ? Qu'est-ce qui permet de le définir et le rend unique malgré ses évolutions, ses transformations ? Qu'est-ce qui permet de le reconnaître, de le distinguer parmi ses semblables, parmi les autres matériaux ? Comme nous l'avons défini précédemment, un matériau est une organisation de matière unique aux performances déterminées. Ce qui le caractérise pour l'ingénieur en matériau à l'issue de sa conception, ce sont ses performances. La science des matériaux parle bien de 'caractérisation' d'un matériau quand il s'agit d'évaluer ses propriétés. Ce qui fait qu'un matériau nouveau est différent, distinct et distinguable de ses semblables qu'il succède, ce sont ses performances améliorées.

L'identité d'un matériau est donc directement liée à ses performances en termes de propriétés. Cependant, quand [Manzini, 1989] nous parle d'identité des matériaux, il la définit comme la « signification reconnue » du matériau. Si les performances d'un matériau constituent ce qui caractérise en premier lieu un matériau pour le concepteur, n'y aurait-il pas au sens de [Manzini, 1989] une identité du côté du récepteur ? Ne pourrait-on pas distinguer l'identité conçue du matériau, ses performances, ses caractéristiques conçues par l'ingénieur en matériau, de l'identité perçue, celle que prend le matériau dans son contexte culturel, davantage présente sous la forme de significations, de symboles, de valeurs ?

1.2.3.3 *Significations d'un matériau : son identité perçue ?*

Identité, signification, perception des matériaux

La notion d'identité du matériau dans le domaine de la conception et du design a été, à notre connaissance, principalement amenée par [Manzini, 1989] qui la définit comme la « signification reconnue » d'un matériau. Le terme de 'significations' ('meanings' en anglais) d'un matériau est repris et proposé par [Sparke, 1990] dans le cadre d'une étude historique du plastique, pour décrire principalement les valeurs culturelles associées au matériau. [Karana, 2008] [Karana, 2009(a)] [Karana, 2009(b)] [Karana, 2010] utilise également le terme anglophone 'meanings' pour décrire les valeurs sémantiques attribuées aux matériaux. On retrouve ici les termes proposés par [Barthes, 1985] concernant la sémantique des objets. Pour l'auteur, les significations des objets sont souvent liées aux

symboles que peuvent véhiculer les objets dans un contexte culturel donné. [Ashby & Johnson, 2010] utilise davantage la notion de 'perception' du matériau pour englober à la fois les dimensions esthétiques et sémantiques des matériaux.

L'identité 'culturelle' d'un matériau : significations collectives et culture populaire

Les différentes définitions citées au paragraphe précédent regroupent l'idée d'une identité perçue des matériaux qui s'appuie sur l'existence de valeurs et de significations communes à une culture. L'identité des matériaux est déterminée par un contexte culturel et s'appuie sur des significations collectives, empruntées de la culture populaire. [Doordan, 2003] reprend clairement et de manière synthétique ce propos :

“Different materials have acquired distinctive and widely shared cultural associations (...) and popular perceptions” [Doordan, 2003]

Selon [Baudrillard, 1968] [Manzini, 1989] et [Doordan, 2006], les matériaux anciens comme le bois, la pierre ou la céramique traditionnelle ont accumulé des valeurs symboliques et culturelles. Les valeurs symboliques sont en effet propres à une culture. Cela implique qu'elles peuvent être différentes selon les cultures ; mais cela implique surtout qu'elles sont acquises, construites et non innées. Un matériau nouveau en est donc naturellement dénué. C'est avec le temps, au fil de ses applications, qu'il pourra acquérir ses valeurs symboliques. C'est ce qui explique le manque de valeurs des matériaux émergents, issus des dernières avancées technologiques et développés la plupart du temps pour des applications techniques.

La distinction de l'identité conçue et de l'identité perçue nous permet d'envisager l'identité d'un matériau comme en partie culturelle. [Doordan, 2003] dans un modèle en trois phases, met également en valeur la phase de réception du matériau, c'est-à-dire de perception du matériau dans un contexte social et culturel.

1.2.4 Problématique du devenir dans l'identité d'un matériau

1.2.4.1 Evolution de l'identité d'un matériau dans le temps

De nombreux auteurs, à la fois dans le cadre d'approches historiques de l'étude des matériaux [Sparke, 1990] [Doordan, 2000] et dans le domaine des sciences de la conception [Ashby & Johnson, 2010] constatent que les significations attribuées aux matériaux, et par là, l'identité des matériaux, évoluent en fonction des cultures. De manière plus générale, [Krippendorf, 2008] revendique également la nécessité en conception de prendre en compte la diversité et la variabilité des significations que peut posséder un artefact selon les époques, les cultures.

Cette variabilité des significations est directement liée à l'effet du temps sur l'identité d'une chose. Nous l'avons en effet montré précédemment en abordant la problématique du devenir dans le concept général d'identité. Dans le cas des matériaux, leurs significations évoluent en fonction des époques culturelles. C'est par exemple le cas du plastique selon [Sparke, 1990] et de l'aluminium selon [Doordan, 2000] et [Doordan, 2003]. L'auteur [Sparke, 1990] retrace l'évolution des significations du plastique au fil des époques : D'une solution alternative bon marché facilement accessible, il est très vite devenu le symbole d'une culture de masse et de consommation excessive. Puis dans les années 50 et 60, il a pris les traits d'un matériau 'moderne' à l'esthétique 'minimale' pour ensuite se développer dans des alternatives postmodernes issues de la culture Pop. La critique écologique des années 70 lui a finalement attribué dans les années 90 une signification ambivalente entre avancée technologique et décadence du progrès. Concernant l'aluminium, dans une étude concernant l'usage de ce matériau en architecture, [Doordan, 2000] analyse l'évolution de ses significations au fil des époques et montre le passage d'une valeur positive à une valeur négative du matériau : de celle d'un matériau précieux à celle d'un matériau envahissant, omniprésent.

« Any attempt to discuss the appreciation of aluminium for example, must take into account the shifting perceptions of this material as it evolves from a precious material in the nineteenth century to a pervasive one in the twentieth. “ [Doordan, 2003] p.7

L'évolution de l'identité d'un matériau dans le temps [Doordan, 2003], du changement de son identité au fil de son histoire, au fil de sa mise en culture nous amène à formuler la conception d'une identité soumise à un façonnage social, comme dans le cas de l'identité des individus précédemment abordé.

1.2.4.2 *Identité plurielle d'un matériau*

Le concept d'identité pose, comme nous l'avons abordé précédemment, la question de la relation à l'autre et de la singularité d'une chose. En psychologie, par exemple, le concept d'identité appliqué à l'individu permet de ce fait d'aborder la problématique du multiple dans la personnalité de l'individu. On retrouve par exemple cette pluralité de l'identité dans les pathologies de comportements à personnalités multiples. Dans le cas des matériaux, la pluralité des identités est également présente. Elle est apparue avec le développement des matériaux dans l'industrie moderne. Nous avons esquissé aux paragraphes 1.1.2.3 et 1.1.3 de notre premier chapitre l'apparition de la question de l'identité des matériaux au cours de l'époque moderne. Nous proposons de l'aborder ici à nouveau pour la lier à l'apparition de la dimension plurielle de l'identité qui lui a rapidement succédé.

Epoque moderne : Expansion des possibilités 'plastiques' des matériaux

“Science allied with modern industry has vastly expanded the available repertoire and in so doing has changed the way designers think about materials.” [Doordan, 2006]

L'époque moderne, par les développements conjoints de la science - notamment de la science des matériaux - et de l'industrie, a permis de considérablement augmenter les possibilités offertes par les matériaux, à la fois par le développement de nouveaux matériaux, de matériaux aux performances considérablement améliorées, mais également par le développement de nouveaux procédés de mise en forme, de transformation, d'assemblage et de finitions pour des matériaux déjà connus. Les possibilités 'plastiques' des matériaux, à la fois des nouveaux matériaux et des matériaux connus, plus anciens, ont augmenté de manière fulgurante et ont modifié le rapport des concepteurs aux matériaux et particulièrement des designers [Antonelli, 1995] [Doordan, 2006].

Du modernisme au post-modernisme : vers des identités plurielles

« the Machine Age in its multitude of inventions has not only included our repertoire of new materials, it has enormously increased the number and kind of things we can do with materials, old as well as new. » le designer Walter Dorwin Teague, cité par [Doordan, 2003] et [Doordan, 2006]

C'est à la suite du développement des matériaux dits 'modernes' aux possibilités presque sans limite [Doordan, 2003] [Doordan, 2006] qu'est apparue la problématique de la pluralité d'identités des matériaux puis la vision postmoderne d'une identité nécessairement plurielle des matériaux. Si avant, au début de l'époque dite moderne, il était davantage question de 'vérité' du matériau [Antonelli, 1995] [Guidot, 2004], aujourd'hui la vision postmoderne reconnaît la nécessaire pluralité des identités dans les matériaux et leur évolution en fonction de leurs applications.

Significations plurielles des matériaux à un instant t

Les significations d'ordre culturel associées à un matériau font partie de l'identité d'un matériau. Leurs élaborations dans un contexte - une culture - participent particulièrement à leur diversité, gage d'une identité plurielle du matériau. [Doordan, 2006] nous donne l'exemple du plastique utilisé par le designer Ettore Sottsass dans deux projets différents et comportant chacun des significations différentes du matériau. Dans le mobilier 'the new domestic landscape' exposé en 1972 au Moma - Museum of modern Art, New-York -, le designer Ettore Sottsass utilise le plastique pour évoquer un environnement neutre, froid, sans émotion. Il exploite selon lui le manque d'histoire, de passé, de vécu du matériau. Au contraire, la machine 'Valentine', également en plastique, conçue pour Olivetti

en 1969 véhicule une valeur positive de libération liée à la légèreté du matériau qui permet de rendre mobile des équipements de bureaux [Doordan, 2006].

Un autre exemple d'identité plurielle d'un matériau, où l'identité du matériau se divise cette fois en fonction de secteurs d'applications est celui de la céramique. Au 18^e siècle, le porcelainier Wedgwood divisait déjà ses ateliers de production en deux secteurs : 'l'utile' et le 'beau'. Aujourd'hui de nombreuses avancées scientifiques sont réalisées dans le domaine des céramiques, que la science des matériaux dénomme les céramiques techniques [Gourgues-Lorenzon & Haudin, 2006] [Ashby & Jones, 2008].

“Ceramics have a long history of a dual personality, split between strictly functional applications such as spark plugs (...) and the decorative arts.” [Antonelli, 1995]

On voit que l'identité culturelle des matériaux, les significations et valeurs qui peuvent les caractériser dépendent à la fois des secteurs dans lequel le matériau est utilisé : par exemple, le secteur technique et le secteur domestique pour les céramiques ; mais également des objets et des choix de conception effectués par le designer : par exemple, le plastique vu par le designer Ettore Sottsass dans les années 60, qui selon les objets conçus par le designer, véhicule des valeurs différentes. Il en résulte nécessairement une identité plurielle du matériau à un instant t, c'est-à-dire dans une même culture, à une même époque.

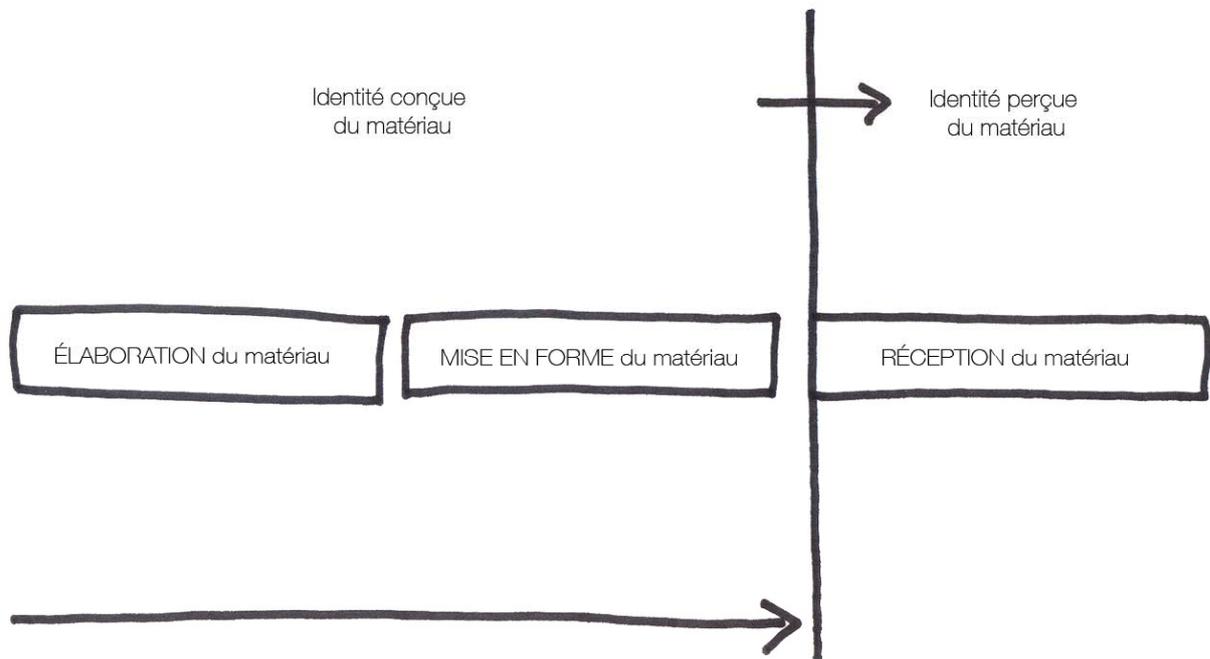
1.2.4.3 *Pour une vision constructiviste de l'identité d'un matériau*

« One of the ways in which Pop expressed itself was through the mass-produced material culture of the day and, in this context, it presented the possibility of things incorporating 'expendable' values, whether literally or metaphorically.” [Sparke, 1990]

Dans les années 1960, le développement de la culture Pop a engendré une remise en question de la pensée moderniste qui lui a précédé et a amorcé la pensée postmoderniste en reconnaissant une forte influence de la culture d'une société - culture populaire - sur ses valeurs, notamment sur les valeurs symboliques accordées aux choses et vouées à évoluer au fil du temps. Par exemple, grâce aux développements de nouveaux matériaux souples et mous comme le PVC et les mousses polyuréthane, les significations culturelles du plastique ont pu évoluer vers des valeurs en cohérence avec la culture Pop du moment [Sparke, 1990].

On est passé ainsi d'une identité naturelle à une identité culturelle du matériau ; d'une identité innée à une identité acquise, construite. L'identité d'un matériau s'élabore en effet au fil du temps et de ses mises en application ; elle subit un façonnage social et fait l'objet d'un processus constructif, de son

identité conçue à son identité perçue – voir figure # 8. De ce fait, l'identité d'un matériau peut être caractérisée comme étant évolutive, plurielle et expansive. [Sparke, 1990] identifie en effet sous la forme d'une 'expansion' l'évolution des valeurs et significations immatérielles et culturelles d'un matériau – voir citation ci-dessus.



8 : Identité conçue et identité perçue d'un matériau

1.2.5 Conclusion

Ce deuxième chapitre a concerné la définition de la notion d'identité d'un matériau. A partir des définitions distinctes de chacun des deux concepts impliqués, nous définissons l'identité d'un matériau comme l'ensemble de ce qui caractérise un matériau à la fois sur le plan matériel et immatériel. Ainsi, l'identité d'un matériau possède une part culturelle et fait l'objet d'un processus constructif qui lui confère un caractère nécessairement évolutif, pluriel et expansif.

Nous proposons ainsi de nous interroger dans le chapitre suivant sur la construction de l'identité d'un matériau, et ce particulièrement dans la relation à son processus industriel d'élaboration, de transformation et de mise en forme.

1.3 Comment se construit l'identité des matériaux ?

Ce troisième chapitre a pour objet d'approfondir la question de la construction de l'identité des matériaux. Compte tenu de la double appartenance de nos travaux aux disciplines du génie industriel et du design, ce chapitre abordera plus particulièrement cette question de la construction de l'identité dans sa relation au processus industriel de transformation du matériau en objet. Après avoir identifié l'objet comme le support matériel principal de l'identité (conçue et perçue) globale des matériaux, nous distinguerons et développerons les phases d'élaboration et de mise en forme du matériau en objet.

Ces éléments nous permettront finalement d'esquisser la relation entre la conception d'objets et la construction de l'identité des matériaux développée dans le quatrième et dernier chapitre de notre première partie.

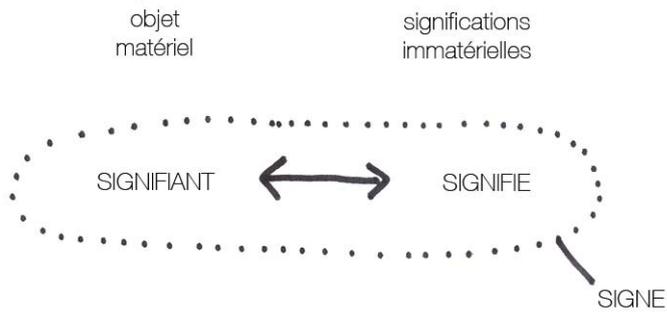
1.3.1 Les objets, support de l'identité des matériaux

1.3.1.1 *Les objets, support de significations*

« L'objet est une sorte de médiateur entre l'action et l'homme [...] il véhicule du sens, il communique des informations. » [Barthes, 1985]

Selon [Barthes, 1985], l'objet est support de significations – voir figure # 9. Il constitue un signe, composé d'un signifiant et d'un signifié. Le signifiant est le support physique, tangible du signe. Le signifié est l'information, le sens transmis par l'objet, souvent d'ordre symbolique. C'est grâce à la relation qui s'instaure entre le signifiant et le signifié que le signe se construit. Pour [Barthes, 1985], tout objet est un signifiant en puissance, capable de transmettre, d'évoquer des signifiés. Il y a toujours au moins un signifié dans un objet.

Dans le processus de perception d'un objet, [Norman, 2003] et [Hekkert, 2008] distinguent trois niveaux : le niveau de la perception sensorielle, les sensations ; le niveau de la perception émotionnelle, les sentiments ; et le troisième niveau, la perception sémantique, les significations, connaissances et symboles. Aujourd'hui, afin d'évaluer la perception sémantique des produits, des méthodes qualitatives comme celles d'[Osgood, 1957] et de [Likert, 1932] sont souvent utilisées dans la communauté de recherche de l'ingénierie anthropocentrée et du design ; voir par exemple [Mantelet, 2006] et [Kesteren, 2007]. Dans ce modèle aujourd'hui largement répandu en sciences de la conception, c'est entre autre par la perception sensorielle, les sensations, par ce qui est perçu physiquement que se construit la perception sémantique d'un objet. Ce modèle rejoint ainsi le principe de sémantique de l'objet développé par [Barthes, 1985].



9 : Principe de signe dans l'objet à partir de [Barthes, 1985]

Selon [Vihma, 2007] et [Krippendorf, 2008], l'objet, par son usage, sa forme, sa matérialité est porteur de symboles culturels. Il constitue un langage ; il raconte une histoire. Pour désigner les significations symboliques et culturelles, nous proposons d'emprunter le terme de 'récit' développé par [Remaury, 2004] dans le cadre d'une étude anthropologique de la marque commerciale. Selon l'auteur, l'imaginaire culturel d'une société prend la forme d'un répertoire de récits, qui dans le cadre de son étude apparaît être à l'origine de la construction des valeurs et significations d'une marque.

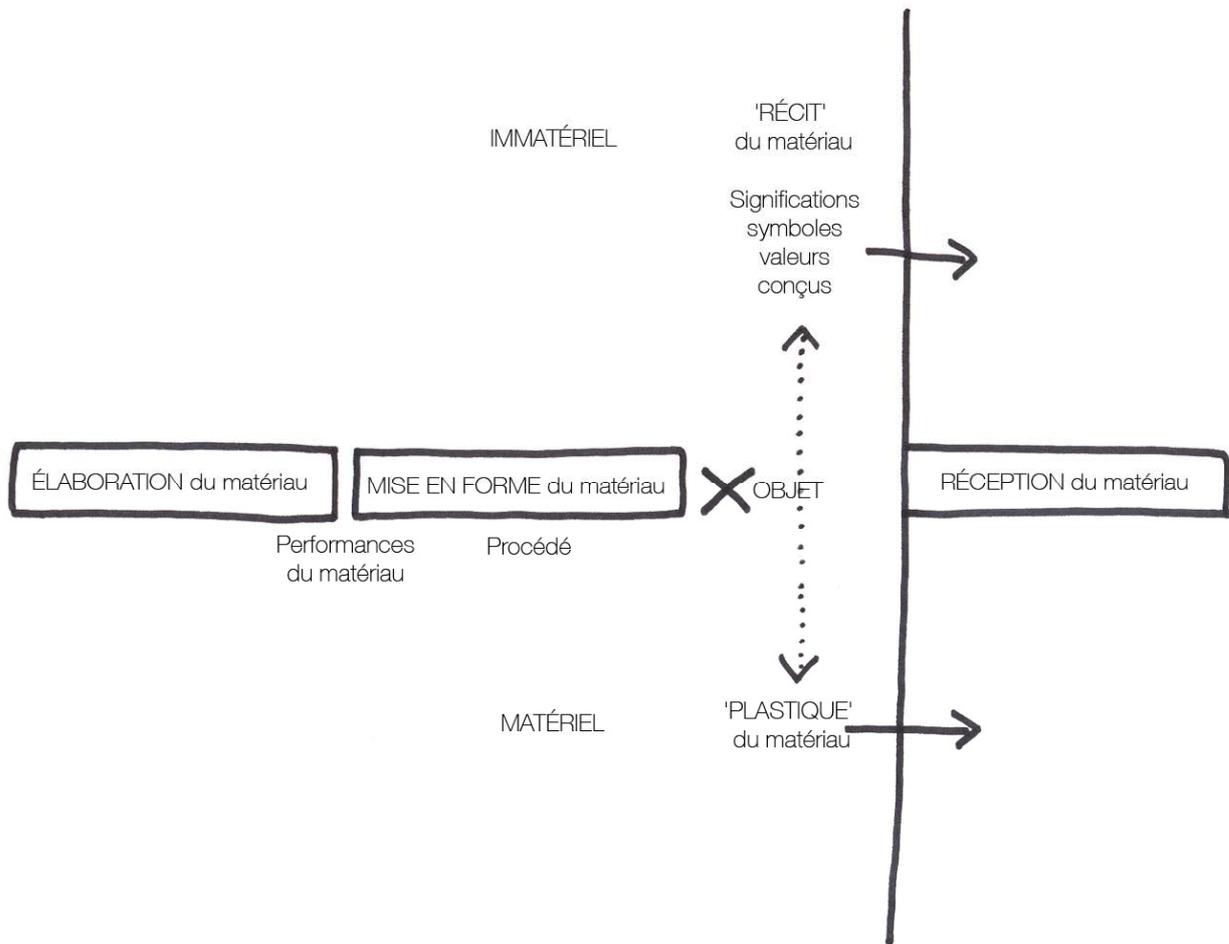
1.3.1.2 Significations des matériaux par l'objet

« Dans le passé les matériaux constituaient une sorte de langage : un ensemble discret de supports signifiants auxquels leur longue présence dans des contextes environnementaux culturellement connotés avait attribué un signifié stable et profond. » [Manzini, 1989]

[Manzini, 1989] relève dans l'identité des matériaux l'importance des significations perçues. Il définit en effet l'identité d'un matériau comme la 'signification reconnue' d'un matériau. Dans cette définition on retrouve le principe général de construction de signe par l'interaction entre signifiant matériel et signifié immatériel, principe issu de la sémiologie et proposé par [Barthes, 1985]. [Doordan, 2006] reconnaît également que les éléments matériels d'un objet : les formes, les couleurs, les textures et les motifs constituent ce qu'il nomme les éléments 'catalytiques' des significations des matériaux.

« forms, colors, patterns and textures – the catalytic elements of perception and significance » [Doordan, 2006] en empruntant les termes au designer Ettore Sottsass

1.3.2 Processus industriel : De la conception du matériau à l'objet



10 Processus de construction de l'identité conçue d'un matériau lors de son élaboration et de sa transformation en objet

La figure # 10 s'appuie sur le processus d'élaboration, de transformation et de réception d'un matériau proposé par [Doordan, 2003] pour mettre en avant l'influence de l'objet sur l'identité d'un matériau. L'objet étant le résultat d'un processus de conception, les différents éléments qui peuvent être conçus tout au long du processus de conception et de mise en forme du matériau influencent potentiellement l'identité du matériau. Nous recensons les éléments suivants : au niveau du matériau lui-même, les performances du matériau, au niveau de la transformation du matériau en objet, le procédé de mise en forme ; et au niveau de l'objet : la forme de l'objet et son usage, qui détermine le secteur d'application du matériau. Afin de mieux caractériser l'impact de l'activité de conception sur l'identité d'un matériau, nous proposons d'approfondir les deux phases suivantes de conception : la conception d'un matériau et la mise en forme du matériau en objet.

1.3.3 Conception et élaboration du matériau

1.3.3.1 *Conception des performances et identité conçue*

“Materials are not just a « given » to be incorporated in the designer’s calculation but are part of the design problem.” [Doordan, 2003]

Si dans une logique de conception séquentielle et linéaire, l’élaboration d’un matériau est réalisée comme une étape indépendante et amont à la conception de produits, aujourd’hui, il est de plus en plus courant de créer à chaque fois un matériau aux propriétés adaptées au besoin du concepteur, ingénieur ou designer.

[Antonelli, 1995] revendique l’idée que ce ne sont plus les matériaux qui guident les mises en forme par leurs limites, leurs performances et leurs propriétés spécifiques mais au contraire les matériaux qui s’adaptent et sont perpétuellement modifiés, repensés par les concepteurs, les designers, en fonction des propriétés dont ils ont besoin. Cela produit un enchaînement incessant de nouveaux matériaux toujours un peu différents du précédent. [Ashby et Bréchet, 2003] proposent une approche de conception de nouveaux matériaux selon un principe d’hybridation des performances issues de différents matériaux.

Face à cette innovation permanente dans le champ des matériaux, les propriétés des matériaux sont à chaque fois modifiées. L’identité des matériaux, à l’évolution presque imperceptible dans le passé, est aujourd’hui totalement bouleversée par l’avancée de l’innovation [Manzini, 1989] [Antonelli, 1995].

1.3.3.2 *Perception des performances et identité perçue*

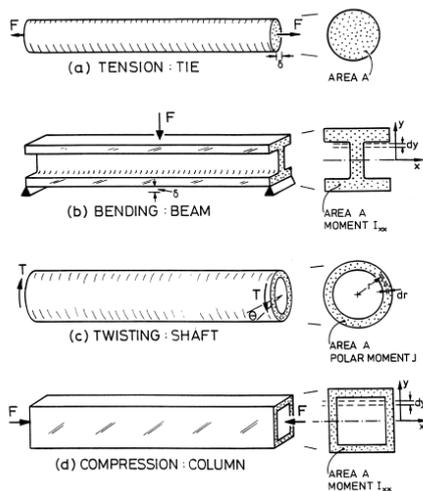
[Ashby & Johnson, 2010] montrent une corrélation possible entre les caractéristiques conçues d’un matériau, caractérisables par la science des matériaux et la perception phénoménologique des propriétés d’un matériau. On peut ainsi établir une distinction entre performances ‘réelles’ et performances ‘perçues’. Pour moins d’ambiguïté, compte tenu du fait que l’on puisse considérer ce qui est perçu comme étant la réalité, on préférera désigner par performances ‘conçues’ (plutôt que ‘réelles’), celles habituellement étudiées et mesurées par la science des matériaux, celles qui sont déterminées lors de la conception du matériau. Les performances ‘perçues’ seront, dans notre cas, liées à la perception par l’humain des performances du matériau.

1.3.4 Conception et mise en forme d'un matériau en objet

1.3.4.1 Contribution de l'ingénierie à la mise en forme des matériaux

Optimisation des formes en ingénierie : support matériel des performances des matériaux dans l'objet

[Ashby, Weaver, 1998] proposent un outil d'aide à la définition des formes et plus particulièrement d'aide au dimensionnement de formes structurales de semi-produits. Ici, c'est la forme qui s'adapte aux performances du matériau. Ce qui nous intéresse dans cette approche d'ingénierie est qu'elle réussit à instaurer une relation entre la forme du futur objet (ici davantage des semi-produits) et les performances particulières d'un matériau. A chaque matériau correspond un ensemble de performances qui induit un type de formes ou de dimensionnement de formes (ici, des formes structurales classiques poutres, tubes, joncs – voir figure # 11). Ainsi, les formes deviennent représentatives de chaque matériau et peuvent constituer les caractéristiques matérielles des performances du matériau dans l'objet.



11 : Aide au dimensionnement des formes en fonction des propriétés des matériaux [Ashby, Weaver, 1998]

Approche produit-process

Les approches produit-process [Tichkiewitch, 2002], [Boujut, 2002] s'appuient sur le constat que pour de nombreux produits, il n'est pas possible de séparer la conception du procédé de fabrication de celle du futur produit.

« Il est des produits qui ne peuvent être imaginés sans leur processus d'obtention, la forme géométrique et les caractéristiques de fonctionnement étant directement liées à la génération du matériau qui le compose. » [Tichkiewitch, 2002]

Dans le processus global de production d'un produit, l'étape de fabrication du produit se situe en aval de celle de sa conception. Il est néanmoins indispensable d'intégrer en amont dès la conception les contraintes liées à la fabrication et même de concevoir conjointement process et produit, dans une logique d'ingénierie simultanée utile à la productivité de l'entreprise [Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, 2000] cité par [Tichkiewitch, 2002]. La solution est basée sur la modélisation d'un système de conception collaborative, réunissant les différents métiers, de la conception produit à la fabrication. La mise en place d'outils logiciels communs (de modélisation par exemple) permet d'intégrer en conception les connaissances liées aux matériaux et procédés et issues de l'expérience industrielle réelle [Brissaud, 2005]. Le futur objet qui résultera de ce type d'approche pourra être représentatif du procédé spécifique utilisé pour mettre en forme le matériau.

1.3.4.2 *Contribution du design à la mise en forme des matériaux*

Nouvelles 'plastiques' du matériau à partir de procédés existants

Dans le cadre d'une recherche sur la question du design et des matériaux, [Sagot, 2005] identifie au sein des pratiques de design une démarche qu'elle nomme 'in process' et qui place le processus créatif au cœur du procédé de fabrication. A l'époque du Bauhaus, le théoricien et praticien Moholy-Nagy [Moholy-Nagy, 1922] [Moholy-Nagy, 1997] [Kaplan, 1995], revendique l'utilisation des outils de reproduction d'image (tirages photographiques) et de son (gramophone) non pas comme des outils de reproduction mais comme des outils de production : il invente alors le principe du 'photogramme', qui utilise le principe du papier argentique et du procédé d'agrandisseur mais pour prendre l'empreinte d'éléments posés et assemblés directement sur le papier (et autres que le négatif). Dans le cadre d'une démarche créative, il est envisagé ici de continuer à utiliser un procédé existant, sans modifier le procédé lui-même mais en développant de nouvelles possibilités de mise en forme.

Ce processus de création à partir de matériaux et de procédés existants est également utilisé pour valoriser les savoir-faire artisanaux traditionnels et tenter d'innover dans ces secteurs souvent routiniers. Nous avons identifié à ce sujet quelques recherches en design récentes : [Nascimento, 2009] et [Lawson, 2009] mettent en avant l'intérêt économique d'une démarche de design au sein d'ateliers traditionnels. Ces cas d'innovation à partir de savoir-faire traditionnels ont initié notre projet 'Toupies' présenté en annexes et réalisé dans un atelier de menuiserie à partir d'outils traditionnels de mise en forme du bois.

Nouvelles 'plastiques' du matériau et nouveaux procédés

Plusieurs recherches réalisées dans le cadre de thèses de doctorat en cours et menées par des praticiens du design [Hansen, 2009], [Nimkulrat, 2009] expérimentent l'élaboration de nouveaux procédés comme moyen de développer de nouvelles mises en forme de matériaux. [Hansen, 2009] se

propose d'étudier l'impact de l'usage de l'outil de modélisation 3D sur le processus de création de formes en céramique et montre l'intérêt d'une telle approche exploratoire – voir figure # 12. [Nimkulrat, 2009] développe un procédé de mise en forme manuel de fils textiles à partir de nouages. Le premier exemple exploite une technologie émergente alors que le second nécessite de développer un savoir-faire pratique, personnel et artisanal. Ces propositions distinctes apparaissent toutes deux comme le moyen d'élaborer de nouvelles 'plastiques' de matériau.



12 : expérimentation de mise en forme de céramique à partir de l'utilisation d'un outil de conception et de modélisation 3D et d'une imprimante 3D [Hansen, 2009].

1.3.5 Conclusion

Ce troisième chapitre aborde la question de la construction de l'identité des matériaux tout au long du processus industriel d'élaboration et de mise en forme d'un matériau en objet. Après avoir identifié l'objet comme le support principal de l'identité globale d'un matériau, à la fois conçue et perçue, matérielle et immatérielle, le détail des phases de conception nous permet d'identifier les facteurs d'influence de l'identité d'un matériau en conception, à savoir : les performances conçues du matériau, le procédé de mise en forme du matériau en objet, et enfin, au niveau de l'objet, son usage, son secteur d'application et sa fonction, sa 'plastique', sa forme, ses aspects de surface et sa couleur. Nous proposons maintenant d'approfondir dans le prochain chapitre la relation entre conception et identité des matériaux.

1.4 L'identité des matériaux en conception

1.4.1 Le modèle des identités connues en conception

Certaines recherches telles que [Karana, 2007] [Karana, 2008] [Karana, 2009] [Karana, 2010] montrent l'importance de prendre en compte la dimension sémantique des matériaux. L'auteur la dénomme les 'valeurs intangibles' des matériaux. D'autres recherches tentent d'élaborer des outils d'aide à la conception de produits et à la sélection de matériaux qui prennent en compte à la fois les aspects sémantiques et sensoriels des matériaux [Johnson, 2003], [Ashby, Johnson, 2003], [Kesteren, 2005] [Kesteren, 2007] [Kesteren, 2008]. Au sein de ces propositions, il est reconnu une difficulté à élaborer des relations stables entre matériaux et dimension sémantique véhiculée par l'objet [Johnson, 2003]. Au laboratoire CPI dans lequel nous effectuons notre recherche, il y a particulièrement la méthode d'aide à la conception de produits d'Analyse des Tendances Conjointes développée par [Bouchard, 1997] et reprise plus récemment par [Mantelet, 2006]. Cette méthode vise, par l'élaboration d'outils d'aide souvent numériques, la conception des aspects perçus du futur produit. Elle s'appuie sur la mise en place de relations stables entre dimension sémantique et dimension sensorielle (forme, couleur, matière) du futur produit, en somme entre 'récit' et 'plastique' du matériau dans l'objet. A chaque caractéristique sémantique du futur produit correspondent des caractéristiques sensorielles équivalentes qui permettent de sélectionner des matériaux. Par exemple, un matériau doré exprimerait une valeur de luxe.

Les différents outils qui tentent aujourd'hui d'intégrer la dimension des aspects perçus des matériaux (sensoriels, sémantique, émotionnel) ne sont pas des outils d'aide à la conception de matériaux mais des outils d'aide à la sélection de matériaux. Ils considèrent le matériau dans un état figé. Ils s'appuient sur des relations entre aspects matériels et immatériels du matériau culturellement connues et n'intègrent pas la possibilité pour le designer d'élaborer de nouvelles caractéristiques pour un matériau.

1.4.2 Limites du modèle existant : de nouvelles identités

Dans le cas des matériaux émergents, [Sagot, 2005] explique que les mises en application du Corian par les designers vers de nouveaux secteurs d'application -habitat, objets, mobiliers- ont permis de développer les valeurs de ce matériau émergent.

D'un autre côté, dans le cas des matériaux connus, [Doordan, 2006] montre la possibilité de modifier les valeurs culturellement établies. Au sujet du travail du designer Ettore Sottsass, [Doordan, 2006] met en avant sa volonté de modifier les significations des matériaux acquises, culturellement convenues, conventionnelles, traditionnelles. Selon les termes de [Doordan, 2003], le designer a la possibilité de 're-sémantiser' un matériau, de modifier les significations des matériaux.

“a willingness to explore the technical and cultural implications of materials in a manner unfettered by convention or tradition” [Doordan, 2006]

“In the modern era, the associations triggered by materials (both new and old) are not fixed by tradition or limited by convention but, rather, are fluid and subject to manipulation” [Doordan, 2006]

“That is the job of the designer: to manipulate the meanings of materials as they enter social and cultural life.” [Sparke, 1990]

1.4.3 Expansion d'identité par l'objet : combinaison d'identités existante et nouvelle dans quelques cas de design

1.4.3.1 *Le cas d'un nouveau matériau*



13 : Vase 'Soft Urn', matériau polyuréthane souple, design Hella Jongerius, 1997

Le vase 'Soft Urn' présenté en figure # 13 fait usage d'une mise en forme culturellement connue, que la designer qualifie d'archétypale. Dans cet objet, l'intérêt de la forme archétypale de vase pour la designer est de mettre en avant l'usage non conventionnel d'un matériau nouveau dans des applications domestiques. Il s'agit ici d'une situation de valorisation d'un matériau issu de la sphère technique par le développement d'une nouvelle 'plastique' du matériau, comme nous l'avons abordé dans le premier chapitre au paragraphe 1.1.2.2. La designer Hella Jongerius explique au sujet de son objet :

“The archetypal form reveals the results of research into the ageing of an unconventional material for vases, PU rubber.” [Jongerius, 2010]

Pour la designer, le caractère mou constitue l'intérêt de l'objet. Du point de vue de l'identité de l'objet, la designer perturbe l'identité traditionnelle et culturellement connue du vase par une

incohérence entre l'usage de l'objet – un vase – et ses caractéristiques plastiques – caractère mou. En effet, le vase 'Soft Urn' est mou alors qu'habituellement les vases ne le sont pas.

Du point de vue de l'identité du matériau polyuréthane, la designer conserve dans cet objet des caractéristiques existantes du matériau. Le caractère mou, emblématique des élastomères polyuréthanes souples, est conservé. D'autres caractéristiques qui influencent l'identité du matériau sont cependant nouvelles pour le polyuréthane - à l'époque de la création de ce vase - : l'usage de vase, sa forme archétypale et le coloris rose sur l'un des deux modèles constituent à notre connaissance des caractéristiques nouvelles pour le matériau. L'objet combine donc des caractéristiques existantes et nouvelles pour le matériau. C'est ainsi que s'opère ce que nous proposons de nommer une 'expansion' d'identité du matériau.

1.4.3.2 *Le cas d'un matériau connu*



14 : Chaise 'China' en bois sculpté, design Maarten Baas, 2008

Présentée en figure # 14, la chaise 'China' du designer Maarten Baas est en bois sculpté. Cette mise en forme du bois fait appel à une technique traditionnelle chinoise. L'aspect de surface, la texture, la couleur du bois restent perceptibles mais la mise en forme choisie est celle d'une forme que l'on trouve habituellement dans les mobiliers de jardin en plastique. L'utilisation de cette forme permet pour le designer de créer une référence aux formes de design occidental. Il explique son intention au sujet de cet objet :

« a cross-over between western design and the traditional Chinese techniques » [Baas, 2010]

Dans cet exemple, l'aspect de surface de l'objet conserve l'aspect traditionnel du matériau utilisé. La forme de la chaise fait référence à une forme culturellement connue. Cette forme est néanmoins

nouvelle pour le matériau bois. L'association de ces différents éléments permet la combinaison de caractéristiques existantes et nouvelles pour le matériau que nous proposons à nouveau, comme dans le cas du vase en polyuréthane – voir # 13, de caractériser comme une expansion de l'identité du matériau par l'objet.

1.5 Conclusion

L'objectif de cette première partie a été de construire l'objet de notre recherche et de mener vers notre problématique et nos hypothèses de recherche. Cette construction s'est faite de manière progressive au fil des quatre chapitres.

Un premier chapitre a présenté le contexte dans lequel prend place notre recherche : un projet industriel de conception particulier dans lequel, en tant que praticienne du design, il nous a été demandé de développer de nouvelles applications dans le secteur domestique pour un nouveau béton, l'Ultrabéton®, un béton fibré à ultra-haute performance. La présentation de ce contexte industriel de recherche qui constitue en somme notre premier terrain d'investigation nous a permis d'identifier les problématiques spécifiques au cas particulier de l'Ultrabéton® vu dans le contexte du projet 'Béton et objets' comme un matériau issu d'une innovation technique encore émergente et pour lequel le projet 'Béton et objets' peut permettre une émancipation du matériau dans le secteur domestique. C'est principalement l'appartenance de l'Ultrabéton® à la catégorie des matériaux 'modernes', aux possibilités 'sans limite' qui soulève la question générale de l'identité des matériaux, maintenant au cœur de notre recherche.

Notre deuxième chapitre a permis, à partir de la définition distincte des deux concepts d'identité et de matériau, de définir l'identité d'un matériau, comme l'ensemble de ce qui caractérise un matériau à la fois sur le plan matériel et immatériel. Elle possède une part culturelle et fait l'objet d'un processus constructif qui lui confère un caractère nécessairement évolutif, pluriel et expansif. C'est par la problématique du devenir présente dans le concept même d'identité que nous avons pu mettre en avant, pour les matériaux, la problématique de l'identité d'une substance aux caractéristiques mouvantes, vouée à être transformée tout au long du processus industriel d'élaboration et de mise en forme en objet.

Dans un troisième chapitre, nous développons ainsi plus particulièrement la question de la construction de l'identité des matériaux tout au long du processus industriel d'élaboration et de mise en forme du matériau en objet. Après avoir identifié l'objet comme le support principal de l'identité globale d'un matériau, à la fois conçue et perçue, matérielle et immatérielle, le détail des phases de conception - élaboration du matériau et mise en forme en objet - nous permet d'identifier les facteurs d'influence de l'identité d'un matériau en conception, à savoir : les performances conçues du matériau, le procédé de mise en forme du matériau en objet, et enfin, au niveau de l'objet, son usage, son secteur d'application et sa fonction, sa 'plastique', sa forme, ses aspects de surface et sa couleur.

Enfin, dans le quatrième chapitre, nous approfondissons la relation entre la conception et l'identité des matériaux. La présentation, dans un premier temps, de ce que nous avons identifié comme le modèle des identités connues en conception nous permet de poser les limites des recherches existantes en conception, concernant la question de l'identité des matériaux et de leurs caractéristiques immatérielles. Nous nous appuyons pour cela sur quelques cas pratiques de design récents. Ces exemples nous permettent de formuler de nouvelles possibilités de relation entre conception et identité des matériaux : l'élaboration de nouvelles identités et la combinaison d'identités connues et nouvelles. Ces derniers éléments nous permettent d'esquisser la problématique et les hypothèses de notre recherche que nous présentons dans la deuxième partie de notre document.

/ Partie 2

Problématique, hypothèses et protocole de recherche

Introduction

La première partie de notre document nous a permis de construire, à partir du projet industriel 'Béton et objets' à l'origine de notre recherche, l'objet théorique autour duquel centrer nos travaux de thèse, celui de l'identité des matériaux. A l'issue de cette première partie s'esquisse une problématique liée au devenir de l'identité d'un matériau dans le processus industriel de conception, de son élaboration et de sa mise en forme en objets. De premières pistes de résolution surgissent par la possibilité d'élaborer par le design d'objets de nouvelles identités pour les matériaux et de combiner identités culturellement connues et identités nouvelles.

Cette deuxième partie nous permet de construire, dans un premier chapitre, la problématique spécifique de nos travaux de thèse. Nous formulons la problématique suivante : Comment contribuer à l'expansion de l'identité des matériaux en conception ? A partir de cette problématique, nous proposons les hypothèses suivantes : Les caractéristiques nouvelles des matériaux apportées par les objets conçus sont tout d'abord, à la fois d'ordre matériel et immatériel ; et également, connues ou inconnues, opérant des références à des caractéristiques culturellement connues ou non.

Dans les deux chapitres suivants, nous présentons en détail le protocole méthodologique adopté pour répondre à notre problématique et évaluer nos hypothèses. Dans un premier temps, la présentation de la méthode de recherche-action qui s'appuie sur une investigation dans la pratique, nous permet de préciser la stratégie globale adoptée tout au long de notre recherche. Dans le chapitre suivant, nous précisons davantage le protocole utile à la réalisation de notre étude de trois projets de conception présenté en troisième partie de notre document.

2.1 Problématique et hypothèses de recherche

Ce premier chapitre reprend les éléments de notre première partie pour construire la problématique spécifique de nos travaux de thèse. Nous formulons ici dans un premier temps notre problématique concernant l'expansion de l'identité des matériaux en conception. A partir de cette problématique, nous proposons ensuite deux hypothèses de résolution, préalables à notre étude présentée en troisième partie de ce document. La définition de notre problématique et de nos hypothèses de recherche nous permettra de proposer dans les chapitres suivants de cette deuxième partie le protocole méthodologique adapté à notre recherche.

2.1.1 Problématique : expansion de l'identité des matériaux en conception

2.1.1.1 *Synthèse de notre objet de recherche*

Nous proposons ici de faire la synthèse de notre objet de recherche développé en première partie en vue de construire la problématique spécifique de nos travaux de thèse. Dans la première partie de notre document, nous avons développé à partir d'un cas particulier à l'origine de notre recherche, une réflexion d'ordre théorique qui nous permet maintenant de formuler notre problématique de recherche. Le point de départ de notre recherche est un projet industriel de développement de nouvelles applications pour un nouveau matériau, l'Ultrabéton®. Grâce à un éclairage, en particulier historique, nous avons montré que le cas de l'Ultrabéton® soulevait de manière emblématique la question de l'identité des matériaux.

Le concept d'identité pose la question du devenir. Dans le cas des matériaux, matière industrielle vouée à être transformée en objet, la question du devenir s'avère en effet problématique. L'identité d'un matériau fait l'objet d'un processus constructif. De ce fait, l'identité d'un matériau peut être caractérisée comme étant évolutive, plurielle et expansive. Elle est évolutive puisque liée à la perception individuelle de chacun et surtout à la perception culturelle d'une époque, d'une culture [Sparke, 1990] [Doordan, 2003] [Krippendorf, 2008]. C'est avec la pensée postmoderne que, par une 'mise en culture' du concept d'identité, s'est révélé une nécessaire pluralité [Manzini, 1989][Doordan, 2006]. Enfin, l'identité d'un matériau apparaît comme expansive car directement liée à la conception [Hatchuel, 2006] [Hatchuel et al, 2006]. Compte tenu de l'impact de la culture sur l'identité d'un matériau, on distingue l'identité conçue de l'identité perçue d'un matériau, perçue à travers le filtre de l'objet, ou encore reçue, au sens de la réception d'un objet par l'utilisateur. La distinction de l'identité conçue et de l'identité perçue d'un matériau nous montre l'impact de la conception sur l'identité d'un matériau ; et ce sur tout le processus industriel, à la fois au moment de la conception du matériau et à celui de la mise en forme du matériau en objet.

2.1.1.2 *Formulation de notre problématique de recherche*

Objet de recherche et design

Avec l'appui des travaux de Rheinberger, [Dombois, 2005] définit la recherche comme une activité qui s'intéresse à ce que l'on ne connaît pas et qui tente de cerner et d'expliquer ce qui n'est pas encore défini. L'auteur précise au sujet de la recherche en design, que son objet épistémique n'est pas forcément le design :

« On peut imaginer d'autres sujets d'intérêt (...) et notamment une « observation du monde du point de vue du projeteur » (...) dans le contexte d'une communauté de chercheurs [pluridisciplinaires] » qui aurait pour spécificité d'apporter des connaissances par le point de vue du designer, du projeteur (celui qui réalise un projet) [Dombois, 2005]

De manière similaire, dans le cadre de recherches qui intègrent une dimension artistique et une théorisation en action, [Gosselin, 2006] distingue trois objets d'étude possibles : tout d'abord, l'étude de la pratique elle-même, de son processus ; ensuite, l'étude par le point de vue du praticien (ici le praticien en art) d'un sujet commun à différentes disciplines (philosophie, sociologie,...) ; enfin, la recherche par la pratique sur les théories de l'esthétique (du rapport de l'œuvre d'art au public par exemple). La seconde qui permet d'apporter le point de vue du praticien sur un objet commun à plusieurs disciplines retient particulièrement notre attention.

Dans le domaine du design, [Findeli, 2007] [Findeli, 2009] montre également comment l'objet d'une recherche peut porter sur un domaine étudié par différentes disciplines et explique que la spécificité du design tient plus dans le regard particulier et projectif d'un concepteur qui observe le monde dans tous ses aspects physiques, symboliques, culturels, spirituels.

Dans notre cas, il nous semble que la sémiologie ne peut permettre à elle seule d'étudier la question de l'identité des matériaux compte tenu de l'influence de la conception sur l'élaboration et la mise en forme d'un matériau. Par notre point de vue de designer, notre recherche peut permettre d'étudier la question de l'identité des matériaux en action et sur le terrain industriel.

Notre problématique de recherche

Le concepteur et particulièrement le designer, par sa compétence à prendre en compte les dimensions 'plastiques', symboliques et culturelles des artefacts, peut contribuer à ce que nous avons nommé l'expansion de l'identité des matériaux. Le manque de modèle théorique en conception prenant en compte l'aspect expansif de l'identité d'un matériau nous permet de délimiter notre objet de

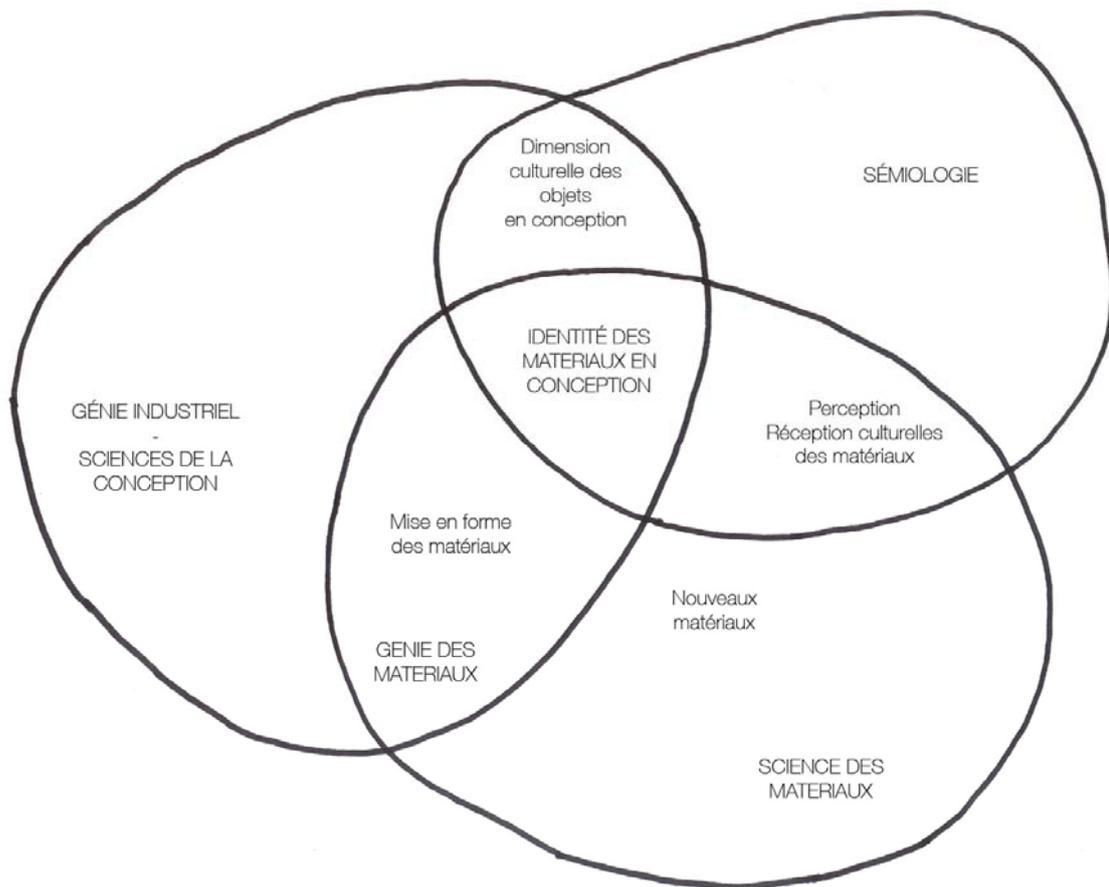
recherche. Nous formulons la problématique de recherche suivante : Comment contribuer à l'expansion de l'identité des matériaux en conception ?

Problématique de recherche

Contribuer à l'expansion de l'identité des matériaux en conception ?

15 : Enoncé de la problématique

La figure # 16 synthétise les différents champs problématiques connexes à notre objet de recherche et permet ainsi de préciser le contexte dans lequel nous positionnons notre problématique de recherche concernant la question de l'identité des matériaux en situation de conception.



16 : Les champs problématiques de notre objet de recherche

2.1.2 Hypothèses

Dans la première partie de notre document, nous avons défini l'identité d'un matériau comme l'ensemble des caractéristiques d'un matériau. L'expansion de l'identité des matériaux en conception peut donc naître de la conception de caractéristiques nouvelles pour le matériau. Nous proposons pour hypothèses de caractériser le type de caractéristiques qu'il est possible d'attribuer au matériau par la conception d'objets.

Lors de la définition de la notion d'identité d'un matériau, nous avons identifié l'existence de diverses caractéristiques matérielles qui interagissent avec ses caractéristiques immatérielles : ses valeurs, ses significations symboliques et culturelles. C'est ce qui nous amène à formuler notre première hypothèse : les caractéristiques nouvelles du matériau élaborées lors de la conception d'objets peuvent être des caractéristiques matérielles ou immatérielles.

Dans le chapitre 1.4 de notre première partie concernant l'identité des matériaux en conception, nous avons identifié la possibilité pour le designer de concevoir des caractéristiques nouvelles du matériau à partir de transfert de caractéristiques culturellement connues pour d'autres matériaux. Il apparaît également possible de ne pas faire référence à des caractéristiques connues et d'élaborer des caractéristiques nouvelles en somme 'inconnues', qui n'établissent pas de référence à un élément culturellement connu. C'est ce qui nous amène à formuler notre deuxième hypothèse : les caractéristiques nouvelles du matériau élaborées lors de la conception d'objets peuvent être des caractéristiques connues ou inconnues. Nous représentons nos deux hypothèses ainsi formulées en figure # 17.

Nouvelles caractéristiques du matériau	Hypothèse 1		
	Immatérielles	Matérielles	
Hypothèse 2	Connues	Récit connu	Plastique connue
	Inconnues	Récit inconnu	Plastique inconnue

17 : Synthèse des hypothèses de recherche

Nos hypothèses ici présentées participeront à construire la grille d'analyse nécessaire à l'étude des projets de conception réalisés, présentée en troisième partie de notre document.

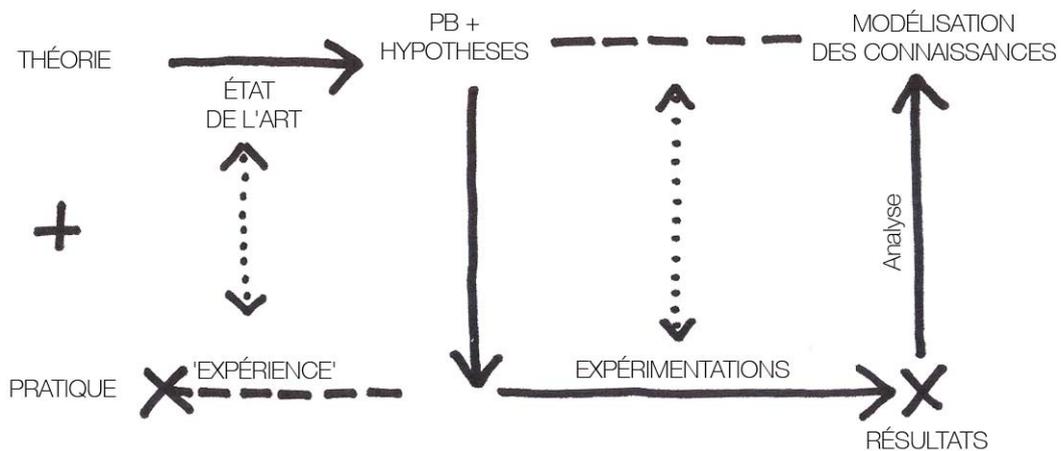
2.1.3 Conclusion

Ce premier chapitre nous a permis, à partir de la construction de notre objet de recherche présentée en première partie du document, de formuler la problématique spécifique sur laquelle centrer nos travaux. La première partie de notre document nous a également permis, dans ce chapitre, de formuler des hypothèses de réponse à notre problématique. Les deux chapitres suivants présentent l'approche méthodologique adoptée.

2.2 La recherche-action comme méthode de recherche par les projets de conception

Ce chapitre présente la méthode de recherche-action. Cette approche, issue des sciences humaines et aujourd'hui largement utilisée en sciences de la conception et dans la discipline du design, nous permet de préciser la stratégie globale adoptée tout au long de notre recherche. Elle s'appuie sur une investigation en pratique, dans le terrain industriel des projets de conception et de design, pour élaborer une connaissance d'ordre théorique nouvelle. Elle apparaît particulièrement pertinente dans le cas de notre recherche initiée par un projet industriel de design.

2.2.1 Recherche-action en génie industriel



18 : méthode de recherche-action LCPI à partir de [Mougenot, 2008]

En rappelant les fondements de la conception de produits, [Bassereau, 2002] explique l'intérêt méthodologique pour le génie industriel et les sciences de la conception de s'appuyer sur la méthode de recherche-action, initialement développée dans le domaine des sciences humaines et sociales. Le laboratoire CPI dans lequel nous effectuons notre recherche revendique ce positionnement méthodologique de recherche-action, basée sur la mise en place d'expérimentations de recherche dans un contexte industriel, expérimentations réalisées soit en laboratoire mais avec une finalité industrielle prospective - par exemple, le projet européen Trends [Mougenot, 2008] -, soit réalisées dans le cadre de projets de conception en situation industrielle réelle ; par exemple dans le cas des thèses en convention CIFRE, où le doctorant est employé par l'entreprise partenaire de la recherche pour réaliser une mission industrielle, comme c'est le cas pour notre recherche. La figure # 18 représente le

déroulement d'une recherche en conception qui s'appuie sur une approche de recherche-action telle qu'elle se pratique au laboratoire CPI.

Cette méthode de recherche permet d'instaurer une relation étroite entre théorie et pratique, tout au long de la recherche : Le projet industriel est vu comme l'opportunité d'initier une question d'ordre théorique. L'objet théorique général de la recherche est alors directement lié à un projet de conception industriel. La recherche s'appuie sur la confrontation d'une 'expérience' pratique développée par le chercheur en situation de conception et d'une étude bibliographique permettant d'élaborer un état de l'art théorique. Cette relation entre théorie et pratique permet de donner naissance à une problématique de recherche ainsi qu'à des hypothèses de résolution de la problématique. Ces hypothèses sont évaluées dans le cadre des projets industriels dont les résultats permettent de modéliser des connaissances nouvelles. Cette modélisation des connaissances constitue l'apport de la recherche et la réponse à la problématique.

2.2.2 Recherche-action pour la discipline du design

Le design développe actuellement et depuis une quarantaine d'années à l'échelle internationale une activité de recherche qui prend petit à petit place au sein d'une communauté scientifique autonome [Findeli, 1998] [Findeli, 2006-b]. Nous avons pu apprécier le développement de cette communauté de recherche en participant à plusieurs conférences spécialisées : l'une internationale organisée par la Design Research Society [Bergeret et al, 2008] ; les autres à Nancy, Bordeaux et Paris, dans le cadre du circuit des Ateliers de la Recherche en Design [Bergeret et al, 2007-a] [Bergeret et al, 2007-b] [Bergeret et al, 2009]. L'un des points centraux qui anime encore aujourd'hui cette communauté internationale est la construction d'un cadre épistémologique et méthodologique adapté aux spécificités du design [Cross, 2006]. La majorité des travaux actuels converge vers une approche méthodologique de recherche qui intègre la pratique du design. Celle-ci est communément dénommée 'practice-based design research'. Au sein de cette approche générale, certaines propositions méthodologiques se distinguent sous l'intitulé de 'recherche-projet' et de 'recherche-création'.

2.2.2.1 '*Practice-based design research*'

D'une manière générale à toutes les professions, il a été admis que l'activité professionnelle pratique était indéniablement source de génération de connaissances dans l'action [Schön, 1983]. Plus particulièrement dans le domaine de l'artisanat, les connaissances sont portées par le développement de savoir-faire manuels et de compétences acquises par l'expérience [Adamson, 2010].

De nombreux auteurs dans la discipline du design s'appuient sur les travaux de [Schön, 1983] pour revendiquer l'intérêt d'une recherche scientifique qui intègre une pratique professionnelle pour générer de nouvelles connaissances. [Swann, 2002], [Biggs, 2007], [Pedgley, 2007], [Niederrerr, 2008]

revendiquent l'intérêt d'instaurer dans la recherche en design une relation étroite entre théorie et pratique et d'intégrer la pratique de design au plus proche de l'élaboration de la théorie. Dans sa proposition méthodologique, [Swann, 2002] fait référence à l'approche de recherche-action. Selon [Niederrerr, 2008], l'intérêt de telles démarches est de générer une connaissance d'ordre théorique, mais issue de l'expérience individuelle indispensable à la compréhension des processus et à la formalisation des connaissances. Dans le domaine des matériaux, les recherches menées par [Nimkulrat, 2009] et [Hansen, 2009] montrent l'intérêt d'une pratique du projet de design dans l'élaboration de connaissances nouvelles.

2.2.2.2 *La recherche-projet*

L'approche méthodologique de 'recherche-projet' proposée par [Findeli, 1998] [Findeli et Coste, 2007] se veut une méthode de recherche adaptée à la discipline du design - et à l'architecture dans le cas de [Findeli et Coste, 2007]. Les auteurs reconnaissent les similarités avec la méthode de recherche-action et les autres méthodes de recherche engagées développées par les sciences humaines et sociales [Findeli, 1998] : la phénoménologie, l'ethnomethodologie selon [Findeli et Coste, 2007]. La particularité de ce type d'approche, adaptée à la discipline du design, est de mettre en place une relation nouvelle d'interaction entre théorie et pratique, et non plus une simple relation de déduction de la théorie vers la pratique, comme le propose le modèle d'une science appliquée [Findeli, 1998] [Findeli, 2006-a]. L'approche se caractérise par la volonté :

« De pousser encore davantage l'engagement de façon à ce que la recherche s'effectue dans le flux d'un projet professionnel réel »
[Findeli, 1998]

« L'image d'une théorie (ou d'un modèle) appliquée se transforme ainsi en celle d'une théorie engagée, située, impliquée dans un projet. Il n'est plus question d'aller valider une théorie dans une expérience (de laboratoire ou de terrain) mais d'engager une théorie dans le champ (...) d'un projet. » [Findeli, 1998]

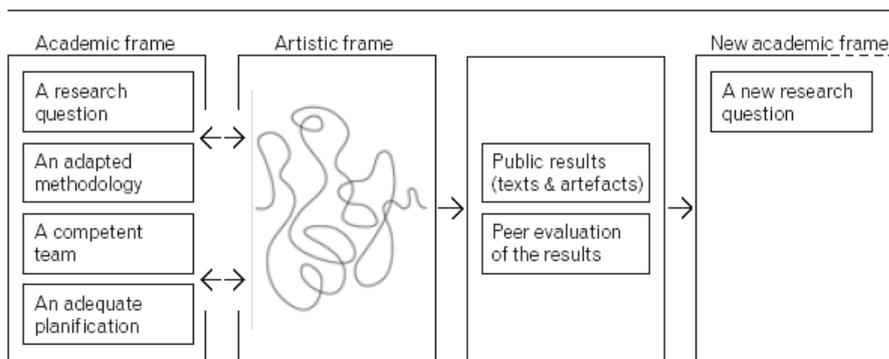
D'après [Findeli, 1998] la méthode de recherche-projet se rapproche également de la proposition antérieure faite par [Frayling, 1994] d'une recherche *par* le design ('through' design). Cette approche méthodologique constitue aujourd'hui encore une référence majeure reconnue dans les propositions de méthodes de recherche basée sur la pratique du design – citées au paragraphe précédent 2.2.2.1. Elle se différencie de la recherche *sur* le design - où le design constitue l'objet de recherche et est étudié par d'autres disciplines 'fondamentales' reconnues - psychologie, sémiologie, etc - et de la recherche *pour* le design - assimilable à une activité de recherche et développement.

Selon [Findeli, 1998], [Findeli et Coste, 2007] et [Findeli, 2009], une recherche menée par l'action est particulièrement adaptée à la discipline du design car celle-ci a pour spécificité de considérer le monde comme un projet alors que beaucoup de sciences comme la géographie ou la sociologie l'étudient comme un objet. Le designer possède un point de vue actif et projectif, alors que d'autres ont un point de vue passif. C'est là l'intérêt de l'approche méthodologique de recherche-action pour la discipline du design.

2.2.2.3 *La recherche-crétion*

Une réflexion d'ordre méthodologique concernant l'intégration d'une pratique artistique et/ou créative dans une recherche scientifique a été proposée dans le domaine des arts, avec l'objectif de définir les spécificités de recherches scientifiques menées par des praticiens du domaine. Ce principe méthodologique porte le nom de recherche-crétion [Gosselin, 2006].

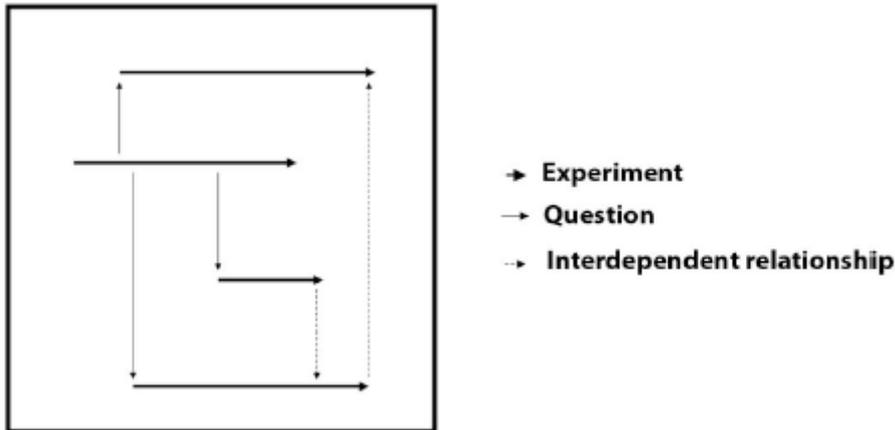
Dans le domaine du design, [Lécho, 2008] reprend le principe de recherche-crétion pour proposer une méthode de recherche adaptée aux écoles d'art et de design telles qu'elles existent actuellement en Suisse. L'auteur s'appuie sur les travaux de [Gosselin, 2006] pour revendiquer la possibilité de considérer la dimension créative inhérente à tout projet de design non pas comme un objet d'étude dont le processus cognitif est à expliciter mais comme le moyen de conduire la recherche. L'auteur considère plus particulièrement les éléments créatifs issus du projet comme des hypothèses et des réponses inattendues à la problématique de recherche [Lécho, 2008].



19 : Intégration de la dimension créative dans le processus de recherche / Méthode de recherche en design « Creasearch » [Lécho, 2008]

Plus particulièrement dans le domaine des matériaux, un praticien du design, céramiste, en charge d'une recherche doctorale, se propose d'étudier l'impact de l'usage de l'outil de modélisation 3D sur le processus de création de formes en céramique [Hansen, 2009]. Il montre l'intérêt d'une approche exploratoire qui génère des situations non prévisibles et explique comment de nouvelles questions naissent d'expérimentations initiales, influencent le processus d'exploration et suggèrent de nouvelles

expérimentations et comment les apparitions de nouvelles questions, sans réellement changer la direction de l'expérimentation initiale, aident à clarifier et spécifier les connaissances.



20 : relations entre expérimentations et questions de recherche ; extrait de [Hansen, 2009]

2.2.2.4 Synthèse des différentes approches méthodologiques basées sur une pratique du projet de design

Au sein des différentes propositions méthodologiques de recherche en design décrites ci-dessus, nous identifions les éléments clés suivants : Les projets de design sont le moyen d'apporter, à partir du point de vue particulier du designer, des réponses nouvelles à des problématiques d'ordre général, communes à plusieurs disciplines de recherche [Findeli et Coste, 2007]. Les objets, résultats des projets, constituent les éléments tangibles, porteurs de connaissances [Biggs, 2002] [Niederrerr, 2008] [Nimkulrat, 2009]. La dimension créative du design peut être exploitée dans le processus même de recherche [Léchet, 2008].

2.2.3 Intérêt de la recherche-action pour notre recherche

Une stratégie globale de recherche par le projet

Dans notre recherche, l'approche de recherche-action a été envisagée comme une stratégie globale de recherche et a ainsi initié plusieurs projets de conception ayant tous attiré à notre objet de recherche : l'identité des matériaux. Cet objet de recherche s'est lui-même dessiné grâce au projet principal : le projet 'Béton et objets', projet de développement de nouvelles applications dans le secteur domestique pour un nouveau béton, l'Ultrabéton®. Ce projet a constitué un cas particulièrement emblématique concernant la question de l'identité des matériaux - voir chapitre 1.1. Il a ainsi permis de construire progressivement notre question de recherche, par une démarche de type heuristique.

L'intérêt d'une telle stratégie de recherche est de mener une réflexion par l'action. En sciences sociales, l'approche de recherche-action a pour intérêt de pouvoir agir sur le phénomène que l'on

souhaite étudier ; ici, elle nous a permis d'aborder la notion d'identité des matériaux par l'action, plus précisément par l'action de conception.

L'action de conception comme le moyen de créer des situations nouvelles à observer

La pratique de projets de conception a permis de produire des situations 'artificielles' dans le sens où elles sont provoquées par l'humain, et sont le résultat d'un acte de conception. Cependant, issues de projets de conception, elles ont été réalisées dans le cadre 'réel' d'une pratique professionnelle de design. Artificielles – au sens de provoquées - mais 'réelles', elles comportent l'avantage d'être représentatives d'une situation telle qu'elle pourrait être. Elles peuvent à la fois être observées a posteriori, étudiées comme des cas de conception et jouer un rôle prescriptif d'améliorations en conception.

Dans notre cas, de cette approche de recherche-action en résultent plus particulièrement des situations d'expansion d'identité des matériaux dont il est maintenant possible de tenter une explicitation. C'est à l'issue des projets qu'il s'agit pour nous de formuler une proposition théorique concernant la question de l'identité des matériaux en conception. Une telle stratégie inductive a permis de laisser une certaine liberté et autonomie aux projets de design et au processus créatif en œuvre dans les projets.

2.2.4 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de présenter la méthode de recherche-action aujourd'hui largement utilisée en génie industriel, en sciences de la conception et dans la discipline du design pour revendiquer l'intérêt d'une pratique réelle et industrielle de la conception pour la génération de connaissances théoriques et scientifiques. Dans nos travaux de thèse, cette approche constitue la stratégie globale de notre recherche. Elle a été le moyen de produire des situations artificielles mais réelles d'expansion d'identité des matériaux en conception. Pour l'étude de ces situations, nous proposons de faire appel à la méthode d'étude de cas que nous présentons dans le chapitre suivant.

2.3 L'étude de cas comme méthode d'étude des projets de conception

Dans ce chapitre, la présentation, dans un premier temps, de la méthode d'étude de cas nous permet d'identifier dans un deuxième temps l'intérêt d'une telle méthode pour notre recherche. Enfin, nous précisons le protocole que nous suivrons pour la réalisation de notre étude de trois projets de conception présentée en troisième partie de notre document.

2.3.1 La méthode d'étude de cas

L'un des critères de qualité principaux proposé par [Findeli, 2008] pour mener une recherche par le projet de design est la rigueur méthodologique. Selon l'auteur, l'élaboration d'un discours explicite permet de garantir cette rigueur. Nous proposons pour cela de faire appel à la méthode d'étude de cas pour structurer l'étude des différents projets réalisés au cours de notre recherche-action.

Présentation générale de la méthode d'étude de cas

Selon [Mucchielli, 2009], l'étude de cas se réalise en deux étapes principales. La première concerne l'observation et la description ; elle nécessite le recueil d'informations et leur présentation grâce à une matrice spécifique à chaque étude, construite en fonction de ce que l'on souhaite étudier et des phénomènes que l'on souhaite expliquer. La seconde étape concerne l'analyse et l'explication. Elle permet de rendre compréhensible les événements et phénomènes décrits précédemment.

L'auteur identifie deux fonctions pour la méthode d'étude de cas : elle peut servir à valider et enrichir sur le terrain une théorie déjà élaborée ; il s'agit alors d'une approche déductive de l'étude de cas. La seconde approche est inductive ; lorsqu'il n'y a pas de modèles préexistants concernant le phénomène que l'on souhaite observer, l'étude de cas peut permettre de généraliser le cas à des propositions théoriques. Souvent, l'approche inductive fait appel à l'étude de plusieurs cas dans lesquels l'identification de phénomènes récurrents permet d'évoluer vers une proposition théorique. Ce type d'études est dénommée par [Mucchielli, 2009], l'étude de cas multiples.

La méthode d'étude de cas comme technique d'analyse de situation

« C'est à partir de l'analyse des cas que l'on doit pouvoir saisir les variables plus ou moins importantes en établissant des situations typiques. » [Mucchielli, 1994] p. 78

Dans le cas des études de cas multiples, [Mucchielli, 1994] montre l'intérêt de la méthode pour l'analyse de situations en sciences sociales et propose le déroulement suivant : la première étape consiste à rechercher parmi un ensemble de cas divers, un ou des regroupements de cas aux situations

analogues. La seconde étape consiste à identifier au sein d'un regroupement les « éléments analogiques » [Mucchielli, 1994] de la situation étudiée. Parmi les différents cas étudiés, il s'agit d'identifier des éléments récurrents bien que chaque cas reste unique dans son déroulement. La troisième étape consiste à systématiser l'analyse en rassemblant les informations clés sous la forme d'une matrice telle que celle proposée ici – voir # 21.

Eléments analogiques		
Elément 1	Element 2	Element 3
Cas n°1		
Cas n°2		

21 : Exemple de tableau de synthèse pour l'étude de cas

Nous proposons de nous référer aux étapes identifiées par [Mucchielli, 1994] et citées précédemment pour adapter la méthode d'étude de cas à notre recherche. Dans notre cas, parmi les nombreuses situations de conception possibles concernant la mise en forme des matériaux, nous avons identifié et choisi de nous intéresser à la situation d'expansion d'identité d'un matériau en conception, c'est-à-dire à un type de situation de conception d'objets dans laquelle s'opère un phénomène d'expansion d'identité du matériau. C'est le phénomène d'expansion d'identité qui rend la situation de notre regroupement de cas analogue parmi les différents cas.

Nous avons donc à ce stade du document identifié un regroupement de cas (de mises en forme de matériaux) aux situations analogues d'expansion de l'identité du matériau. Compte tenu du fait que les projets de conception ici étudiés ont été réalisés pendant notre recherche, ils constituent tous des cas d'expansion d'identité du matériau car l'intention du concepteur était à chaque fois orientée en ce sens. C'est ainsi que l'on rejoint l'approche de recherche-action présentée précédemment et développée de manière stratégique tout au long de ce doctorat : c'est en agissant sur notre objet d'étude, l'identité d'un matériau, que l'on produit des situations particulières à étudier : dans notre cas des situations d'expansion de l'identité d'un matériau par la conception d'objets.

2.3.2 Pourquoi la méthode d'étude de cas ?

Vertu de l'étude de cas en situation professionnelle réelle

Selon [Yin, 1984] et [Mucchielli, 2009], la méthode d'étude de cas est particulièrement adaptée à l'observation et la compréhension de phénomènes jugés complexes. Elle a ainsi pour spécificité et pour intérêt de permettre l'étude de situations réelles sur le terrain et non pas de situations d'expérimentations en laboratoire pour lesquelles les différentes variables nécessitent davantage d'être maîtrisées en amont.

Dans notre cas, les projets de conception dont nous proposons de faire l'étude a posteriori sont des projets que nous avons menés en tant que designer, au cours d'une pratique professionnelle en situation réelle. Le projet 'Béton et objets' a été réalisé pour un industriel avec l'objectif de commercialiser une nouvelle gamme d'objets. Les projets à partir d'autres matériaux ont été réalisés dans le cadre d'un workshop collectif et d'un concours. Bien que le contexte soit plus expérimental et le temps plus limité, ces projets attestent également d'une situation réelle : une pratique du projet de design différente d'une expérimentation contrôlée en laboratoire.

La question du comment ?

Selon [Yin, 1984] et [Mucchielli, 2009], l'étude de cas est particulièrement adaptée pour répondre à la question du comment et à celle du pourquoi. [Yin, 1984] rappelle qu'il est nécessaire de définir précisément la question à laquelle on souhaite répondre afin de choisir une méthode adaptée. Dans notre cas, la question à laquelle on souhaite répondre est notre problématique de recherche. Elle a été formulée dans le chapitre précédent de la manière suivante : Comment contribuer à l'expansion de l'identité d'un matériau en conception ?

En effet, ce qui nous intéresse n'est pas de mieux comprendre les choix de conception, autrement dit de répondre à la question : Pourquoi le concepteur réalise ces choix et quel est leur impact dans la construction de l'identité du matériau ? Notre objet n'est pas non plus de répondre à la question : qu'est-ce que produisent les actions du concepteur sur l'identité du matériau ? Un tel objet de recherche nécessiterait en terme de protocole de faire appel à des études de perception du matériau à partir de l'objet conçu pour évaluer l'identité du matériau à l'issue du projet de conception.

Synthèse

	Ce que l'on souhaite étudier	Ce que l'étude de cas permet d'étudier
Contexte	Situation réelle de projets de conception d'objets	Etude dans un contexte de vie réel [Yin, 1984]
#		Quand la limite entre le phénomène et le contexte n'est pas évidente [Yin, 1984]
Type des connaissances recherchées	Comment s'opère le phénomène d'expansion de l'identité d'un matériau lors de la conception d'objets	Le comment et le pourquoi des phénomènes / les liens opérationnels [Mucchielli, 2009]
2		Rend compte du caractère évolutif et complexe des phénomènes [Mucchielli, 2009]
Protocole	Identifier les éléments communs entre les différents cas de conception	Dans le cas d'une approche inductive : Dégager des processus récurrents à partir de quelques cas étudiés [Yin, 1984] [Mucchielli, 2009]
:		
Résultats	Un modèle théorique du phénomène d'expansion de l'identité d'un matériau	Dans le cas d'une approche inductive : permet d'évoluer vers la formulation d'une proposition théorique [Mucchielli, 2009]
S		
y		

23 : Synthèse des objectifs de notre étude basée sur la méthode d'étude de cas

2.3.3 Notre protocole pour l'étude de cas

2.3.3.1 *Approche inductive et étude de cas multiples*

Choix de l'approche

Dans la première partie de notre document, nous avons montré les limites des modèles existants de l'identité des matériaux concernant l'influence de la conception sur l'identité. Nous nous proposons donc d'élaborer un modèle de l'identité des matériaux qui intègre le caractère changeant lié aux actions de conception. L'objet de notre recherche est ainsi le phénomène d'expansion de l'identité des matériaux. Bien que nous ayons formulé certaines hypothèses, nous ne possédons pas de modèles déjà établis. Cette situation nécessite pour nous de mener une démarche inductive. La réalisation d'une étude de cas multiples afin d'identifier des phénomènes récurrents et de tendre vers une proposition théorique semble alors particulièrement adaptée pour répondre à notre problématique de recherche d'ordre général, concernant la question de l'expansion de l'identité des matériaux en conception.

Choix des trois cas étudiés

Notre approche stratégique de recherche-action, présentée dans le chapitre précédent, nous a permis de disposer de différents cas de conception à la situation analogue. Chacun des projets a eu pour intention de questionner la notion d'identité du matériau. Pour la réalisation de notre étude de cas multiples, nous en avons sélectionnés trois.

Dans notre chapitre de présentation de l'Ultrabéton® et du projet 'Béton et objets', nous avons caractérisé le cas de l'Ultrabéton® ainsi : l'Ultrabéton® est un matériau émergent, nouveau ; c'est un matériau 'technique' dont les performances particulièrement élevées ont été conçues pour des applications dans le secteur de la construction et pour lequel le projet 'Béton et objets' permet de développer des applications dans le secteur domestique.

Afin de traiter la question de l'expansion de l'identité des matériaux en conception dans sa globalité, nous avons sélectionné deux cas qui se distinguent chacun de l'Ultrabéton® selon les deux caractéristiques majeures que nous avons citées. Ainsi, nous avons retenu le cas du projet 'Echelle' et du projet 'Piscine'. Dans le premier, le matériau utilisé, le bois massif, est un matériau non émergent et déjà présent dans le secteur domestique. Dans le second, la plaque de pâtes de verre est également un matériau non émergent mais pour lequel le projet 'Piscine' permet, comme dans le cas de l'Ultrabéton® de développer des applications nouvelles dans le secteur domestique - objet, mobiliers.

2.3.3.2 *Première étape : Description*

Choix des sources de la description

Selon [Mucchielli, 2009], la multiplication des sources d'information est bénéfique à la qualité et la rigueur de la description. Les sources les plus courantes sont les suivantes : documents, archives, entrevues, observation directe, observation participante et objets physiques. Parmi les différentes sources d'information proposées par [Mucchielli, 2009], grâce à la mise en place d'une approche de recherche-action qui s'appuie sur des projets de conception, nous pourrions dans notre cas solliciter :

- des documents d'archives élaborés au cours des projets ;
- les observations issues de notre pratique de design dans les projets de conception ; ces éléments s'apparentent à l'observation de type participante ;
- les objets conçus, à la fois dans leur état final et intermédiaire (objets, échantillons, prototypes, versions intermédiaires).

Concernant la place des objets dans les méthodes d'observation et de récolte d'informations, [Loubet del Bayle, 2009], dans le cas des études en sciences sociales, reconnaît l'intérêt d'utiliser les objets comme éléments matériels observables pour mieux comprendre les phénomènes. Il distingue trois types d'approches pour leur étude : l'approche matérielle, l'approche technologique et l'approche symbolique. L'approche matérielle qui s'intéresse à l'objet dans son apparence et son état physique permet par exemple de constituer la trace de l'état d'une société. L'approche technologique considère davantage l'usage que fait l'homme des objets, analyse l'objet comme un outil et s'intéresse aux conséquences de ces usages sur la société. Enfin, l'approche symbolique permet d'analyser les significations et les valeurs que les hommes attribuent aux objets. Dans le cas de notre étude concernant l'identité d'un matériau, nous rejoignons davantage cette dernière approche. Les objets seront étudiés comme les supports signifiants de l'identité d'un matériau.

Etapas de la description

Dans notre cas, la première étape d'observation et de description concernera la présentation du projet de conception. Nous aurons pour intention de le reporter au plus près de la situation réelle, telle qu'elle s'est passée. Nous nous appuierons pour cela le plus souvent sur des faits et des résultats : par exemple, concernant les objets conçus, les différentes versions obtenues, leurs aspects observables (aspects de surface par exemple), la nécessité de renvoi d'un moule pour modification.

Pour présenter le projet, nous rappellerons tout d'abord le contexte et l'objectif global dans lequel s'inscrit le projet de conception puis nous décrirons l'objet conçu (le résultat de conception), son usage, sa fonction, ses caractéristiques formelles (forme, couleur, aspects de surface) et enfin l'intention de conception, et les étapes de son élaboration. Préciser l'intention de conception ainsi que

les étapes d'élaboration de l'objet nous permettra de rendre intelligibles les choix de conception qui ont permis d'aboutir à l'objet conçu.

2.3.3.3 *Deuxième étape : Analyse et explication*

A partir de la description des projets de conception réalisés, nous pourrons réaliser une analyse des éléments décrits en vue de fournir une explication des phénomènes observés. Tout d'abord, on s'assurera de bien se trouver dans la situation que l'on souhaite observer et comprendre. Nous cherchons à mieux comprendre le phénomène d'expansion d'identité d'un matériau en conception. On répondra donc préalablement à la question suivante : En quoi se trouve-t-on dans une situation de conception dans laquelle s'opère un phénomène d'expansion de l'identité d'un matériau ? Pour y répondre, on prendra soin de mettre en avant les changements qui se sont opérés à l'issue du projet de conception concernant l'identité (conçue) du matériau, c'est-à-dire les changements sur l'ensemble des caractéristiques du matériau. Nous nous appuyons ici sur la définition de l'identité d'un matériau développé en première partie de notre document.

Dans un deuxième temps, notre analyse se focalisera sur le phénomène d'expansion de l'identité du matériau dans le projet de conception étudié. Comme le préconise [Mucchielli, 2009], nous élaborerons, dès le premier cas étudié une grille d'analyse que nous systématiserons ensuite aux deux autres cas étudiés mais dans laquelle nous laisserons la possibilité d'y ajouter des éléments, compte tenu du fait que nous nous situons dans une approche inductive sans modèle théorique préexistant. L'élaboration de la grille d'analyse s'appuiera notamment sur les hypothèses que nous avons formulées préalablement dans le chapitre précédent.

2.3.3.4 *Troisième étape : synthèse comparative des différents cas*

La première et la deuxième étape seront répétées pour chacun des trois cas étudiés. Dans la troisième et dernière étape de notre protocole d'étude, nous pourrons réunir les différentes analyses faites au cours des trois études individuelles. Cette synthèse pourra se faire à l'aide de tableaux tels que celui présenté précédemment au paragraphe 2.3.1 - voir # 21 : Exemple de tableau de synthèse pour l'étude de cas. Elle sera facilitée par la construction d'une grille d'analyse au cours de l'étude individuelle de notre premier cas - le projet 'Vecel' -, ensuite systématisée dans l'étude des deux cas suivants.

2.4 Conclusion

A partir des éléments développés en première partie de notre document, cette deuxième partie a permis, dans un premier chapitre, de construire et formuler la problématique de nos travaux de thèse ainsi que des hypothèses préalables à la réalisation de l'étude des trois projets de conception que nous présentons maintenant en troisième partie de notre document. La formulation de notre problématique et de nos hypothèses nous a par ailleurs permis de proposer un protocole méthodologique adapté. Cette deuxième partie a ainsi été l'occasion, dans un second chapitre, de développer l'intérêt de l'usage de l'approche de recherche-action dans notre recherche. C'est le choix de cette approche qui a donné lieu à la réalisation de différents projets de conception au cours de notre recherche et par notre pratique du design. Afin d'apporter les éléments de réponses à notre problématique et ainsi évaluer nos hypothèses, nous avons fait le choix de la méthode d'étude de cas. La présentation de cette méthode en amont du troisième chapitre de cette partie nous permet à la fois d'identifier l'intérêt d'une telle méthode pour notre recherche et de proposer un protocole adapté à l'étude des trois projets de conception que nous présentons en troisième partie de ce document.

/ Partie 3

Etude de trois projets de conception

Introduction

La première partie de notre document a permis de construire un objet de recherche à partir du cas particulier de l'Ultrabéton® et du projet 'Béton et objets'. La question de l'identité des matériaux est ainsi située au cœur de notre recherche. Par l'approfondissement de cette question théorique générale, nous avons pu, dans la deuxième partie de notre document, élaborer la problématique spécifique à nos travaux de thèse et formuler deux hypothèses préalables. La définition de notre problématique de recherche a nécessité ensuite l'élaboration d'un protocole méthodologique adapté pour l'étude présentée maintenant dans cette partie.

Après avoir défini les objectifs de l'étude des trois projets sélectionnés, la troisième partie présente une à une chacune des trois études individuelles réalisées : l'étude du cas de l'Ultrabéton® dans le projet 'Vecel' ; l'étude du bois massif dans le projet 'Echelle' et l'étude de la plaque de pâtes de verre dans le projet 'Piscine'. Enfin, un dernier chapitre présentera la synthèse comparative des différents cas étudiés en vue de la proposition, dans notre quatrième et dernière partie, d'un modèle théorique concernant le phénomène d'expansion de l'identité d'un matériau en conception.

3.1 Objectifs de l'étude des trois projets

Cette étude est réalisée à partir de projets de conception d'objets que nous avons réalisés au cours de notre recherche et pendant toute la durée de la thèse. L'objectif de l'étude de ces trois cas est d'apporter une réponse nouvelle à notre problématique de recherche synthétisée dans la question suivante : Comment contribuer à l'expansion de l'identité des matériaux en conception ?

Dans cette partie de notre document, il s'agit ainsi de réussir à mieux comprendre le phénomène d'expansion de l'identité d'un matériau et de formuler une proposition théorique sous la forme d'un modèle représentatif du processus observé. Ce modèle contribuera à une meilleure compréhension de la problématique générale d'identité d'un matériau. Compte tenu de l'adéquation de l'étude de cas pour l'examen des « liens opérationnels » [Yin, 1984] [Mucchielli, 2009], nous pourrions particulièrement identifier les facteurs d'expansion d'identité d'un matériau. Nous pourrions ainsi proposer différentes 'stratégies' d'expansion d'identité d'un matériau en conception et ainsi participer à l'amélioration des innovations dans le champ des matériaux.

Comme nous l'avons présenté plus en détail dans le paragraphe de notre document consacré à notre protocole, nous adoptons une approche inductive de l'étude de cas qui nécessite la présence de plusieurs cas à la situation analogue – voir # 24. Il s'agit d'explicitier et d'analyser de manière individuelle les phénomènes pour ensuite formuler une proposition théorique plus générale.

3 situations de conception d'objets		
3 phénomènes d'expansion d'identité du matériau		
L'Ultrabéton® dans le projet 'Vecel'	Le bois dans le projet 'Echelle'	La plaque de pâtes de verre dans le projet 'Piscine'
-----	-----	-----
matériau non domestique	matériau domestique	matériau non domestique
-----	-----	-----
matériau nouveau	matériau connu	matériau connu
SYNTHESE / proposition théorique		

24 : Approche inductive d'étude de cas multiples pour l'étude des trois projets sélectionnés

Tout d'abord, nous procéderons à la description et l'analyse de chacun des cas isolés : l'identité de l'Ultrabéton® dans le projet 'Vecel', l'identité du bois massif dans le projet 'Echelle' et enfin l'identité de la plaque de pâtes de verre dans le projet 'Piscine'. Après avoir étudié chacun des cas de manière isolée, nous réaliserons une analyse comparative des trois cas étudiés en rassemblant les éléments significatifs de chacun des cas. Enfin, nous procéderons à une synthèse des éléments en vue de la formulation d'une proposition théorique concernant le phénomène d'expansion d'identité des matériaux en conception.

3.2 Etude du cas de l'Ultrabéton® dans le projet 'Vecel'

Le projet 'Vecel' a été réalisé dans le cadre d'un projet de plus large envergure, le projet 'Béton et objets'. Pour faciliter la réalisation de notre étude de cas multiples, nous avons choisi de nous concentrer sur un seul des divers projets de conception réalisés à partir d'Ultrabéton®, sous-projets du projet général 'Béton et objets'. Avant de procéder à l'étude du cas 'Vecel' a proprement parlé, nous proposons de revenir tout d'abord sur les raisons de ce choix.

3.2.1 Pourquoi le choix du projet 'Vecel' parmi 'Béton et objets' ?

3.2.1.1 Rappel de l'objectif du projet 'Béton et objets'

L'objectif général du projet 'Béton et objets' est de développer de nouvelles applications dans le secteur domestique pour un nouveau béton, l'Ultrabéton®. Les produits que l'on souhaite développer sont des objets et du mobilier principalement. L'intérêt d'un tel objectif est de réussir à valoriser le matériau sur de nouveaux secteurs, en marge du secteur d'origine pour lequel le matériau a été conçu.

Pour atteindre cet objectif d'ordre industriel et commercial, il nous a paru nécessaire en tant que concepteur de réussir à valoriser les performances particulières de l'Ultrabéton®. Pour cela, nous avons cherché à identifier et développer par la conception d'objets les possibilités 'plastiques' de mise en forme offertes par l'Ultrabéton®, encore mal connues et peu exploitées. Les performances de reproduction et de coloration de l'Ultrabéton® à la fois particulièrement significatives, spécifiques au matériau et encore très peu exploitées dans les applications originelles du matériau ont fait l'objet d'une attention particulière. Elles constituent l'orientation donnée au développement des possibilités plastiques de l'Ultrabéton® dans le cadre du projet 'Béton et objets'.

3.2.1.2 Les objets 'Béton et objets'

Au cours du projet 'Béton et objets' initié par le partenaire industriel de notre recherche, de nombreux projets de conception ont été développés. Nous en dénombrons sept principaux : les projets 'Vecel', 'Mouss', 'Myroir' et 'Os' ont permis le développement de nouveaux objets en Ultrabéton®. Les projets 'Age' et 'Fuite' sont des mobiliers en Ultrabéton®. Un projet transversal aux différents objets et mobiliers a permis de développer de nouveaux coloris pour l'Ultrabéton®. Tous ont pris place au sein de la collection d'objets des éditions 'Béton et objets' dans laquelle l'équipe de conception (Marie Garnier et Lorraine Bergeret) a eu pour objectif de rester en cohérence avec une intention de conception commune aux différents projets. En annexes du document, nous présentons plus en détail chacun des projets par une description des objets réalisés et de l'intention de conception qui a guidé leur élaboration. Ici, un tableau de synthèse - voir figure # 25 - réunit la description des

caractéristiques d'usage et de mise en forme des objets réalisés et l'intention de conception de chacun des projets définie en fonction des caractéristiques du matériau que nous avons souhaité valoriser et des valeurs immatérielles attribuées. Ces éléments ainsi réunis nous permettent de formuler une synthèse caractéristique des objets 'Béton et objets' dans son ensemble. Nous proposons maintenant de revenir plus en détail sur l'intention de conception générale au projet 'Béton et objets'.

Les objets en Ultrabéton® dans le projet 'Béton et objets'				
Projet	Description		Intention de conception	
			Caractéristiques du matériau	Valeur
Vecel	Usage	Pots/jardinières	Reproduction	Délicat
	Mise en forme	Forme de vaisselles		
Mouss	Usage	Cales de porte	Reproduction	Polymorphe
	Mise en forme	Mousse expansée Forme organique		
Myroir	Usage	Vasques	Reproduction	'Fait main'
	Mise en forme	Formes irrégulières faites en argile		
Os	Usage	Patères et vide-poche	Reproduction	Polymorphe
	Mise en forme	Forme d'os /organique		
Fuite	Usage	Banc et pots de jardin	Résistance	Durable
	Mise en forme	Parallélépipède imparfait et tronqué		
Age	Usage	Tables et bancs	Résistance	Durable
	Mise en forme	Formes en U renversé aux angles irréguliers		
Couleurs 'Béton et objets'	coloris	Couleurs vives, effets irisés, couleurs de mode et de cosmétique	Coloration	Domestique
SYNTHESE Les objets 'Béton et objets'	Usage	Domestique	Résistance Reproduction Coloration	Délicat Polymorphe Domestique Durable
	Mise en forme	Formes fines, irrégulières, complexes		
		Aspects de surface variés		
		Couleurs de mode et cosmétique		

25 : Tableau de synthèse des caractéristiques de conception principales des objets en Ultrabéton® dans le projet 'Béton et objets'

3.2.1.3 L'intention des objets 'Béton et objets'

L'objectif général du projet 'Béton et objets' en termes de conception a été la valorisation des performances particulières de l'Ultrabéton®, particulièrement sa capacité de reproduction et sa capacité de coloration. En cohérence avec cet objectif, l'intention de conception générale dans le projet global 'Béton et objets' a été de donner par les objets une valeur particulière à ces performances spécifiques et ce par le développement de nouvelles mises en forme, de nouvelles plastiques du matériau susceptibles de doter l'Ultrabéton® de nouvelles valeurs et significations

symboliques et culturelles. On rejoint ici la notion d'‘imaginaire’ définie par [Morand, 2004] comme la part subjective et culturelle de l'immatériel contemporain, ou encore celle de ‘récit’ développée par [Remaury, 2004] dans le domaine des marques pour définir le mode de construction des valeurs immatérielles attribuées aux marques commerciales. Ici, il s'agit du développement par les objets d'un ‘imaginaire’ de l'Ultrabéton®, de l'ordre d'un ‘récit’ du matériau.

Dans le projet ‘Béton et objets’, la création d'un ‘récit imaginaire’ du matériau a pris la forme d'un champ lexical attribuable à l'ensemble des objets, au cours du projet ‘Béton et objets’. Un document d'archive présenté en annexes – voir l'identité ‘imaginaire’ de l'Ultrabéton® - rend compte de ce lexique. Il rappelle à la fois la prise en compte des spécificités du matériau et du procédé de fabrication par moulage et l'usage de références pour construire un discours autour du matériau - matière organique comme la mousse ou l'os, matière délicate comme la porcelaine ou le verre, matière manuelle comme l'argile.

3.2.1.4 *Sélection du projet ‘Vecel’*

Bien que guidés par une intention de conception commune, les objets réalisés en Ultrabéton® dans le cadre du projet ‘Béton et objets’ restent néanmoins chacun des cas de conception distincts. C'est pour cela que, pour faciliter la réalisation de notre étude, nous avons jugé nécessaire de ne retenir qu'un seul projet réalisé avec l'Ultrabéton®. Le projet ‘Vecel’ a été retenu pour sa cohérence avec l'intention globale du projet ‘Béton et objets’ présentée précédemment à savoir : une intention de valorisation d'une performance particulièrement spécifique à l'Ultrabéton® : la reproduction d'aspects de surface et de détails, le développement d'un ‘récit imaginaire’ - un matériau ‘délicat’ - et l'usage de références issues d'autres matériaux - délicatesse de la porcelaine et du verre.

3.2.2 Objectif de l'étude du cas ‘Vecel’

L'objectif de cette étude est de mieux comprendre le phénomène d'expansion d'identité de l'Ultrabéton® dans le cas du projet de conception ‘Vecel’, réalisé dans le cadre du projet général ‘Béton et objets’. Autrement dit, il s'agit d'identifier le processus particulier en œuvre dans l'élaboration d'une nouvelle identité de l'Ultrabéton®. Nous souhaitons donc répondre aux questions suivantes : L'identité de l'Ultrabéton® dans le projet ‘Vecel’ a-t-elle bien été modifiée ? Dans quelle mesure ? Et si oui, comment l'identité de l'Ultrabéton® a-t-elle été modifiée ? Par quels moyens a-t-elle été modifiée au cours du processus de conception ? Quels liens entre les différentes composantes de l'identité d'un matériau ont été actionnés ?

La réponse à ces questions contribuera au sein de notre démarche inductive d'études de cas multiples à évoluer vers notre objectif plus général de formulation d'une proposition théorique concernant le phénomène d'expansion d'identité d'un matériau.

3.2.3 Description du projet ‘Vecel’

3.2.3.1 Contexte et objectifs du projet ‘Vecel’

‘Vecel’ est un projet de conception qui s’inscrit dans le cadre plus large du projet ‘Béton et objets’ initié par le partenaire industriel de cette recherche et présenté plus en détail en première partie de notre document. Ce projet vise le développement de nouvelles applications dans le secteur domestique pour un nouveau béton : l’Ultrabéton®. Ce matériau aux performances particulièrement accrues (par rapport aux autres bétons) sur le plan de la résistance mécanique et chimique a été conçu à l’origine pour des applications de structure dans le secteur de la construction. Ses performances inattendues et peu exploitées en termes de mise en forme, de coloration et de reproduction ont initié la recherche de nouvelles applications. L’objectif général du projet ‘Béton et objets’ est donc de valoriser par la conception d’objets dans le secteur domestique les performances particulières de mise en forme, de coloration et de reproduction de l’Ultrabéton®, en somme les possibilités ‘plastiques’ - définition en partie 1.1- offerte par le matériau.

3.2.3.2 Les objets ‘Vecel’



26 : La série de pots ‘Vecel’ en Ultrabéton® conçus dans le cadre du projet ‘Béton et objets’

Issus du projet ‘Béton et objets’, les objets ‘Vecel’ sont une série de pots, de jardinières de petites tailles en Ultrabéton®. Leur taille réduite les destine à un usage domestique à l’intérieur de l’habitat ou en périphérie proche (terrasse, balcon, bord de fenêtre). Elles peuvent par exemple permettre de cultiver à proximité de la cuisine les herbes et aromates en pot.

Leurs formes sont similaires à celles d’un service de vaisselle. Elles ont été réalisées à partir d’objets de récupération moulés. Les formes-mère qui ont servi à la réalisation du moule étaient en porcelaine,

en céramique et en verre, différents matériaux habituellement utilisés pour la fabrication d'objets dans le secteur de l'art de la table. La couleur finalement choisie pour cette série d'objets est un gris clair, très proche du coloris naturel de l'Ultrabéton®, légèrement éclairci à partir de pigments blancs mélangés dans la masse au moment de la mise en œuvre du matériau. L'aspect de surface des objets est ce que l'on propose de qualifier de 'velouté', à la fois lisse, doux, non rugueux (modalité tactile) et mat (modalité visuelle) [Depledt, 2009]. Cet aspect a été obtenu de manière uniforme sur toute la série d'objets en appliquant une fine épaisseur d'enduit mat (à base de plâtre) par la suite poncé. Cette fine couche a permis de conserver les détails d'irrégularités des objets d'origine, en particulier les motifs décoratifs en reliefs présents sur deux pièces de la série : la tasse et la saucière.

Les objets 'Vecel'	
Secteur de marché	Domestique
Fonction / usage	Jardinières / Pots
Forme	Formes de vaisselle
Couleur	Gris clair
Aspect de surface	'Velouté' (lisse et mat)

27 : Caractéristiques de conception des objets 'Vecel'

3.2.3.3 L'intention du projet 'Vecel'

L'intention de conception des jardinières 'Vecel' s'inscrit dans l'objectif global du projet 'Béton et objets' de valorisation des performances particulières de mise en forme, de coloration et de reproduction de l'Ultrabéton® par de nouvelles applications dans le secteur domestique. Dans le projet 'Vecel', l'accent est mis sur la valorisation de la performance de reproduction.

Dans le projet 'Vecel', notre intention initiale sur le plan de la conception est de montrer la capacité de l'Ultrabéton® à reproduire des formes fines et complexes ; c'est-à-dire à, d'une part, accepter des formes fines, de faible épaisseur et à, d'autre part, reproduire avec précision les détails de reliefs du moule - et par là de l'objet-mère moulé. L'intention de conception dans le projet 'Vecel' s'est alors orientée vers le choix de reproduire des détails de formes complexes : bec verseur, motifs en relief, anse comme peuvent le faire la céramique, la porcelaine ou le verre, tous des matériaux utilisés dans le secteur de l'art de la table. C'est ce qui a amené le choix de la reproduction de formes de vaisselle dans les objets 'Vecel'. Ce qui a guidé cette mise en forme du matériau s'est synthétisé dans la formulation suivante : la volonté de donner à l'Ultrabéton® la valeur d'une matière 'délicate'. Dans un document d'archives concernant l'ensemble des objets du projet 'Béton et objets' - présenté en annexes : l'identité 'imaginaire' de l'Ultrabéton®, on retrouve le terme 'délicat' comme l'un des termes clés dans le champ lexical symbolique proposé par l'équipe de conception pour l'Ultrabéton®. Nous résumons l'ensemble de l'intention de conception du projet 'Vecel' à la figure # 28.

L'intention dans le projet 'Vecel'	
Caractéristiques du matériau	Reproduction
Objet	Reproduction de formes de vaisselle
Valeur	Un béton 'délicat'

28 : Synthèse de l'intention de conception dans le projet 'Vecel'

3.2.3.4 Les étapes de conception du projet 'Vecel'

Atteindre l'intention de conception initiale du projet 'Vecel' a nécessité de réaliser plusieurs versions expérimentales et intermédiaires des futurs objets. Les premières versions étaient des reproductions d'objets de table de très petites tailles, en quelque sorte des miniatures : un verre à porto en cristal, une timbale en argent et une tasse en porcelaine (conservée dans la série définitive). Les deuxièmes versions étaient issues de pièces de taille supérieure. Enfin, dans une troisième version, les aspects de surface des objets ont été uniformisés et les trous des pots utiles à l'évacuation de l'eau ont été grossis et déplacés pour être plus visibles. Ces différentes versions sont la trace d'un raisonnement de conception dont nous proposons maintenant de retracer le cheminement.

Les premières versions 'miniatures' ont nécessité d'être épaissies par l'intérieur à l'aide de terre et d'enduit pour assurer ce qui semblait être une épaisseur minimale pour résister en Ultrabéton®. L'épaisseur d'origine donnée au cristal, à l'argent, à la porcelaine n'était pas suffisante pour notre matériau. Dans ces premières reproductions, des 'défauts' d'aspects, craquelures et brillances jugées disgracieuses par l'équipe de conception sont apparus à l'issue du tirage en Ultrabéton®, bien que non décelés sur le modèle-mère. Ces défauts n'ont pas été anticipés car ni l'équipe de conception ni le mouliste (professionnel expert dans la réalisation de moules) étaient en mesure de soupçonner une telle capacité de mimétisme de l'Ultrabéton® pour des aspérités invisibles à l'œil nu sur le modèle-mère. En atteste par exemple le renvoi du premier moule de la tasse (objet conservé dans les versions ultérieures du projet) pour tirage d'une nouvelle enveloppe silicone par le mouliste, après modification des défauts de l'objet-mère. Par ailleurs, observation faite, la taille réduite de ces 'miniatures' nous a finalement semblé poser problème (c'est ici le jugement du concepteur qui parle) : Les reproductions en Ultrabéton® paraissaient moins 'délicates' que les objets d'origine, sans doute à la fois en raison des surépaisseurs nécessaires, du manque d'homogénéité des aspects de surface à la fois brillants et mats qui laissaient percevoir les modifications des pièces d'origine trop fines. Il nous a également semblé que les pièces étaient tellement petites que les défauts liés à la reproduction en Ultrabéton® par moulage n'en étaient que plus visibles – au niveau des plans de joints par exemple.

Dans les deuxièmes versions, nous avons ainsi choisi des objets à la taille supérieure mais toujours issus du secteur de l'art de la table, réalisés en verre, en céramique et en porcelaine : un mug, une

saucière, un broc dont les formes ont été conservées dans la version ultérieure et définitive. Ce qui a posé problème à ce stade pour l'équipe de conception a été le manque d'homogénéité d'aspects entre les différentes pièces de la série.



29 : Version intermédiaire de la tasse en Ultrabéton® 'Vecel'

Finalement, une troisième version a permis d'uniformiser les aspects de surface par le passage d'un enduit fin et d'obtenir la texture 'veloutée', à la fois lisse et mate des objets définitifs. Par ailleurs, à cette même période, l'étude que nous avons réalisée concernant la reconnaissance d'un matériau à travers des objets - voir en annexes : étude de la reconnaissance des matériaux - comprenait l'évaluation du modèle de la tasse issue du projet 'Vecel' dans sa version intermédiaire. Les résultats ont montré que la tasse en Ultrabéton® - présentée en photo telle que # 29 - était assimilée à 80% à de la porcelaine. Bien que l'objet ait été évalué à partir d'une photo et en dehors d'un contexte d'usage, en termes de conception, cette évaluation nous a permis de réaliser la nécessité de faire se distinguer davantage les objets 'Vecel' en Ultrabéton® d'une simple imitation - imitation de la porcelaine dans le cas de la tasse. Dans la version définitive de la série 'Vecel', nous avons ainsi décidé de grossir et de positionner de manière plus visible les trous des pots utiles à l'évacuation de l'eau afin de faciliter la compréhension de la fonction réelle des objets 'Vecel' ; nous avons également choisi de conserver une teinte gris clair, différente de celle de la porcelaine et plus représentative des bétons et de l'Ultrabéton®.

3.2.4 Analyse du cas de l'Ultrabéton® dans le projet 'Vecel'

3.2.4.1 Analyse de la situation de conception dans le projet 'Vecel'

Valorisation de la performance de reproduction de l'Ultrabéton® par les objets 'Vecel'

Dans le projet 'Vecel', l'intention de conception est de montrer la capacité de l'Ultrabéton® à reproduire des formes fines et complexes. Cette capacité d'ordre 'plastique' est induite à la fois par la performance de résistance mécanique élevée du matériau et par son caractère auto-plaçant. Sa résistance mécanique permet aux formes fines d'être suffisamment résistantes à un usage courant. Son caractère auto-plaçant, sa plasticité couplée à sa performance de reproduction facilitent le remplissage

des moules pour des objets aux fines épaisseurs et permettent de réaliser les aspects de surfaces souhaités et les détails de reliefs. Le projet ‘Vecel’ par la reproduction de formes de vaisselle peut ainsi permettre de valoriser plusieurs performances du matériau, autres que la performance de reproduction initialement visée.

L’intention de conception dans le projet ‘Vecel’ est en somme directement liée à la valorisation de la performance de reproduction de l’Ultrabéton®. On se situe dans une situation de conception d’objets qui prend en compte les performances spécifiques du matériau. D’après le processus de construction de l’identité d’un matériau proposé en première partie de notre document, les objets ‘Vecel’ peuvent jouer le rôle de supports signifiants de l’identité de l’Ultrabéton®. Les objets ‘Vecel’ permettent de rendre tangible une caractéristique spécifique de l’Ultrabéton® particulièrement différenciatrice des autres bétons et BFUP : la performance de reproduction.

Expansion de l’identité de l’Ultrabéton® dans le projet ‘Vecel’

A partir de la description des objets ‘Vecel’ issue de paragraphes précédents, le tableau # 30 propose une analyse de la situation de l’Ultrabéton® dans le projet ‘Vecel’ par comparaison des caractéristiques du matériau avant le projet ‘Vecel’ et dans le projet ‘Vecel’. Pour notre étude du cas de l’Ultrabéton®, le rapprochement des deux situations avant et dans le projet ‘Vecel’ permet de mettre en avant les caractéristiques nouvelles apportées au matériau lors de la conception d’objets – voir tableau # 30.

L’Ultrabéton® avant		L’Ultrabéton® dans le projet ‘Vecel’	Caractéristiques nouvelles pour l’Ultrabéton® dans le projet ‘Vecel’
Secteur de marché	Construction / Bâtiment	Domestique	Domestique
Fonction / usage	Structure / gros œuvre	Jardinières / Pots	Jardinières / Pots
Forme	Formes structurelles	Formes de vaisselle	Formes de vaisselle
Couleur	Gris	Gris clair	Clarté du gris
Aspect de surface	Lisse et brillant ou mat et rugueux	‘Velouté’ (lisse et mat)	‘Velouté’ (lisse et mat)
Valeur	technique	délicatesse	délicatesse

30 : Analyse de la situation de l’Ultrabéton® dans le projet ‘Vecel’

Comme nous l’avons développé dans la première partie de notre document, l’identité d’un matériau est définie par ses diverses caractéristiques matérielles et immatérielles. Les caractéristiques des objets conçus à partir d’un certain matériau participent à définir son identité. Parmi les caractéristiques de l’objet, nous faisons apparaître d’une part, sur le plan de l’usage de l’objet, le secteur de marché et la fonction de l’objet, son usage a proprement parlé ; d’autre part, sur le plan de la forme de l’objet, nous distinguons les caractéristiques matérielles de formes, de couleurs et d’aspects de surface et la caractéristique des valeurs immatérielles.

En somme, par la conception des objets ‘Vecel’, on dote l’Ultrabéton® de caractéristiques matérielles et immatérielles nouvelles : des caractéristiques conçues qui pourront à terme influencer l’identité perçue du matériau. On comprend ainsi mieux en quoi le cas étudié propose une expansion de l’identité du matériau par la conception d’objets : Le projet de conception ‘Vecel’ nous place dans une situation dans laquelle s’opère un phénomène d’expansion d’identité de l’Ultrabéton® par l’apport de nouvelles caractéristiques du matériau.

3.2.4.2 Analyse du phénomène d’expansion de l’identité de l’Ultrabéton® dans le projet ‘Vecel’

Relation d’interaction entre les caractéristiques matérielles et immatérielles nouvelles de l’Ultrabéton® dans les objets ‘Vecel’

Précédemment, nous avons identifié dans les objets ‘Vecel’ les caractéristiques nouvelles pour l’Ultrabéton® suivantes : au niveau de la mise en forme, les formes de vaisselle, l’aspect de surface velouté et le coloris gris clair et au niveau des valeurs (conçues) : la délicatesse. Les caractéristiques matérielles liées à la mise en forme du matériau en objet constituent ce que nous avons proposé de nommer précédemment la ‘plastique’ du matériau ; elle est directement liée aux caractéristiques matérielles de l’objet conçu. La valeur de délicatesse associée à l’Ultrabéton® par l’intention de conception, en somme une valeur conçue du matériau, participe quant à elle à l’élaboration de ce que nous avons nommé le ‘récit’ du matériau. En reprenant le principe de sémiologie proposé par [Barthes, 1985] concernant les relations entre aspect matériel et significations des objets, nous distinguons parmi les différentes caractéristiques nouvelles de l’Ultrabéton® dans les objets ‘Vecel’ les caractéristiques liées à la plastique du matériau et celles liées à son récit et montrons l’interaction qui s’instaure entre les deux types de caractéristiques nouvelles du matériau – voir tableau # 31.

Plastique et récit de l’Ultrabéton® dans les objets ‘Vecel’	
Nouvelle plastique	Forme de vaisselle
	Aspect de surface velouté
	Coloris gris clair
Nouveau récit	Un béton délicat

31 : Interaction entre plastique et récit de l’Ultrabéton® dans les objets ‘Vecel’

Combinaison de caractéristiques existantes et nouvelles pour l’Ultrabéton® dans les objets ‘Vecel’

Les objets ‘Vecel’ permettent d’apporter de nombreuses caractéristiques nouvelles pour l’Ultrabéton®. Cependant, quelques éléments existants ont finalement été conservés : l’exemple

principal est le coloris gris. En conservant le coloris gris de l'Ultrabéton®, les objets 'Vecel' permettent de ne pas opérer une totale imitation des objets de vaisselle originaux et des matériaux qui les constituent tels que la porcelaine, la céramique et le verre. Le cas du projet 'Vecel' a pour spécificité de conserver dans le même objet conçu une caractéristique existante du matériau et d'y associer des caractéristiques nouvelles.

Expansion de l'identité de l'Ultrabéton® dans les objets 'Vecel'	
Caractéristiques existantes majeures	Caractéristiques nouvelles majeures
Coloris gris	Formes de vaisselle

32 : Caractérisation du phénomène d'expansion de l'identité de l'Ultrabéton® dans les objets 'Vecel' par combinaison de caractéristiques existantes et nouvelles du matériau

Développement de connaissances par la pratique

Le projet de conception des objets 'Vecel' a permis le développement de connaissances concernant la capacité de reproduction de l'Ultrabéton®. Cette connaissance du comportement du matériau et de ses performances est d'ordre phénoménologique. Elle est en effet acquise par la pratique et plus précisément par le projet de conception d'objet. L'intention de conception dans le projet 'Vecel' a été synthétisée dans la formulation suivante : l'apport d'une valeur de délicatesse au matériau. En somme, le développement des connaissances concernant la capacité de reproduction de l'Ultrabéton® a été guidé par l'intention initiale de conception et a permis d'acquérir une maîtrise, sur le plan de la conception, de la valeur de délicatesse et de sa relation à la mise en forme du matériau. Si le concepteur, à l'issue du projet, considère que la mise en forme de l'Ultrabéton® telle qu'elle est dans les objets 'Vecel' permet d'attribuer une valeur de délicatesse au matériau, nous souhaitons rappeler que ce n'est le cas que du point de vue du concepteur. Du point de vue du récepteur, la valeur immatérielle perçue dans les objets 'Vecel' pourrait être en décalage avec la valeur immatérielle ici conçue.

3.2.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons mené la première étude de cas individuelle utile à l'élaboration de connaissances nouvelles concernant le phénomène d'expansion de l'identité des matériaux en situation de conception. L'analyse du projet 'Vecel' nous a permis de mieux caractériser le phénomène d'expansion de l'identité (conçue) de l'Ultrabéton® qui s'opère lors de la conception des objets 'Vecel'. Elle a notamment mis en lumière les points principaux suivants : tout d'abord, une relation d'interaction possible dans la conception des caractéristiques matérielles et immatérielles de l'Ultrabéton®, entre caractéristiques de l'objet 'Vecel' et valeur de délicatesse ; qui plus est,

l'association dans le même objet de caractéristiques à la fois existantes et nouvelles pour l'Ultrabéton®, le coloris gris associé aux formes de vaisselle principalement ; enfin, l'élaboration de caractéristiques (conçues) nouvelles pour l'Ultrabéton® par référence à des caractéristiques matérielles et immatérielles culturellement connues, les formes d'objets d'art de la table et leur valeur de délicatesse.

L'étude du projet 'Vecel' nous a permis de construire une première grille de description et d'analyse du phénomène d'expansion de l'identité d'un matériau. Dans les deux prochains chapitres concernant chacun l'étude d'un des deux derniers cas de conception sélectionnés, nous tenterons de suivre cette trame que nous pourrons compléter de nouveaux éléments si besoin, comme le suggère [Mucchielli, 2009] dans le cas d'une approche inductive de l'étude de cas multiples.

3.3 Etude du cas du bois massif dans le projet ‘Echelle’



33 : Le prototype en bois massif conçu dans le projet ‘Echelle’

3.3.1 Objectif de l’étude du cas ‘Echelle’

L’objectif de cette étude est de mieux comprendre le phénomène d’expansion d’identité du bois dans le cas du projet ‘Echelle’. Confrontée à l’étude des autres cas abordés dans ce document, le projet ‘Vecel’ et le projet ‘Piscine’, elle permettra à terme d’évoluer vers une proposition théorique concernant le phénomène d’expansion de l’identité d’un matériau, comme doit le permettre une approche inductive à partir d’une étude de cas multiples [Mucchielli, 2009].

Dans un premier temps, la description du projet ‘Echelle’ permettra de clarifier la situation de conception que l’on souhaite étudier, dans laquelle s’opère un phénomène d’expansion de l’identité (conçue) du matériau. En tentant de rendre explicite la situation telle qu’elle a été vécue, conformément au principe de l’étude de cas [Mucchielli, 2009], notre description du projet ‘Echelle’ aura pour objectif de faciliter la compréhension des liens unissant les événements du projet et ses résultats.

Dans un second temps, l'analyse du projet 'Echelle' et plus particulièrement l'analyse de l'identité du bois dans le projet 'Echelle' permettra de rendre plus compréhensible le phénomène que l'on souhaite étudier : l'expansion de l'identité du bois dans le projet 'Echelle'.

3.3.2 Description du projet 'Echelle'

3.3.2.1 Contexte et objectif du projet 'Echelle'

Le projet 'Echelle' a été réalisé au cours de notre cursus de thèse de doctorat dans le cadre d'un atelier-workshop organisé par le Vitra Design Museum et le Centre Pompidou au domaine de Boisbuchet près de Poitiers (France). Ce workshop d'une semaine a été dirigé par le designer Max Lamb (UK). L'enjeu d'un tel atelier est de développer en un temps réduit une démarche de conception à partir d'un thème donné pour aboutir à un premier prototype physique. Le workshop intitulé 'Real Wood' est basé sur le constat que de nombreux objets actuels en bois, de par une mise en forme industrielle standardisée, effacent toute association possible avec l'origine naturelle du bois. L'objectif de cet atelier et par là du projet 'Echelle' est donc de concevoir des objets en bois qui exploitent et valorisent les spécificités du bois naturel massif, disponible aux alentours, dans les bois du domaine de Boisbuchet. Un extrait du texte d'introduction de l'atelier, rédigé par Max Lamb nous rappelle cet objectif :

« Wood comes from trees, but wood is processed to such a degree that its roots become untraceable (...) How often does one think of a tree when sat on a chair, dining at the table, opening a door ? (...) These objects no longer resemble a tree and thus all association with the naturally grown, living material disappears.»

Nous résumons l'ensemble du texte d'introduction du workshop ainsi : Par ses procédés de production actuels et dans ses mises en forme, le bois est tellement transformé qu'on ne perçoit pas le fait qu'il tire ses origines des arbres. En oubliant son origine, on oublie une partie de ses caractéristiques. Au contraire, en utilisant le bois dans son état naturel, brut, en rendant perceptible les strates de l'arbre, on conserve la trace de la vie de l'arbre, de sa croissance en fonction des pluies, des changements environnementaux, etc.

3.3.2.2 L'objet 'Echelle'

Dans notre projet 'Echelle', l'objet conçu est une échelle en haut de laquelle il est possible de s'asseoir lorsqu'on l'adosse, à une branche, à un tronc d'arbre, à un mur. Parce qu'elle permet de se placer dans une position de contemplation, en hauteur, son usage la destine davantage à l'environnement extérieur naturel : une forêt, un jardin, un parc. Mais, dans des dimensions et des

hauteurs différentes, elle pourrait facilement être utilisée dans l'habitat, comme tabouret haut par exemple.

L'objet 'Echelle'	
Secteur de marché	Domestique
Fonction / usage	Echelle avec assise haute
Forme	Forme d'échelle
Couleur	Aspect du bois brut / écorce et
Aspect de surface	veines naturelles

34 : Caractéristiques de conception de l'objet 'Echelle'

Pour permettre de s'asseoir en hauteur, sa forme a été pensée comme celle d'une échelle, la partie d'assise étant réduite à une branche massive placée à son sommet, à l'horizontale ; le dossier se fait par le tronc ou le mur sur lequel l'objet est adossé. L'objet a été réalisé à partir de branches d'arbres dont la section n'a pas eu besoin d'être modifiée. Les branches conservent ainsi l'aspect naturel de l'écorce. L'assemblage des différents éléments par emboîtement a nécessité de réduire les sections aux extrémités des branches et révèle ainsi l'aspect interne du matériau : les veines naturelles du bois. Le projet 'Echelle' rend visible dans le même objet à la fois l'écorce et les veines du bois.



35 : Détail de l'assemblage des branches par emboîtement dans le projet 'Echelle'

3.3.2.3 L'intention du projet 'Echelle'

En cohérence avec l'objectif fixé en amont du workshop, l'intention de conception initiale pour le projet 'Echelle' a été de conserver l'aspect naturel, externe et interne du bois : l'écorce et les veines. Par la suite, nous avons eu pour intention complémentaire d'exploiter les différentes sections disponibles des branches que l'arbre produit naturellement pour ne pas avoir besoin de les transformer par un usinage traditionnel.

En reprenant la grille de synthèse proposée précédemment dans le cas du projet 'Vecel', nous synthétisons l'intention de conception du projet 'Echelle' à la figure # 36. La caractéristique du

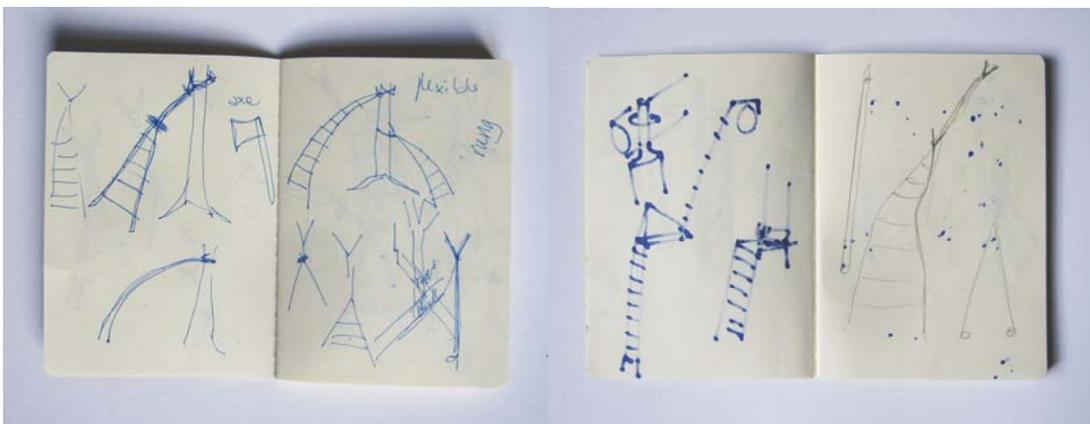
matériau que l'on a souhaité valoriser est son origine naturelle. Cette intention initiale a orienté le choix d'un objet réalisé à partir de branches naturelles entières. Cette intention peut se synthétiser par l'apport d'une valeur 'naturelle' au bois utilisé dans un contexte industriel.

L'intention dans le projet 'Echelle'	
Caractéristique du matériau	Origine naturelle
Objet	Echelle en branches naturelles
Valeur	Une matière industrielle 'naturelle'

36 : Synthèse de l'intention de conception dans le projet 'Echelle'

3.3.2.4 Les étapes de conception du projet 'Echelle'

Dès le début du projet, nous avons choisi de concevoir une échelle qui offre la possibilité de s'asseoir à son sommet, pour contempler son environnement - le haut des arbres dans une forêt par exemple. Ce choix a été fait à la fois parce qu'un tel objet implique nettement les performances physiques et mécaniques du matériau - sa résistance mécanique en compression, en flexion - et parce que sa fonction - grimper dans les arbres et s'asseoir pour contempler la forêt - est en lien direct avec l'idée de rendre plus perceptible l'origine du bois, son aspect vivant et naturel issu des arbres.



37 : Dessins réalisés dans le cadre du projet 'Echelle'

La première version réalisée à échelle 1 - représentations par dessins en figure # 37 - avait une hauteur d'environ 6 mètres : deux longues branches d'un seul tenant ont été assemblées ; l'une d'entre elle possédait à son extrémité une division naturelle en deux branches que nous avons conservé comme système d'accroche et de stabilisation de l'échelle sur un tronc. Les barreaux ont été réalisés à partir d'autres branches de même section et permettent d'assurer le maintien entre elles des deux branches verticales principales. Pour ce premier essai, nous avons utilisé des branches entières et conserver leur

aspect et leur irrégularité naturelle afin de rendre perceptible l'aspect naturel du bois, conformément à l'objectif préalablement déterminé en amont du workshop.

Ce premier essai s'est révélé trop fragile : les sections des branches étaient identiques pour tous les éléments et donc plus ou moins adaptées selon les éléments. Les irrégularités naturelles des deux branches principales nous contraignaient à des écartements et des effets de porte-à-faux trop importants et inutiles. Conserver l'aspect et les formes naturelles du matériau est donc apparu problématique.

Nous avons finalement choisi de travailler à nouveau avec des branches brutes entières, pour conserver l'aspect naturel du bois, mais avec des branches de différentes sections, choisies en fonction de la résistance nécessaire de chacun des éléments constitutifs de l'échelle. Il nous a semblé que cette solution permettait d'exploiter l'une des spécificités du matériau dans son état naturel : le fait que les arbres produisent naturellement des branches de diamètres différents. Qui plus est, le travail d'usinage (fait de manière artisanale dans le cadre du workshop) nécessaire aux assemblages des différents éléments a permis de rendre également perceptible localement l'aspect interne du matériau et de « révéler non seulement la beauté interne et chaleureuse du bois mais aussi l'histoire de la vie de l'arbre » comme le suggère Max Lamb dans son texte d'introduction au workshop.

3.3.3 Analyse du cas du bois massif dans le projet 'Echelle'

3.3.3.1 *Analyse de la situation de conception dans le projet 'Echelle'*

Valorisation de l'origine naturelle du bois par l'objet 'Echelle'

Dans le projet 'Echelle', l'intention de conception est de conserver l'aspect brut et irrégulier des branches naturelles, emblématique de l'état originel du bois. L'objet 'Echelle' s'inscrit dans un objectif de valorisation du bois massif naturel. Il en résulte une volonté de valorisation de la caractéristique d'origine naturelle propre au matériau bois. Cette valorisation du matériau s'appuie en somme sur le rappel de ses origines. Comme l'indiquent [Weiner, 1985] et [Muniesa et al, 2008] dans le cadre d'études anthropologiques des pratiques de dons, en conservant la trace des origines d'un artefact - dans le cas de l'auteur, un objet -, on le charge de valeur. Ici, dans le projet 'Echelle' conserver la trace de l'origine naturelle du bois constitue une valorisation du matériau par l'apport de valeur immatérielle.

Expansion de l'identité du bois dans l'objet 'Echelle'

A partir de la description de l'objet 'Echelle' et comme dans le cas de notre précédente étude, le tableau # 38 propose une analyse de la situation du bois dans le projet 'Echelle' par comparaison des caractéristiques du matériau avant et dans le projet 'Echelle'. Le rapprochement des deux situations

permet à nouveau de mettre en avant les caractéristiques nouvelles apportées au bois par l'objet 'Echelle', gages de l'expansion de son identité sur le plan de la conception.

Le bois avant		Le bois dans le projet 'Echelle'	Caractéristiques nouvelles pour le bois dans le projet 'Echelle'
Secteur de marché	Nombreux secteurs dont le secteur domestique	Domestique	
Fonction / usage	Nombreux usages dont l'usage du mobilier	Echelle avec assise haute	
Forme	Nombreuses formes dont des formes d'échelle	Forme d'échelle	
Couleur	Veines apparentes ou surface peinte	Aspect du bois brut	Aspect du bois brut
Aspect de surface	Aspect lisse (vernis)	Ecorce et veines naturelles	Ecorce et veines naturelles
Valeur		Origine naturelle	Origine naturelle

38 : Analyse de la situation du bois dans le projet 'Echelle'

3.3.3.2 Analyse du phénomène d'expansion de l'identité du bois dans le projet 'Echelle'

Relation d'interaction entre les caractéristiques matérielles et immatérielles nouvelles du bois dans l'objet 'Echelle'

Plastique et récit du bois dans l'objet 'Echelle'	
Nouvelle plastique	Aspect du bois brut : écorce et veines naturelles
Nouveau récit	Une matière industrielle d'origine naturelle

39 : Interaction entre plastique et récit du bois dans l'objet 'Echelle'

Selon notre tableau du paragraphe précédent - voir # 38 -, l'objet 'Echelle' apporte au bois les caractéristiques de conception nouvelles suivantes : au niveau de la mise en forme, l'aspect brut issu des branches naturelles et sur le plan immatériel : la valeur de l'origine naturelle. L'aspect brut des branches naturelles est une caractéristique matérielle qui contribue à l'élaboration d'une nouvelle 'plastique' du matériau. Elle est directement liée à la valeur immatérielle d'origine naturelle comme dans le cas du projet 'Vecel' et conformément au principe sémiotique de relation signifiant-signifié proposé par [Barthes, 1985] – voir tableau # 39.

Combinaison de caractéristiques existantes et nouvelles pour le bois dans l'objet 'Echelle'

En reprenant la grille d'analyse établie dans notre première étude concernant le cas du projet 'Vecel', nous identifions à nouveau dans le cas du projet 'Echelle' la combinaison de caractéristiques existantes et nouvelles dans le même objet conçu – voir tableau # 40.

Expansion de l'identité du bois dans l'objet 'Echelle'	
Caractéristiques existantes majeures	Caractéristiques nouvelles majeures
Forme d'échelle	Aspect du bois brut : écorce et veines naturelles

40 : Caractérisation du phénomène d'expansion de l'identité du bois dans l'objet 'Echelle'

La forme de l'objet 'Echelle' a été pensée pour ressembler à une forme typique d'échelle, couramment réalisée en bois comme dans beaucoup d'autres matériaux. Cette forme s'approche de ce que l'on propose de qualifier de forme 'archétypale', rappelant l'usage d'un objet. Dans la première partie de notre document, nous avons pris l'exemple de la forme archétypale d'un vase présente dans le vase en silicone d'Hella Jongerius. La designer y combine une forme archétypale de vase à un nouveau matériau silicone. Ici, en conservant l'écorce et les veines du bois, l'objet 'Echelle' rend visible l'aspect de surface naturel souvent négligé. Bien que spécifique et emblématique du bois dans son état d'origine, cet aspect reste peu exploité dans les objets industriels en bois. C'est en ce sens une caractéristique nouvelle de l'identité du matériau bois pris dans le contexte de la conception d'objets industriels.

3.3.4 Conclusion

Ce chapitre a concerné l'étude individuelle de notre deuxième cas de projets de conception, le cas du projet 'Echelle'. Pour cette deuxième étude, nous nous sommes appuyée sur la grille de description et d'analyse mise en place pour notre premier cas concernant l'Ultrabéton® et les objets 'Vecel'. Nous avons ainsi pu mettre en lumière des éléments récurrents dans les deux cas à savoir principalement : tout d'abord, la relation d'interaction possible entre les caractéristiques matérielles et immatérielles du bois ; qui plus est, l'association dans le même objet de caractéristiques à la fois existantes et nouvelles, la forme d'échelle associée à l'aspect brut et irrégulier des branches naturelles ; enfin, la référence à des caractéristiques matérielles et immatérielles culturellement connues dans l'élaboration de l'objet 'Echelle', à savoir dans ce cas, la forme archétypale d'échelle commune à de nombreux matériaux dont le bois dans son contexte industriel habituel. Le prochain chapitre concerne l'étude individuelle de notre troisième cas de conception. Nous adopterons à nouveau la même grille de description et d'analyse que pour les deux autres déjà présentés.

3.4 Etude du cas de la plaque de pâtes de verre dans le projet 'Piscine'

3.4.1 Objectif de l'étude du cas 'Piscine'

L'objectif de cette étude est de mieux comprendre le phénomène d'expansion d'identité de la plaque de pâtes de verre dans le cas du projet 'Piscine'. Confrontée à l'étude des deux autres cas déjà abordés dans ce document, elle devra permettre à terme d'évoluer vers une proposition théorique concernant le phénomène d'expansion de l'identité d'un matériau.

3.4.2 Description du projet 'Piscine'



41 : l'un des contenants en plaques de pâtes de verre conçu dans le cadre du projet 'Piscine'

3.4.2.1 Contexte et objectif du projet 'Piscine'

Le projet 'Piscine' est un projet de conception d'objets réalisé dans le cadre de l'exposition 'Jeunes Designers' de la 5^{ème} édition du festival international 'Design Parade' 2010, organisé par la Villa Noailles, à Hyères (France). Ce projet vise le développement de nouvelles applications dans le secteur domestique pour un matériau utilisé habituellement comme revêtement de surface, pour des applications de second œuvre dans le secteur de la construction.

Nous n'oublions pas que les plaques de pâtes de verre sont des semi-produits à l'origine mis au point pour répondre à un besoin précis, pour faciliter la pose de mosaïque sur de grande surface. Mais comme nous l'avons abordé dans la première partie de ce document, si un matériau est la plupart du temps conçu pour une application spécifique, il n'en reste pas moins rare, dans une dynamique d'innovation, qu'il offre la possibilité de développer a posteriori de nouvelles applications inattendues. C'est par exemple le cas de l'Ultrabéton® et du projet 'Béton et objets' mais aussi des quelques cas historiquement emblématiques cités à cet égard en première partie du document : le composite à base de fibres de verre développé par Charles et Ray Eames en est un bon exemple – nous avons présenté l'exemple en première partie de notre document.

Le matériau choisi est une plaque de mosaïque de pâtes de verre traditionnellement utilisée en architecture comme revêtement, pour les piscines par exemple. Les plaques d'environ 30 x 30 cm sont composées de carreaux de pâte de verre de 2 x 2 cm espacés et solidarisés par un tissage large en fibres synthétiques blanches collé au dos des carreaux. Cet assemblage de plusieurs matériaux constitue dans son contexte originel un produit semi-fini, une mise en forme de matériaux réalisée en vue de la construction d'objets architecturaux et qui nécessite l'adjonction de pâte de ciment pour atteindre son état fini. Les constituants des plaques, le tissage de fibres textiles et les carreaux de pâte de verre sont eux-mêmes déjà des produits semi-finis. Comme nous l'avons défini précédemment dans la première partie de notre document, avec l'arrivée des matériaux composites polymères, la définition d'un matériau tend à s'élargir ; il n'est pas rare aujourd'hui qu'un matériau, matière ou substance qui entre dans la composition d'un objet, soit lui-même composé de produits semi-finis. C'est ainsi que, dans notre contexte, nous faisons le choix de considérer la plaque de pâtes de verre cimentée comme un 'matériau', avec l'idée que ces plaques font l'objet d'une mise en forme au moment de l'ajout de la pâte de ciment. C'est plus précisément un matériau composite, constitué d'un renfort (lui-même composite), la plaque de pâtes de verre, et d'une matrice, la pâte de ciment.

Pourquoi avoir choisi ce matériau ? Les applications de ce matériau sont limitées au revêtement de surface. Pourtant la pâte de verre possède une résistance suffisante pour acquérir son autonomie dans des produits finis, c'est-à-dire sans besoin d'une structure faite d'un autre matériau. Qui plus est, par analogie au procédé de mise en forme traditionnelle de plaques métalliques - tôle pliée - ou plastiques - polypropylène par exemple -, la disposition en plaque ouvre selon nous, en tant que concepteur, la

possibilité de mise en relief par pliage et assemblage. En somme, les plaques de pâtes de verre offrent des possibilités ‘plastiques’ de mise en forme peu exploitées. C’est ce qui a initié notre recherche de nouvelles applications. L’enjeu majeur du projet ‘Piscine’ est donc de développer de nouvelles mises en forme d’objets qui impliquent plus particulièrement de rendre autonome et de mettre en relief, en trois dimensions le matériau habituellement utilisé comme surface plane.

Cette situation de développement de nouvelles applications dans le secteur domestique pour valorisation des possibilités de mise en forme du matériau se rapproche nettement de celle du cas de l’Ultrabéton® dans le projet ‘Béton et objets’. Néanmoins, ici le matériau utilisé est beaucoup moins nouveau. Il ne possède a priori pas de caractéristiques particulièrement nouvelles aux performances exceptionnelles, mal connues et peu exploitées. C’est essentiellement cette distinction qui crée l’intérêt d’étudier le cas du projet ‘Piscine’.

3.4.2.2 *Les objets ‘Piscine’*

Les objets ‘Piscine’	
Secteur de marché	Domestique
Fonction / usage	Contenant
Forme	Volume autonome obtenu par pliage et assemblage d’une plaque découpée
Couleur	Translucide / carreau de pâte de verre visible
Aspects de surface	Peau silicone lisse à faible dureté

42 : Caractéristiques de conception des objets ‘Piscine’

Dans le cadre de l’exposition ‘Jeunes designers’ à la Villa Noailles, nous avons réalisé à partir de plaques de pâtes de verre, trois objets à la forme identique mais de tailles différentes. Ces objets ‘Piscine’ sont des contenants destinés à un usage domestique. Pensés comme des sacs à provision, ou encore des cornes d’abondance, ils peuvent être utilisés par exemple comme corbeilles à fruits. Leur imperméabilité leur permettrait d’être passés facilement sous l’eau pour être lavés ou laver ce qu’ils contiennent.

Leurs formes souples ont été obtenues grâce à un enrobage à base de silicone translucide. Les plaques de pâtes de verre, fragiles à l’origine mais solidifiées et rendues solidaires entre elles par la ‘peau’ en silicone, ont pu être découpées, pliées et assemblées pour former des volumes creux, souples et autonomes. Le carreau de pâte de verre étant légèrement translucide et la fine couche de silicone quasiment transparente, les objets ‘Piscine’ sont translucides ; ils possèdent des jeux de transparence

non homogènes et les carreaux de pâtes de verre restent visibles. L'enrobage silicone donne aux objets 'Piscine' un aspect de surface à la fois lisse et 'mou', c'est-à-dire à faible dureté - voir les équivalences entre propriétés des matériaux et perception par [Ashby & Johnson, 2010] cités en première partie de notre document.

3.4.2.3 L'intention du projet 'Piscine'

L'intention dans le projet 'Piscine'	
Caractéristique du matériau	Caractère souple et flexible
Objet	Contenants domestiques aux volumes creux et autonomes
Valeur	Un matériau 'autonome' et 'domestiqué'

43 : Synthèse de l'intention de conception dans le projet 'Piscine'

L'intention de conception des contenants 'Piscine' s'inscrit dans l'objectif initial de valorisation des plaques de pâtes de verre par le développement de nouvelles applications du matériau dans le secteur domestique. Ce qui a guidé le projet de conception dès le début est l'intérêt que semblait comporter la mise en forme préalable du matériau en plaque 'souple', flexible, pliable, malléable. Il n'est ici pas évident, comme souvent avec les matériaux composites [Manson et al., 2004], de caractériser ce comportement du matériau en terme de propriétés et de performances et d'ainsi faire le lien entre une caractéristique pertinente pour le projet de conception et les propriétés du matériau. On peut néanmoins parler de 'caractéristique' du matériau comme on le propose dans le tableau # 43. Nous proposons de considérer que la caractéristique de 'souplesse' des plaques relève à la fois de leur résistance à la flexion et à la déformation. En exploitant la 'souplesse' des plaques de pâtes de verre, le projet 'Piscine' a ainsi pour intention de valoriser une caractéristique spécifique au matériau, encore peu exploitée et directement liée aux performances du matériau.

En reprenant la grille utilisée précédemment pour les deux autres cas 'Vecel' et 'Echelle', nous synthétisons l'intention de conception du projet 'Piscine' en figure # 43. La caractéristique que l'on a souhaité valoriser est le caractère souple, flexible des plaques de pâte de verre dans leur état d'origine. Sur le plan de l'objet, notre intention initiale a été de réussir à rendre autonome et à mettre en relief, en trois dimensions les plaques de pâtes de verre, pour réaliser des contenants domestiques. Qui plus est, l'usage de silicone nous a finalement permis de conserver la souplesse d'origine des plaques dans l'objet fini. Cette intention de conception peut se synthétiser par l'apport des valeurs d'autonomie et d'usage domestique.

3.4.2.4 Les étapes de conception du projet 'Piscine'



44 : Les étapes des essais de pliage et d'assemblage des plaques de pâtes de verre

Nous avons choisi de travailler avec les plaques de mosaïque avec l'idée que la disposition en plaque offrirait la possibilité de mettre en forme le matériau par pliage et assemblage. Nous avons donc pour objectif, à ce stade du projet de conception, de développer un procédé qui permette une mise en forme par pliage et assemblage des plaques tout en garantissant la solidité du produit fini. Dans son état d'origine, la plaque de mosaïque est fragile : les carreaux de pâtes de verre se désolidarisent facilement du tissage, rien que par les manipulations courantes du matériau.

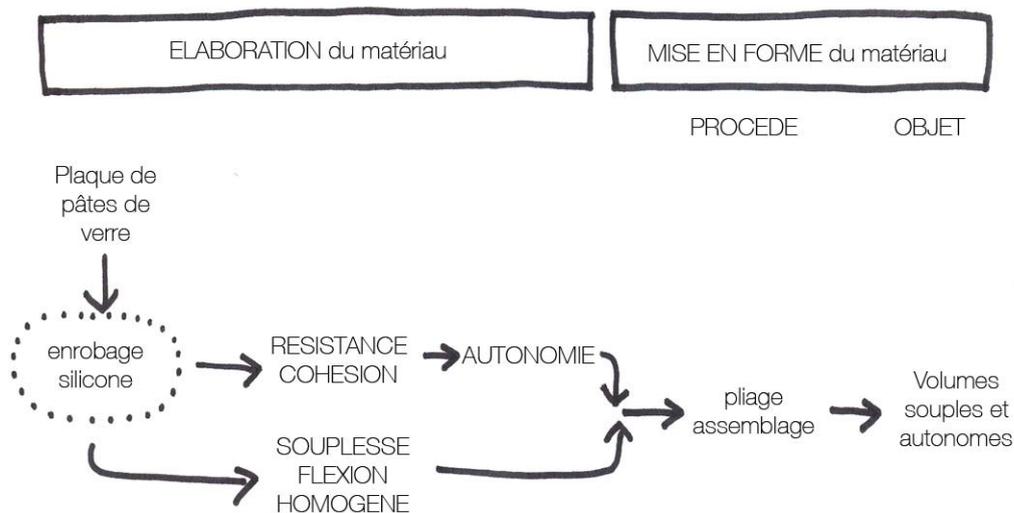


45 : Version intermédiaire du projet 'Piscine' - mise en forme rigidifiée par une pâte de ciment

Un premier essai a consisté à découper, plier, mettre en relief les plaques pour les enduire ensuite d'une pâte de ciment classique, traditionnellement utilisée pour la pose des plaques en revêtement. Nous présentons l'un des résultats obtenus en figure # 45. Cette version a finalement été abandonnée et le développement d'un nouveau procédé de mise en forme des plaques a été envisagé.

Le procédé finalement choisi - synthétisé en figure # 46 - consiste en un enrobage de silicone transparent sur les plaques par coulage à plat et dans un deuxième temps, un pliage et assemblage des plaques par collage silicone. Nous avons retenu ce procédé, plus innovant par rapport au procédé initial, car il permet de conserver la souplesse d'origine des plaques inhérente au matériau avant la pause de la pâte de ciment traditionnelle, tout en apportant de la cohésion aux plaques de pâtes de

verre et en homogénéisant le matériau. On obtient ainsi un véritable matériau composite sous forme de plaque souple dont le comportement serait a priori caractérisable de manière homogène à l'échelle macroscopique. La macromécanique décrit en effet le comportement mécanique des composites considérés alors comme macroscopiquement homogènes [Manson et al., 2004]. Cette solution adoptant un nouveau procédé permet de développer des mises en forme qui exploitent davantage les caractéristiques originelles des plaques et de produire en somme un nouveau langage formel représentatif des caractéristiques du matériau.



46 : Procédé de mise en forme des plaques de pâtes de verre retenu dans le projet 'Piscine'

3.4.3 Analyse du cas de la plaque de pâtes de verre dans le projet 'Piscine'

3.4.3.1 Analyse de la situation de conception dans le projet 'Piscine'

Valorisation du caractère souple et flexible de la plaque de pâtes de verre par les objets 'Piscine'

Le procédé de mise en forme traditionnel de la plaque de pâtes de verre correspond à la phase de pose, réalisée à partir de mortier (mélange composé de ciment et d'éléments minéraux fins). Le résultat obtenu, une fois mis en forme est une plaque étanche et rigide utilisée en revêtement de surface et dépendante du matériau sur lequel elle est fixée.

Le projet 'Piscine' a doté le matériau de nouvelles caractéristiques de souplesse, de flexibilité, par l'intégration d'un nouveau procédé de mise en forme du matériau : le pliage et l'assemblage de

plaques de pâtes de verre enrobées de silicone. On peut donc considérer que, par le projet ‘Piscine’, le concepteur se propose de valoriser des caractéristiques jusqu’ici peu exploitées : les caractéristiques de souplesse et de flexibilité du matériau présentes dans son état originel. La mise en forme traditionnelle du matériau lui fait en effet perdre ces particularités.

Expansion de l’identité de la plaque de mosaïque dans le projet ‘Piscine’

A partir de la description des objets ‘Piscine’ faite précédemment, le tableau # 47 compare, selon la même grille que pour les deux premières études de cas déjà réalisées, les caractéristiques de la plaque de pâtes de verre avant et dans le projet ‘Piscine’ et identifie ainsi les caractéristiques nouvelles attribuées au matériau. On comprend ainsi mieux en quoi le cas du projet ‘Piscine’ nous place à nouveau dans une situation dans laquelle s’opère un phénomène d’expansion d’identité par l’apport de nouvelles caractéristiques du matériau.

La plaque de pâtes de verre avant	La plaque de pâtes de verre dans le projet ‘Piscine’	Caractéristiques nouvelles pour la plaque de pâtes de verre dans le projet ‘Piscine’
Secteur de Bâtiment / marché construction	Domestique	Domestique
Fonction / Revêtement de usage surface	Contenant	Contenant
Forme	Volume autonome obtenu par pliage et assemblage d’une plaque découpée	Volume autonome obtenu par pliage et assemblage d’une plaque découpée
Couleur	Forme de sacs alimentaires Translucide / carreau de pâte de verre visible	Forme de sacs alimentaires Translucide
Aspect de surface	Peau silicone lisse à faible dureté	Peau silicone lisse à faible dureté
Valeur	Matériau ‘autonome’ et ‘domestiqué’	Matériau ‘autonome’ et ‘domestiqué’

47 : Analyse de la situation de la plaque de pâtes de verre dans le projet ‘Piscine’

3.4.3.2 Analyse du phénomène d’expansion d’identité de la plaque de pâtes de verre dans le projet ‘Piscine’

Relation d’interaction entre les caractéristiques matérielles et immatérielles nouvelles de la plaque de pâtes de verre dans les objets ‘Piscine’

Comme le montre le tableau précédent # 47, les objets ‘Piscine’ apportent à la plaque de pâtes de verre les caractéristiques nouvelles suivantes : au niveau de la mise en forme, des volumes autonomes obtenu par pliage et assemblage, un aspect translucide et un caractère souple et flexible ; ces caractéristiques matérielles sont directement liées à l’apport de valeurs d’autonomie et d’appartenance

au secteur domestique. La grille d'analyse utilisée précédemment dans nos deux premières études nous permet de synthétiser l'interaction entre caractéristiques matérielles et immatérielles dans le projet 'Piscine' de la manière suivante - voir # 48 :

Plastique et récit de la plaque de pâtes de verre dans les objets 'Piscine'	
Nouvelle plastique	Volumes autonomes Translucidité Souplesse
Nouveau récit	Un revêtement de surface 'domestiqué'

48 : Interaction entre plastique et récit de la plaque de pâte de verre dans les objets 'Piscine'

Combinaison de caractéristiques existantes et nouvelles pour la plaque de pâtes de verre dans les objets 'Piscine'

Comme dans les deux premiers cas déjà étudiés, les objets 'Piscine' associent des éléments connus liés au caractère connu du matériau utilisé et des éléments nouveaux liés à la nouvelle mise en forme du matériau. Grâce à l'usage de silicone translucide, les plaques restent en effet reconnaissables ; leur plastique générale a été conservée. Qui plus est, les objets 'Piscine' apportent au matériau les caractéristiques nouvelles suivantes : souple, mise en relief et autonomie.

Expansion de l'identité de la plaque de pâtes de verre dans les objets 'Piscine'	
Caractéristiques existantes majeures	Caractéristiques nouvelles majeures
'Plastique' des plaques de pâtes de verre	Souple, mise en relief et autonomie

49 : Caractérisation du phénomène d'expansion de l'identité de la plaque de pâtes de verre dans les objets 'Piscine'

3.4.4 Conclusion

Ce chapitre rassemble la dernière étude de cas individuelle : celle de la plaque de pâtes de verre dans le projet 'Piscine'. Pour cette troisième étude, nous nous sommes à nouveau appuyée sur la grille de description et d'analyse établie initialement dans l'étude du cas du projet 'Vecel'. Nous avons ainsi pu mettre à nouveau en avant certains éléments récurrents des deux premiers cas, à savoir : tout d'abord, la relation d'interaction possible entre les caractéristiques matérielles et immatérielles de la plaque de pâtes de verre ; qui plus est, l'association dans les objets 'Piscine' de caractéristiques à la fois existantes et nouvelles. Enfin, l'absence de référence notoire à des caractéristiques matérielles et

immatérielles culturellement connues dans l'élaboration des objets 'Piscine' nous a permis d'établir une distinction entre notre dernier cas et les deux premiers.

A partir des trois études individuelles réalisées, nous proposons dans le prochain chapitre de réunir sous forme de synthèse comparative les différents éléments identifiés de manière individuelle. Notre approche de l'étude de cas est inductive. Nous nous focaliserons donc davantage sur les éléments récurrents dans les différents cas pour tendre vers une proposition de modèle théorique concernant le phénomène d'expansion de l'identité d'un matériau. Ce modèle sera présenté par la suite dans la quatrième partie de notre document.

3.5 Synthèse comparative des trois cas étudiés

3.5.1 Analyse comparative des trois cas étudiés

3.5.1.1 Analyse comparative des trois situations de conception

Le tableau de synthèse # 50 reprend et met en parallèle les différentes caractéristiques des trois projets étudiés précédemment de manière individuelle. Nous ne rappelons pas la description des étapes de conception, pourtant présentes dans nos phases de description des projets. Celles-ci nous ont permis de mieux comprendre le déroulement du projet et de mettre en avant la construction de connaissances nouvelles, comme nous l'avons fait dans les analyses individuelles précédentes. Concernant l'analyse des situations de conception, elles nous aident à la formulation de l'intention générale de conception mais ne sont pas nécessaires à sa compréhension, une fois celle-ci établie.

	Projet 'Vecel'	Projet 'Echelle'	Projet 'Piscine'
Contexte			
Situation	Conception d'objets en Ultrabéton®	Conception d'un objet en bois	Conception d'objets à partir de plaques de pâte de verre
Objectif	Valoriser des performances peu exploitées de l'Ultrabéton®	Valoriser l'origine naturelle du bois	Valoriser la plaque de pâte de verre sur de nouveaux secteurs
Intention de conception			
Caractéristique du matériau	Performance de reproduction	Origine naturelle	Caractère souple et flexible
Objet	Reproduction de formes de vaisselles	Echelle en branches naturelles	Contenants domestiques aux volumes creux et autonomes
Valeur	Un béton 'délicat'	Une matière industrielle 'naturelle'	Un matériau 'autonome' et 'domestiqué'

50 : Synthèse comparative des trois situations de projet étudiées

Valoriser les caractéristiques 'oubliées' des matériaux

Les trois situations de conception ici étudiées ont eu pour intention de valoriser les performances spécifiques du matériau utilisé. Qui plus est, il s'agit dans les trois cas de performances 'peu exploitées'. Dans le cas de l'Ultrabéton®, elle est liée à un manque de développement inhérent au caractère nouveau du matériau. Dans le projet 'Echelle', l'aspect naturel de l'écorce est absent de la majorité des produits industriels en bois. Ici, l'origine naturelle du matériau a été négligée par les processus de fabrication industrielle standard. On retrouve dans le projet 'Piscine' l'idée d'une propriété 'naturelle' ou plutôt 'originelle' du matériau, non exploitée lors de sa mise en forme traditionnelle, comme dans le projet 'Echelle'. De ce point de vue, les trois situations sont très similaires.

Valorisation par l'apport de nouvelles valeurs immatérielles

Dans le cas du projet 'Vecel', nous avons identifié l'attribution en conception d'une valeur positive de délicatesse à l'Ultrabéton®. Cette valeur apparaît en effet dans les archives du projet 'Béton et objets' - voir l'identité 'imaginaire' de l'Ultrabéton® en annexes. Au fil de l'analyse des deux autres cas, il s'est avéré à nouveau possible de formuler l'intention de conception par l'apport de nouvelles valeurs immatérielles pour le matériau ; dans le cas du projet 'Echelle', la valeur d'origine naturelle et dans le cas du projet 'Piscine' les valeurs d'autonomie du matériau et d'appartenance au secteur domestique. L'attribution de cette valeur s'appuie sur la relation de signifiant- signifié proposée par le sémiologue [Barthes, 1985]. Cette relation entre caractéristiques conçues matérielles, les caractéristiques 'plastiques' et caractéristiques immatérielles, les valeurs, est le moyen, dans les trois cas, de proposer une valorisation des matériaux utilisés. Une évaluation des valeurs perçues permettraient de valider l'effet de valorisation du côté du récepteur.

3.5.1.2 Les facteurs d'expansion de l'identité en conception

Les facteurs d'expansion de l'identité des trois matériaux étudiés			
	Projet 'Vecel'	Projet 'Echelle'	Projet 'Piscine'
Le matériau			Nouvelles performances : souplesse et translucidité
Le procédé		Absence du procédé de transformation du bois en semi-produits standard (poutres, etc.)	
L'objet			
Usage	Secteur domestique (jardinières pour la maison)		Secteur domestique (contenants)
Forme	Formes de vaisselle	Aspect de surface d'origine (naturel)	Volumes autonomes et souples

51 : Facteurs d'expansion de l'identité des matériaux par la conception d'objets dans les trois cas étudiés

Le tableau de synthèse # 51 concerne les facteurs d'expansion de l'identité des matériaux observés à l'issue de nos trois analyses de cas. Il permet de faire l'inventaire des variables dans les différentes situations de conception étudiées. On peut ainsi identifier différentes actions de conception possibles tout au long du processus de conception et de mise en forme d'un matériau : elles concernent le matériau lui-même, ses performances, le procédé de mise en forme du matériau, de transformation, d'assemblage et enfin l'objet lui-même, par son usage et/ou sa forme.

3.5.1.3 Caractérisation du phénomène d'expansion de l'identité des trois matériaux étudiés

Combinaison de caractéristiques existantes et nouvelles du matériau

Dans les trois projets étudiés, chacun des objets conçus conserve en même temps des caractéristiques déjà connues du matériau tout en lui en créant de nouvelles. Dans le cas du projet 'Vecel', le coloris gris de l'Ultrabéton® est conservé ; il a pour intérêt de rendre plus distinguable le matériau de la porcelaine ou de la céramique. Dans le cas du projet 'Echelle', la forme typique d'échelle constitue une caractéristique connue du matériau, concernant sa mise en forme ; c'est l'ajout de l'aspect naturel qui apporte une expansion de son identité. Dans le projet 'Piscine', la plastique globale des plaques de pâtes de verre reste reconnaissable. C'est l'usage de silicone translucide qui permet que le matériau utilisé - la plaque de pâtes de verre - reste identifiable.

Expansion de l'identité du matériau dans les projets étudiés		
	Caractéristiques existantes majeures	Caractéristiques nouvelles majeures
Projet 'Vecel'	Coloris gris	Formes de vaisselle
Projet 'Echelle'	Forme d'échelle	Aspect du bois brut : écorce et veines naturelles
Projet 'Piscine'	'Plastique' des plaques de pâtes de verre	Souplesse, mise en relief et autonomie

52 : Caractérisation du phénomène d'expansion de l'identité du matériau dans les trois projets étudiés

Ce processus d'association d'éléments existants et nouveaux se retrouve dans l'analyse faite par [Hatchuel, 2006] concernant les processus de design et la particularité du designer à produire à la fois du connu et de l'inconnu dans un même objet. Dans le cas de notre recherche, les caractéristiques existantes d'un matériau - présentes avant le projet étudié - sont des éléments connus. L'association d'éléments connus du matériau et d'éléments nouveaux pour le matériau permet de générer ce que nous caractérisons comme une expansion de l'identité du matériau et non par exemple une rupture d'identité. Si [Hatchuel, 2006] [Hatchuel et al, 2006] se focalisent davantage sur l'identité des objets, dans notre cas, l'expansion d'identité concerne le matériau et s'opère dans et par l'objet.

Nouvelles caractéristiques des matériaux : connues et inconnues

Parmi les caractéristiques nouvelles majeures identifiées précédemment dans l'ensemble des trois projets étudiés - voir tableau # 52 -, il apparaît possible de les catégoriser en deux. Ces

caractéristiques peuvent être connues ou inconnues, c'est-à-dire qu'elles peuvent ou non faire référence à des caractéristiques culturellement connues. Les formes de vaisselles dans le projet 'Vecel' et l'aspect du bois brut dans le projet 'Echelle' sont des caractéristiques culturellement connues que les projets de conception se proposent d'emprunter pour apporter de nouvelles caractéristiques au matériau. La souplesse, la mise en relief et l'autonomie apportées à la plaque de pâtes de verre dans le projet 'Piscine' n'établissent pas de références particulières à des caractéristiques culturellement connues et sont en cela des caractéristiques nouvelles catégorisées comme inconnues.

Catégorisation des caractéristiques nouvelles majeures des trois matériaux étudiés

	Connue	Inconnue
Projet 'Vecel'	Formes de vaisselle	
Projet 'Echelle'	Aspect du bois brut : écorce et veines naturelles	
Projet 'Piscine'		Souplesse, mise en relief et autonomie

53 : Synthèse et catégorisation des caractéristiques nouvelles majeures des trois matériaux étudiés lors du phénomène d'expansion d'identité

Interaction entre 'récit' et 'plastique' du matériau

Dans chacune des trois études de cas individuelles précédemment réalisées, nous avons pu établir de manière récurrente une relation d'interaction dans l'élaboration des caractéristiques nouvelles matérielles et immatérielles des matériaux utilisés. Nous reprenons ces éléments sous la forme d'un tableau de synthèse intégrant les trois projets - voir figure # 54.

Plastique et récit des trois matériaux étudiés			
	Projet 'Vecel'	Projet 'Echelle'	Projet 'Piscine'
Nouveau récit	Un béton délicat	Une matière industrielle d'origine naturelle	Un revêtement de surface 'domestiqué'
Nouvelle plastique	Formes de vaisselle Aspect de surface velouté Coloris gris clair	Aspect du bois brut : écorce et veines naturelles	Volumes autonomes Translucidité Souplesse

54 : Synthèse de l'interaction entre plastique et récit du matériau dans les trois projets de conception

3.5.2 Validation des hypothèses

Dans le tableau # 55, nous reprenons les différents éléments d'analyse développés précédemment dans ce chapitre - voir synthèses # 53 et # 54 - pour les placer en relation avec les hypothèses de recherche préalablement formulées en deuxième partie de notre document. Cette synthèse nous permet de valider nos hypothèses dans les trois projets étudiés, à savoir la présence de caractéristiques nouvelles matérielles et immatérielles d'une part (hypothèse 1) et connues et inconnues d'autre part (hypothèse 2).

Hypothèse 2			
	Connu	inconnu	
Hypothèse1	Projet 'Vecel'	Projet 'Echelle'	Projet 'Piscine'
Immatériel	Un béton délicat	Une matière industrielle d'origine naturelle	Un revêtement de surface 'domestiqué'
Nouveau récit			
Matériel	Formes de vaisselle	Aspect du bois brut : écorce et veines naturelles	Volumes autonomes Translucidité Souplesse
Nouvelle plastique			

55 : validation des hypothèses par l'étude des trois de conception

3.5.3 Discussion

Des situations d'expansion d'identité provoquées

Les situations étudiées dans notre étude de cas multiples ont été provoquées par notre recherche . Comme nous l'avons mis en avant dans chacune de nos analyses de cas, elles constituent toutes des situations d'expansion d'identité, des situations qui associent en un même objet des éléments déjà connus à des éléments nouveaux pour le matériau. Qui plus est, toutes ces situations ont eu pour objectif de valoriser les matériaux utilisés, c'est-à-dire d'apporter une valeur au matériau.

Expansion des performances ou nouveaux matériaux ?

La question de l'expansion des performances et de l'élaboration de nouveaux matériaux est particulièrement présente dans le projet 'Piscine'. Dans le cas de la plaque de pâtes de verre, nous avons souhaité montrer que le projet de design 'Piscine' a été capable d'étendre les performances d'un matériau en lui conférant des caractéristiques nouvelles ou améliorées : flexibilité et translucidité. S'effectue ainsi une expansion des caractéristiques de performances du matériau lors du

projet de conception. Cette analyse rejoint le propos d' [Antonelli, 1995] qui identifie chez le designer une capacité à repenser les performances des matériaux en fonction des besoins du projet.

Néanmoins, le cas de la plaque de pâtes de verre dans le projet 'Piscine' s'apparente au cas des matériaux composites. C'est la combinaison nouvelle de plusieurs matériaux existants qui permet d'élaborer un nouveau matériau composite. Dans le projet 'Piscine', on peut considérer que comme dans le cas des composites polymères, la plaque de pâtes de verre devient le renfort d'un matériau composite silicone+plaque de pâtes de verre. Ainsi le matériau élaboré dans le projet 'Piscine' serait un matériau nouveau. Selon la définition proposée par [Mercier et al, 2002], il possède en effet des performances nouvelles et améliorées - flexibilité, translucidité. Si l'on considère que par le changement de ses performances, le matériau n'est plus le même, l'expansion d'identité du matériau par l'expansion de ses performances n'est pas possible. On rencontre ici la problématique du devenir de l'identité développée dans la première partie de notre document et particulièrement dans le paragraphe 1.2.1.3. concernant le mythe du bateau de Thésée. Dans le cas du projet 'Piscine', doit-on considérer que la plaque de pâtes de verre devient 'autre' lorsque ses caractéristiques évoluent ? ou doit-on considérer que, comme son apparence reste reconnaissable, elle est toujours la 'même' ?

La génération de connaissances nouvelles sur le matériau

Comme le montre le tableau # 56, chacun des projets de conception réalisés a permis de générer des connaissances nouvelles concernant le matériau, son comportement et ses performances. Dans chacun des cas étudiés, l'expansion de l'identité du matériau est directement liée et rendue possible par une expansion des connaissances du matériau, plus particulièrement sur les possibilités de mises en forme du matériau. Ce phénomène de double expansion peut être rapproché du processus d'expansion conjointe des connaissances et des concepts proposé par [Hatchuel et al, 2006].

Génération de connaissances dans les trois projets étudiés		
Projet 'Vecel'	Projet 'Echelle'	Projet 'Piscine'
Meilleure connaissance de la capacité de reproduction	Meilleure connaissance de la capacité du bois à réaliser des semi-produits naturels (type poutre) de sections différentes	Meilleure connaissance des possibilités de mise en forme en relief
Maîtrise de la délicatesse du matériau		Nouvelles performances du matériau

56 : Synthèse des connaissances élaborées dans les trois projets de conception

3.6 Conclusion

Après avoir défini les objectifs de l'étude des trois projets sélectionnés, cette troisième partie a présenté une à une chacune des trois études individuelles réalisées : l'étude du cas de l'Ultrabéton®

dans le projet 'Vecel' ; l'étude du bois massif dans le projet 'Echelle' et l'étude de la plaque de pâtes de verre dans le projet 'Piscine'. Au cours de la réalisation de ces études individuelles, plusieurs phénomènes récurrents ainsi que quelques différences ont été identifiés. C'est ce qui nous a permis de présenter, dans un dernier chapitre, une synthèse comparative des différents cas étudiés et de valider nos hypothèses de recherche. La synthèse issue de cette troisième partie de document nous permet de cheminer vers la proposition d'un modèle théorique concernant le phénomène d'expansion de l'identité d'un matériau en conception que nous présentons en quatrième et dernière partie.

/ Partie 4

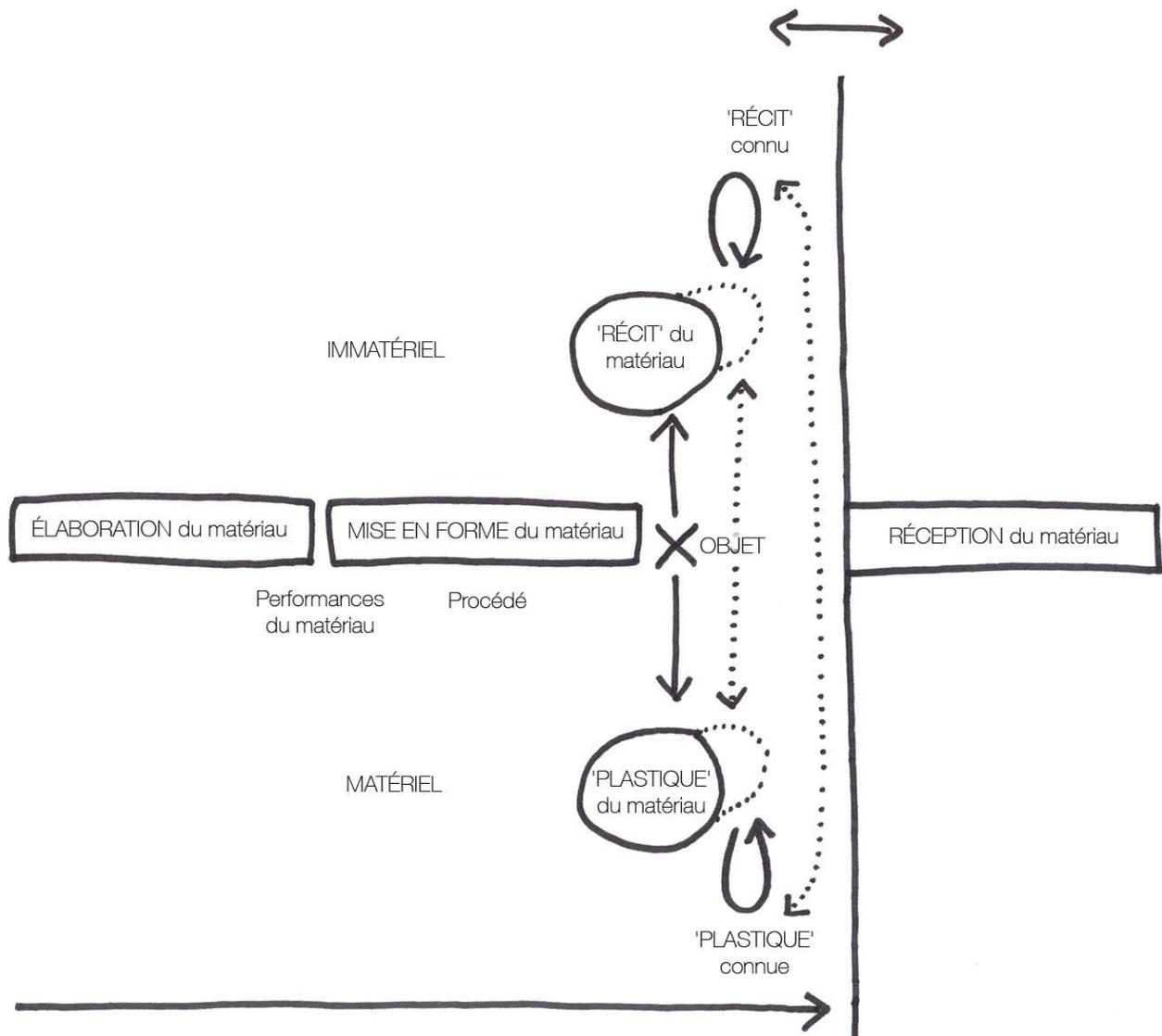
Apports de la recherche

Introduction

Dans la troisième partie de ce document, nous avons mené une étude de trois cas de conception dans lesquels s'opère une expansion de l'identité du matériau, sur le plan de la conception. Cette étude nous a permis d'identifier des caractéristiques récurrentes sur les trois cas distincts. C'est ce qui nous permet, dans cette quatrième partie, de proposer un modèle théorique de l'expansion de l'identité des matériaux par la conception d'objets.

La présentation de notre modèle d'expansion de l'identité des matériaux en conception fait l'objet d'un premier chapitre. Nous présentons ensuite les apports issus de cette proposition de modèles : tout d'abord, nous formulons plusieurs stratégies d'expansion d'identité des matériaux en conception : elles concernent les performances du matériau puis l'élaboration de nouvelles 'plastiques' et de nouveaux 'récits' du matériau. Ensuite, nous rappelons l'apport de nos travaux pour la communauté des sciences de la conception, au regard des limites identifiées dans la première partie de notre document et des préoccupations actuelles générales au sein du génie industriel. Enfin, dans un dernier chapitre, nous formulons les limites entrevues dans nos travaux de recherche. Cette quatrième et dernière partie sera clôturée par une conclusion générale, rappelant la synthèse de nos travaux et les perspectives de recherche envisagées.

4.1 Modèle d'expansion de l'identité d'un matériau en conception



57 : Notre proposition de modèle d'expansion de l'identité d'un matériau par la conception d'objets

Dans la partie précédente de notre document, l'étude de trois projets de conception suivant la méthode d'étude de cas multiples nous a permis de mettre en avant les liens opérationnels possibles entre les composantes de l'identité conçue d'un matériau que sont : la 'plastique' du matériau, et le 'récit' du matériau. Nous avons désigné par la 'plastique' du matériau la part matérielle des caractéristiques d'un matériau présentes au sein de l'objet conçu ; et par 'récit' du matériau la part immatérielle des caractéristiques d'un matériau présente au sein de l'objet. Ces caractéristiques présentes dans l'objet conçu sont influencées sur l'ensemble du processus d'élaboration et de mise en forme du matériau et plus particulièrement par les performances du matériau, le procédé de mise en forme utilisé et le choix de secteur, d'usage et d'aspects formels de l'objet conçu.

Notre modèle s'appuie principalement sur le principe de relation d'interaction entre signifiant matériel et signifié immatériel pour construire une relation d'interaction entre plastique et récit du matériau par l'objet. Ce principe est emprunté au modèle issu de la sémiologie et proposé à l'origine par [Barthes, 1985] concernant les significations des objets. Il est aujourd'hui repris en sciences de la conception et dans la discipline du design - voir [Vihma, 2007] [Krippendorf, 2008] mais à nouveau davantage appliqué aux objets et non aux matériaux. L'adaptation du modèle de [Barthes, 1985] aux matériaux constituent l'une des spécificités de notre modèle. Qui plus est, la seconde spécificité majeure de notre modèle est d'aborder la question de l'identité des matériaux sur l'ensemble du processus de conception, de l'élaboration à la mise en forme du matériau en objet. Nous nous appuyons pour cela sur la structuration en trois phases : élaboration, mise en forme, réception, proposée par [Doordan, 2003]. Enfin, nous empruntons le modèle de l'expansion en conception à [Hatchuel et al, 2006] qui, dans le cadre d'une proposition théorique concernant le processus de conception innovante – la théorie C-K – identifient un phénomène d'expansion en parallèle des concepts élaborés et des connaissances produites – C et K. Dans notre modèle présenté en figure # 57, nous représentons l'expansion par l'accroissement en pointillé du 'récit' du matériau et de sa 'plastique'.

4.2 Apports du modèle

4.2.1 Stratégies d'expansion de l'identité d'un matériau

4.2.1.1 Performances du matériau

L'élaboration de nouvelles connaissances concernant les performances du matériau peut être vue comme une stratégie. De manière générale, les nouvelles connaissances sont souvent nécessaires à la réalisation d'un projet de conception mais elles ne sont pas indispensables [Hatchuel et al, 2006]. Il est en effet possible que la génération d'artefacts nouveaux ne nécessite pas d'effort de construction de connaissances nouvelles mais exploite davantage, éventuellement de manière nouvelle, grâce à une réorganisation des connaissances, un corpus de connaissances établies. Cette position est fréquente dans la conception dite routinière menée dans certains cas par l'ingénieur. Plus particulièrement lors d'une conception innovante, l'élaboration de nouvelles connaissances techniques, concernant les procédés de fabrication par exemple, est souvent le moyen de concrétiser un concept nouveau et de mener à son terme un projet de conception [Hatchuel et al, 2006].

La génération d'une meilleure connaissance du matériau, en d'autres termes une expansion de connaissances liées au matériau peut, au regard de notre modèle, favoriser l'élaboration ou l'identification de caractéristiques nouvelles pour le matériau. Elle peut concerner tout d'abord l'élaboration de performances nouvelles ; on se situe alors à la limite entre conception d'un nouveau matériau et expansion des caractéristiques d'un matériau existant ; c'est par exemple le cas de notre

projet 'Piscine'. L'expansion de connaissances liées aux performances du matériau peut également concerner l'identification de performances inconnues, négligées ou peu exploitées ; c'est le cas de notre projet 'Béton et objets' ; voire des performances oubliées, comme dans le cas de notre projet 'Echelle'.

4.2.1.2 *Nouvelles plastiques*

L'élaboration de nouvelles plastiques du matériau lors de sa mise en forme en objet constitue l'une des stratégies majeures d'expansion des caractéristiques matérielles du matériau et par là de l'expansion de son identité. Cette stratégie est présente sur l'ensemble des trois projets étudiés en détail dans notre document et également dans les autres projets présentés en annexes. Elle apparaît comme essentielle aux projets de design centrés sur les matériaux.

[Doordan, 2003] utilise les termes de 'langages formels' du matériau pour désigner la capacité du designer à produire de nouvelles esthétiques spécifiques à un matériau et directement liées aux performances offertes par celui-ci. C'est ici ce que nous proposons comme l'une des stratégies possibles d'expansion de l'identité des matériaux par la mise en place d'une relation entre performances du matériau, souvent encore peu exploitées et 'plastique' du matériau.

L'élaboration de nouvelles plastiques du matériau au cours de la conception d'objets peut établir des références à des plastiques culturellement connues. C'est par exemple le cas de l'Ultrabéton® et des objets 'Vecel' qui empruntent à la porcelaine, à la céramique et au verre, la plastique des objets de table.

4.2.1.3 *Nouveaux récits*

L'élaboration de nouveaux récits du matériau lors de sa mise en forme en objet est directement liée à l'élaboration de nouvelles plastiques du matériau. Dans le cadre de notre recherche, nous avons pu distinguer deux types de récits : le récit de l'origine du matériau et le récit à références culturelles.

Le récit de l'origine du matériau

Ce type de nouveau récit puise son élaboration dans le matériau lui-même. C'est un récit qui renvoie à l'origine du matériau, son histoire, son procédé de fabrication. Il peut se manifester par des mises en forme du matériau qui conservent la trace du procédé de fabrication – voir [Sagot, 2005]. C'est par exemple le cas du bois et du projet 'Echelle' dans lequel l'intention de conception consiste à conserver les traces de l'origine naturelle du matériau, c'est-à-dire les traces de l'élaboration naturelle du matériau.

Comme nous l'avons précédemment indiqué, nous avons emprunté le terme de 'récit' à [Remaury, 2004]. Par l'étude de plusieurs cas de marques commerciales, l'auteur identifie différents récits de

marque dont le récit du temps, de la matière et du savoir-faire qui peuvent facilement s'adapter à notre cas de recherche.

Le récit à références culturelles

Ce type de nouveau récit du matériau puise dans des récits déjà établis pour d'autres matériaux. Souvent, le récit à références renvoie à d'autres matériaux nobles. Par exemple, dans le cas de l'Ultrabéton®, le nouveau récit du matériau élaboré par les objets 'Vecel' fait référence aux matériaux d'arts de la table : la porcelaine et le verre non pas pour imiter simplement mais pour y puiser des valeurs : la délicatesse principalement. Ce type de récit s'appuie sur des similarités en termes de performances avec d'autres matériaux pour rapprocher le matériau de ceux auxquels il fait alors référence ; dans le cas du projet 'Vecel' il s'agit de la performance de reproduction.

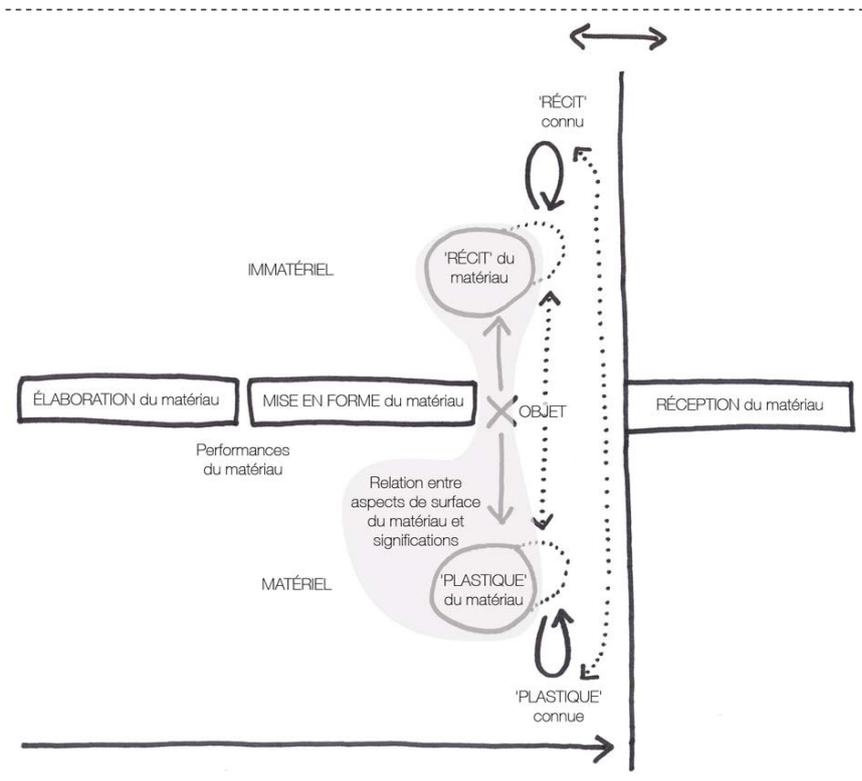
4.2.1.4 Des stratégies emboîtées

Les trois grands types de stratégies d'expansion de l'identité d'un matériau que nous avons identifié : l'élaboration de nouvelles connaissances sur les performances, l'élaboration de nouveaux récits du matériau et de nouvelles plastiques du matériau sont en réalité souvent combinés dans un même objet ; comme nous avons pu le montrer dans les trois projets étudiés plus en détail en troisième partie de notre document et également dans les autres projets de conception réalisés au cours de notre recherche - voir annexes.

4.2.2 Apport du modèle en sciences de la conception

4.2.2.1 Apport par rapport au modèle des identités connues en conception

Afin de mettre en avant l'apport de nos travaux par rapport au modèle des identités connues en conception, modèle décrit en première partie de notre document, la figure # 58 rappelle notre proposition de modèle d'expansion de l'identité des matériaux et y positionne le modèle existant des identités connues. Par rapport à la littérature existante en sciences de la conception, notre principal apport est en somme de proposer un modèle expansif de l'identité des matériaux qui intègre sur l'ensemble du processus d'élaboration et de mise en forme d'un matériau les caractéristiques à la fois matérielles et immatérielles des matériaux. Par ailleurs, en portant un intérêt particulier à la conception d'objets, nous abordons les caractéristiques 'plastiques' d'un matériau dans leur ensemble et non pas seulement les aspects de surface (texture, couleurs, etc.) représentés en général par des échantillons de matériaux et sur lesquels se focalisent souvent les recherches actuelles en sciences de la conception [Johnson, 2003] [Saakes, 2005] [Kesteren, 2005] [Kesteren, 2007] [Kesteren, 2008].

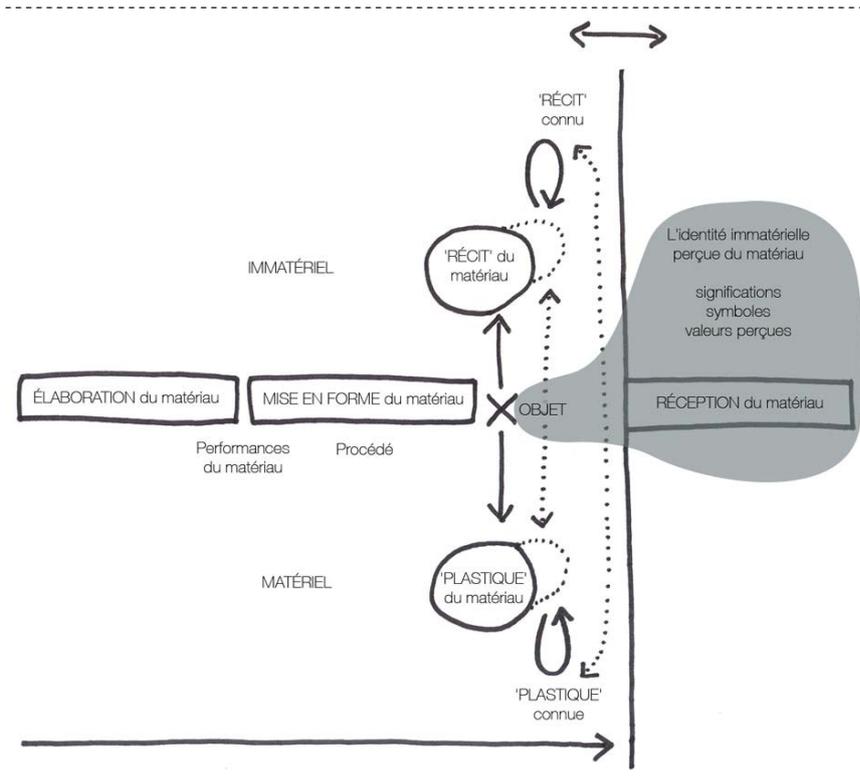


58 : Positionnement du modèle des identités connues en conception par rapport à notre proposition de modèle

4.2.2.2 Apport par rapport au modèle de l'identité perçue en sémiologie

Notre modèle de l'identité des matériaux a eu pour intention d'intégrer le caractère changeant de l'identité lié à l'influence de la conception et ce, selon les différentes composantes matérielles et immatérielles préalablement identifiées. Ce modèle propose de caractériser l'identité d'un matériau selon un phénomène d'expansion dans lequel l'action de conception et particulièrement les projets de design participent à cette expansion.

La sémiologie se focalise sur les valeurs culturelles acquises par les matériaux et peut de ce fait davantage étudier l'identité des matériaux perçue par la société. Dans la discipline du design, la notion d'identité du matériau a été à notre connaissance principalement abordée par [Manzini, 1989]. L'auteur la définit comme la 'signification reconnue' d'un matériau. Par rapport à cette proposition, notre apport est donc de s'intéresser à l'identité conçue des matériaux à la fois matérielle et immatérielle et de la considérer sur l'ensemble du processus d'élaboration et de transformation du matériau en objet. La figure # 59 rappelle à nouveau notre proposition de modèle sur lequel nous faisons ici figurer le positionnement issu de la sémiologie, repris et étudié principalement par [Manzini, 1989] [Sparke, 1990] [Doordan, 2003] [Doordan, 2006].



59 : Positionnement du modèle de l'identité perçue en sémiologie par rapport à notre proposition de modèle

4.2.2.3 Enjeu général du modèle : l'amélioration des innovations dans le champ des matériaux

Pour les sciences de la conception, l'apport principal de notre modèle et de nos travaux de recherche concerne l'amélioration des innovations dans le champ des matériaux. Il est en accord avec les orientations prises encore aujourd'hui par la discipline du génie industriel concernant l'ingénierie anthropocentrée [Brocas, 1997] et la prise en compte des dimensions humaines en conception, dans son acceptation la plus large. En permettant l'élaboration de nouvelles stratégies d'expansion de l'identité des matériaux, notre modèle favorise une valorisation dans la sphère domestique des nouveaux matériaux et des matériaux techniques. Il permet par là le développement de leur identité et particulièrement le développement conjoint d'une identité d'ordre immatériel – le récit, les valeurs associées – supportée par une identité d'ordre matériel, la 'plastique' du matériau. Elle favorise ainsi le développement de nouveaux langages formels du matériau comme le préconise [Doordan, 2006].

4.3 Limites du modèle

4.3.1.1 *Provocation de cas d'expansion par la recherche-action*

Notre modèle s'est construit à partir de situations provoquées par l'objet de recherche sur lequel nous sommes focalisée : l'identité des matériaux dans la conception d'objets. Comme nous l'avons mis en avant dans chacune de nos analyses de cas, elles constituent toutes des situations d'expansion d'identité qui associent en un même objet des éléments existants à des éléments nouveaux pour le matériau. Qui plus est, toutes ces situations ont eu pour objectif de valoriser les matériaux utilisés, par l'apport de valeurs immatérielles positives pour le matériau. Ces points communs entre nos différents cas nous ont permis d'identifier un type de situation de conception particulier sur lequel nous focaliser : la situation de conception dans laquelle s'opère une expansion de l'identité du matériau par l'objet. Mais cette orientation spécifique est inévitablement une limite de notre modèle concernant la question de l'identité des matériaux. Par exemple, nous n'avons pas abordé les situations de conception dans lesquelles s'opèrent des ruptures d'identité bien qu'elles semblent selon nous pouvoir exister.

4.3.1.2 *Concept de matériau*

Dans notre recherche, nous avons davantage traité des matériaux que l'on pourrait qualifier de 'traditionnels'. Aujourd'hui, les notions de matériaux et de nouveaux matériaux évoluent. On parle de plus en plus de nouvelles technologies. On parle moins de matériaux nouveaux tellement les performances de la matière conçue sont indissociables du procédé qui permet de les atteindre. La définition d'un matériau tend aujourd'hui à s'élargir de plus en plus. [Hatchuel, 2006] revendique la possibilité de concevoir la lumière, le son, etc et [Kula et al, 2009] considèrent ces derniers comme des matériaux à part entière.

En ce sens, l'Ultrabéton® est un matériau 'traditionnel' qui respecte la définition admise d'un matériau. A la différence des matériaux composites polymères où la structure qui définit les performances du matériau est conçue à échelle macroscopique, l'Ultrabéton® est davantage un matériau dont les performances (résistance mécanique en compression par exemple) sont définies par sa microstructure, grâce au principe d'empilement granulaire rendu possible par le mélange de composants sous forme de poudres fines et ultrafines. Il repose donc davantage sur le principe des premiers matériaux, davantage comme un alliage métallique, davantage un micro-matériau qu'un macro-matériau, c'est-à-dire davantage pensé dans sa microstructure que dans sa macrostructure.

4.3.1.3 *Des objets tous constitués d'un matériau unique*

Dans notre recherche, les différents projets de conception réalisés concernent tous des objets constitués d'un matériau unique. Cette orientation est née du cas du projet 'Béton et objets' à l'origine de notre objet de recherche et pour lequel il était demandé de concevoir des objets à partir d'Ultrabéton®. Ainsi, la question générale de l'identité des matériaux a ensuite induit à son tour différents projets de conception tous réalisés à partir de matériaux uniques. Cette caractéristique de notre recherche apparaît à la fois comme une nécessité et une limite. Elle permet de traiter plus facilement la question de l'identité d'un matériau et notamment d'identifier ce qui singularise tel ou tel matériau. Elle met cependant une limite non négligeable à notre modèle compte tenu du fait que dans la pratique et de plus en plus aujourd'hui, beaucoup d'objets sont faits de plusieurs matériaux.

4.3.1.4 *La gestion de connaissances nouvelles*

Dans l'analyse des projets faite en troisième partie de notre document, nous avons évoqué la possibilité d'opérer, par la génération de connaissances nouvelles, une expansion au niveau des performances du matériau. Pourtant, si l'on reprend la catégorisation proposée par [Doordan, 2003] sur laquelle s'appuie notre modèle – catégorisation en trois phases : élaboration, mise en forme et réception du matériau -, les connaissances concernant le matériau et élaborées en situation de conception d'objets peuvent être de trois types :

- Connaissances sur les performances
- Connaissances sur le procédé
- Connaissances sur les possibilités 'plastiques' du matériau

Les théories de gestion de la connaissance et la théorie proposée par [Hatchuel et al, 2006] qui propose un modèle de l'expansion des connaissances en conception pourraient nous permettre d'intégrer davantage l'importance de l'élaboration de connaissances nouvelles dans le phénomène d'expansion de l'identité d'un matériau et ce tout au long du processus industriel d'élaboration et de mise en forme du matériau.

Conclusion générale

Synthèse des travaux

Notre recherche a été réalisée au sein de la discipline du génie industriel, au laboratoire de conception de produits et d'innovation de l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers -ENSAM- de Paris. Elle a été initiée par un projet industriel de design : le projet 'Béton et objets' mené dans le cadre d'une activité professionnelle de design supportée par les Etablissements Comelli, partenaire industriel de notre recherche. Ce projet a eu pour objectif de développer des objets et du mobilier pour l'habitat à partir d'un nouveau béton technique, l'Ultrabéton®, un nouveau matériau à l'origine développé pour le secteur de la construction.

Ce projet industriel nous a permis de mettre en lumière un manque d'identité inhérent aux matériaux émergents issus des dernières avancées technologiques et de soulever de manière générale la question de l'identité des matériaux. Compte tenu d'un certain manque d'éléments bibliographiques concernant la définition de l'identité des matériaux et sa relation à la conception, cette question a alors constitué l'objet théorique général de notre recherche.

A partir de la définition de chacun des deux concepts d'identité et de matériau, nous avons ainsi orienté notre réflexion vers la question de ce que peut être précisément l'identité d'un matériau. Nous avons choisi de désigner par l'identité l'ensemble des éléments qui caractérise un matériau, le rend définissable et distinct. Cette définition nous a permis de rassembler des composantes de l'identité d'un matériau à la fois matérielles, les performances du matériau par exemple, et immatérielles, les valeurs et significations symboliques et culturelles. La problématique du devenir de l'identité appliquée au cas de l'identité des matériaux nous a permis par ailleurs de mettre en avant son caractère nécessairement évolutif et pluriel. Il a ainsi été possible pour nous de caractériser l'identité d'un matériau selon un phénomène d'expansion.

Nous avons ensuite étudié comment l'identité globale d'un matériau se construit, à la fois sur le plan matériel et immatériel, afin d'identifier et de mieux comprendre les facteurs d'influence de l'identité d'un matériau. Nous avons particulièrement développé la question des influences des différentes actions de conception possibles sur l'identité d'un matériau : l'action même de conception du matériau et celle de mise en forme en objets pour laquelle le designer joue un rôle particulier. Nous avons ainsi analysé plus en détail la possibilité pour les designers, du fait de leurs compétences spécifiques au sein

des métiers de la conception, d' à la fois manipuler les identités de matériaux culturellement connues et de proposer de nouvelles identités à l'issue du processus de projet.

En somme, notre étude bibliographique nous a permis de caractériser les différentes composantes de l'identité ainsi que leurs facteurs d'influence en conception. Une fois ces éléments identifiés, notre problématique a donc été de comprendre comment contribuer à l'expansion de l'identité des matériaux et particulièrement quels étaient les liens possibles entre les différentes composantes de l'identité d'un matériau, lorsque la conception usait de ses facteurs d'influence. Ces interrogations ont initié l'étude de trois projets de conception réalisés au cours de notre recherche.

Compte-tenu de notre objet de recherche, nous avons porté une attention particulière à la question de l'identité du matériau dans les différents projets de design menés au cours de notre thèse. Dans notre document, l'étude approfondie de trois cas de conception nous a ainsi permis de mieux caractériser le phénomène d'expansion d'identité d'un matériau et de répondre en somme à notre problématique de thèse.

L'apport théorique principal prend la forme d'une proposition de modèle concernant l'expansion de l'identité des matériaux en conception. Dans notre modèle de l'identité des matériaux en conception, nous avons eu pour objectif de prendre en considération le caractère changeant de l'identité d'un matériau ; nos lectures bibliographiques nous ont permis de le modéliser selon un phénomène d'expansion. Cette proposition de modèle permet d'intégrer l'influence de la conception sur les composantes de l'identité d'un matériau. Le principe d'expansion permet au niveau du modèle de conserver à la fois l'identité déjà acquise des matériaux et l'identité nouvelle apportée par l'action de conception. En complément et issues de la proposition de modèle théorique de l'identité des matériaux, nous proposons des 'stratégies' nouvelles pour la conception : il s'agit de différentes stratégies d'expansion de l'identité des matériaux, qui agissent sur les composantes matérielles et immatérielles de l'identité d'un matériau. Ces stratégies peuvent en réalité toutes faire l'objet de combinaison. Présentée ici de façon individuelle, elles concernent les performances du matériau, le 'récit' du matériau, c'est-à-dire ses significations et valeurs immatérielles et enfin, la 'plastique' du matériau, c'est-à-dire les mises en forme matérielles faites du matériau.

L'originalité majeure de nos travaux est de proposer un modèle de l'identité des matériaux du point de vue de la conception, c'est-à-dire qui intègre l'influence de l'action de conception sur l'identité des matériaux, particulièrement sur leurs valeurs symboliques et culturelles, habituellement étudiées par la sémiologie et aujourd'hui davantage connectées à la sphère de la conception.

Nous avons positionné notre recherche au cœur de la problématique actuelle d' 'humanisation' des innovations qui anime aujourd'hui le génie industriel. L'amélioration des innovations par la prise en compte des valeurs autres que technique, constitue ainsi l'enjeu majeur de nos travaux. Sur le plan

économique, l'intérêt de notre recherche est alors de valoriser les innovations d'ordre technologique sur de nouveaux secteurs par l'expansion et l'accroissement de leur valeur culturelle.

Perspectives

Perspectives industrielles et commerciales pour l'Ultrabéton®

Afin de proposer quelques perspectives originales et pertinentes pour l'Ultrabéton®, nous proposons de resituer le cas du projet 'Béton et objets' au sein du processus global d'innovation. [Auger, 2008] caractérise le phénomène d'innovation en deux temps : une phase de création de l'innovation, que nous assimilerons à l'action de conception et une phase de diffusion qui permet de placer l'innovation sur un marché.

Dans le cadre de notre recherche, nous nous sommes davantage focalisée sur l'influence du processus de conception et de design sur l'identité d'un matériau. Les perspectives importantes pour le projet 'Béton et objets' et pour l'Ultrabéton® concernent donc la phase de diffusion. Bien qu'au cours de notre thèse, la commercialisation des objets 'Béton et objets' a été initiée par une participation répétée à plusieurs salons professionnels et expositions, il s'agit maintenant de s'y intéresser davantage pour permettre un réel développement commercial. Ces éléments d'ordre industriel sont directement liés aux perspectives que nous proposons sur le plan théorique, concernant la perception, la réception de l'identité des matériaux.

Élargissements de notre objet de recherche

Afin d'envisager les perspectives possibles de notre recherche comme un élargissement du périmètre de notre recherche, nous proposons de revenir sur la classification de [Doordan, 2003] en trois phases : Elaboration du matériau, mise en application du matériau, réception du matériau. Bien que comme le rappelle [Doordan, 2003] tout objet de recherche qui concerne a priori l'une des trois phases aborde naturellement les deux autres, notre recherche s'est principalement focalisée sur la mise en forme du matériau, sur la transformation du matériau en objet, qui est le rôle le plus évident que l'on attribue actuellement aux concepteurs et aux designers. Nous proposons ainsi un élargissement de nos travaux sur les deux autres phases, plus en amont, celle de l'élaboration, de la conception du matériau et plus en aval, celle de sa réception.

La 'réception' du matériau

Comme nous l'avons indiqué déjà sur le plan industriel pour l'Ultrabéton®, il nous semble pertinent d'approfondir les processus situés en aval de ce que nous avons établi, c'est-à-dire approfondir la modélisation des processus de perception et de 'réception' des matériaux comme l'indique [Doordan, 2003] dans sa catégorisation concernant la recherche dans le domaine des matériaux. Dans le cadre de

notre recherche, nous avons distingué l'identité conçue de l'identité perçue du matériau. Bien qu'elles soient directement liées, nous reconnaissons un décalage entre conception et réception inhérent au processus de perception. Si nous nous sommes davantage focalisée sur l'identité conçue du matériau, nous proposons ici en perspectives de s'intéresser à l'identité perçue.

L'étude de la perception de l'identité du matériau permettra par exemple de proposer des modèles du processus de reconnaissance des matériaux qui sauront intéresser des disciplines connexes comme celle de l'évaluation sensorielle, plus particulièrement sur les aspects multi-échelles de la perception, de la forme, aux détails et aspects de surface du matériau. Ces éléments sont aujourd'hui encore très peu intégrés par l'évaluation sensorielle [Depledge, 2009].

Le stade de 'réception' du matériau et de son identité pourra particulièrement être étudié dans le cadre d'une dynamique d'innovation. Nous pourrions ainsi rejoindre les travaux d' [Hatchuel et al, 2006] sur l'innovation et l'instabilité de l'identité des objets pour étudier en quoi l'innovation tend à perturber l'identité perçue et 'reçue' des matériaux.

Vers une approche 'multi-disciplinaire' de l'identité des matériaux

En proposant d'élargir l'objet de notre recherche à l'ensemble du processus proposé par [Doordan, 2003], apparaît la possibilité d'ouvrir la question de l'identité des matériaux à d'autres disciplines, comme la science des matériaux, les sciences de gestion et de marketing ou encore la psychologie.

En aval du processus, il s'agira d'étudier la question de l'identité dans la 'réception' du matériau, comme esquissé dans le paragraphe précédent. Les sciences de gestion et le marketing pourront apporter leurs connaissances concernant l'identité et l'image de marque, la conception et la réception de l'image de marque. Les théories de la perception issues de la psychologie seront également un précieux apport de connaissances théoriques.

Qui plus est, davantage en amont, la phase d'élaboration du matériau est habituellement étudiée par la science des matériaux. Comme le montrent quelques uns des projets réalisés au cours de notre recherche – projet de coloration de l'Ultrabéton® et projet 'Piscine' principalement -, le designer peut participer à l'expansion des performances d'un matériau à l'issue du processus de projet. Dans la phase d'élaboration, de conception et de fabrication du matériau [Doordan, 2003], il nous semble pertinent d'étudier davantage l'influence de la conception des performances d'un matériau sur son identité. Ce positionnement pourrait faire l'objet de recherches communes à la science des matériaux et à la discipline du design.

En ouvrant l'objet de notre recherche à d'autres disciplines, il est ainsi possible de tendre vers une 'multi-disciplinarité' de la recherche, vue par [Findeli, 2008] comme une voie porteuse pour la recherche en design.

Passerelles possibles avec d'autres champs de recherche : éco-conception et théories de la valeur

Au sein des sciences de la conception, notre point de vue de designer nous a permis d'apporter un modèle original qui intègre les valeurs symboliques et culturelles des matériaux en conception. En somme, l'intérêt d'un tel modèle est de proposer une valorisation des matériaux par l'accroissement de leur valeur symbolique et culturelle.

Ce point de vue concernant la valorisation des matériaux nous semble pouvoir rejoindre les problématiques actuelles d'éco-conception et de développement durable. L'éco-conception vise en partie le recyclage des matériaux en fin du cycle de vie du produit. Dans notre cas, notre proposition d'expansion de la valeur symbolique et culturelle des matériaux pourrait permettre une revalorisation des matériaux sur de nouveaux secteurs de marché.

Dans le domaine du développement durable et du design, le point de vue de [Walker, 2001] [Walker, 2007] nous semble pouvoir particulièrement rejoindre nos travaux. L'auteur propose de lier identité culturelle – identité d'une culture donnée - et développement durable et revendique l'intérêt d'ordre écologique de produire des artefacts selon des procédés locaux, représentatifs d'une culture. Dans le cas des matériaux, on s'intéresserait plus particulièrement à l'origine du matériau, à son appartenance géographique ou culturelle. Cette étude permettrait l'expansion et le développement d'une nouvelle par d'identité du matériau.

Qui plus est, notre proposition de valorisation des matériaux nous semble pouvoir s'enrichir des théories d'accroissement de la valeur en marketing et plus particulièrement des stratégies créatives qui proposent de nouveaux modèles économiques d'accroissement de la valeur [Alexander, 1985] [Boatwright et al, 2009]. Dans notre cas, il s'agirait d'étudier le gain économique possible par les valeurs symboliques et culturelles que le design peut apporter aux matériaux.

Annexes

Annexe 1. Les autres projets ‘Béton et objets’

Annexe 1.1. Le projet ‘Mouss’

Annexe 1.2. Le projet ‘Myroir’

Annexe 1.3. Le projet ‘Os’

Annexe 1.4. Le projet ‘Age’

Annexe 1.5. Le projet ‘Fuite’

Annexe 1.6. Braille et estampille pour la collection ‘Béton et objets’

Annexe 1.7. Le développement de couleurs pour l’Ultrabéton®

Annexe 2. L’identité ‘imaginaire’ de l’Ultrabéton® dans le projet ‘Béton et objets’

Annexe 3. Planning ‘Béton et objets’ 2006-2010

Annexe 4. Le projet ‘Toupiés’

Annexe 5. L’étude de reconnaissance des matériaux

Annexe 1. Les autres projets ‘Béton et objets’

Annexe 1.1. Le projet ‘Mouss’



60 : Série de cales de porte ‘Mouss’ en Ultrabéton®

Les objets ‘Mouss’

Issus du projet ‘Béton et objets’, les objets ‘Mouss’ sont une série de cales de porte en Ultrabéton® dont la forme d’origine a été réalisée en mousse polyuréthane. Les formes-mère ont été obtenues en prenant l’empreinte d’angles et de passages de porte au moment de l’expansion de la mousse. Les formes obtenues ont été ensuite moulées et reproduites en Ultrabéton®.

L’intention du projet ‘Mouss’

Dans le projet ‘Mouss’, l’intention de conception a été de montrer la capacité particulière du matériau à reproduire des formes complexes. Cette intention s’inscrit dans l’intention globale, sur l’ensemble du projet ‘Béton et objets’ de montrer la capacité du matériau à réaliser tout type de formes, ce que nous proposons de nommer le caractère ‘polymorphe’ de l’Ultrabéton®. Il nous a paru possible de mettre en avant cette pluralité de mises en forme possibles sur l’ensemble de la collection ‘Béton et objets’. Le projet ‘Mouss’ constitue à ce titre l’une des facettes de formes possibles avec l’Ultrabéton®. Sur le plan symbolique, nous avons traduit cette pluralité de mises en forme possibles du matériau par l’idée d’un matériau malléable, mouvant, polymorphe rappelant les excroissances des organismes vivants. Cette formulation a guidé le choix de la mousse polyuréthane expansée pour réaliser les formes-mère.

Les étapes de conception du projet ‘Mouss’

Une fois les premières formes-mère reproduites en Ultrabéton®, il est apparu, aux yeux de l’ensemble de l’équipe projet (direction+design+marketing) que les formes pouvaient faire penser à des excréments, dans ce cas dévalorisantes pour l’Ultrabéton®. Une première étude qualitative, réalisée par les personnes chargées du marketing a mis en avant ce problème.



61 : Versions initiale avec aspérités (à gauche) et finale sans aspérités (à droite) d'une cale de porte 'Mouss'

Plutôt que de modifier totalement les formes faites en mousse ou de supprimer le produit, les designers ont proposé comme solution alternative de ne modifier que les aspects de surface et plus particulièrement de gommer les aspérités par enduit et ponçage sur un modèle intermédiaire coulé en résine polyuréthane dure à partir des premiers moules. Les moules étant composés d'une enveloppe fine en silicone dans laquelle est coulé l'Ultrabéton®, renforcée d'une coque rigide – polyester - qui englobe et soutient l'enveloppe silicone, ne modifier que les aspects de surface des premiers modèles-mère a eu pour avantage de limiter les coûts de production d'une deuxième série de moules car il a alors été possible de ne remplacer que la peau silicone. Nous avons ainsi pu obtenir une nouvelle version des formes sans aspérités qui ont été jugées satisfaisantes par l'équipe du projet.



62 : Modèle résine en cours de modification ; projet 'Mouss'

Aujourd'hui, la série des cales de porte 'Mouss' fait partie de la collection 'Béton & objets'. Elles ont déjà fait l'objet d'actions de commercialisation. Par exemple, au salon Jardins Jardin en juin 2009, elles ont représenté environ 40 % des ventes effectuées sur le salon. Elles ont également été sélectionnées pour l'exposition Design Parade en 2010, dans le cadre du concours international des 'Jeunes Designers' à la Villa Noailles à Hyères, en France (exposition des 10 finalistes sélectionnés sur environ 280 candidatures). Nous citons ces éléments comme des premiers signes de perception positive du produit.

Annexe 1.2. Le projet ‘Myroir’



63 : La série de contenants ‘Myroir’ en Ultrabéton® ; design Marie Garnier

Les objets ‘Myroir’

Issus du projet ‘Béton et objets’, les objets ‘Myroir’ sont une série de trois contenants domestiques en Ultrabéton® aux diamètres supérieurs d’environ 10, 18 et 35 cm. Leurs formes conservent les irrégularités d’un travail préalable de modèles faits à la main – voir figure # 63. Leur aspect de surface est velouté, à la fois lisse et mat, comme pour plusieurs objets de la collection ‘Béton et objets’. Leur épaisseur naturellement variable avoisine les 5 mm et s’affine en périphérie supérieure. L’utilisation de l’Ultrabéton® offre la possibilité d’un usage extérieur comme vasque récupératrice d’eau de pluie par exemple.

L’intention du projet ‘Myroir’

L’intention de conception des contenants ‘Myroir’ s’inscrit dans l’objectif global du projet ‘Béton et objets’ de valorisation des performances particulières de l’Ultrabéton®. Ici, l’intention s’est orientée vers la valorisation de la capacité du matériau à réaliser des formes fines, de faible épaisseur et à reproduire avec détails les irrégularités d’un travail manuel. La valeur que la designer a souhaité apporter au matériau est celle du ‘fait main’ issu de la production artisanale.

Les étapes de conception du projet ‘Myroir’

Les formes-mères utiles à la réalisation des moules ont été modelées à la main à partir d’argile et ont été affinées en périphérie supérieure. La préoccupation majeure dans le projet ‘Myroir’ a été l’épaisseur des formes à la fois pour minimiser le poids des objets et pour atteindre une épaisseur minimale, ni trop élevée, ni trop faible, en cohérence avec l’intention de valorisation des possibilités offertes par l’Ultrabéton®.

Annexe 1.3. Le projet ‘Os’



64 : La série d'accessoires de rangement ‘Os’ en Ultrabéton® ; design Marie Garnier

Les objets ‘Os’

Issus du projet ‘Béton et objets’, les objets ‘Os’ sont une série de trois accessoires de rangement muraux à usage domestique : une patère, un vide-poche et un support à téléphone portable, à placer à proximité des prises électriques de l’habitat. Leurs formes sont similaires à celles d’os. Leur aspect de surface est velouté, à la fois lisse et mat, comme pour plusieurs objets de la collection ‘Béton et objets’.

L’intention dans le projet ‘Os’

Dans le projet ‘Os’, l’intention de la designer s’inscrit dans l’objectif ‘Béton et objets’ de valorisation de la performance de reproduction de l’Ultrabéton® et plus particulièrement de sa capacité à reproduire des formes complexes et variées. Sur l’ensemble du projet ‘Béton et objets’, il nous a paru possible de mettre en avant l’aspect ‘polymorphe’ du matériau. Le projet ‘Os’ constitue l’une des facettes de formes possibles avec l’Ultrabéton® et fonctionne à ce titre particulièrement en dialogue avec le projet ‘Mouss’ présenté précédemment. Tout deux tentent de participer à l’évocation, sur le plan symbolique, d’un matériau malléable, mouvant, organique, rappelant les organismes vivants.

Les étapes de conception dans le projet ‘Os’

Pour la designer, le point de départ du projet ‘Os’ a été la récolte d’os réels d’animaux. Les objets ‘Os’ ont été modelés en argile à la main, avec l’objectif à la fois de rappeler les formes d’os initiales et de garantir un usage fonctionnel, tel qu’il avait été préalablement défini –rangements muraux : patère, vide-poche, etc. Cet objectif a guidé les différentes modifications apportées aux formes modelées.

Annexe 1.4. Le projet ‘Age’



65 : la série de tables et de bancs ‘Age’ en Ultrabéton® ; design Marie Garnier

Les objets ‘Age’

Issus du projet ‘Béton et objets’, les objets ‘Age’ sont une série de mobiliers en Ultrabéton®. La déclinaison en trois tailles permet plusieurs usages en banc et en table, par les enfants et les adultes. L’utilisation de l’Ultrabéton® offre la possibilité d’un usage extérieur durable, dans un jardin par exemple. La forme-mère des mobiliers ‘Age’ est faite d’un assemblage de plaques quadrilatérales d’épaisseur constante aux angles tous légèrement différents d’un angle droit.

L’intention dans le projet ‘Age’

L’intention du projet ‘Age’ s’inscrit dans l’objectif global de valorisation des performances de l’Ultrabéton® dans le projet ‘Béton et objets’. Ici, il s’agit plus particulièrement d’exploiter la résistance à la fois mécanique et chimique du matériau dans des objets de grandes tailles aux sollicitations mécaniques plus importantes et qui offrent qui plus est un usage possible en extérieur. Dans le projet ‘Age’, l’intention de conception peut ainsi être synthétisée par la volonté d’apporter au matériau une valeur de durabilité. Cette intention explique la volonté de donner aux mobiliers ‘Age’ une réelle pérennité. Le poids conséquent de ces mobiliers induit des déplacements limités, néanmoins peu contraignants compte tenu de la possibilité d’une mise en place pérenne en extérieur.

Les étapes de conception dans le projet ‘Age’

La forme des mobiliers ‘Age’ a été conçue principalement en fonction des contraintes de moulage et de démoulage. C’est notamment ce qui a induit l’irrégularité des angles des mobiliers. Les épaisseurs de 2 cm des panneaux ont été réduites au minimum possible grâce à une modélisation et un calcul des efforts préalable. Des renforts peu visibles ont été ajoutés sur le dessous des pièces.

Annexe 1.5. Le projet 'Fuite'



66 : Le banc 'Fuite' en Ultrabéton® ; design Marie Garnier

L'objet 'Fuite'

Issu du projet 'Béton et objets', l'objet 'Fuite' est un mobilier en Ultrabéton® constitué d'un bac creux et d'un couvercle amovible tout deux tronqués en un point qui offrent à la fois l'usage d'un pot, d'un banc et d'une table basse. Sa forme a pour spécificité d'être un parallélépipède aux angles irréguliers, à chaque fois légèrement différents d'un angle droit. L'utilisation de l'Ultrabéton® permet un usage extérieur durable.

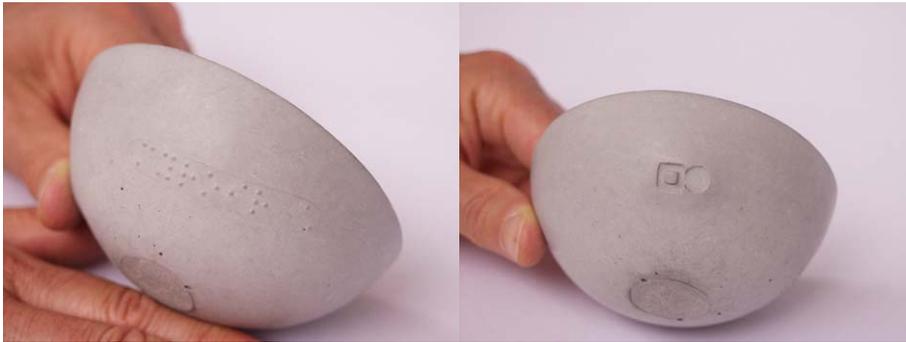
L'intention dans le projet 'Fuite'

L'intention du projet 'Fuite' s'inscrit dans l'objectif 'Béton et objets' de valorisation des performances de l'Ultrabéton® et ici plus particulièrement de sa résistance mécanique et chimique dans le temps, en somme sa durabilité. Afin de valoriser la durabilité du matériau, l'intention de la designer a été d'évoquer l'idée d'un matériau extrêmement durable, en quelque sorte 'immuable', capable d'être envahi par le végétal sans se fragiliser ; à la fois résistant et capable de s'adapter à l'environnement naturel.

Les étapes de conception dans le projet 'Fuite'

Sa forme a été dessinée en fonction des contraintes de moulage et de démoulage. Ce sont en grande partie ces contraintes qui ont guidé le choix des angles irréguliers de la forme en parallélépipède. Les épaisseurs ont été réduites au juste nécessaire grâce à une modélisation et un calcul des efforts préalable.

Annexe 1.6. Braille et estampille pour la collection ‘Béton et objets’



67 : Détails de braille et estampille sur les produits ‘Myroir’, design Marie Garnier

Braille et estampille dans les objets ‘Béton et objets’

Dans le cadre général du développement de la collection ‘Béton et objets’, l’équipe de conception a proposé de marquer l’ensemble des produits de la collection d’objets d’une estampille reprenant le logo simplifié de la marque ‘Béton et objets’ ainsi que d’apposer pour chacun le nom du produit traduit en braille.

L’intention du projet de braille et d’estampille

Ces deux éléments de détails présents sur l’ensemble de la collection ‘Béton et objets’ ont été pensés avec l’intention de valoriser la performance de reproduction de l’Ultrabéton® et d’apporter au matériau une valeur supplémentaire par la trace d’un travail manuel et artisanal de réalisation des modèles-mère. L’estampille a pour rôle de constituer une ‘signature’ sur l’objet, comme c’est souvent le cas dans les pratiques artisanales et le texte braille d’adjoindre un message d’ordre symbolique.

Les étapes de conception du braille et de l’estampille

L’estampille a été réalisée de manière manuelle, en enfonçant dans une argile tendre utilisée en pâte de modelage, un poinçon représentant le logo ‘Béton et objets’ - un carré et un rond accolé. La pastille de pâte une fois sèche a directement été intégrée sur une partie visible du produit-mère, moulé et reproduit ensuite en Ultrabéton®. Le nom en braille a été réalisé à partir d’un poinçon manuel classique d’écriture braille sur une feuille plastique souple et autocollante, découpée et appliquée sur le modèle-mère, également moulé et reproduit ensuite en Ultrabéton®. Nous avons choisi de réaliser ces éléments de manière manuelle plutôt que par exemple par modélisation 3D et prototypage rapide afin d’obtenir des irrégularités et de conserver les traces du travail effectué. Ce choix s’est effectué en cohérence avec la volonté de valoriser la capacité de reproduction de l’Ultrabéton®. C’est en effet grâce à la précision de reproduction et de moulage de l’Ultrabéton® que les traces d’un travail manuel sont perceptibles : craquelures, traces de l’enfoncement du poinçon, etc.

Annexe 1.7. Le développement de couleurs pour l'Ultrabéton®



68 : Exemples de couleurs en Ultrabéton® : une cale de porte 'Mouss' vert menthe et deux contenants 'Myroir' orange fluo et bleu ; design Lorraine Bergeret et Marie Garnier

Les couleurs 'Béton et objets' pour l'Ultrabéton®

Dans le cadre du projet 'Béton et objets', l'équipe de designers a réalisé plusieurs séries d'essais de coloration de l'Ultrabéton®. Effectués à partir de pigments et colorants de différentes natures, tous les essais ont fait l'objet d'un mélange dans la masse lors de la mise en œuvre du matériau, comme préconisé pour les bétons fibrés à ultra-haute performance et pour l'Ultrabéton®. Les couleurs retenues pour la collection d'objets 'Béton et objets' sont un gris très clair ; des couleurs vives, vert menthe et bleu roi ; une couleur fluo : orange corail ; des couleurs irisées : or, blanc pailleté or et rose cuivré. - voir par exemple # 68.

L'intention dans le projet de développement de couleurs

L'intention de développement de couleurs pour l'Ultrabéton® s'inscrit dans l'objectif 'Béton et objets' de valorisation de la performance de coloration spécifique au BFUP et à l'Ultrabéton® et encore peu exploitée dans ses applications premières. Le développement des essais de couleurs s'est donc orienté vers la recherche de coloris nouveaux, encore jamais réalisées avec des BFUP, de l'Ultrabéton® et avec les bétons en général et spécifiques à l'Ultrabéton®, c'est-à-dire non réalisables avec d'autres bétons ordinaires. A la fois dans le choix des pigments à tester et dans la sélection de la gamme de coloris retenus, les designers ont fait le choix de couleurs plus présentes dans le secteur de la mode et du textile que dans celui du bâtiment.

Les étapes de conception dans le projet de développement de couleurs

Les séries d'essais, pour chaque pigment ont suivi des pourcentages croissants jusqu'à atteindre saturation. Cela nous a permis de proposer des coloris représentatifs des possibilités limites de l'Ultrabéton® et différents des coloris habituels de bétons.

Dans un premier temps, nous avons mis de côté les pigments minéraux traditionnellement utilisés dans les bétons : oxydes de fer jaune, brique, oxyde de chrome, vert pâle, etc. Les coloris obtenus à partir de ces pigments sont en effet courants dans le secteur du bâtiment, et qui plus est, compte tenu des applications visées dans le projet 'Béton et objets' – objets pour l'habitat -, donnent le risque pour l'Ultrabéton® d'être assimilé à de la terre cuite (particulièrement dans le cas des pigments jaunes, ocre et briques). Le choix s'est donc orienté vers les pigments suivants :

- un pigment blanc ;
- des pigments aux couleurs vives et à base organique : jaune, vert, rouge, orange, bleu ;
- des pigments aux couleurs fluo : orange fluo, rose fluo ;
- des pigments irisés, composés de particules de mica.

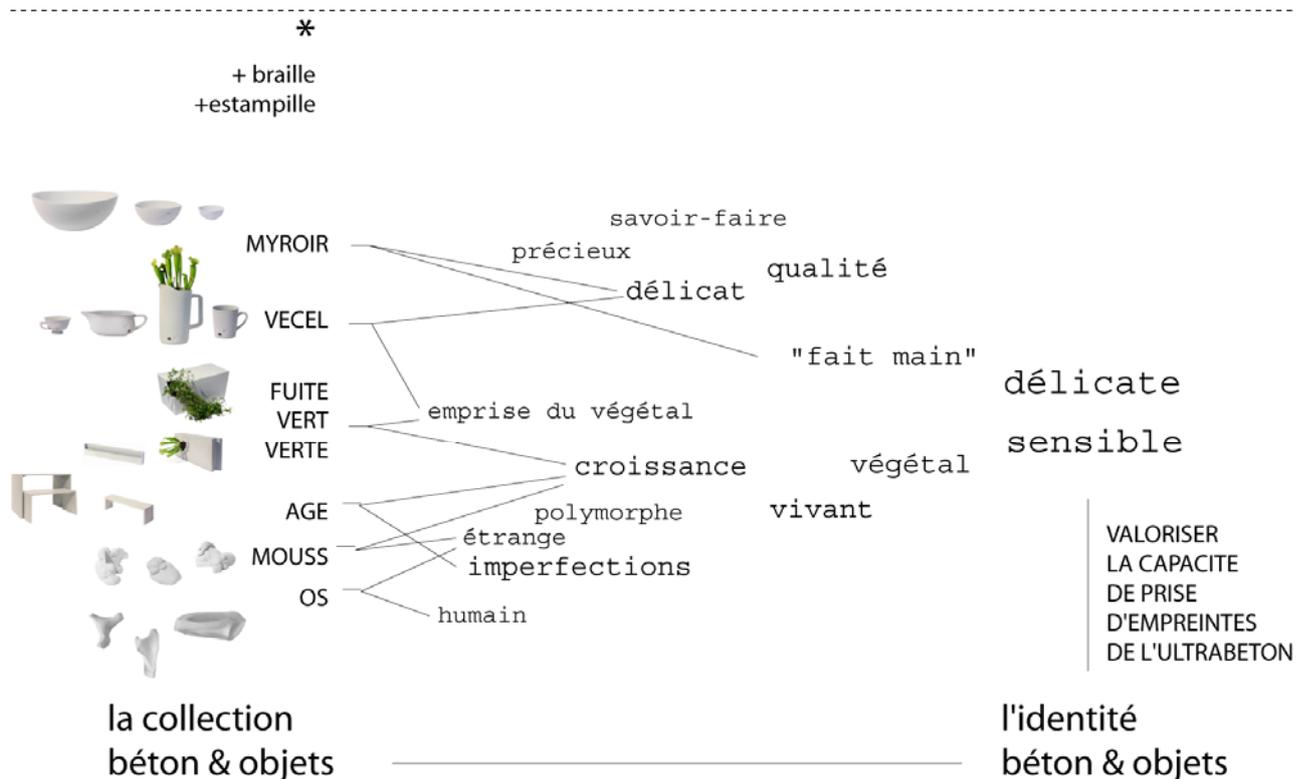
Ces derniers ont fait l'objet de développements en partenariat avec l'industriel Merck, spécialiste des pigments irisés à destination des industries cosmétiques et automobiles – peinture de carrosseries. Ce type de pigments n'avait, selon l'industriel Merck, encore jamais fait l'objet de développement sur le marché du bâtiment et des bétons.

Dans un deuxième temps, afin de faciliter la production de pièces de couleurs en Ultrabéton®, nous nous sommes à nouveau tournés vers les pigments de type minéraux habituellement utilisés pour colorer les bétons mais nous avons fait le choix de n'utiliser que le pigment bleu - oxyde de cobalt - très peu utilisé dans le secteur du bâtiment. Bien qu'adaptés au béton les pigments bleus sont très coûteux à utiliser pour des applications dans le bâtiment, proportionnellement au prix des matières premières des bétons ordinaires (sable, ciment, agrégats) et aux volumes réalisés. Dans notre cas, compte tenu du secteur ciblé, le pigment a été jugé économiquement viable. Nous avons choisi de le doser dans son pourcentage maximal pour obtenir une couleur vive, la plus vive possible, radicalement différente des rares applications possibles dans le secteur du bâtiment.

Pour cette série d'essais préalable à la production, nous n'avons pas mis en place de plans d'expérience méthodiques comme le propose l'approche de Tagushi [Hayne, 2006]. Dans un second temps, une fois le choix des couleurs réalisé, nous avons appliqué cette méthode pour améliorer les paramètres de mélange des pigments dans l'Ultrabéton® et permettre une meilleure intégration des nouveaux coloris en production. En ce sens, les premiers essais que nous avons réalisés peuvent constituer les essais dits 'exploratoires' nécessaires à la définition du périmètre le plus restreint possible pour le plan d'expériences.

Annexe 2. L'identité 'imaginaire' de l'Ultrabéton® dans le projet 'Béton et objets'

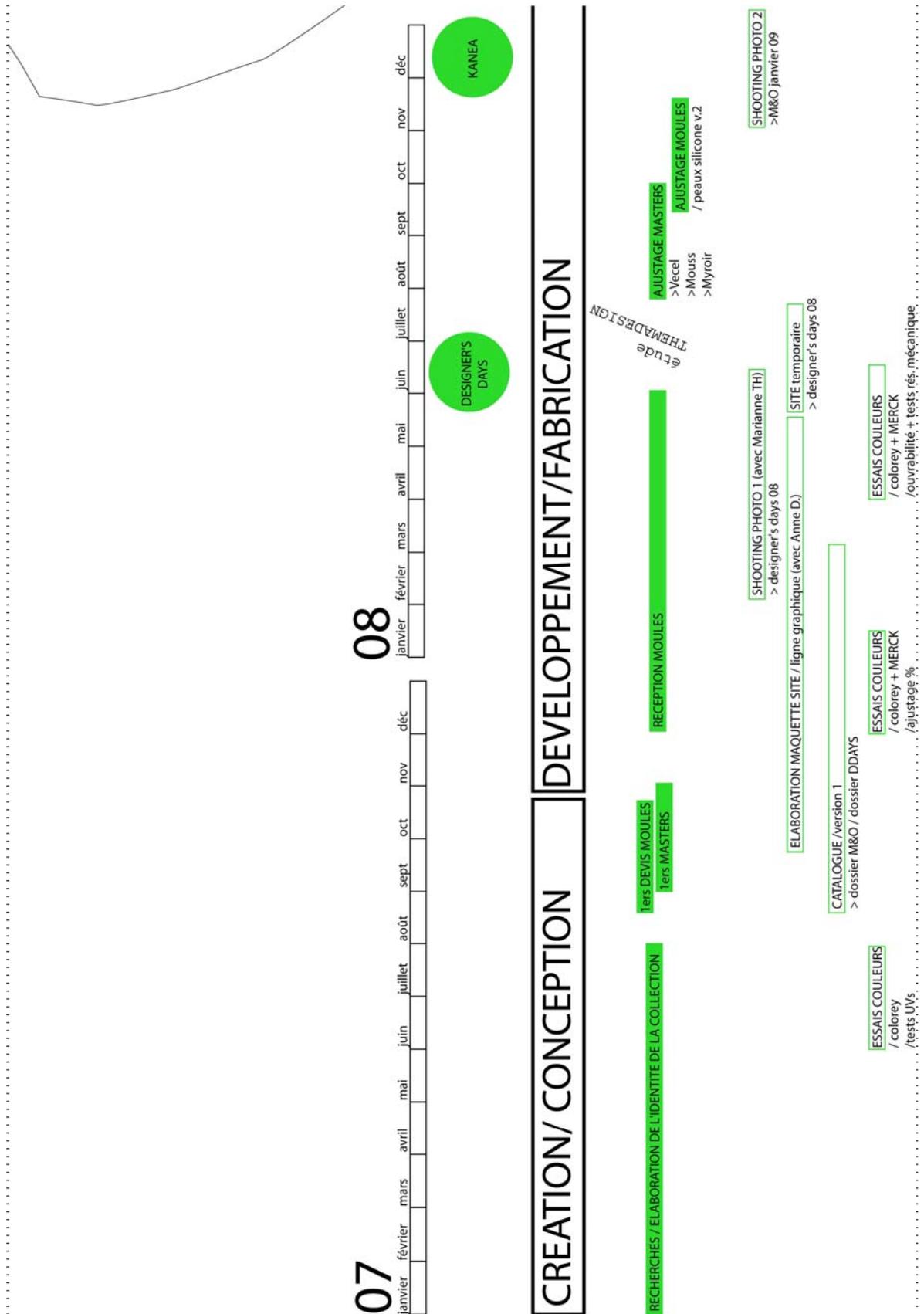
Au cours du projet 'Béton et objets', l'équipe de conception a tenté d'explicitier l'identité de l'Ultrabéton® au sein de la collection d'objets 'Béton et objets', par l'élaboration d'un champ lexical évocateur des aspects immatériels, 'imaginaires' et symboliques du matériau. Pour cela, l'équipe de conception a choisi de s'appuyer sur les spécificités de mises en forme de l'Ultrabéton® et d'effectuer une traduction de ces éléments physiques en une série de mots clés. Le lexique obtenu s'est construit au fil des expérimentations avec le matériau, nécessaires à une meilleure connaissance pratique du matériau et de ses performances. Une attention particulière a été portée à la performance de reproduction de l'Ultrabéton®, liée au caractère auto-plaçant et à la finesse de composition du matériau car elle est apparue à la fois comme très spécifique à l'Ultrabéton® et particulièrement évocatrice en termes d'imaginaire et de dimension symbolique : une matière 'sensible, qui prend l'empreinte, qui se transforme, presque vivante' – voir figure # 69. Nous présentons en figure # 69 ce lexique mis en relation avec les produits de la collection 'Béton et objets'.

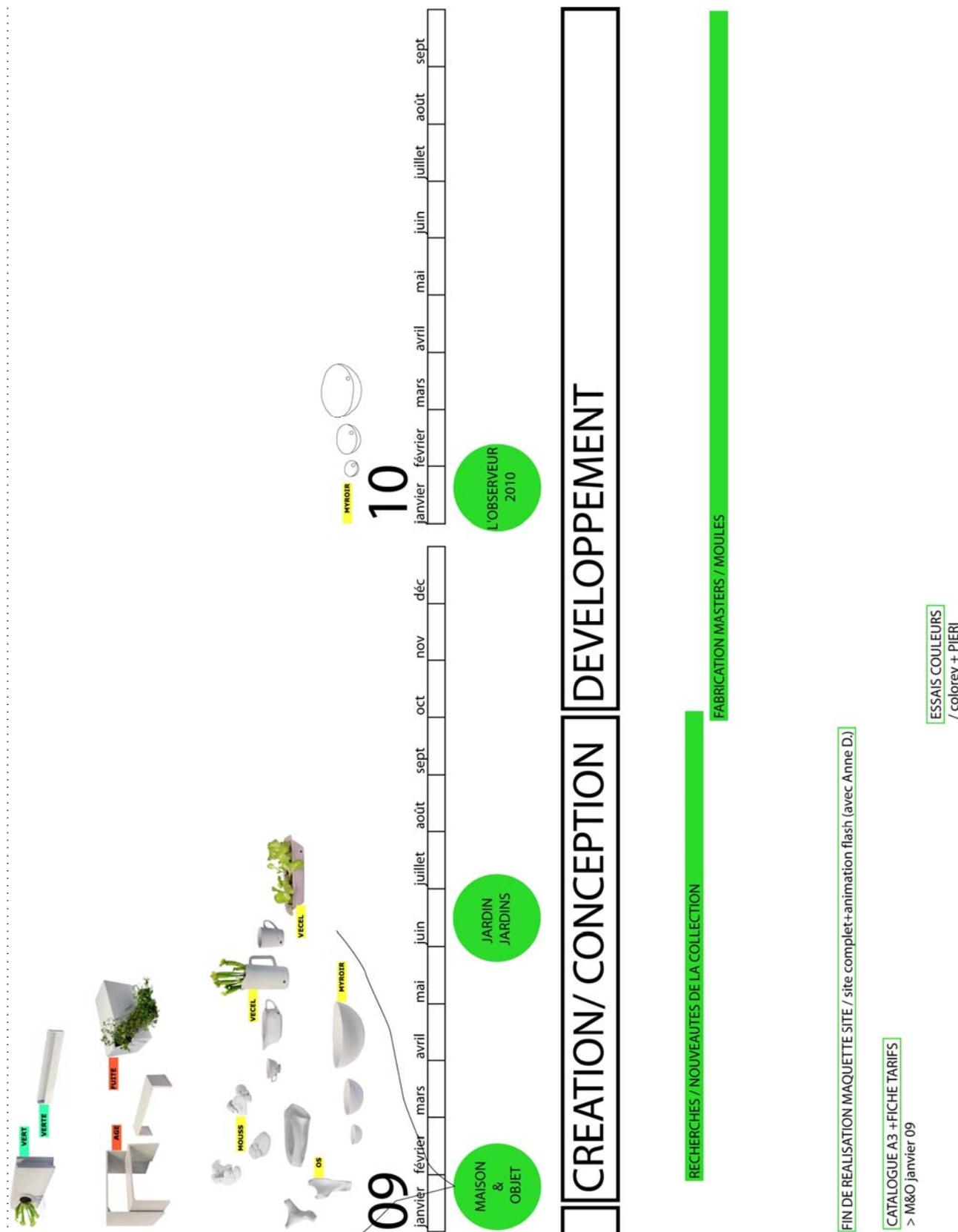


Réunion du 08 10 09

69 : Extrait d'un document issu du projet 'Béton et objets' présentant l'identité 'imaginaire' de l'Ultrabéton® sous forme de mots clés

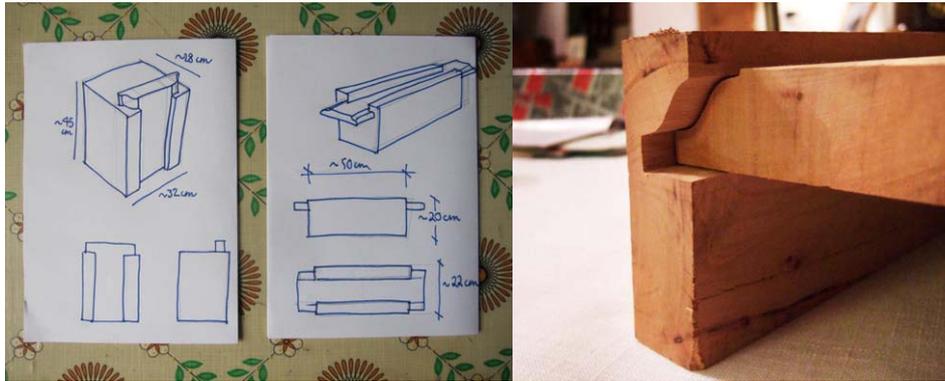
Annexe 3. Planning 'Béton et objets' 2006-2010





70 : Extrait de planning du projet 'Béton et objets' de janvier 2006 à septembre 2010

Annexe 4. Le projet ‘Toupies’



71 : Croquis et prototype en cours des objets ‘Toupies’

Les objets ‘Toupies’

Le projet ‘Toupies’ a été réalisé, au cours de notre recherche, dans le cadre d’une initiative personnelle et en relation avec un atelier de menuiserie-ébénisterie. Les objets ‘Toupies’ sont des mobiliers de rangement constitués d’un couvercle coulissant et d’une boîte principale entièrement réalisés en bois massif. Au niveau des coulisses, leurs formes rappellent celles des corniches décoratives traditionnelles des meubles en bois. L’aspect veiné du bois a été conservé en surface.

L’intention dans le projet ‘Toupies’

L’intention de conception du projet ‘Toupies’ s’inscrit dans un objectif de valorisation du procédé de mise en forme du bois par toupies par le développement de nouvelles applications. En tant que concepteur, ce procédé de mise en forme connu nous a semblé à la fois limité sur le plan formel et emblématique du matériau bois. L’étude de reconnaissance des matériaux présentée en annexes a en effet confirmé dans le cas de la table en bois peinte en blanc et composée d’un pied en bois tourné, que les mises en forme traditionnelles de menuiserie participaient à la reconnaissance des matériaux. Notre intention au cours du projet ‘Toupies’ a ainsi été de choisir d’utiliser différemment les profilés emblématiques que permettaient de réaliser le procédé. C’est ce qui nous a conduit à développer des systèmes de coulisses pour des meubles de rangement à partir des toupies habituellement utilisées pour réaliser des éléments de décors.

Les étapes de conception dans le projet ‘Toupies’

Le projet ‘Toupies’ est un projet récent encore en cours de réalisation. Nous manquons ainsi du recul nécessaire à la description des éléments déclencheurs et significatifs du processus de conception.

Annexe 5. L'étude de reconnaissance des matériaux

Cette étude a été réalisée dans le but de montrer l'importance de la mise en forme des matériaux et de la forme des objets dans la construction de l'identité des matériaux. Elle vise à démontrer la nécessité de concevoir l'identité des matériaux par les objets et non pas uniquement par la réalisation d'échantillons de matière. Elle s'appuie notamment sur une hypothèse de distinction possible de formes 'typiques' d'un matériau et de formes 'nouvelles'. L'ensemble de cette étude a fait l'objet d'une présentation en juillet 2008, à la conférence internationale de la Design Research Society [Bergeret, 2008]. Nous présentons ici, de manière plus synthétique, le questionnaire de l'étude et les principaux résultats concernant la reconnaissance du matériau sous forme de graphe.

Protocole de l'étude de reconnaissance des matériaux

Le test a été réalisé sur 20 participants. Parmi les cinq produits évalués, il y avait une carafe en céramique qui imite la tôle émaillée usée (traces noires d'éclats de l'émail) ; une table en bois classique mais dont l'aspect de surface emblématique du bois (aspect veiné) n'est pas perceptible, design : Ikéa ; une corbeille réalisée à partir de tubes PVC : Design Delo Lindo ; et deux objets réalisés en Ultrabéton® dans le cadre du projet 'Béton et objets' : la tasse de la série 'Vecel', dans une première version prototype et la cale de porte 'Mouss' également dans sa version initiale, avec aspérités – voir figure # 72. Le questionnaire était composé des questions présentes en figure # 73 pour chacun des cinq objets sélectionnés.



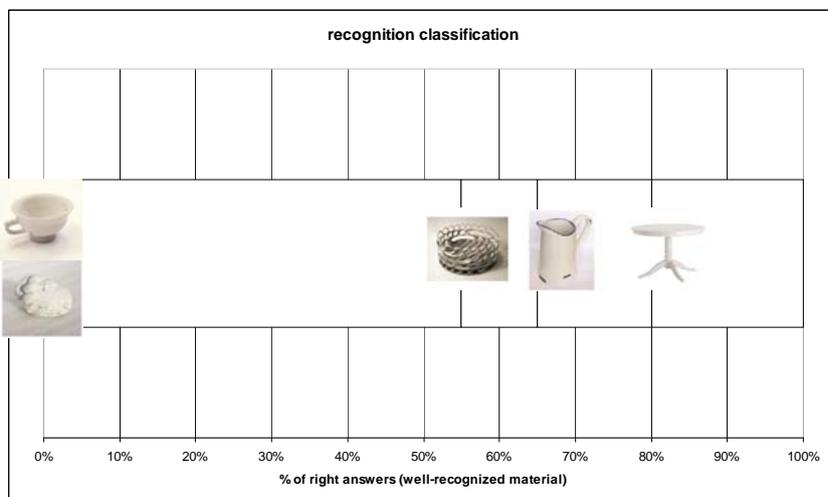
72 : Le pichet, la table, la corbeille et les deux objets en Ultrabéton® 'Vecel' et 'Mouss' évalués dans l'étude de reconnaissance des matériaux

 <p>échelle : hauteur de l'objet = 20 cm</p>	1- Avez-vous déjà vu cet objet auparavant (exactement le même) ? oui / non	
	2- Selon vous, en quel matériau cet objet est-il fait ? <input type="checkbox"/> ne sait pas Dans ce cas, pensez-vous que c'est un matériau que vous n'avez encore jamais vu auparavant ? oui / non	
	- Dans quelle mesure en êtes-vous certain ? <input type="checkbox"/> pas du tout certain <input type="checkbox"/> plutôt pas certain <input type="checkbox"/> moyennement certain <input type="checkbox"/> plutôt certain <input type="checkbox"/> tout à fait certain	
	- Selon vous, quel est l'indice principal ? <input type="checkbox"/> couleur <input type="checkbox"/> autre : précisez : <input type="checkbox"/> texture <input type="checkbox"/> forme <input type="checkbox"/> ne sait pas	
3- Trouvez-vous cette forme nouvelle ? <input type="checkbox"/> pas du tout nouvelle <input type="checkbox"/> plutôt nouvelle <input type="checkbox"/> moyennement nouvelle <input type="checkbox"/> plutôt nouvelle <input type="checkbox"/> tout à fait nouvelle		4- Trouvez vous cette forme étonnante ? <input type="checkbox"/> pas du tout ét. <input type="checkbox"/> plutôt ét. <input type="checkbox"/> moyennement ét. <input type="checkbox"/> plutôt ét. <input type="checkbox"/> tout à fait ét.

73 : extrait du questionnaire de l'étude de reconnaissance des matériaux

Résultat majeur de l'étude de reconnaissance des matériaux

Nous nous contenterons dans cet annexe de ne présenter que le résultat à la question : 'Selon vous, en quoi est fait cet objet ?' visant à évaluer la reconnaissance du matériau par l'objet – voir figure # 74. Ce que nous retenons de ce résultat est que la table blanche en bois est l'objet dont le matériau a le mieux été identifié (80% de bonnes réponses) ce qui nous a permis de considérer cette forme comme 'typique' du matériau bois et de confirmer nos hypothèses pour l'étude.



74 : Graphe des % de bonnes réponses à la question de la reconnaissance du matériau réellement utilisé

Par ailleurs, dans le cas de la tasse en Ultrabéton®, si les résultats à la question de la reconnaissance présentés dans le graphe # 74 montrent que l'Ultrabéton® n'a pas été reconnu, 80% des participants assimilaient néanmoins la tasse à de la porcelaine ou de la céramique. Les questionnaires présentaient les objets à partir d'un visuel de petite taille (d'environ 8 cm de côté). La qualité des détails de l'objet ainsi que les aspects autres que visuels ne pouvaient participer à une meilleure reconnaissance du matériau utilisé mais ce questionnaire a tout de même permis d'améliorer les objets 'Vecel'.

Bibliographie

- Acker P. et Behloul M. *Ductal® Technology : a large spectrum of properties, a wide range of applications*. [on-line]. Lafarge Publications, 2004. [20.08.2010]. Available from internet : http://www.ductal-lafarge.fr/lafarge_DUCTAL/PUBLICATION/20041029/09_2004_properties_and_applications_fr.pdf
- Adamson G. (Ed) *The craft reader*. Oxford, New-York: Berg publishers, 2010. 672 p.
- Alexander M. Creative marketing and innovative consumer product design – some case studies, *Design studies*, vol. 6, n°1, 1985.
- Alter N. *Les logiques de l'innovation, approche pluridisciplinaire*, La Découverte, 2002.
- Antonelli P. *On governing by design*, Global reset series, 1 février 2011, disponible sur www.seedmagazine.com, 10 février 2011
- Antonelli P. et al. *Design and the elastic mind*. New-York : The museum of modern art, 2008. p. 192
- Antonelli P. *Mutant materials in contemporary design*. New-York : The museum of modern art, 1995. p. 128
- Aoussat A. *La pertinence en innovation: nécessité d'une approche plurielle*. Thèse de doctorat (Génie industriel) : ENSAM de Paris, 1990.
- Ashby M., Bréchet Y., Cebon D. et Salvo L. Selection strategies for materials and processes. *Materials & Design*, 2004, vol. 25, n°1, p 51-67
- Ashby M. et Bréchet Y., *Designing hybrid materials*. Acta materialia, 2003, vol. 51, n°19, p 5801-5821.
- Ashby M. & Johnson K., *Materials and design, the art and science of materials in product design*, Elsevier, 2010.
- Ashby M.F. & Jones D.R.H. *Matériaux, Tome 2 : microstructures, mise en œuvre et conception*. Traduit de l'anglais par Courbon J. et Dupeux M., Editions Dunod, 2008.
- Ashby M. et Maine E. An investment methodology for materials. *Materials and design*, 2002(a), vol. 23. p 297-306.
- Ashby M. et Maine E. Applying the investment methodology for materials (IMM) to aluminium foams. *Materials and design*, 2002(b), vol. 23. p 307-319.
- Ashby M. et Weaver P. Material limits for shape efficiency. *Progress in Materials Science*, 1997, vol. 41. p 61-128.
- Assouly O. (dir). *Le luxe, essais sur la fabrique de l'ostentation*, 2005. Luxe et identité culturelle.
- Atkin A. *Peirce's theory of signs*, Stanford encyclopedia of philosophy, eprint, 2006
- Ayral S. *L'intégration du design dans les stratégies de développement des industries de matériaux polymères*. Thèse de doctorat, Sciences de Gestion, Montpellier I, 1994

- Auger P. Management de la créativité : synthèses et enjeux des travaux scientifiques. *Mode de recherche n°10*. Ed. Institut Français de la Mode, juin 2008. p. 16-20.
- Baas M. Description du projet 'China'. Disponible en 2010 sur www.maartenbaas.com
- Barthes R. *L'aventure sémiologique*, éd. Du Seuil, 1985 (2è éd.). Sémantique de l'objet. p 249-260.
- Barthes R. *Mythologies*. éd. Du Seuil, 1957
- Bassereau J.F. Les fondements de la conception de produits et son positionnement théorique et pratique. *Conception de produits et innovation*, Revue annuelle des élèves des arts et métiers. 2002(a). p. 22-32.
- Bassereau J.F. *Cahier des Charges Qualitatif Design, élaboration par le mécanisme des sens*. Thèse de doctorat (Génie industriel) : ENSAM de Paris, 1995.
- Baudrillard J. *Le système des objets*. Gallimard, 1968
- Bergeret L. et al. Design, recherche et matériaux : cas particulier d'un doctorat basé sur une pratique du design en industrie, actes des *Ateliers de la recherche en design*, Paris, France, Juin 2009
- Bergeret L. et al. Designing identity of a new material: a new product design approach, proceedings of *Undisciplined! Design Research Society Conference*, Sheffield, July 2008
- Bergeret L. et al. Créer l'identité d'un matériau nouveau : la perception du matériau dans l'objet, actes des *Ateliers de la recherche en design*, Bordeaux, France, décembre 2007
- Bergeret L. et al. Développement et valorisation d'une matière nouvelle par le design : cas de l'Ultrabéton®, actes des *Ateliers de la recherche en design*, Nancy, France, Mai 2007
- Biggs M. et Büchler D. Rigor and practice-based research. *Design issues*, 2007, vol. 23, n°3. p. 62-69.
- Biggs M. The role of the artefact in art and design research. *International Journal of Design Sciences and Technology*, 2002, vol. 10, n°2, p. 19-24.
- Boatwright P. Cagan J. Kapur D. Saltiel A. A step-by-step to build valued brands, *Journal of product and brand management*, vol. 18, n°1, 2009
- Boly V. *Ingénierie de l'innovation*. 2ème édition. Hermès-Lavoisier, 2008, 188p.
- Bouchard C. *Modélisation du processus de design automobile. Méthode de veille stylistique adaptée au design du composant d'aspect*. Thèse de doctorat (Génie industriel) : ENSAM de Paris, 1997.
- Boujut J.F. et Laureillard P. A co-operation framework for product–process integration in engineering design. *Design Studies*, 2002, vol. 23. p 497–513.
- Bréchet Y. et Salvo L. Sélection des matériaux et des procédés. *Conception de produits et innovation*, Revue annuelle des élèves des arts et métiers. 2002. p 190-196.
- Brissaud D. et Boukendour S. A phenomenological taxonomy for systemizing knowledge of nonconformances. *Quality Management Journal*, 2005, vol.12, n°2, p 25-34.
- Brocas S. *L'ingénierie centrée sur l'homme*. Industries. Ministère de l'Industrie, 1997, n°24.
- Chevalier A. *Guide du dessinateur industriel*, Hachette technique, 2003

- Cimbéton. *Nouvelles performances des bétons, des bétons courants vers les bétons aux nouvelles performances*. Collection Technique Cimbéton, 2006. 47p. n° B90G. Available from internet : www.infociments.fr/telecharger/CT-B90G.pdf
- Christofol H. *Modélisation systémique du processus de conception de la coloration d'un produit*. Thèse de doctorat (Génie industriel) : ENSAM de Paris, 1995.
- Cross N. Design and research – developping a discipline. Actes du symposium *Swiss design network, drawing new territories*. Genève, 2006. p. 23-34.
- Daubrée A (dir.), *Design des politiques publiques, la 27^e région, labo de transformation publique*, Ed. La documentation française, 2010.
- Depled F. (coord.) *Evaluation sensorielle – manuel méthodologique*. Paris : Editons Tec & doc - Lavoisier, 2009.
- De Rouvray A. *Intégration des préférences émotionnelles et sensorielles dans la conception de produits d'ameublement: proposition d'une méthode d'ingénierie affective*. Thèse de doctorat (Génie industriel) : ENSAM de Paris, 2006.
- De Saussure F. *Cours de linguistique générale*. Ed. Payot, 1913
- Dombois F. Content follows form, le design entre recherche scientifique et recherche artistique. Actes du symposium *La recherche en relation avec l'environnement du design*. Zürich: Swiss design network, 2005. p. 43-56.
- Doordan D. Catalysts of perception: material consideration. In *Ettore Sottsass architect and designer*, ed. Ron Labaco, Merrell Publishers, New-York, 2006, p. 55-73.
- Doordan D. On materials. *Design Issues*, 2003, vol. 19, n°4. p 3-8.
- Doordan D. From Precious to Pervasive: Aluminum and Architecture, in *Aluminium by Design*. Sarah Nichols, ed. (Harry N. Abrams, New York: 2000): 84-11.
- Duchamp R. *Méthode de conception de produits nouveaux*. Paris : Hermès, 1999, 192 p.
- Dupeux M. *Aide-mémoire Science des matériaux*, Editions Dunod, 2004.
- Etienne S. et al. *Les matériaux de A à Z*. Editions Dunod, Paris, 2008.
- Ferret S. *Le bateau de Thésée, le problème de l'identité à travers le temps*, Editions de Minuit, collection Paradoxe, 1996
- Findeli A. Searching for design research questions: some conceptual clarifications. Actes de la conférence *Questions & Hypotheses*, 2009
- Findeli A. et al. Research through design and transdisciplinarity: a tentative contribution to the methodology of design research. Actes du symposium *Focused – current design research projects and methods*. Berne : Swiss design network, 2008. p. 67-91.
- Findeli A. et Coste A. De la recherche-crédation à la recherche-projet, un cadre théorique et méthodologique pour la recherche architecturale, *Lieux communs, les cahiers de LAUA*, 2007, n° 10.
- Findeli A. Qu'appelle-t-on « théorie » en design ? Réflexions sur l'enseignement et la recherche en design. In *Le design, essais sur des théories et des pratiques*. Brigitte Flamand (dir.). Paris : Editions du Regard, 2006(a). p. 77-97.

- Findeli A. La recherche en design, bref état des lieux. In *La recherche en design*. Genève : Haute école d'art et de design, 2006(b). p. 22-23.
- Findeli A. La recherche en design, questions épistémologiques et méthodologiques. *International Journal of design and innovation research – Design Recherche*. 1998, vol. 1, n°1.
- Frayling C. Research in art and design. In *Research Papers*. Londres : Royal College of Art, 1993-1994, vol. 1, n°1.
- Geel C. Le designer à l'aune de la créativité. *Mode de recherche*, n°14, Assouly O. (dir), Institut Français de la Mode, juin 2010.
- Gourgues-Lorenzon A-F. et Haudin J-M. (dir.). *Matériaux pour l'ingénieur*, Editions Ecole des Mines de Paris, Paris, 2006
- Gosselin P. La recherche en pratique artistique, spécificités et paramètres pour le développement de méthodologies. In *La recherche création, pour une compréhension de la recherche en pratique artistique*. Presses de l'Université du Québec, 2006. p. 21-31.
- Guidot R. *Design, carrefour des arts*. Paris : Flammarion, 2003. p. 262-315.
- Hansen F.T. A search for unpredictable relationships. Actes de conference *EKSIG 2009 – experiential knowledge, method & methodology*. London, 2009.
- Hatchuel A. Quelle analytique de la conception ? Parure et pointe en design. In *Le design, essais sur des théories et des pratiques*. Brigitte Flamand (dir.). Paris : Editions du Regard, 2006. p. 147-160.
- Hatchuel A., Weil B., Le Masson P. *Les processus d'innovation*. Paris : Edition Hemès-Lavoisier, 2006, 474 p.
- Hayne-Lecocq B. *Plan d'expériences, méthode Taguchi*. Support de cours, Master de recherche ICI, ENSAM Paris, 2006.
- Heilbrunn B. Le design français comme parti pris des objets ? *Mode de recherche*, n°14, Assouly O. (dir), Institut Français de la Mode, juin 2010.
- Heinich N. *L'élite artiste, excellence et singularité en régime démocratique*, Paris, Gallimard, 2005.
- Hekkert P. et Leder H. Product aesthetics. In *Product experience*. Edited by Schifferstein H. & Hekkert P.: Elsevier Science, 2008. p 259-285.
- ICSID. Définition du design. [20.08.2010]. Available from : <http://www.icsid.org/about/about/articles31.htm>
- Janot C. et Ilschner B. *Matériaux émergents*, Traité des matériaux, Tome 19, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2001
- Jégou F. Social innovation and design of promising solution towards sustainability. Actes des *Ateliers de la recherche en design*, Nancy (France), 2007
- Johnson K., Langdon P. et Ashby M. Grouping materials and processes for the designer: an application of cluster analysis. *Materials and design*, 2002, vol. 23, p 1-10.
- Johnson K., Lenau T. et Ashby M. The aesthetic and perceived attributes of products. Actes de conference *ICED 03 – international conference on engineering design*. Stockholm : 2003.

- Jongerius H. Soft Urn. Texte explicatif du projet relevé en 2010 sur le site internet : <http://www.jongeriuslab.com/>
- Kaplan L. *Laszlo Moholy-Nagy Biographical writings*. Durham & London : Duke university Press, 1995. Production-Reproduction, p 31-62.
- Karana E., Hekkert P. et Kandachar P. A tool for meaning driven materials selection. *Materials and design*, 2010, vol. 31, n°6. p 2932-2941
- Karana E., Hekkert P. et Kandachar P. Meaning driven material selection in education. Actes de conférence *ICED 09 – international conference on engineering design*. Stanford (USA) : 2009(a).
- Karana E., Hekkert P. et Kandachar P. Meanings of materials through sensorial properties and manufacturing processes. *Materials and design*, 2009(b), vol. 30, n°7. p 2778-2784.
- Karana E., Hekkert P. et Kandachar P. Material considerations in product design: A survey on crucial material aspects used by product designers. *Materials & Design*, 2008, vol. 29, n°6. p 1081-1089.
- Kesteren (van) I. Product designers' information needs in materials selection. *Materials & Design*, 2008, vol. 29, p 133-145.
- Kesteren (van) I. Stappers P. et de Bruijn J. Materials in products selection : tools for including user-interaction aspects in materials selection. *International Journal of Design*, 2007, vol. 1, n°3. p 41-55.
- Kesteren (van) I. Representing product personality in relation to materials in a product design problem. Actes de conférence *Nordes, In the making*. Copenhagen, 2005.
- Krippendorff K. The diversity of meanings. Actes de conférence *Desform – Design and semantics of form and movement*. Offenbach (Allemagne) : 2008. p 12-19.
- Krippendorff K. et Butter R. Semantics – Meaning and contexts of artefacts. In *Product experience*. Edited by Schifferstein H. & Hekkert P.: Elsevier Science, 2008. p 353-376.
- Kula D., Ternaux E. et Hirsinger Q. *Materiology, matériaux et technologies : l'essentiel à l'usage des créateurs*. Ed. Frame Publishers & Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin, 2009
- Lagarde C. *Identité, langue et nation, qu'est-ce qui se joue avec les langues ?* Collection Cap al sud, éditions Trabucaire, 2008
- Lawson C. Made by vs designed by – two approaches in sustainable development collaborations with artisan communities. Actes de conférence *Nordes, Engaging Artefacts*. Oslo, 2009.
- LCPI. *Dossier scientifique du Laboratoire Conception de Produits et Innovation* (dossier rédigé à l'attention du Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur), 2004
- Lecourt D. (dir) *L'encyclopédie des sciences*, Librairie Générale Française, Livre de poche, 1998. 1526 p.
- Lécho Hirt L. Creasearch : methodologies and models for creation-based research projects in design. Actes du symposium *Swiss design network, Focused – current design research projects and methods*. Berne, 2008. p. 149-163.
- Likert R. *A technique for the measurement of attitudes*. Archives of psychology, 1932, n° 140, p. 1-55.
- Loubet del Bayle J-L. *Initiation aux méthodes des sciences sociales*, ed. L'harmattan, 2009

- Manson J.A.E. et al. *Matériaux composites à matrices organiques*, Traité des matériaux, vol. 15, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2004
- Mantelet F. *Prise en compte de la perception émotionnelle du consommateur dans le processus de conception de produit*. Thèse de doctorat (Génie industriel) : ENSAM de Paris, 2006.
- Manzini E. et Meroni A. Emerging user demands for sustainable solutions. In *Design Research Now*, Ed. Ralph Michel, Birkhäuser, 2007.
- Manzini E. Design research for sustainable social innovation In *Design Research Now*, Ed. Ralph Michel, Birkhäuser, 2007.
- Manzini E. *La matière de l'invention*. Paris : éd. du Centre Pompidou, 1989. 214 p.
- Manzini E. And of plastics, *Domus*, n°666, novembre 1985.
- Meikle J.L. *American plastic a cultural history*, Rutgers University Press, 1995.
- Mercier J-P., Zambelli G. & Kurz W. *Introduction à la science des matériaux*, Traité des matériaux (vol. 1), Presses polytechniques et universitaires romandes, 2002. 520 p.
- Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie. *Technologies clés 2005*. Paris : ed. de l'Industrie, 2000.
- Moholy-Nagy L. *Peinture, photographie, film et autres écrits sur la photographie*. Editions Jacqueline Chambon, 1997. Production – reproduction. p 120-123.
- Moholy-Nagy L. *Produktion-reproduktion*. In *De Stijl*, 1922, n°7. p 97-100.
- Morand P. Comment embrasser l'immatériel. *Mode de recherche* n°1. Ed. Institut Français de la Mode, janvier 2004. p. 16-17.
- Morelli N. Social Innovation and New Industrial Contexts: Can Designers “Industrialize” Socially Responsible Solutions? *Design Issues*, 2007, vol. 23, n°4. p 3-21.
- Mougenot C. *Modélisation de la phase d'exploration du processus de conception de produits, pour une créativité augmentée*. Thèse de doctorat (Génie industriel) : ENSAM de Paris, 2008.
- Mucchielli A. *Dictionnaire des méthodes qualitatives en sciences humaines et sociales*, ed. Armand Colin, 2009.
- Mucchielli A. *Les méthodes qualitatives*, collection Que sais-je ?, PUF, 1994.
- Muniesa F. et Callon M. *Sociologie des marchés*. Support de cours Ecole des Mines de Paris, 2008.
- Nascimento A. Reinventing modernity through tradition: product development in traditional craftsmanship. Actes de conférence *Nordes, Engaging Artefacts*. Oslo, 2009.
- Niederrerr K. Practice in the process of doctoral research. Actes du symposium *Swiss design network, Focused – current design research projects and methods*. Berne, 2008. p. 199-212.
- Niederrerr K. Designing mindful interaction: the category of performative object. *Design issues*, 2007, vol. 23, n°1. p. 3-17.
- Nielsen J. *Usability engineering*. Morgan Kaufmann Publishers, 1994. 362p.

- Nimkulrat N. Creation of artifacts as a vehicle for design research. Actes de conférence *Nordes, Engaging Artefacts*. Oslo, 2009.
- Noonan H. Identity, *the Stanford Encyclopedia of Philosophy* (winter 2009 Edition), Edward N. Zalta (ed.). <http://plato.stanford.edu/archives/win2009/entries/identity/>.
- Norman D. *Emotional design – why we love (or hate) everyday thing*. New-York: Basic books, 2004. 272 p.
- OCDE. *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3rd Edition, Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE), 2005.
- Osgood C., Suci G. & Tannenbaum P. *The Measurement of Meaning*. University of Illinois Press, 1957. 360p.
- Pedgley O. et Wormald P. Integration of design projects within a PhD. *Design issues*, 2007, vol. 23, n°3. p. 70-85.
- Remaury B. La place de la culture dans le prisme des marques. Interview d'Olivier Assouly. *Mode de recherche*, n°3. Ed. Institut Français de la Mode, janvier 2005. p. 4-11.
- Remaury B. *Marques et récits*, Ed. Institut Français de la Mode, 2004.
- Saakes D. Exploring materials – new media in design, Actes du symposium *Swiss design network, drawing new territories*. Genève, 2006.
- Sagot S. *Design et matériaux : la création entre plastique industrielle et pratiques buissonnières*. Thèse de doctorat (Arts appliqués) : Université de Toulouse-Le Mirail, 2005.
- Schön D. A. *The reflective practitioner: How professionals think in action*. New York: Basic Books, 1983.
- Schumpeter J.A. *Théorie de l'évolution économique, Recherche sur le profit, l'intérêt et le cycle de la conjoncture*. 1935.
- Sicard M-C. *Identité de marque*, ed. Eyrolles, 2008, 480p.
- Sparke P (ed.). *The plastics age: from modernity to post-modernity*. Victoria and Albert Museum, London, 1990.
- Swann C. Action research and the practice of design. *Design issues*, 2002, vol. 18, n°2. p. 49-61.
- Tamisier J-C (Ed.). *Grand dictionnaire de la psychologie*, Larousse, Paris, 1999.
- Tichkiewitch S. L'ingénierie simultanée. *Conception de produits et innovation*, Revue annuelle des élèves des arts et métiers. 2002. p 224-230.
- Vernet C. *Enseignements tirés des recherches sur les BFUP*. [on-line]. Lafarge Publications, 2002. [20.08.2010]. Available from internet : http://www.ductal-lafarge.fr/lafarge_DUCTAL/PUBLICATION/20041029/09_2002_recherches_bfup_fr.pdf
- Vihma S. Design semiotics – institutional experiences and an initiative for a semiotic theory of form, in *Design Research Now*, Ed. Ralph Michel, Birkhäuser, 2007.
- Walker S. Cack-handed design centred-approaches to process and product sustainability, *The Design Journal*, vol. 10, n°3, novembre 2007.
- Walker S. Beyond aesthetics, identity, religion and design. *The Design Journal*, vol. 4, n°2, 2001.

Weiner A. Inalienable wealth. *American ethnologist*, 1985, vol. 12, n°2. p 210-227.

Yannou B., Bigand M., Gidel T., Merlo C., Vaudelin J-P. *La conception industrielle de produits. Volume 1, management des hommes, des projets et des informations*, Hermès-Lavoisier, 2008.

Yin R.K. *Case study research, design and methods*, London, Sage, 1984.

INNOVATION ET DESIGN : CONTRIBUTION DE LA CONCEPTION À L'EXPANSION DE L'IDENTITÉ DES MATÉRIAUX

RÉSUMÉ : Par sa spécificité à observer et questionner le monde dans ses aspects à la fois physique, esthétique, symbolique et culturel, le design retient aujourd'hui l'intérêt du génie industriel pour sa contribution indispensable aux nouvelles innovations. La présente recherche établit un lien entre le design et l'innovation dans le domaine des matériaux. Elle a été conduite dans le cadre du projet de développement industriel d'une gamme d'objets réalisés à partir d'un béton aux performances innovantes, l'Ultrabéton®. Le projet a initié le constat d'un manque d'identité inhérent aux matériaux émergents issus des dernières avancées technologiques. Comment pallier ce manque ? Quel peut être le rôle et l'impact de la conception et du design sur l'identité d'un matériau ? Nous définissons l'identité d'un matériau comme l'ensemble de ce qui le caractérise, à la fois sur le plan matériel et immatériel, à la fois sa 'plastique', son apparence, et son 'récit', ses significations symboliques et culturelles. Les phases d'élaboration du matériau et surtout de sa mise en forme en objet sont identifiées comme autant d'actions de conception motrices d'une expansion possible de l'identité d'un matériau. L'analyse a posteriori de plusieurs cas de conception sélectionnés parmi les différents projets de design réalisés au cours de notre recherche et complémentaires au cas de l'Ultrabéton®, nous permet de valider un modèle d'expansion de l'identité d'un matériau par la conception d'objets. Cette proposition théorique doit aider à de possibles expansions d'identités de matériaux et à avancer ainsi vers une 'humanisation' des innovations dans le domaine des matériaux.

Mots clés : design, matériaux, conception, innovation, identité des matériaux, processus de mise en forme, expérimentations matériaux.

INNOVATION AND DESIGN: HOW DESIGN MAY HELP TO EXPAND MATERIALS IDENTITY?

ABSTRACT: The design discipline observes and questions the world in all its physical, aesthetic, symbolic and cultural dimensions. In this way, design is of particular interest to industrial engineering discipline for its essential contribution to new innovations. This research links design to innovations in the field of materials. It was conducted as part of the industrial development of a range of objects made of Ultrabéton®, a concrete with innovative performances. The project has made us aware of a lack of identity in the case of materials emerging from the latest technological advances. How should we to fill this lack ? What are the role and consequences of engineering and design for the identity of a material ? We define the identity of a material as everything that characterizes it : both in material and immaterial dimensions, its shape, its appearance, and its 'story', its symbolic and cultural meanings. The phases when material is designed and especially when it is shaped into an object are all identified as design actions able to expand the identity of a material. The post hoc analysis of several design cases selected from various design projects carried out during this research as a complement to the Ultrabéton® case, allows us to validate a model for materials identity expansion when designing objects. This theoretical proposal should help to expand materials identities and to move towards more 'humanized' innovations in the field of materials.

Keywords : design, materials, engineering, innovation, materials identity, shaping processes, materials experiments.