



**HAL**  
open science

# Caractérisation de la perception d'un produit hybride intégrant des composantes issues d'univers produits contradictoires en conception : application aux produits sport-santé

Antoine Millet

## ► To cite this version:

Antoine Millet. Caractérisation de la perception d'un produit hybride intégrant des composantes issues d'univers produits contradictoires en conception : application aux produits sport-santé. Automatique. Université de Bordeaux, 2020. Français. NNT : 2020BORD0249 . tel-03150591

**HAL Id: tel-03150591**

**<https://theses.hal.science/tel-03150591>**

Submitted on 23 Feb 2021

**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.

THÈSE PRÉSENTÉE POUR OBTENIR LE GRADE DE  
**DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX**

ECOLE DOCTORALE SCIENCES PHYSIQUES ET DE L'INGENIEUR

Automatique, Productique, Signal et Image, Ingénierie cognitive

Par **Antoine MILLET**

---

CARACTERISATION DE LA PERCEPTION D'UN PRODUIT HYBRIDE  
INTEGRANT DES COMPOSANTES ISSUES D'UNIVERS PRODUITS  
CONTRADICTOIRES EN CONCEPTION : APPLICATION AUX  
PRODUITS SPORT-SANTE

Sous la direction de : **Jérémy Legardeur**

Et l'encadrement de : **Audrey Abi Akle**

Soutenue le 07/12/2020

Membres du jury :

Mme BUISINE, Stéphanie	Enseignant-Chercheur, HDR	CESI Paris Nanterre	Président du jury
M. PETIOT, Jean-François	Professeur des universités	École Centrale de Nantes	Rapporteur
Mme ZWOLINSKI, Peggy	Professeur des universités	INP Grenoble	Rapporteur
Mme LALLEMAND, Carine	Professeur assistant	Université de Eindhoven	Examineur
M. LAME, Guillaume	Maitre de Conférences	CentraleSupélec	Examineur
M. BRETON, Julien	Ingénieur	SC-Ergomedical	Invité
M. LEGARDEUR, Jérémy	Professeur, HDR	ESTIA	Directeur
Mme ABI AKLE, Audrey	Professeur assistant	ESTIA	Encadrante

La perception n'est jamais passive. Nous ne faisons pas que recevoir le monde, nous en sommes aussi les créateurs actifs.

Siri Hustvedt

## REMERCIEMENTS

Tout d'abord, mes remerciements s'adressent à Monsieur Jean-François PETIOT, Professeur des Universités à l'Ecole Centrale de Nantes et Madame Peggy ZWOLINSKY, Professeur des Universités à l'INP Grenoble, pour avoir accepté de juger ce travail en tant que rapporteurs.

Je remercie également Mesdames Stéphanie BUISINE, Enseignant-Chercheur HDR au CESI Paris Nanterre et Carine LALLEMAND, Professeur assistant à l'Université de Eindhoven, ainsi que Monsieur Guillaume LAME, Maître de Conférences à l'Ecole Centrale Supélec, pour avoir accepté de juger ce travail en tant qu'examineurs.

Je tiens à remercier la Région Nouvelle Aquitaine, l'ANRT ainsi que la société SC-Ergomedical et M. Patxi ELISSALDE, Directeur de l'ESTIA, d'avoir mis les moyens à l'entreprise de cette thèse.

Je tiens à exprimer mes plus grands remerciements à mon encadrement de thèse, Mme Audrey ABI AKLE et M. Jérémy LEGARDEUR. Merci à toi Audrey, pour ta rigueur, ta confiance, ta (très grande) patience, tes conseils avisés ainsi que ta bienveillance. Sans ton soutien (et tes schémas !), le résultat de cette thèse ne serait pas ce qu'il est aujourd'hui. Ces deux petites lignes ne suffissent pas pour exprimer tout ce que tu m'as apporté durant ces trois années. Merci pour tout.

Jérémy, merci pour ton soutien durant ces 3 années et tes conseils qui m'ont rassuré durant les périodes difficiles.

Je n'oublie pas non plus toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à cette aventure.

Merci aux membres d'IKASI qui m'ont accueilli avec bienveillance lors de ma première année de thèse dans leur bureau, ainsi qu'à Guillaume POL avec qui j'ai eu l'occasion de découvrir l'enseignement à plusieurs reprises.

Merci à tous les doctorants (tarés) de l'ESTIA qui ont partagé avec moi cette folle aventure qu'est la thèse : Alexia, Camille, Chloé, Cindy, Isciane, Sarah, Valentine, Antoine, Sébastien et Stelian. Merci, pour votre écoute, vos coups de main (en particuliers en informatique) et surtout pour l'ambiance géniale de ce bureau.

Merci à tous les membres de l'équipe de SC-Ergomedical pour leur accueil, leur soutien, leur implication et compréhension dans ces travaux de recherches. Je tiens particulièrement à remercier Virginie ROSA, sans qui je n'aurais jamais pu vivre cette aventure.

Je tiens à faire un clin d'œil particulier pour Grégory PRINCE pour l'aide que tu m'as apportée pour la réalisation de ma dernière expérimentation.

Je remercie aussi Tiffany PRINCE, pour son soutien permanent durant ces 3 années, pour avoir enduré mes crises de doutes, pour avoir été ma première spectatrice lors de toutes mes répétitions, pour le temps passé à me relire.

Un clin d'œil aussi pour les autres relecteurs, en particulier Régine MILLET et Claudine PRINCE, qui ont veillé et louché sur mes différentes productions.

Enfin, merci à ma famille pour m'avoir toujours soutenu et encouragé dans toutes les décisions que j'ai prises. Merci pour m'avoir toujours poussé à aller plus loin

# TABLE DES MATIERES

Remerciements .....	3
Table des matières .....	4
Table des figures .....	7
Table des tableaux .....	12
Introduction générale.....	15
Contexte.....	15
Positionnement de la recherche .....	17
Organisation du manuscrit.....	18
1  Partie 1 : Etat des connaissances scientifiques et industrielles .....	20
1.1  Chapitre 1 : Etat des connaissances scientifiques.....	22
1.1.1  La conception centrée utilisateur.....	22
1.1.2  L'Expérience Utilisateur .....	26
1.1.3  La perception utilisateur dans le processus de conception .....	28
1.1.4  L'Ingénierie Affective.....	41
1.1.5  L'ingénierie Affective dans le processus de conception .....	42
L'essentiel du Chapitre 1 .....	44
1.2  Chapitre 2 : Etat des connaissances terrain .....	45
1.2.1  La conception d'un produit de sport de SC-Ergomedical .....	45
1.2.2  le concept d'Ergomedical Design.....	46
1.2.3  Analyse du concept d'Ergomedical Design.....	53
L'essentiel du chapitre 2.....	59
1.3  Chapitre 3 : Intégration de la perception utilisateur d'un produit hybride sport-santé dans le processus de conception.....	60
1.3.1  Un produit hybride sport-santé.....	60
1.3.2  Facteurs impactant la perception d'un produit sport-santé.....	64
1.3.3  Une sémantique sport-santé.....	67
L'essentiel du chapitre 3 .....	70
2  Partie 2 : Problématique, questions de recherches et plan de résolution.....	71

2.1	Positionnement de nos travaux de recherche.....	72
2.1.1	Enoncé de la problématique de recherche.....	72
2.1.2	Définition du périmètre de nos travaux.....	75
2.1.3	Enoncé des questions de recherche.....	76
2.2	Plan de résolution.....	76
3	Partie 3 : Expérimentations.....	79
3.1	Définition d'un espace sémantique sport-santé.....	81
3.1.1	Expérimentation n°1 : Identification de descripteurs sémantiques sport-santé.....	81
3.1.2	Expérimentation n°2 : définition d'un espace sémantique sport-santé.....	93
3.2	Définition des relations entre des attribut produits sport-santé et la sémantique sport-santé 121	
3.2.1	Expérimentation n°3 : caractérisation des attributs produits sport-santé et de leurs relations avec l'espace sémantique.....	122
3.3	Réponse aux problématiques scientifique et industrielle.....	167
3.3.1	Réponse à la problématique scientifique.....	167
3.3.2	Réponse à la problématique industrielle.....	169
4	Apports, Limites, Perspectives et conclusion générale.....	174
4.1	Apports de nos travaux de recherche.....	175
4.1.1	Apports scientifiques.....	175
4.1.2	Apports industriels.....	177
4.2	Limites et perspectives.....	177
	Conclusion générale.....	181
	Listes des publications.....	185
	Article soumis dans une revue internationale avec comité de lecture.....	185
	Communication en congrès international avec actes et comité de lecture.....	185
	Communication en congrès avec comité de lecture.....	185
	Bibliographie.....	186
	Annexes.....	201
	Annexe 1 : Ensemble des images de produit retenues pour l'expérimentation n°1.....	202

Annexe 2 : Associations des images de produit faites par les participants lors de l'expérimentation n°1.....	204
Annexe 3 : Associations de descripteurs sémantiques lors de l'expérimentation n°1 .....	206
Annexe 4 : Descripteurs sémantiques associés à la catégorie sport-santé lors de l'expérimentation n°2 .....	208
Annexe 5 : Résultats des tests du Chi <sup>2</sup> menés lors de la phase 1 de l'expérimentation n°3 .....	209

# TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Spécifications observées dans le processus de conception Ergomedical (Rosa <i>et al.</i> , 2014) .....	16
Figure 2 : Positionnement de notre recherche dans les domaines de connaissances des Sciences de la conception .....	18
Figure 3 : Plan du manuscrit de thèse.....	19
Figure 4 : Transcription des besoins humains à des besoins utilisateurs dans le cadre de la Conception Centrée Utilisateur.....	24
Figure 5 : Concepteurs, utilisateur et produits dans l’expérience utilisateur.....	28
Figure 6 : Etapes du processus de perception.....	29
Figure 7 : Réponse à la perception d’un produit selon Gentner <i>et al.</i> (2013).....	30
Figure 8 : Les niveaux de Design selon Norman (2007).....	33
Figure 9 : (à gauche) Roue des émotions développée par Plutchik et Kellerman (1981) et (à droite) Roue des émotions développée par Scherer (2005).....	34
Figure 10 : Interface du nouvel outil PrEMo présenté par Caicedo et Desmet (2009).....	35
Figure 11 : Représentation des usages de la sémantique produit .....	36
Figure 12 : Comparaison de profils sémantiques entre deux versions d’une chaussure pour personnel hospitalier issue des travaux de Alcántara <i>et al.</i> (2005b) .....	37
Figure 13 : Direction des descripteurs sémantiques (vecteurs) dans la carte perceptuelle présentée dans les travaux de Petiot et Yannou (2004) .....	38
Figure 14 : Schéma de principe du Kansei Engineering System développée par Nagamachi (1989)...	40
Figure 15 : Positionnement du Design Sensoriel, de l’Approche Sémantique, du Design Emotionnel et de l’Ingénierie Kansei dans la réponse à la perception d’un produit selon Gentner <i>et al.</i> (2013).....	41
Figure 16 : Etapes du processus de l’Ingénierie Affective .....	42
Figure 17 : Utilisation de l’Ingénierie Affective dans le processus de conception de Pahl et Beitz (2013) .....	43
Figure 18 : Etapes du Design Thinking dans le modèle de la Stanford Design School .....	47
Figure 19 : Représentation du concept de l’ <i>Ergomedical Design</i> souhaité par SC-Ergomedical .....	49
Figure 20 : Représentation des points d’impact de la tête : (a) pour les chutes après dérapage ; (b) pour les chutes après avoir heurté un trottoir (Bourdet <i>et al.</i> , 2012) .....	51
Figure 21 : Protection crânienne pour cyclistes développée par SC-Ergomedical (“La protection souple pour la tête Okyl® – SC Ergomedical”, 2020).....	52
Figure 22 : Bouchon d’oreille pour surfeurs (“Bouchons d’oreille EQ Seals® – SC Ergomedical”, 2020) .....	53
Figure 23 : Outils employés dans le processus de conception Ergomedical .....	54

Figure 24 : Utilisation de critères d'évaluation de concept (Ambrosino <i>et al.</i> , 2017; Dean <i>et al.</i> , 2006; Shah <i>et al.</i> , 2003) appliquée à la pyramide des besoin de Jordan (2003).....	57
Figure 25 : Exemple de produit hybride, les chaussures patin Heelys. ....	60
Figure 26 : Masque facial et chaussure conçus pour le contexte d'utilisation de la santé (à gauche) ; Masque facial et chaussure conçus pour le contexte d'utilisation du sport (à droite).....	62
Figure 27 : Représentation d'un produit mêlant des univers produits dialogiques .....	63
Figure 28 : Exemples de produit hybride sport-santé : Nike air zoom plus (à gauche) et Attèle défiance III développée par Donjoy (à gauche) .....	63
Figure 29 : Représentation de produits hybrides issus d'univers dialogiques appliqués dans des contextes d'usages différents voire opposés.....	64
Figure 30 : Le produit comme média de communication entre concepteurs et utilisateurs (Crilly <i>et al.</i> , 2008; Gonzalez <i>et al.</i> , 2017) .....	65
Figure 31 : Etapes de la méthode de Détection de Discontinuité Sémantique selon Khalaj et Pedgley (2019) .....	67
Figure 32 : Représentation d'un produit mêlant du champ des possibilité de conception pour un produit mêlant des univers produits dialogiques.....	74
Figure 33 : Proposition du périmètre de nos travaux de recherche .....	75
Figure 34 : Plan d'action entrepris pour répondre à la problématique de recherche et aux différentes questions de recherches soulevées.....	78
Figure 35 : Principe du questionnaire de l'expérimentation n°1 .....	82
Figure 36 : Fréquences des effectifs moyens des associations d'une images sport, santé ou sport-santé avec les catégories sport, santé, sport-santé et aucun .....	88
Figure 37 : Effectifs des associations des images sport-santé avec la catégorie sport-santé.....	89
Figure 38 : Echantillons d'images considérés pour l'identification de descripteurs sémantiques sport-santé.....	90
Figure 39 : Déroulement de l'entretien .....	94
Figure 40 : Exemples de cartes produit créées pour le besoin de l'expérimentation n°2 .....	95
Figure 41 : Exemples de cartes sémantiques créées pour le besoin de l'expérimentation n°2.....	95
Figure 42 : Echelles de Likert créées pour le besoin de l'expérimentation n°2 .....	96
Figure 43 : Graphique x-y créé pour cartographier la sémantique sport-santé.....	97
Figure 44 : Secteur d'activité des participants (à gauche) et année d'expérience (à droite) des concepteurs interviewés .....	101
Figure 45 : Fréquence d'association des images avec les différentes catégories .....	102
Figure 46 : Fréquence des associations par descripteurs sémantiques avec la catégorie sport-santé..	103
Figure 47 : Carte sémantique sport-santé .....	105
Figure 48 : Positionnement des descripteurs sémantiques selon les concepteurs .....	107

Figure 49 : Positionnement des descripteurs sémantiques Plaisant, Modeste, Accessible et Accueillant par les concepteurs .....	108
Figure 50 : Carte sémantique sport-santé avec indice de confiance.....	112
Figure 51 : Images produit présentant un consensus parmi les concepteurs et les utilisateurs .....	114
Figure 52 : Fréquence des associations des produit sport-santé par les concepteurs et les utilisateurs	115
Figure 53 : Fréquence d’associations de la sémantique sport-santé par les concepteurs et les utilisateurs .....	118
Figure 54 : Structure du questionnaire .....	123
Figure 55 : Boite à moustaches de la variable âge .....	125
Figure 56 : Propriétés de la couleur dans le système de Munsell.....	126
Figure 57 : Echantillon de teintes utilisé par Wu <i>et al.</i> (2017).....	126
Figure 58 : Variation de la teinte rouge utilisée par Wu <i>et al.</i> (2017).....	127
Figure 59 : Echantillon de teintes utilisé pour l’expérimentation n°3 .....	127
Figure 60 : Palette de couleurs créée pour l’expérimentation n°3.....	128
Figure 61 : Intégration de la palette de couleurs dans le questionnaire.....	128
Figure 62 : Echantillon de couleurs présenté lors de la question n°1 .....	129
Figure 63 : Nombre d’associations des attributs produit couleur avec les différentes catégories .....	130
Figure 64 : Fréquences des associations faites par les participants selon la variable couleur .....	132
Figure 65 : Fréquences d’associations des attributs produit “couleur” au contexte d’usage Santé selon la variable âge.....	133
Figure 66 : Fréquences des associations des attributs produit « couleur » au contexte d’usage Sport-Santé .....	134
Figure 67: Positions des couleurs associées au contexte d’usage Sport-Santé sur la roue chromatique .....	134
Figure 68 : De gauche à droite : Exemple de variation de formes utilisant une Matrice (MacDonald <i>et al.</i> , 2009) ; Exemple de décompositions de produit avec confrontation de géométries élémentaires (Hsiao et Chen, 1997) .....	135
Figure 69 : Echantillon d’attributs produit de type forme utilisé pour l’expérimentation n°3 .....	137
Figure 70 : Intégration de l’échantillon de formes dans le questionnaire.....	138
Figure 71 : Nombre d’associations des attributs forme avec les différentes catégories .....	139
Figure 72 : Fréquences des associations des attributs forme de type Angle .....	140
Figure 73 : Fréquences des associations des attributs forme de type Géométrie .....	140
Figure 74 : Fréquences des associations des attributs produit forme de type Proportion.....	141
Figure 75 : Fréquences des associations des attributs forme de type Surface .....	141
Figure 76 : Fréquences des associations des attributs « forme » au contexte d’usage Sport-Santé ....	143
Figure 77 : Intégration de l’échantillon matériaux dans le questionnaire .....	145
Figure 78: Associations des attributs produit matériau avec les différentes catégories .....	146

Figure 79: Fréquences des associations faites selon l'attribut produit materiau .....	147
Figure 80 : Fréquences d'associations des attributs produit matériau au contexte d'usage Sport selon la variable niveau sportif.....	148
Figure 81 : Fréquences des associations des attributs produit matériau au contexte d'usage Sport-Santé .....	149
Figure 82 : Vue d'ensemble de la construction de notre espace attribut produit sport-santé.....	150
Figure 83 : Structure de la phase 2 du questionnaire.....	152
Figure 84 : Nombre total des associations faites par les participants pour chaque descripteur sémantique .....	155
Figure 85: Fréquences d'associations faites par les participants pour chaque descripteur sémantique à des attributs produit perçus Sport-Santé.....	155
Figure 86 : Fréquences d'associations faites par les participants pour chaque descripteur sémantique à des attributs produit couleur perçus Sport-Santé.....	157
Figure 87 : Fréquences d'associations faites par les participants avec des attributs produit couleur perçus Sport-Santé selon la variable descripteur sémantique concernant les descripteurs sémantiques associés à plus de 67% à un attribut produit « couleur ».....	157
Figure 88 : Fréquences d'associations faites par les participants pour chaque descripteur sémantique à des attributs produit forme perçus Sport-Santé .....	159
Figure 89 : Fréquences d'associations faites par les participants à des attributs produit forme perçus Sport-Santé selon la variable descripteur sémantique concernant les descripteurs sémantiques associés à plus 67% à un attribut produit forme .....	159
Figure 90 : Fréquences d'associations faites par les participants pour chaque descripteur sémantique à des attributs produit matériau perçus Sport-Santé.....	162
Figure 91 : Fréquences d'associations faites par les participants à des attributs produit matériau perçus Sport-Santé selon la variable descripteur sémantique concernant les descripteurs sémantiques associés à plus 67% à un attribut produit matériau .....	162
Figure 92 : Exemple de graphique circulaire à barre réalisé .....	163
Figure 93 : Graphique “Hierarchical Edge Bundling” des associations de la sémantique Sport-Santé avec les attributs produit perçus Sport-Santé ( <a href="http://amithese.alwaysdata.net/graph5/">http://amithese.alwaysdata.net/graph5/</a> ) .....	164
Figure 94 : Attributs produit liés au descripteur sémantique <i>Spécifique</i> .....	165
Figure 95 : Exemple d'utilisation de la combinaison des deux représentations visuelles créées.....	166
Figure 96 : Représentation de l'espace sémantique créé au travers des expérimentations n°1 et n°2	168
Figure 97 : Apport de la méthode développée sur la définition de la perception d'un produit sport-santé .....	169
Figure 98 : Interface de la fonctionnalité 1 de l'outil développé.....	171
Figure 99 : Interface de la fonctionnalité 2 de l'outil développé.....	172
Figure 100 : Interface de la fonctionnalité 3 de l'outil développé.....	173

Figure 101 : Nombre d'associations faites par les participants concernant les images produit de sport avec les différentes catégories .....	204
Figure 102 : Nombre d'associations faites par les participants concernant les images produit de santé avec les différentes catégories .....	204
Figure 103 : Nombre d'associations faites par les participants concernant les images produit sport-santé avec les différentes catégories .....	205
Figure 104 : Nombre d'associations des descripteurs sémantiques à la catégorie sport-santé avec l'échantillon sport-santé .....	206
Figure 105 : Nombre d'associations des descripteurs sémantiques à la catégorie sport-santé avec l'échantillon réduit .....	207

# TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Emotions observées dans les travaux de Desmet (2002).....	34
Tableau 2 : Descripteurs sémantiques (traduits de l'anglais) observé dans le corpus de six articles ....	68
Tableau 3 : Descripteurs sémantiques extraits du corpus de 6 articles et retenus .....	69
Tableau 4 : Descripteurs sémantiques retenus à partir du corpus observé dans le chapitre 3 .....	81
Tableau 5: Extrait des images de produit retenus pour l'expérimentation n°1.....	83
Tableau 6: Séquences appliquées pour la mise en place de l'expérimentation n°1 .....	85
Tableau 7 : Objectifs, méthodes, mesures et analyses de l'expérimentation n°1.....	86
Tableau 8 : Moyennes du nombre de participants ayant associé une image de type santé, sport ou sport-santé à une catégorie.....	87
Tableau 9 : Effectifs totaux des associations faites avec les différentes catégories .....	88
Tableau 10 : Effectif total de descripteurs associés, moyenne et médiane des associations avec la catégorie sport-santé selon les deux échantillons d'image observés .....	90
Tableau 11 : Descripteurs sémantiques présentant un nombre d'associations supérieur à la médiane des associations selon les deux échantillons d'images observés .....	91
Tableau 12 : Tableau comparatif des indices pour mesurer l'accord entre les participants .....	98
Tableau 13 : Objectif, méthode, variables, mesures et analyses de l'expérimentation n°2.....	100
Tableau 14 : Retranscription d'un produit sport-santé extrait des entretiens menés .....	104
Tableau 15 : Résultats des calculs du $\alpha$ de Krippendorff pour chaque descripteur sémantique.....	109
Tableau 16 : Résultats des calculs de l'indice de confiance Iagree.....	111
Tableau 17 : Résultats des calculs du $\alpha$ de Krippendorff pour le positionnement des images produit selon les trois échantillons considérés .....	114
Tableau 18 : Représentation des attributs produit "couleur" proposés aux participants .....	130
Tableau 19 : Fréquences des associations des attributs couleurs avec les différentes catégories .....	131
Tableau 20 : Attributs produit observé dans les travaux de Fung <i>et al.</i> (2014), Hsiao et Chen, (1997), Ngo <i>et al.</i> (2012) Li, (2018) et Xue <i>et al.</i> (2019) .....	136
Tableau 21 : Attributs forme extraits et catégorisés .....	137
Tableau 22 : Echantillon de représentations de matériaux utilisé pour l'expérimentation n°3 .....	145
Tableau 23 : Fréquence d'associations des attributs matériau avec les différentes catégories.....	146
Tableau 24 : Ensemble des attributs produit présentant une tendance forte à être associée au contexte d'usage Sport-Santé.....	151
Tableau 25 : Effectif total, Moyenne, Médiane, Ecart-type, Minimum et Maximum des associations de descripteurs sémantiques avec les différents attributs produit réalisées par les participants.....	154
Tableau 26 : Echantillon d'images produit utilisé lors de l'expérimentation n°1 .....	202

Tableau 27 : Descripteurs sémantiques associés à la catégorie sport-santé par les concepteurs, nombre de sélections, total, médianes et écart types des scores des évaluations..... 208

Tableau 28 : Résultats des tests de Chi<sup>2</sup> selon les variables profil des participants (sexe, âge, niveau sportif, fréquence de la pratique sportive) et attributs produit (matériau, couleur, forme) ..... 209

# Introduction Générale

# INTRODUCTION GENERALE

## CONTEXTE

En France comme ailleurs, la santé est une priorité stratégique. En tant que demande sociétale, dans un premier temps, où elle apparaît comme la première préoccupation des français selon un sondage mené par l'institut Harris (Gérard *et al.*, 2019). La santé représente également un élément majeur de l'économie française. La consommation de soins et de biens médicaux s'élève à 203,5 milliards d'euros en 2018 selon le Ministère des Solidarités et de la Santé (DREES, 2019).

L'Organisation mondiale de la santé définit la santé comme « un état complet de bien-être physique, mental et social et pas seulement comme une absence de maladie ou d'incapacité » (OMS, 1946). Cela explique pourquoi l'industrie de la santé regroupe divers secteurs allant de l'industrie pharmaceutique à l'industrie alimentaire, y compris les industries des cosmétiques, celles du bien-être et celles du sport. En effet, plus d'un français sur deux pratique une activité physique avec pour motivation d'entretenir sa santé (INSEP et Ministère de la ville de la jeunesse et des sports, 2015).

Le marché du sport est un marché économique important qui représente près de 1200 milliards d'euros dans le monde soit environ 2% du PIB mondial (Ministère de la Ville de la Jeunesse et des sports, 2015). Les Etats Unis représentent le marché le plus important alors que la France se positionne à la cinquième place mondiale et au deuxième en Europe derrière l'Allemagne.

En France, ce marché pèse près de 91 milliards soit environ 0,9% du PIB (Palierse, 2020). Le secteur des articles de sport a connu une croissance continue depuis 2009 (Union Sport & Cycle, 2019). En effet, la dépense des ménages concernant les biens liés au sport s'élevait à 12,8 Md€ en 2017 pour 10,1 Md€ en 2009 (Institut National de la Jeunesse et de l'Education Populaire, 2019). Cela s'explique notamment par le fait que les français privilégient de plus en plus des pratiques sportives autonomes axées sur le bien être (INSEP et Ministère de la ville de la jeunesse et des sports, 2015; Union Sport & Cycle, 2019).

C'est à la croisée de ces deux domaines, sport et santé, que se positionne l'entreprise SC-Ergomedical créée en 2008. Dans ce contexte, le bureau d'étude SC-Ergomedical spécialisé dans le test et la conception de produits de sport intégrant des notions ergonomiques et médicales, a défini dans sa procédure de conception, l'« Ergomedical Design » illustré en Figure 1 (Rosa *et al.*, 2014). Dans ce processus, médecins et concepteurs collaborent pour développer des produits de sport permettant de garantir la santé des utilisateurs lors de l'usage.

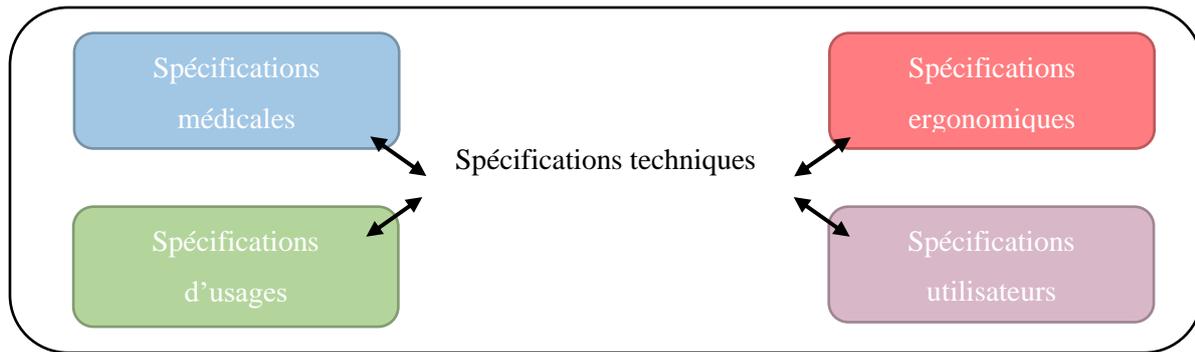


Figure 1 : Spécifications observées dans le processus de conception Ergomedical (Rosa *et al.*, 2014)

Différents produits ont été développés via cette approche comme des bandeaux de protection crânienne pour cyclistes en 2016 ou encore des bouchons d'oreille pour surfeurs permettant de réduire les risques d'apparition d'exostose en 2014. Les produits développés jusqu'à ce jour par le bureau d'étude ont pu démontrer l'efficacité de l'intégration des spécifications médicales dans la conception de produits (Rosa *et al.*, 2014). Toutefois, si les produits sont performants d'un point de vue ergonomique et médical, les utilisateurs peuvent continuer de percevoir les produits développés seulement comme des produits de sport. Les choix de conception effectués par les concepteurs sur les produits développés ne transmettent pas toujours la compréhension et la prise en compte des notions médicales. Par conséquent, depuis sa création, l'entreprise constate régulièrement un écart de perception entre les produits développés et la façon dont ils sont perçus par les utilisateurs.

SC-Ergomedical voit en 2016 deux problématiques majeures dans son processus :

1. Assurer la compréhension de la technicité médicale et ergonomique des produits afin de réduire l'écart entre la perception du produit et son identité. L'objectif étant que les utilisateurs intègrent l'apport médical des produits d'un simple coup d'œil tout en gardant l'aspect attractif d'un produit du domaine.
2. Faciliter la prise de décision du concepteur dans cette espace de conception complexe intégrant les données classiques auxquelles sont rajoutées les spécifications ergonomiques, médicales et émotionnelles.

Dans nos travaux de recherches, nous nous sommes intéressés aux méthodes de conception permettant d'intégrer l'utilisateur et plus particulièrement sa perception dans le processus de conception. L'objectif de cette thèse est de définir la perception d'un produit hybride mêlant des aspects issus des univers de produits de sport et de produits de santé afin d'aider les concepteurs dans les choix qu'ils réalisent.

Nous inscrivons nos travaux de recherches dans le domaine du génie industriel et en décrivons le positionnement dans la section suivante.

### POSITIONNEMENT DE LA RECHERCHE

Selon la définition de l'American Institute of Industrial Engineers (IISE, 2019), le génie industriel concerne « la conception, l'amélioration et l'installation de systèmes intégrés mettant en jeu des hommes, des matériaux, des équipements et de l'énergie. Il s'appuie tant sur les connaissances spécialisées et les aptitudes dans le domaine des mathématiques, de la physique et des sciences sociales que sur les principes et méthodes des sciences de l'ingénieur, ceci pour spécifier, prédire et évaluer les résultats de ce type de système ».

Cette définition met en exergue l'aspect pluridisciplinaire du génie industriel en soulignant l'utilisation de méthodes et principes de l'ingénierie de conception (Engineering Design) pour spécifier, prédire et évaluer des résultats. L'ingénierie de conception apparaît alors comme une branche du génie industriel.

L'ensemble des connaissances liées à l'ingénierie de la conception est défini par le terme *Design Science*, la science de la conception dont le but est, à l'aide de méthodes scientifiques, d'analyser les systèmes techniques (produits, processus), leur relation avec leur environnement (humain, nature, autres systèmes) et les processus utilisés pour les concevoir (Beitz, 1994). Ainsi les connaissances comprises dans le terme Design Science sont divisées en quatre groupes :

- Les méthodologies de conception
- La théorie des systèmes techniques
- La connaissance appliquée issue des sciences humaines et sociales
- La théorie de la conception et du processus de conception

Ainsi, s'intéresser à la perception des utilisateurs lors de la conception de produits hybrides, nécessite une approche scientifique qui est façonnée par plusieurs prismes. Notre recherche se situe donc à l'intersection des catégories des méthodologies de conception (1), de la connaissance appliquée issue des sciences humaines et sociales (3) et de la théorie de la conception et du processus de conception (4) (voir Figure 2).

En effet, l'objet de notre recherche est la définition de la perception d'un produit hybride mêlant des aspects issus des univers du sport et de la santé. Nous nous intéressons ainsi dans nos travaux aux utilisateurs et plus particulièrement à leur processus de perception impliquant l'utilisation de connaissances issues des sciences humaines et sociales (3). De plus, la compréhension et la définition du processus de perception liées à un produit fait l'objet de méthodes de conception (1) permettant aux concepteurs de comprendre les conséquences de leurs choix de conception et ainsi d'améliorer le processus de conception (4).

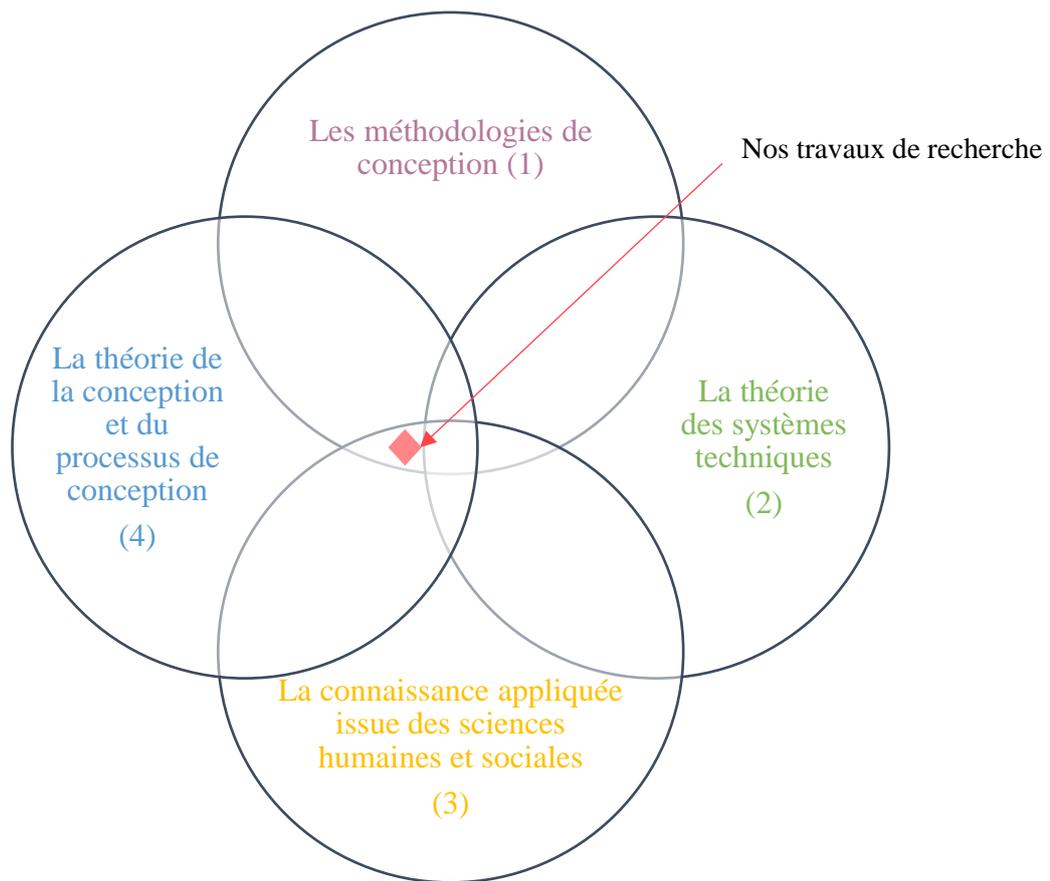


Figure 2 : Positionnement de notre recherche dans les domaines de connaissances des Sciences de la conception

## ORGANISATION DU MANUSCRIT

Notre manuscrit de thèse est divisé en quatre parties comme illustré sur le synoptique de la Figure 3.

La partie 1, *Connaissances Scientifiques et Industrielles*, précise notre positionnement scientifique, présente notre problématique industrielle ainsi que notre état de l'Art pour la résoudre. Cette partie est scindée en trois chapitres.

Le premier chapitre, *Etat des connaissances scientifiques*, positionne nos travaux dans la Conception Centrée Utilisateur. Le deuxième chapitre, *Etat des connaissances industrielles*, présente le processus de conception utilisé au sein de SC-Ergomedical. Le troisième chapitre propose un état de l'Art de l'intégration de la *Perception d'un produit hybride dit sport-santé* dans le processus de conception.

La partie 2, *Problématique et Démarche de Recherche*, présente notre problématique, sa construction, les questions de recherches qui en découlent ainsi que le plan d'action entrepris pour y répondre.

La partie 3, *Expérimentations*, présente les expérimentations réalisées dans nos travaux, leur protocole, les analyses menées et les résultats obtenus.

Enfin, la partie 4, *Apports, Limites et perspectives et Conclusion Générale*, établit les apports de la thèse, les limites actuelles et les perspectives envisagées.

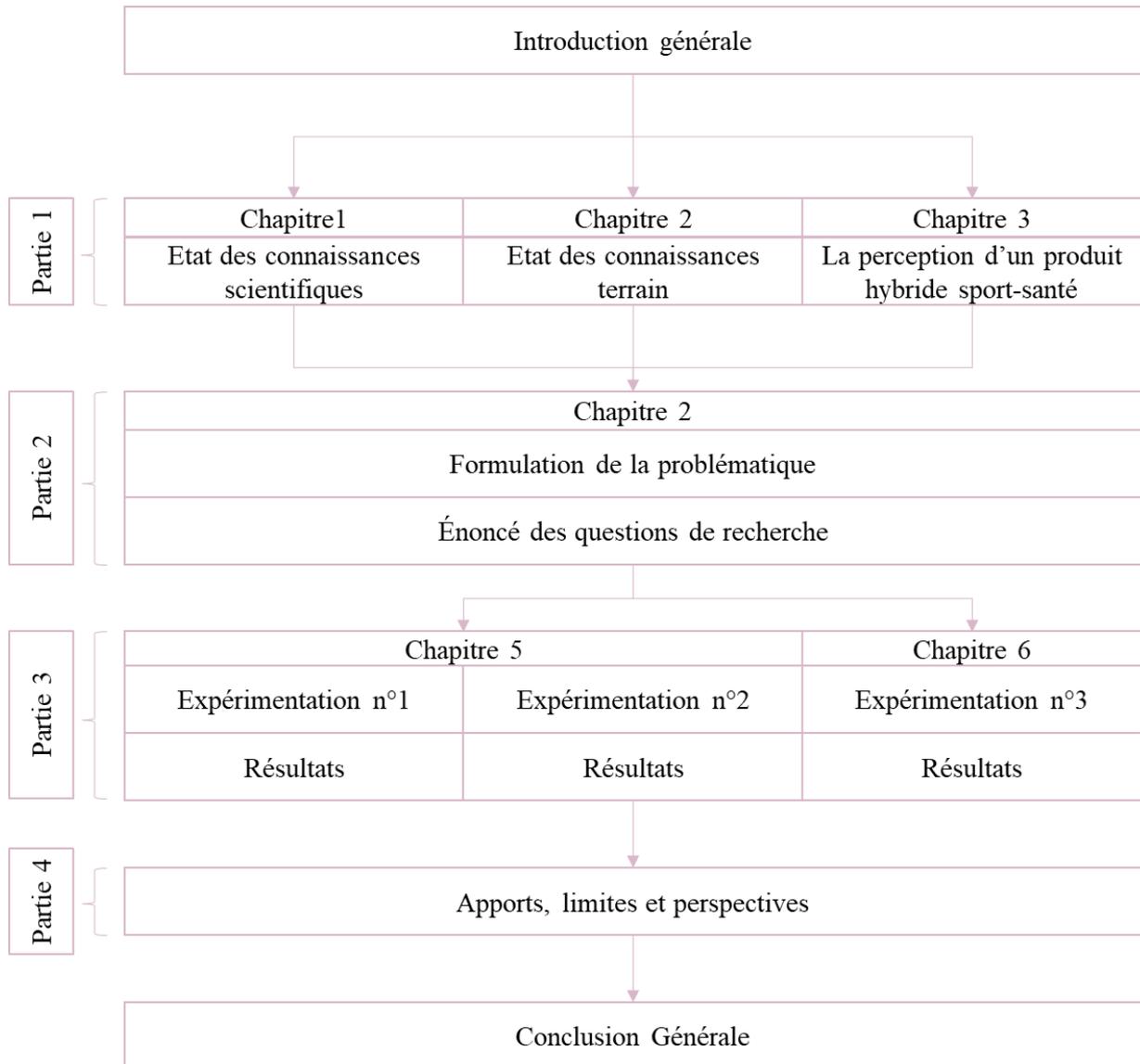


Figure 3 : Plan du manuscrit de thèse

# 1 PARTIE 1 : ETAT DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

Dans cette partie, nous présentons notre positionnement scientifique, les connaissances liées à notre recherche ainsi que celles reliées au terrain industriel. Elle est composée de trois chapitres.

Dans le Chapitre 1, nous présentons l'approche de Conception Centrée Utilisateur. Nous y abordons la notion d'utilisateur et ses différents besoins. Au travers de ces différents besoins, nous explorons la relation particulière qui existe entre l'utilisateur et le produit : l'expérience utilisateur.

Cette expérience ne repose pas seulement sur les aspects fonctionnels du produit mais aussi sur ses aspects hédoniques. Le processus de perception apparaît alors comme un facteur important de cette expérience conditionnant le comportement de l'utilisateur vis-à-vis du produit. Nous présentons alors les différentes approches et méthodes liées à la Conception Centrée Utilisateur permettant de prendre en compte la perception utilisateur dans le processus de conception.

Nous clôturons ce premier chapitre sur une approche commune aux différentes méthodes présentées précédemment : l'Ingénierie Affective.

Dans le Chapitre 2, nous faisons état des connaissances liées à notre contexte industriel : SC Ergomedical. Ce chapitre est divisé en deux sections.

Dans la première section, nous présentons la société ainsi que sa vision de la conception de produit, le concept d'*Ergomedical Design*. Nous y présentons ce concept puis observons des exemples de conception issus de celui-ci dans un premier temps. Nous constatons alors un écart concernant la perception du produit final par les utilisateurs quant à l'identité prévue du produit.

Nous analysons ensuite le processus de conception de SC-Ergomedical afin de comprendre cet écart et ses causes se traduisant par un manque d'outils qui permettent de garantir, dans le concept d'*Ergomedical Design*, la perception « sport et santé » d'un produit.

Dans le Chapitre 3, nous cherchons des réponses afin de pallier ce manque dans la littérature scientifique. Nous y abordons alors la notion de produit hybride sport-santé ainsi que son application dans différents contextes d'usage. Nous observons alors l'importance d'une sémantique sport-santé pour assurer la compréhension par l'utilisateur d'un produit hybride sport-santé.

## 1.1 CHAPITRE 1 : ETAT DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

### 1.1.1 LA CONCEPTION CENTREE UTILISATEUR

La conception est une activité de transformation passant d'un état abstrait (idée, concept) en un état concret (représentation, produit, service) (Lim, 2003).

Différents auteurs présentent cette activité comme un processus (Papalambros, 2015) souvent décrit et composé de quatre étapes : l'exploration du besoin, la recherche de concept, la recherche de structure et la conception détaillée (Pahl and Beitz, 2013).

Ce processus est aussi perçu comme une succession de phases de divergences/convergences. Durant les phases de divergences, les concepteurs génèrent des idées et des solutions. Pendant les phases de convergences, ils procèdent à des choix et des décisions afin de concrétiser ces idées et ces solutions (Bouchard, 2011). Ces phases de décisions permettent de sélectionner les représentations, maquettes ou prototypes du produit à développer. Ainsi, le processus de conception peut être assimilé également à un processus de décision (Abi Akle, 2015).

Aussi, la conception de produit est un processus qui implique de multiples disciplines comme l'ingénierie, le marketing ou encore l'ergonomie. Cette pluridisciplinarité nécessite ainsi l'intervention de différents acteurs appartenant à ces différentes disciplines (Aoussat *et al.*, 2000).

Parmi les différentes approches de conception, il existe une approche nommée Conception Centrée Utilisateur (User Centred Design en anglais). Cette approche se caractérise par une focalisation sur l'utilisateur et son incorporation à toutes les étapes du processus de conception (Nielsen, 2004). Norman (2016) décrit cette approche comme « une philosophie basée sur les besoins et les intérêts de l'utilisateur, en mettant l'accent sur la réalisation des produits utilisables et compréhensibles ». Selon cette description, l'utilisateur n'est pas nécessairement impliqué physiquement dans le processus de conception. Son implication est néanmoins un moyen courant de s'assurer que ses besoins et intérêts sont satisfaits. Cette implication « réelle » de l'utilisateur fait notamment partie des principes de la norme ISO 13407 définissant la Conception Centrée Utilisateur. En effet, selon cette norme, cette approche repose sur les principes clés suivants :

- L'implication active des utilisateurs et une compréhension claire de leurs besoins et de leurs tâches. Il existe pour cela un certain nombre de méthodes empiriques, telles que des entretiens, des enquêtes, des ateliers, des groupes de discussion, des études de terrain ou encore des tests utilisateurs.
- Une répartition appropriée des fonctions entre l'utilisateur et le système.
- Une itération des solutions de conception afin d'assurer un produit compréhensible et utilisable qui convienne à l'ensemble des besoins et attentes de l'utilisateur.

- L'implication d'équipes de conception multidisciplinaires. Cette approche représente en effet plus que de simples considérations sur l'utilisabilité. Son caractère global vise une expérience utilisateur optimale. Cette notion d'expérience utilisateur est au carrefour de disciplines différentes comme l'ingénierie, l'ergonomie, l'architecture de l'information, le marketing, la qualité ou encore la psychologie.

Ainsi, la Conception Centrée Utilisateur intègre des disciplines diverses incluant des connaissances allant de l'Ingénierie au Design d'Expérience en passant par l'Ergonomie.

#### *1.1.1.1 L'UTILISATEUR DANS LE PROCESSUS DE CONCEPTION*

Le terme « User » en anglais réfère en français autant à l'utilisateur qu'à l'usager. Ces deux termes représentent cependant des entités différentes. Selon le Centre National des Ressources Textuelles et Lexicales, le terme « utilisateur » réfère à une personne physique ou morale qui a recours aux services d'une entreprise privée ou qui utilise un bien acquis à titre personnel (CNRTL, 2019a). Le terme « usager » quant à lui représente toute personne qui utilise un service public ou un bien du domaine public (CNRTL, 2019b). Sur la base de ces deux définitions, l'usager se différencie de l'utilisateur en faisant l'usage d'un bien qui ne lui appartient pas. Par exemple, une personne peut être utilisateur d'une voiture mais usager de la route, ou encore utilisateur d'un livre mais usager d'une bibliothèque. Ainsi, un utilisateur est quelqu'un utilisant principalement un outil, une machine ou un service, alors que l'usager est quelqu'un en lien avec une institution.

De plus, pour Le Blanc et Kaltenbach (2016) la récurrence de l'utilisation importe également. Ils soutiennent que l'utilisateur utilise un outil de manière occasionnelle, non répétitive, nouvelle ou partiellement oubliée impliquant un degré de conscience lors de l'usage alors qu'un usager désigne plus une personne utilisant régulièrement un service qui a été assimilé, internalisé à la suite d'une répétition impliquant un usage inconscient du service, du produit.

En prenant en compte ces définitions, nous utilisons dans ce manuscrit le terme « utilisateur » pour décrire une personne utilisant un produit à usage sportif. Un produit à usage sportif représente ici des équipements ou des accessoires pour la pratique du sport. Nous ne considérons pas des structures comme des gymnases comme des biens à usage sportif.

Aussi, la notion d'utilisateur est également proche de celle du consommateur. En effet, le terme « consommateur » désigne toute personne achetant des biens ou des services pour satisfaire des besoins individuels ou collectifs (CNRTL, 2019c). Ainsi, un consommateur peut consommer un bien soit pour son usage, on parle alors de consommateur utilisateur, soit pour l'offrir à un tiers. Dans ce deuxième cas, il n'est pas l'utilisateur final du produit mais seulement consommateur. L'utilisateur final représente alors la personne à qui le bien a été offert et qui l'utilise. Par conséquent, un consommateur peut être utilisateur, mais un utilisateur peut ne pas être un consommateur.

Dans le cadre de notre recherche, nous nous intéressons à des produits de sport. Concernant ce type de produits, il est fréquent que les consommateurs soient les utilisateurs finaux (Bogers *et al.*, 2010; Lüthje, 2004). Par conséquent, nous considérons les termes « consommateur » et « utilisateur » de la même manière dans ce manuscrit.

Tout produit répond néanmoins à un besoin exprimé ou latent de l'utilisateur. Selon l'Afnor et plus particulièrement la norme NF X 50 -150, le besoin est « ce dont un utilisateur éprouve la nécessité ou ressent le désir. Le besoin est l'expression des attentes, d'un désir éprouvé par un individu, un groupe d'individus. Il peut être explicite (et donc exprimé) ou implicite, latent ou potentiel, avoué ou inavoué, persistant ou éphémère ».

Le dictionnaire de l'Académie Française complète également cette définition en précisant que le besoin est causé par un sentiment de manque : « un besoin est une exigence née de la sensation ou du sentiment d'une privation actuelle ou virtuelle ». Cette sensation de privation mène à des situations de souffrances tant physiques, que mentales ou encore économiques chez l'utilisateur (Dong et Yannou, 2016). La résolution de ces « situations de souffrances » est devenue un objectif primordial pour la conception de produits. Par conséquent, un produit doit répondre par ses fonctionnalités, son ergonomie et ses attributs sensoriels aux besoins de l'utilisateur, des plus rationnels aux plus affectifs (de Rouvray, 2006).

Les besoins utilisateurs sont divers. Différents auteurs ont proposé un modèle des besoins utilisateurs représenté sous la forme de pyramides (Maslow, 1943; Jordan, 2003; Walter, 2011). Dans le modèle de Maslow, les besoins humains sont divisés en cinq niveaux allant des besoins essentiels (besoins physiologiques) aux besoins qui complètent l'individu à travers l'estime et l'accomplissement personnel (voir Figure 4). Jordan (2003) et Walter (2011) ont réinterprété ce modèle en proposant trois niveaux de besoins similaires qu'un utilisateur éprouve vis-à-vis d'un produit. En effet, dans ces modèles l'aspect technique apparait à la base des besoins liés à un produit industriel (fonctionnalité/fiable), ensuite s'ajoutent les besoins liés à l'usage (utilisabilité/utilisable) et enfin les besoins de satisfaction (plaisir/agréable).

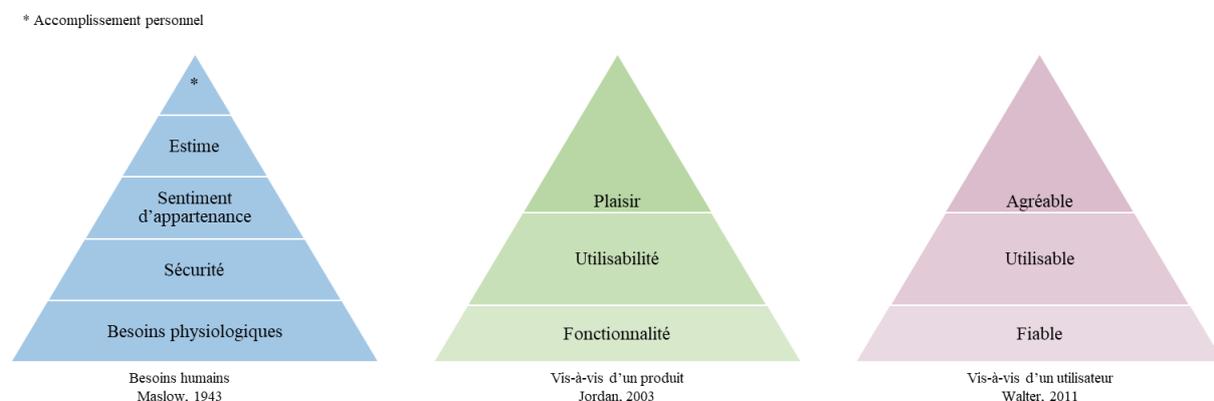


Figure 4 : Transcription des besoins humains à des besoins utilisateurs dans le cadre de la Conception Centrée Utilisateur

Le premier niveau de la pyramide des besoins vis-à-vis d'un produit est celui de la *Fonctionnalité*. Un produit est défini par sa fonction, c'est sa raison d'être. La fonctionnalité représente la base d'un produit, sans quoi le consommateur ne saurait être en mesure d'apprécier les autres bienfaits éventuels du produit.

L'*Utilisabilité* appelée aussi la facilité d'usage concerne tous les facteurs relatant de l'ergonomie et de l'interaction avec le produit. Le produit doit être facile à prendre en main, à la fois au niveau cognitif et physiologique. Il y a une nécessaire adéquation entre le produit et le corps humain, sans quoi il ne pourrait pas être utilisé.

Le respect de ces deux niveaux impacte directement le troisième niveau de la pyramide. En effet, si le produit n'est pas fonctionnel ou difficilement utilisable, il ne procure pas de plaisir et peut être délaissé. Néanmoins, si les deux premiers niveaux sont respectés, le troisième requiert tout de même une attention particulière. En effet, de nos jours avec la diversité de produits présentant les mêmes fonctionnalités et usages, les aspects hédoniques du produit impactant le plaisir de l'utilisateur permettent de se démarquer de la concurrence. Par aspects hédoniques du produit, nous entendons ici des attributs physiques de produit comme la couleur, la forme, la texture ou encore les matériaux que l'utilisateur perçoit.

Le plaisir que peut éprouver un utilisateur lors de l'utilisation d'un produit peut prendre différentes formes. Dans son modèle, Jordan (2003) en catégorise quatre types :

- Le plaisir physiologique que ressent le consommateur à partir d'un stimulus agréable comme une texture, une odeur ou encore une forme attirante. Il s'agit d'un plaisir purement physique qui fait appel aux sens de l'utilisateur.
- Le plaisir sociologique qui correspond à la représentation sociale que peut procurer le produit. Il peut favoriser des interactions sociales ou valoriser le statut social de l'utilisateur. Par exemple, l'achat d'un produit de luxe procure un sentiment de fierté et d'appartenance à une classe sociale élevée.
- Le plaisir psychologique lié aux réactions cognitives et émotionnelles de l'utilisateur avec le produit. Il dépend de la charge cognitive impliquée par le produit. Un produit compliqué à manipuler engendre de la frustration alors qu'un produit intuitif paraît ingénieux et donne envie de l'utiliser. Les choix de conception fonctionnels et d'interactions sont ainsi déterminants dans la procuration du plaisir à l'utilisateur.
- Le plaisir idéologique naît de la correspondance des valeurs véhiculées par le produit avec celles de l'utilisateur. A titre d'exemple, un produit éco-conçu ou encore un produit « made in France » peut procurer ce type de plaisir aux utilisateurs qui y sont sensibles.

Le plaisir peut être ainsi déclenché par différents attributs sensoriels, une esthétique ou encore une signification véhiculée par le produit (Bongard-Blanchy *et al.*, 2015). Pour l'utilisateur, un produit ne se résume pas alors seulement à sa fonctionnalité. Jordan (1999) décrit que « les produits sont des objets vivants avec lesquels les personnes ont des relations. Les produits sont des objets qui peuvent rendre l'individu heureux ou furieux, orgueilleux ou honteux, sécurisé ou anxieux... Ils ont une personnalité. ». Pour décrire ce phénomène, le terme « Expérience » est de plus en plus utilisé dans le contexte de la conception de produits.

### 1.1.2 L'EXPERIENCE UTILISATEUR

Le terme « expérience utilisateur » a été utilisé pour la première fois par Norman dans les années 1990 afin de couvrir tous les aspects de l'expérience d'une personne avec un système (Norman *et al.*, 1995). Depuis, le terme a été largement utilisé et compris de manières différentes (Roto *et al.*, 2010). Bongard-Blanchy et ses collaborateurs (2015) montrent que malgré les différents termes employés comme l'Expérience Produit, le Design d'Expérience ou encore l'Expérience Utilisateur, tous les travaux associés relatent un objectif commun : concevoir des produits qui enrichissent l'expérience utilisateur du produit. Il existe différentes définitions de l'expérience utilisateur :

- La norme ISO 9241-210 (2010) la définit comme « les perceptions et les réponses d'une personne qui résultent de l'utilisation ou de l'utilisation prévue d'un produit, d'un système ou d'un service ». Ainsi l'Expérience Utilisateur est le résultat de la façon dont le produit est perçu par l'utilisateur en interagissant avec celui-ci.
- En ingénierie de la conception, Desmet et Hekkert (2007) complètent cette définition en mentionnant que les résultats de la perception peuvent être autant positifs que négatifs. Ils définissent l'Expérience Utilisateur "comme un changement de « noyau affectif » qui est attribué à l'interaction entre l'homme et le produit". La notion de « noyau affectif » est définie comme se référant "à tous les types d'expériences subjectives qui sont valorisées, c'est-à-dire les expériences qui impliquent une perception de bon ou de mauvais, d'agréable ou de désagréable".
- Dans le champ de recherche de l'Interaction Homme Machine, Hassenzahl et Tractinsky (2006), soulèvent également l'importance du contexte dans lequel a lieu l'interaction entre le produit et l'utilisateur. Selon eux, l'Expérience Utilisateur est la conséquence de l'état interne de l'utilisateur (ses prédispositions, ses attentes, ses besoins, sa motivation et son humeur), des caractéristiques du système conçu (sa complexité, son objectif, sa convivialité et sa fonctionnalité) et du contexte (ou de l'environnement) dans lequel l'interaction se produit (le cadre organisationnel/social, la signification de l'activité et le caractère volontaire de l'utilisation).

- Ortíz Nicolás et Aurisicchio (2011) soulignent également l'importance du contexte d'usage dans l'Expérience Utilisateur et en esquissent des contextes caractéristiques comme le temps ou la situation. Ils définissent l'Expérience Utilisateur comme "l'appréciation, le jugement ou l'évaluation globale de la rencontre subjective et consciente que l'utilisateur a avec un objet par l'interaction, se produisant dans un contexte et un temps particuliers"

L'ensemble de ces définitions mettent en avant que l'Expérience Utilisateur traduit la relation entre un utilisateur et le produit, par les interactions qui s'opèrent et la perception qui en résulte. Toutefois, ces définitions ont été complétées en soulignant l'importance du contexte d'usage dans cette Expérience Utilisateur. Krippendorff et Butter (2008) expliquent que les contextes d'usage des produits impactent la façon dont les utilisateurs perçoivent les produits. Ortíz Nicolás & Aurisicchio, (2011) présentent cinq types de contextes d'usage : physique, social, culturel, situationnel et temporel.

- Le *contexte physique* représente le lieu où l'interaction se produit, comme un bureau ou un stade.
- Le *contexte social* fait référence à l'effet de groupe qui peut altérer la perception individuelle. En effet, l'expérience d'une personne dépend du regard des autres individus du groupe. La personne peut modifier son interaction avec le produit pour se calquer sur celles des autres membres du groupe, ou encore masquer la façon dont elle perçoit différemment le produit.
- Le *contexte culturel* fait référence aux différences de perception qui peuvent se produire par rapport au pays ou au continent (Kongprasert *et al.*, 2008; Marsac *et al.*, 2018) ou encore par rapport aux connaissances et expériences accumulées (Crilly *et al.*, 2008; Desmet et Hekkert, 2007; Khalaj et Pedgley, 2014).
- Le *contexte temporel* concerne le moment où l'interaction se produit. La perception du produit peut être différente lorsqu'il est utilisé de jour ou de nuit, lors de la manipulation ou de l'observation.
- Le *contexte situationnel* représente la façon dont les utilisateurs approchent le produit. A titre d'exemple, Hassenzahl *et al.* (2002) ont comparé l'expérience utilisateur liée à un logiciel entre deux approches d'utilisation, une approche avec un objectif fixé et une approche avec activité libre. Dans la première approche, le logiciel n'est qu'un outil alors que dans la seconde, il peut être utilisé sans objectifs explicites par les utilisateurs, ce qui leur permet d'explorer toutes les possibilités d'utilisation du produit. En comparant ces deux situations d'utilisation, ils observent que les interactions et la perception du logiciel diffèrent. Les besoins subjectifs des utilisateurs peuvent alors varier en fonction de la situation dans laquelle le produit est destiné, influençant ainsi la perception du produit.

L'expérience utilisateur résulte donc d'un ensemble complexe de composantes objectives et subjectives influençant la perception et les interactions de l'utilisateur quant au produit, qui dépendent du contexte physique, temporel, social, culturel et/ou situationnel. Nous faisons référence ici aux manipulations et aux retours d'informations liées à l'utilisation du produit par le terme « interactions ». Concevoir un produit ne se résume alors pas seulement à concevoir une fonctionnalité, mais aussi des interactions entre l'utilisateur et le produit, ainsi que la façon dont le produit est perçu pour procurer la meilleure expérience possible à l'utilisateur, comme illustré en Figure 5.

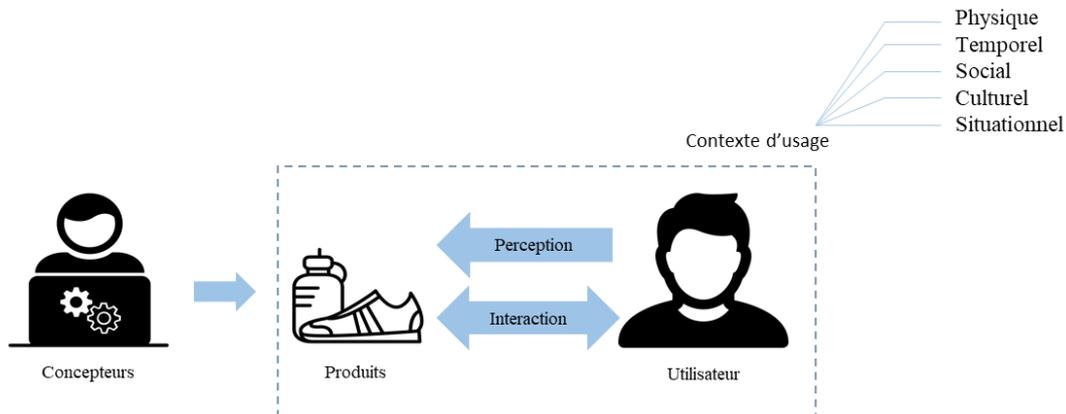


Figure 5 : Concepteurs, utilisateur et produits dans l'expérience utilisateur

Dans notre contexte, il existe un écart entre l'identité du produit et la perception que les utilisateurs en ont. Par conséquent, nous avons cherché à comprendre le phénomène de perception, la façon dont il impacte l'Expérience Utilisateur ainsi que les méthodes permettant de la prendre en compte dans le processus de conception.

### 1.1.3 LA PERCEPTION UTILISATEUR DANS LE PROCESSUS DE CONCEPTION

#### 1.1.3.1 LE PROCESSUS DE PERCEPTION

Ces dernières années, la prise en compte de la satisfaction de l'utilisateur et donc de l'aspect subjectif lié aux propriétés hédoniques (couleurs, formes, textures,...) d'un produit est devenu un enjeu industriel important (Bloch, 2011; Walter, 2011). Des connaissances issues de la psychologie et en particulier de la théorie de la perception ont alors été intégrées dans le processus de conception. Dans le domaine de du Design Sensoriel, la perception est un processus composé de trois phases illustrées en Figure 6 (Bavay, 2013; Guerra, 2008) :

- La *transduction* au cours de laquelle un stimulus entre en contact avec un ou plusieurs récepteurs sensoriels de l'utilisateur (par exemple l'œil dans la Figure 6) puis est transformé en un influx nerveux.

- Le *codage* au cours duquel l'influx nerveux se propage jusqu'au cerveau. L'information y est alors traitée dans un premier temps sans référence aux perceptions antérieures de l'utilisateur. On parle alors de sensation.
- L'*intégration* qui correspond à la phase où la sensation est confrontée à la mémoire et à la conscience de l'utilisateur créant ensuite une réponse à la fois sensorielle, affective et émotionnelle. Cette perception qu'un utilisateur a vis-à-vis d'un produit correspond alors à une image, une représentation mentale du stimulus ou des stimuli originels.

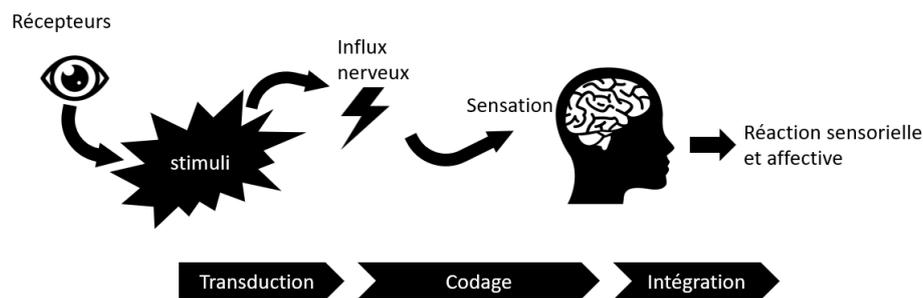


Figure 6 : Etapes du processus de perception

Selon cette théorie, l'utilisateur va capter des stimuli générés par le produit, les intégrer et se créer une représentation mentale du produit. Nous disposons de cinq sens pour capter ces stimuli : la vue, le toucher, l'ouïe, le goût et l'odorat. Lors de l'interaction avec un produit, tous ces sens ne sont pas nécessairement impliqués. Dans ses travaux, De Rouvray (2006) présente les différentes modalités sensorielles et explique qu'elles peuvent être catégorisées en deux groupes, celles agissant à distance (vue, odorat, ouïe) et celles agissant au contact (toucher et goût). Il explique que les modalités sensorielles agissant à distance sont les premières impliquées par l'utilisateur lors de l'interaction. Différents auteurs mettent en évidence une prédominance de la vue sur les autres sens lors de cette première interaction avec le produit (Fenko *et al.*, 2010; Schifferstein, 2006). Ensuite, si l'utilisateur ressent de l'intérêt pour le produit, il peut être tenté de le manipuler, de le toucher, ou encore de le goûter dans le cas de produits alimentaires. De Rouvray (2006) affirme ainsi que plus l'utilisateur se rapproche du produit, plus il s'implique avec. En effet, à mesure qu'il se rapproche du produit, plus de sens sont sollicités permettant à l'utilisateur de percevoir plus finement le produit provoquant une expérience plus riche (Auvray et Spence, 2008; Ferrise *et al.*, 2013; Spence et Gallace, 2011).

Gentner *et al.* (2013) proposent un modèle de ce phénomène de perception lié à un produit (voir Figure 7). Dans ce modèle, le produit et ses caractéristiques appelées aussi attributs produit (Schütte, 2005) sont alors perçus au travers des sens de l'utilisateur. Une réponse cognitive (une sémantique, un affect) et émotionnelle (des émotions) est alors générée déterminant les actions (approche, interaction, rejet) de l'utilisateur.

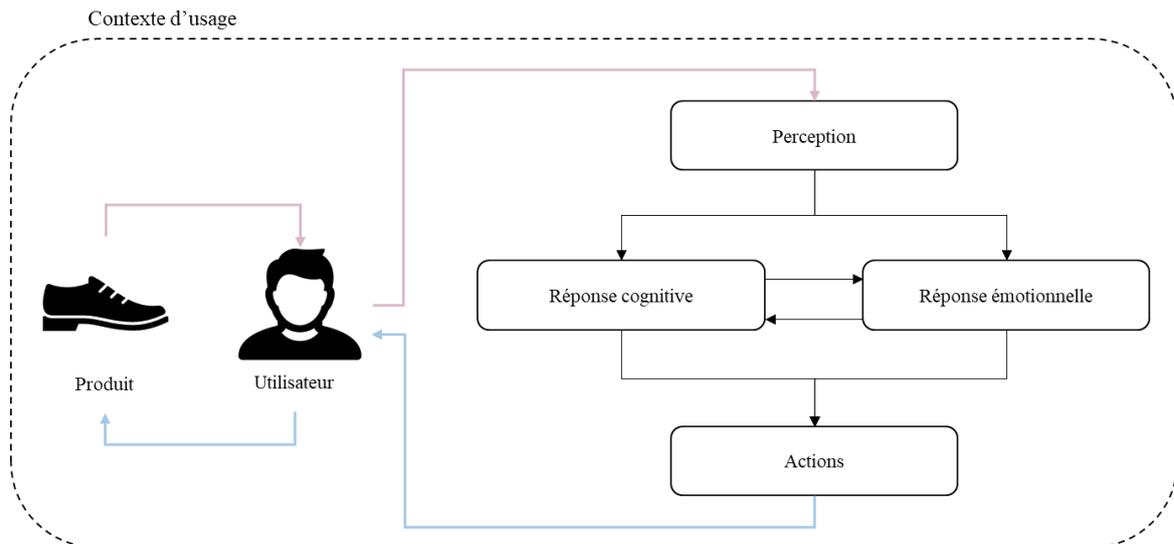


Figure 7 : Réponse à la perception d'un produit selon Gentner *et al.* (2013)

Dans notre contexte, il existe un écart entre l'identité du produit et la perception que les utilisateurs en ont. Cela peut venir du fait que les attributs du produit ne génèrent pas la bonne réponse cognitive et/ou émotionnelle. Différentes méthodes sont apparues ces dernières décennies permettant d'intégrer la perception de l'utilisateur dans le processus de conception. Elles ont pour objectif d'anticiper les réponses affectives de l'utilisateur, afin d'améliorer l'expérience utilisateur et de créer des produits avec une identité ayant un sens pour l'utilisateur (Krippendorff, 2005).

#### 1.1.3.2 METHODES ET APPROCHES D'INTEGRATION DANS LE PROCESSUS DE CONCEPTION

Parmi les différentes méthodes de conception, il en existe se focalisant sur les sens, les émotions, ou encore la sémantique du produit pour satisfaire les besoins subjectifs de l'utilisateur. Dans cette sous-section, nous en présentons quatre : le Design Sensoriel, le Design Emotionnel, l'Approche Sémantique et le Kansei Engineering.

##### 1.1.3.2.1 LE DESIGN SENSORIEL

Le Design Sensoriel est une approche ayant pour but de maîtriser des variables de la conception d'un produit qui seront perçues, c'est-à-dire la maîtrise de tous les attributs (couleurs, formes, matériaux, ...) perçus d'un produit dès sa conception, pendant son développement et jusqu'à sa fin de vie (Bonnamy *et al.*, 2009).

Elle repose sur des outils de l'évaluation sensorielle afin de réduire la complexité des variables sensorielles subjectives dérivées du contact avec les produits industriels, de manière simple et mesurable (D'Olivo *et al.*, 2013).

Le Design Sensoriel est couramment associé au domaine de l'agroalimentaire (Auvray et Spence, 2008; Bavay, 2013; Guerra, 2008; Spence et Gallace, 2011). Son application peut toutefois s'adapter à d'autres domaines comme celui de l'identité sonore (Carron, 2016).

L'analyse d'un produit avec cette approche consiste à le décrire avec un ensemble de descripteurs reposant sur chacun de nos sens. Pour cela, un panel de sujets, allant du sujet dit naïf (inexpérimenté) au sujet expert (œnologue ou encore un nez), évalue le produit avec l'aide d'axes gradués, ou d'échelles différentielles traduisant l'intensité des descripteurs sensoriels utilisés par exemple sucré, acide ou encore rugueux (Guerra, 2008).

Les résultats de ces évaluations servent ensuite à dresser un profil du produit permettant de réaliser un standard de qualité afin de comparer de futurs produits selon ce standard, ou encore de détecter les défauts du produit. Par défaut, nous entendons ici une prédominance ou une insuffisance d'une sensation (négative ou non) qui induit une réponse négative de la part de l'utilisateur. Par exemple, un produit peut être trop salé, avoir une texture trop rugueuse ou encore ne pas être assez audible. Ce faisant, les faiblesses hédoniques (déséquilibre, prédominance ou insuffisance d'une sensation) du produit sont mises en évidence. Or, ces faiblesses résultent de choix d'attributs produit (couleurs, formes, matériaux, textures, ...). Elles peuvent donc une fois identifiées, être corrigées au travers des attributs produit afin d'améliorer l'acceptabilité du produit (Alexandre *et al.*, 2018; Mantelet, 2006). Le terme « acceptabilité » employé ici renvoie à la définition donnée par Nielsen (2004). Celui-ci définit « acceptabilité » comme la question de savoir si le système répond à tous les besoins et exigences (dans ce cas sensorielles) de l'utilisateur et des parties prenantes potentielles. Une comparaison entre les profils de différentes versions du produit est alors effectuée afin de vérifier la performance des corrections apportées.

Ces dernières années, cette méthode a été enrichie avec les améliorations technologiques. Le développement de capteurs plus performants et de technologies de réalité augmentée ainsi que virtuelle ont permis de réaliser des études qui ne se focalisent plus seulement sur un sens mais sur plusieurs en même temps. Les travaux menés par Bordegoni *et al.* (2006) utilisant des dispositifs haptiques ou encore les travaux de Ferrise *et al.* (2013) utilisant un « prototype mixte » (c'est-à-dire composé d'un prototype physique combiné avec un environnement virtuel) illustrent ce propos et montrent que le Design Sensoriel peut être enrichi en améliorant l'immersion du testeur. Par exemple, Ferrise et ses collaborateurs (2013) ont créé un prototype mixte d'un réfrigérateur dans lequel les différents sens sont impliqués : le toucher avec la partie physique du prototype réalisé via un système mécatronique simulant la force nécessaire à l'ouverture ; la vue avec une représentation d'un réfrigérateur sur un écran qui s'ouvre et se ferme selon les mouvements de l'utilisateur ; l'ouïe avec un signal sonore simulant le bruit d'ouverture et claquement de la porte. Toutes ses interactions avec le produit (la force nécessaire à l'ouverture, le son, ...) sont modifiables en temps réel. Ceci permet de tester les effets sensoriels qui sont mutuellement indépendants et de régler l'effet combiné jusqu'à ce qu'un optimum soit atteint, le tout de manière « réaliste ».

Ainsi, le Design Sensoriel permet d'évaluer la façon dont une personne perçoit le produit (bloc *Perception* en Figure 7) et d'observer les réponses suscitées. Néanmoins, son utilisation nécessite des protocoles rigoureux, du matériel et des dispositifs potentiellement complexes à mettre en place, impliquant des coûts élevés et du temps. De plus, il est courant que les outils de cette méthode impliquent des panels d'experts ce qui soulève une autre ambiguïté. La description d'un expert est souvent plus fine que celle d'un consommateur. Ainsi, la précision de l'évaluation peut ne pas être en adéquation avec celle d'un consommateur.

Pour terminer avec le Design Sensoriel, les différents travaux mentionnés dans cette sous-section montrent que cette méthode se focalise essentiellement sur la réponse sensorielle de l'utilisateur. S'il est possible d'observer les réponses cognitives et émotionnelles du sujet, elle ne permet pas de les évaluer précisément. D'autres méthodes permettent de couvrir ces différents aspects de la réponse utilisateur lors de l'expérience d'un produit comme la réponse émotionnelle.

### 1.1.3.2.2 LE DESIGN EMOTIONNEL

Le Design Emotionnel apparaît au travers des travaux menés par Desmet (2002) et Norman et Ortony (2003). Cette approche consiste en l'étude des valeurs émotionnelles des produits, c'est-à-dire de la réaction émotionnelle (peur, joie, dégoût, envie, colère...) d'une personne lors de l'interaction avec un produit. Dans cette approche, tout produit suscite des émotions élémentaires chez les utilisateurs propres à chacun d'entre eux. Le Design Emotionnel a pour but d'évaluer et de définir les émotions que procure le produit à partir de son apparence, son usage ou encore sa manipulation.

Selon Norman (2007), le design d'un produit influence directement le comportement de l'utilisateur. Il soutient que le produit provoque différents types d'émotions catégorisées selon trois niveaux de *design* comme illustré en Figure 8 :

- Le niveau viscéral correspond aux émotions qui sont interprétées automatiquement. A ce niveau, l'esthétique, les sensations et les sons dominant. Il correspond à la réaction initiale face à l'apparence d'un produit.
- Le niveau comportemental correspond aux émotions liées à l'utilisation du produit. A ce niveau l'apparence ne prédomine plus. La fonctionnalité du produit et sa compréhension sont alors les facteurs influant sur les émotions. Par exemple, les émotions négatives résultent d'une charge cognitive importante liée à une mauvaise compréhension du produit.
- Le niveau réflexif concerne le message, la culture et le sens, l'identité que le produit renvoie à l'utilisateur et aux autres individus (consommateurs ou non). Les émotions comme la fierté sont mentionnées à ce stade. A ce niveau, l'utilisateur est conscient des émotions provoquées et ressenties.

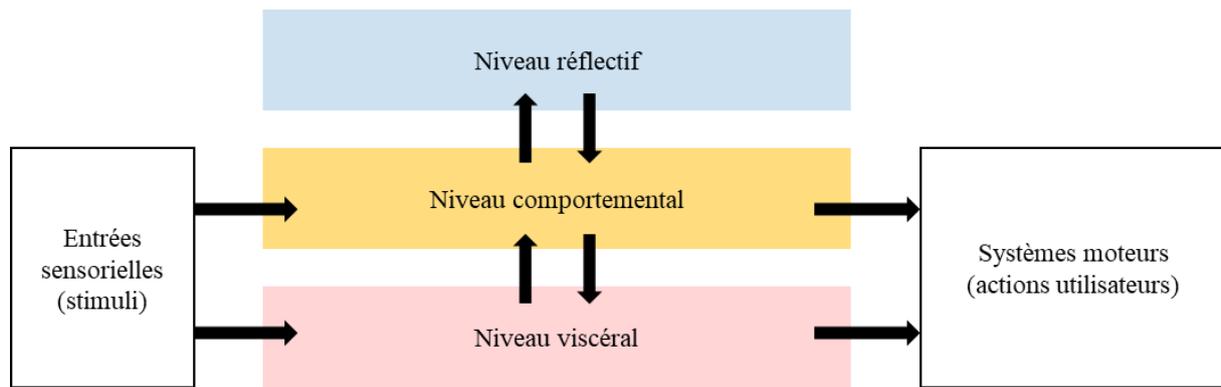


Figure 8 : Les niveaux de Design selon Norman (2007)

Il est intéressant de noter que ces trois niveaux ne sont pas indépendants. Chacun interagit avec celui au-dessus et/ou en dessous engendrant différentes réponses. Une activité initiée au niveau viscéral, c'est-à-dire fondée par la perception, va évoluer vers les niveaux supérieurs. Le terme « bottom up », ascendant en français, est alors employé pour décrire ce phénomène. Dans ce type de phénomène, l'activité commence avec le stimulus lui-même sans interprétation de l'utilisateur suscitant des émotions primaires (Gibson, 1972). La réponse émotionnelle de l'utilisateur se fait alors de manière inconsciente. Au contraire, une activité initiée par le niveau réflexif et évoluant vers le bas est appelée « top-down » (Gregory, 1971). Dans ce cas, les expériences passées de l'utilisateur, sa culture et le contexte dans lequel il se situe valident ou invalident les informations sensorielles perçues, conditionnant les émotions provoquées.

Norman (2007) souligne également que l'utilisateur est conscient de la réponse émotionnelle suscitée par le produit dès le niveau comportemental atteint, c'est-à-dire dès que les aspects d'usage et d'utilisabilité du produit sont expérimentés.

Afin d'évaluer, mesurer et quantifier la réponse émotionnelle, il est recommandé dans un premier temps de connaître les émotions éprouvées par les utilisateurs. Pour cela, différentes représentations visuelles des émotions que peut éprouver une personne sont observables dans la littérature scientifique. Deux des plus connues sont la roue des émotions proposée par Plutchik et Kellerman (1981) et la roue des émotions proposée par Scherer (2005) issues des domaines de la psychologie et de la théorie de la perception. Dans le modèle de Plutchik et Kellerman (1981), illustré à gauche dans la Figure 9, huit émotions primaires sont présentées (1<sup>er</sup> cercle), puis huit émotions secondaires (2<sup>e</sup> cercle) et enfin huit émotions tertiaires (3<sup>e</sup> cercle). Ce modèle permet d'identifier les émotions que l'utilisateur peut ressentir et d'en esquisser leur intensité. En effet plus l'émotion est proche du centre de la roue (émotions primaires), plus il est facile de la dissocier des émotions voisines. La distinction entre l'ennui et la contrariété est plus difficile que son équivalent à l'étage supérieur le dégoût et la colère. De plus ce modèle permet de connaître les résultats d'une combinaison d'émotions. Par exemple, une combinaison de *joie* et d'*anticipation* forme l'*optimisme* ou encore *acceptation* combinée à *appréhension* créent la

*soumission*. Le second modèle (Scherer, 2005) présente quant à lui seize émotions qui peuvent être évaluées selon leur intensité et leur valence pouvant être positive ou négative. Ce modèle permet d'évaluer l'intensité d'une émotion. Ainsi le premier modèle permet de caractériser une émotion alors que le deuxième permet de mesurer son intensité.

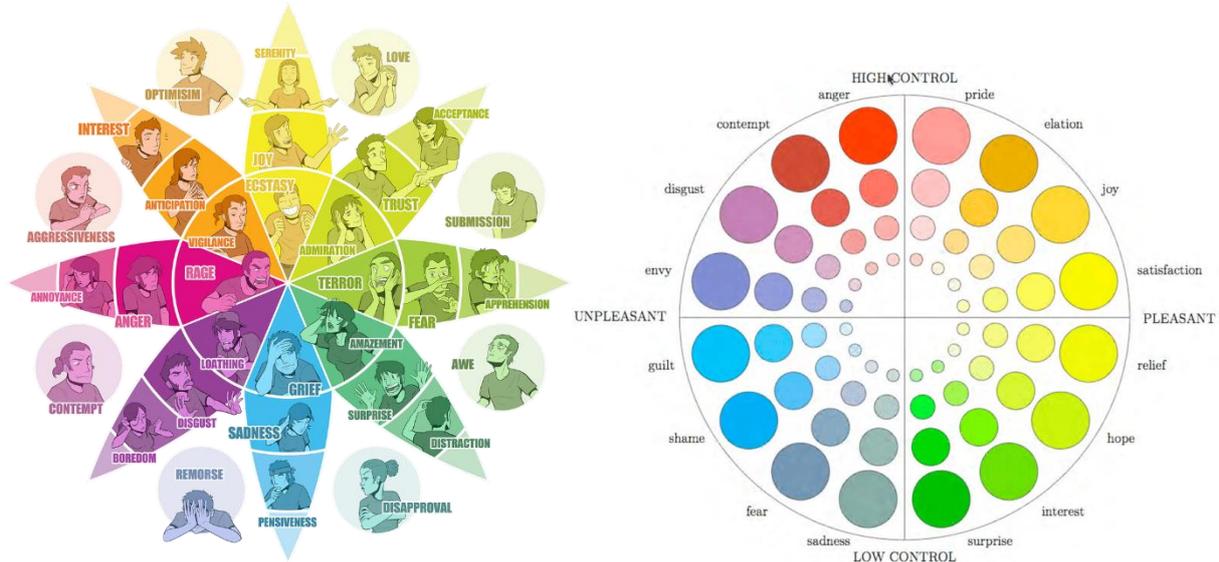


Figure 9 : (à gauche) Roue des émotions développée par Plutchik et Kellerman (1981) et (à droite) Roue des émotions développée par Scherer (2005)

Dans l'approche de Design Emotionnel, Desmet (2002) propose une nouvelle catégorisation des émotions. La classification qu'il propose regroupe quatorze émotions divisées en deux groupes (voir Tableau 1) : les émotions positives et les émotions négatives.

Tableau 1 : Emotions observées dans les travaux de Desmet (2002)

Emotions positives	Emotions négatives
Le désir	Le dégoût
L'espoir	La peur
La fierté	La honte
La joie	La tristesse
L'admiration	Le mépris
La satisfaction	L'insatisfaction
La fascination	L'ennui

Il utilise ensuite ces 14 émotions au travers d'un outil nommé Product Emotion Measurement instrument interface (PrEMo). Il y associe chaque émotion à une carte sur laquelle correspond une représentation graphique de l'émotion. Cet outil est alors utilisé pour caractériser la réponse émotionnelle de l'utilisateur. En effet, le sujet associe l'émotion qu'il ressent en choisissant la carte correspondante lors de l'évaluation du produit.

En 2009, il présente avec un collaborateur une nouvelle version des représentations graphiques des émotions et propose également d'améliorer l'outil en permettant non seulement de caractériser l'émotion

mais aussi d'évaluer l'intensité de l'émotion en adaptant le modèle de Scherer comme illustré sur la Figure 10 ci-dessous (Caicedo et Desmet, 2009).

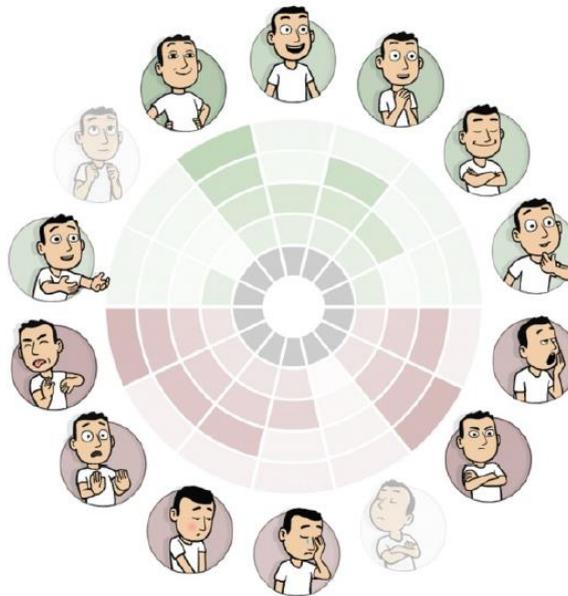


Figure 10 : Interface du nouvel outil PrEMo présenté par Caicedo et Desmet (2009)

Ainsi, le Design Emotionnel permet de caractériser l'émotion ressentie par l'utilisateur lors de l'Expérience Utilisateur. Des outils graphiques simples et faciles à mettre en place rendent l'application de cette approche flexible. Néanmoins, cette approche repose sur les émotions d'un individu avec sa propre culture, sa propre histoire et sa propre expérience. Ainsi, un même produit peut susciter une émotion différente selon l'individu.

De plus, cette approche se focalise, à l'instar du Design Sensoriel avec les sens, à un des aspects de la réponse perçue par l'utilisateur lors de l'expérience d'un produit, la réponse émotionnelle (bloc Réponse émotionnelle dans la Figure 7). Le point commun entre le Design Sensoriel et le Design Emotionnel est que ces approches utilisent toutes les deux des outils qui se basent sur une sémantique spécifique respectivement aux sens et aux émotions. Il existe cependant une approche utilisant une sémantique plus « globale » permettant de prendre en compte l'aspect cognitif de la réponse de l'utilisateur lors de l'expérience avec le produit : l'approche sémantique.

#### 1.1.3.2.3 L'APPROCHE SEMANTIQUE

Telle que définie par Krippendorff et Butter (2008), la sémantique produit est « l'étude des qualités symboliques des formes artificielles dans le contexte cognitif et social de leur utilisation ». La sémantique des produits permet ainsi de comprendre comment les utilisateurs interprètent l'apparence, l'utilisation et le contexte des produits (Petiot et Yannou, 2004). En effet, les gens utilisent des mots pour s'exprimer sur ce qu'ils perçoivent. Ces mots sont appelés « sémantique » et composent un « univers sémantique » (Alcántara *et al.*, 2005a) également appelé « espace sémantique » (Schütte *et al.*, 2008).

L'approche sémantique repose sur l'utilisation d'échelles sémantiques différentielles. Ces échelles permettent d'obtenir le positionnement du sujet sur un axe délimité par une paire d'adjectifs opposés appartenant à l'univers sémantique du produit (Osgood, 1952).

Pour appliquer cette approche, il est nécessaire de (i) collecter un ensemble de descripteurs sémantiques puis de (ii) les structurer en un espace sémantique.

Une manière traditionnelle d'extraire la sémantique consiste à rassembler des informations via des médias spécialisés. Il peut s'agir de magazines, de publicités ou de travaux issus de la littérature scientifique. Nous trouvons cette technique référencée dans de nombreuses recherches (Alcántara *et al.*, 2005a; Green et Chattaraman, 2019; Shieh et Yeh, 2015). Elle peut être combinée avec des entretiens d'experts et / ou d'utilisateurs pour améliorer l'extraction de la sémantique. A titre d'exemple, Alcántara *et al.* (2005a) ont utilisé 50 revues et magazines et interviewé 25 utilisateurs pour extraire un ensemble de descripteurs sémantiques. La combinaison de ces sources permet d'observer différents points de vue permettant de collecter un plus grand nombre de descripteurs sémantiques. Selon Schütte *et al.* (2008), toutes les sources disponibles doivent être utilisées pour définir une sémantique d'un produit selon son contexte d'utilisation. Une fois l'ensemble de descripteurs sémantiques défini, un affinage est réalisé afin de créer un espace sémantique. Cet affinage peut être effectué au travers d'évaluations et / ou positionnements par les utilisateurs et / ou par des analyses réalisées par des experts.

Une fois l'espace sémantique défini, nous en avons identifié trois usages ainsi que trois manières de le représenter : la *profil sémantique*, la *carte produit* et la *carte sémantique* comme illustré en Figure 11.

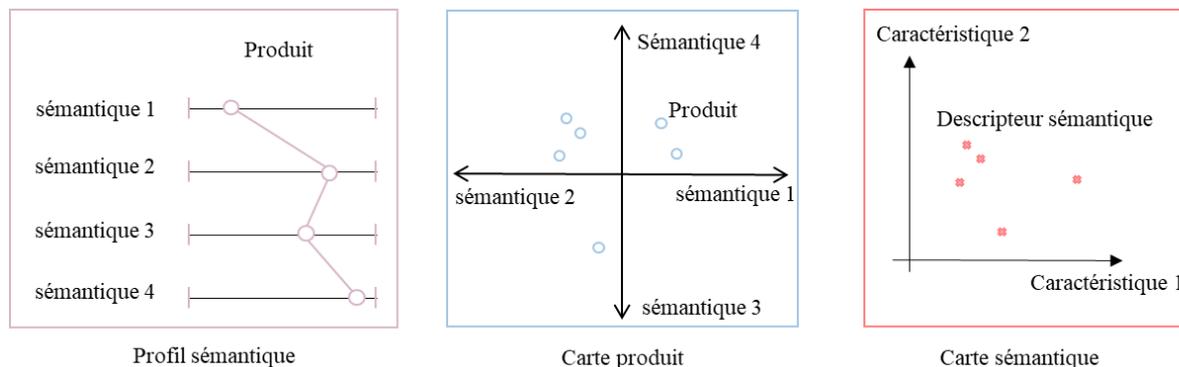


Figure 11 : Représentation des usages de la sémantique produit

Le *profil sémantique* consiste à développer une visualisation du sens véhiculé par un produit. A titre d'exemple, Alcántara *et al.* (2005b) ont réalisé des profils sémantiques pour évaluer la perception de chaussures destinées au personnel hospitalier. Ils ont extrait 20 descripteurs sémantiques et ont demandé à 18 volontaires d'évaluer une chaussure. A partir de cette première évaluation, ils ont développé un profil sémantique de la chaussure observée et ont défini un objectif de conception pour améliorer la qualité perçue de la chaussure. Dans le cas présent, la nouvelle chaussure devait être perçue comme plus

innovante. Ils ont alors conçu une nouvelle chaussure avec de nouveaux éléments de design, puis l'ont évaluée avec le même échantillon d'utilisateurs ainsi que le même échantillon de descripteurs sémantiques. Enfin ils ont comparé les deux profils sémantiques obtenus (voir Figure 12). Ils ont alors constaté avoir partiellement atteint les objectifs fixés en réalisant une chaussure perçue plus innovante avec une qualité supérieure. L'utilisation du profil sémantique a ainsi permis de définir des objectifs de conception ainsi que de visualiser les performances concernant la qualité perçue du produit. Cette visualisation permet également de contrôler les choix de conception durant le processus de conception.

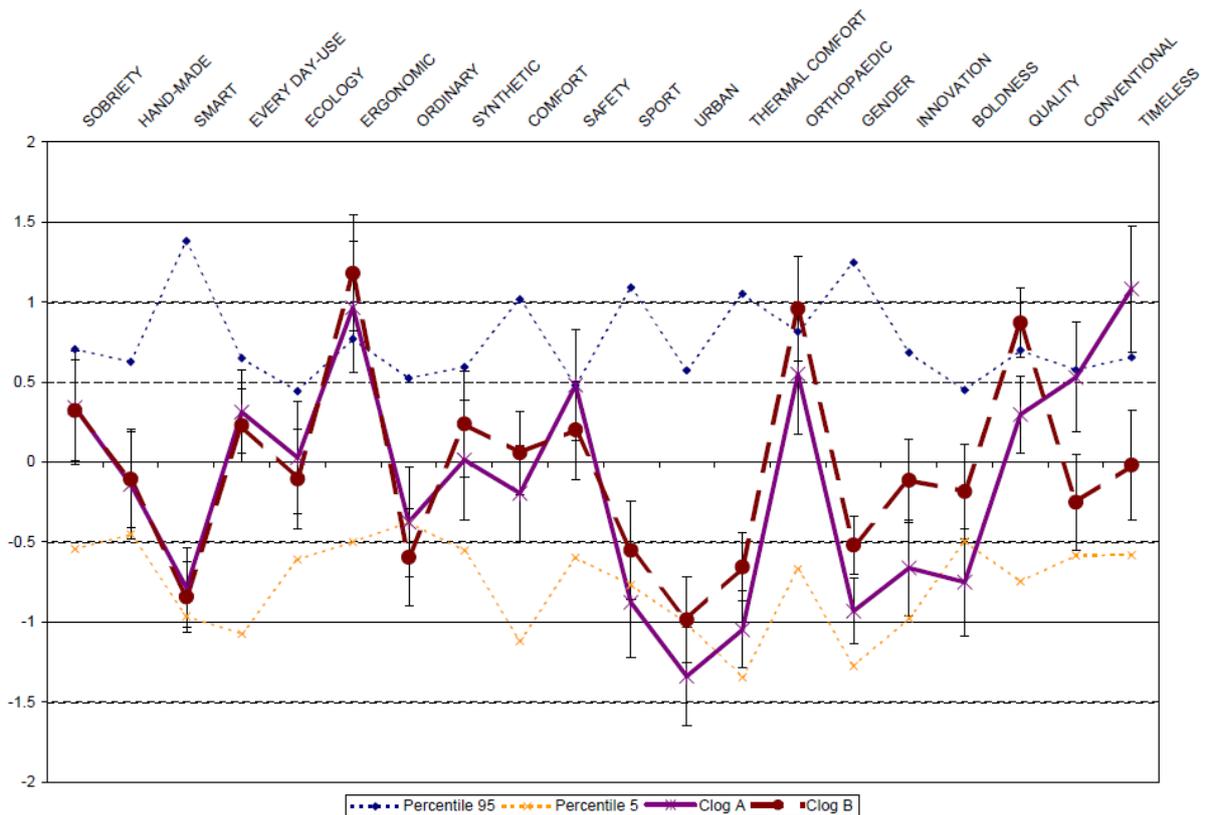


Figure 12 : Comparaison de profils sémantiques entre deux versions d'une chaussure pour personnel hospitalier issue des travaux de Alcántara *et al.* (2005b)

La *carte produit* est un autre usage observable de la sémantique produit. Elle consiste à cartographier les produits sur un graphique x-y permettant alors d'identifier les attributs spécifiques (formes, couleurs, matériaux, ...) des produits associés à ces descripteurs. Des produits similaires sont comparés entre eux selon des axes différents représentés par deux descripteurs sémantiques opposées. Kongprasert *et al.* (2008) ont appliqué une cartographie de produit sur un échantillon de 15 sacs selon différents descripteurs sémantiques comme original / traditionnel vs masculin / féminin. Ils ont observé ainsi des groupes de sacs et ont conclu que le groupe des sacs perçus comme « traditionnels » présentait des formes basiques et classiques, tandis que le groupe des sacs perçus « originaux » avait des formes modernes et attrayantes en raison de l'intégration de nombreux éléments de conception. Ils ont fait valoir que cette approche aide les concepteurs à identifier les besoins des utilisateurs et à concevoir les

caractéristiques des produits. En effet, dans les premières phases du processus de conception, l'identification de ces tendances permet aux designers d'anticiper et d'orienter le développement du produit par la suite (Bouchard et Omhover, 2016).

Le troisième usage que nous observons de la sémantique produit est la *carte sémantique*. Les résultats des évaluations permettent de mapper la sémantique sur un graphique x-y pour visualiser comment la sémantique est reliée. Chacun des axes représente une caractéristique liée à la sémantique, un contexte d'usage, un facteur d'analyse en composantes principales ou encore un profil utilisateur. Petiot et Yannou (2004) ont réalisé une carte perceptuelle dans leur méthodologie pour étudier la sémantique liée à la perception d'un verre. Ils ont demandé aux participants d'évaluer différents types de verres de table en appliquant une méthode de comparaison par paires combinée à une analyse en composantes principales pour cartographier la sémantique avec les verres de table. La cartographie réalisée a été utilisée dans les premières étapes de leur méthodologie pour affiner la sémantique observée. Ils ont pu ainsi fusionner des sémantiques synonymes ou identifier des sémantiques qui ne sont pas pertinentes pour les produits observés définissant ainsi un espace sémantique lié aux verres de table comme illustré en Figure 13.

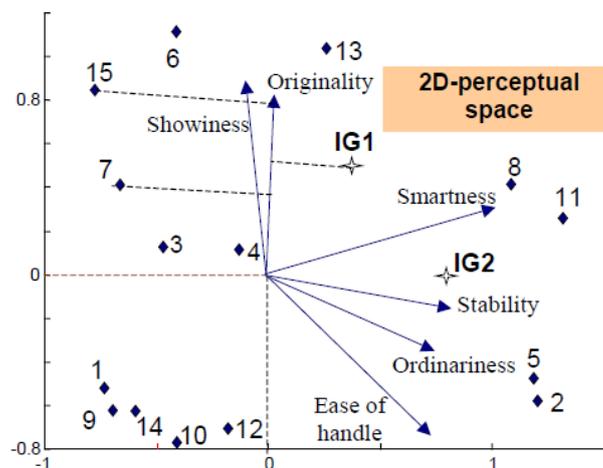


Figure 13 : Direction des descripteurs sémantiques (vecteurs) dans la carte perceptuelle présentée dans les travaux de Petiot et Yannou (2004)

L'approche Sémantique permet donc au travers de différents outils et représentations graphiques d'évaluer et de caractériser la signification d'un produit afin de corriger ou anticiper le choix d'attributs produit (couleurs, formes, matériaux, ...). De la même manière que pour les deux approches précédentes, l'utilisateur évalue cependant un produit selon une liste figée de descripteurs sémantiques faite par les concepteurs ne laissant pas la possibilité d'en ajouter. Cela implique qu'une partie de la signification du produit peut ne pas être prise en compte. Pour cette raison, il est recommandé de prendre des précautions lors de la collecte de descripteurs sémantiques afin de ne pas manquer un aspect de la signification d'un produit.

De plus, l'approche Sémantique se focalise sur la signification d'un produit, la réponse cognitive de l'utilisateur lors de l'Expérience Utilisateur (Bloc réponse cognitive en Figure 7). Il existe toutefois une méthode qui vise à intégrer tant les aspects émotionnels, sensoriels et cognitifs.

#### 1.1.3.2.4 L'INGENIERIE KANSEI

L'ingénierie Kansei est une méthode développée par l'université d'Hiroshima en 1989 (Nagamachi, 1989). Son principe consiste à définir les caractéristiques physiques du produit (formes, couleurs ou encore textures) en fonction des attentes utilisateurs représentées par des Kanseis.

Le terme Kansei ne possède pas d'équivalent en français. Selon Lee *et al.* (2000), il représente l'ensemble de la réponse affective (sentiment, émotions et sensations) qu'un utilisateur a vis-à-vis d'un produit, d'un environnement ou d'une situation et est représenté par des descripteurs sémantiques.

Cette méthode est basée sur l'utilisation de quatre bases de données (voir Figure 14) :

- Une constituée de Kanseis, autrement dit des mots traduisant la réponse affective de l'utilisateur
- Une constituée d'images de produits
- Une constituée des connaissances techniques issues de l'ingénierie
- Une constituée des attributs d'un produit : les formes, couleurs et textures

La première étape de cette méthode consiste à collecter des mots issus des utilisateurs traduisant leur réponse affective et à les comparer à ceux de la base de données de Kanseis.

Ensuite, ces mots sont corrélés avec les différentes bases de données permettant d'identifier alors des éléments de conception contribuant à l'expression de ces Kanseis avec les images de produits ; d'identifier des caractéristiques techniques comme des dimensions avec les connaissances techniques issues de l'ingénierie ; d'identifier des caractéristiques physiques de produit avec la base de données d'attributs.

Les différentes corrélations entre les bases de données sont réalisées avec l'aide de modèles mathématiques tels que des algorithmes génétiques, la logique floue ou encore des réseaux de neurones.

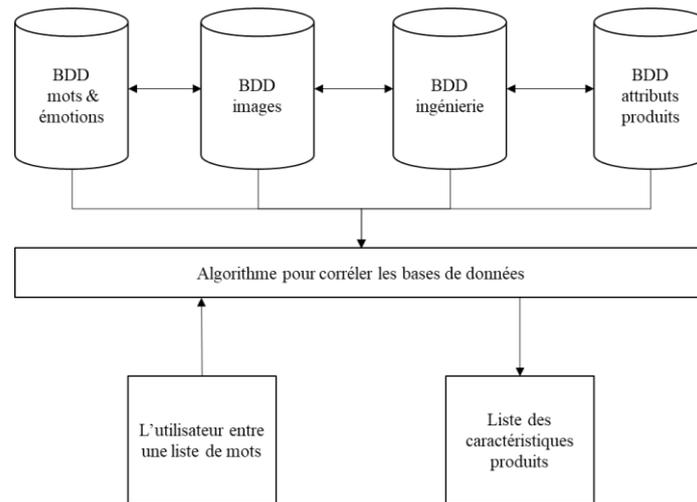


Figure 14 : Schéma de principe du Kansei Engineering System développée par Nagamachi (1989)

L'application de cette méthode permet ainsi d'évaluer les produits et de générer automatiquement des règles de conception et des solutions à partir de données sémantiques d'entrée issues de l'utilisateur (Bouchard *et al.*, 2014). Elle permet alors aux concepteurs de prendre des décisions conséquentes sur les caractéristiques du produit à développer (Mantelet, 2006). L'utilisation de bases de données d'images existantes permet de s'adapter facilement à des produits grand public, bien établis sur le marché. Cependant, la construction des bases de données et des modèles mathématiques s'avère lourde et difficile à mettre en place. Les préconisations résultent en effet de modèles mathématiques complexes, difficiles à appréhender ce qui peut prendre du temps aux concepteurs pour les maîtriser. De plus, l'évolution rapide des marchés implique une mise à jour régulière des bases de données pour intégrer de nouveaux mots et de nouvelles images. D'autre part, cette méthode est surtout utilisée en Asie ce qui implique que son application dans un contexte « occidental » requiert une vigilance et potentiellement une adaptation (Chen *et al.*, 2007; Lokman *et al.*, 2012).

Pour finir, l'Ingénierie Kansei permet de caractériser à la fois la dimension cognitive et émotionnelle de l'Expérience Utilisateur mais ne prend pas compte l'aspect sensoriel.

Les quatre approches et méthodes présentées dans cette sous-section se différencient ainsi par l'élément composant la réponse affective de l'utilisateur ciblé. En effet, Le Design Sensoriel se focalise sur la réponse sensorielle, le design émotionnel sur les émotions éprouvées, l'approche sémantique sur la composante cognitive et l'Ingénierie Kansei sur la composante cognitive et émotionnelle de la réponse affective (voir Figure 15).

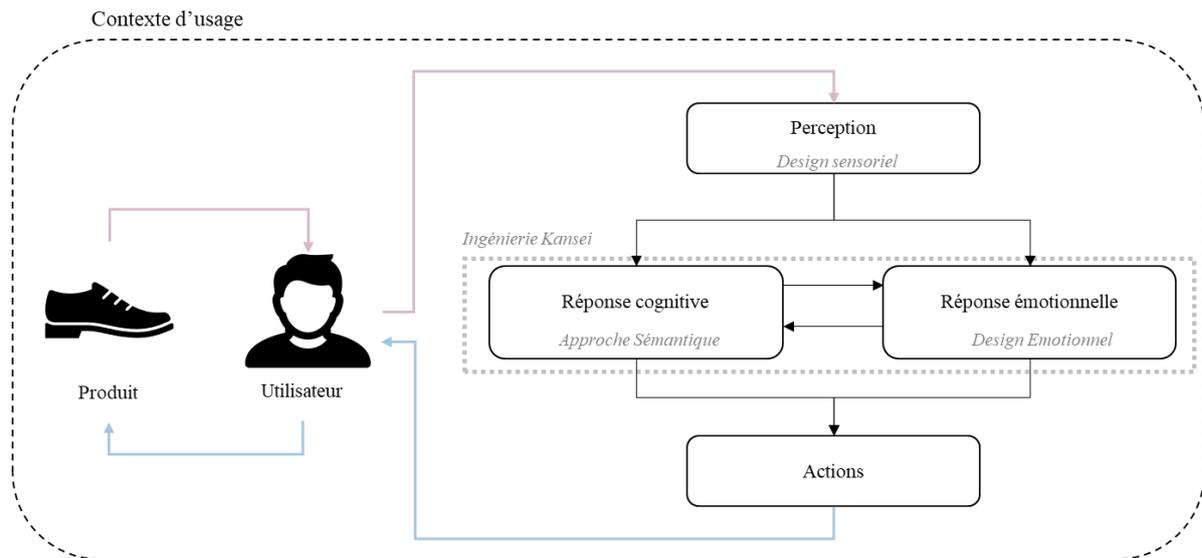


Figure 15 : Positionnement du Design Sensoriel, de l'Approche Sémantique, du Design Emotionnel et de l'Ingénierie Kansei dans la réponse à la perception d'un produit selon Gentner *et al.* (2013)

Malgré cela, ces méthodes reposent sur le même principe : identifier des relations entre une sémantique produit, des mots traduisant un sens, une émotion ou un Kansei, et des attributs produit comme une texture, une couleur ou encore une forme. Sur la base de ce constat, Schütte (2005) regroupe ces différentes méthodes sous le terme d'Ingénierie Affective (Affective Engineering, en Anglais).

#### 1.1.4 L'INGENIERIE AFFECTIVE

##### 1.1.4.1 PRINCIPE DE L'INGENIERIE AFFECTIVE

L'Ingénierie Affective peut être définie comme une approche visant à incorporer les besoins affectifs de l'utilisateur en éléments de conception qui lui apportent la satisfaction affective attendue (Aziz *et al.*, 2010; Jiao *et al.*, 2006). Cette approche permet d'identifier les relations existantes entre les attributs physiques d'un produit (couleur, forme, matériau, ...) et la sémantique véhiculée par le produit. Pour établir des relations entre des caractéristiques affectives et des attributs du produit, l'Ingénierie Affective repose sur un processus en 5 étapes illustré en Figure 16 (Schütte *et al.*, 2008) :

- La première étape est le *Choix du domaine* où les acteurs du processus de conception sélectionnent la population cible, le marché et les fonctionnalités attendues des produits.
- La deuxième étape est divisée en deux tâches parallèles dans lesquelles les concepteurs collectent des informations à la fois sur les attentes affectives des utilisateurs et sur les produits du domaine ciblé. Dans la *Construction de l'espace sémantique* du produit, ils collectent des descripteurs sémantiques du domaine à partir de différents médias. Les descripteurs alors retenus définissent un espace sémantique adapté au domaine ciblé. Dans la *Construction de*

*l'espace des attributs* du produit, les concepteurs rassemblent des représentations de produits du domaine choisi et les décomposent en attributs produit (formes, matériaux, ou encore couleurs). Ces attributs identifiés forment alors l'espace des attributs du produit.

- Lors de la *Synthèse*, les concepteurs identifient et établissent des relations entre ces deux espaces. Elles peuvent être réalisées manuellement selon la sensibilité des experts et des concepteurs, statistiquement ou encore avec des méthodes de classement basées sur la théorie des ensembles flous (Jiang *et al.*, 2015).
- Au cours du *Test de validité* et de la *Modélisation*, les concepteurs valident et modélisent les relations établies. Cette tâche peut être réalisée avec des experts si des méthodes non statistiques ont été utilisées lors de la phase précédente, ou avec un modèle mathématique si des méthodes statistiques ont été utilisées précédemment. Les échecs lors de cette phase impliquent de reconsidérer la construction des espaces et de mettre à jour les deux espaces : sémantique et attribut.

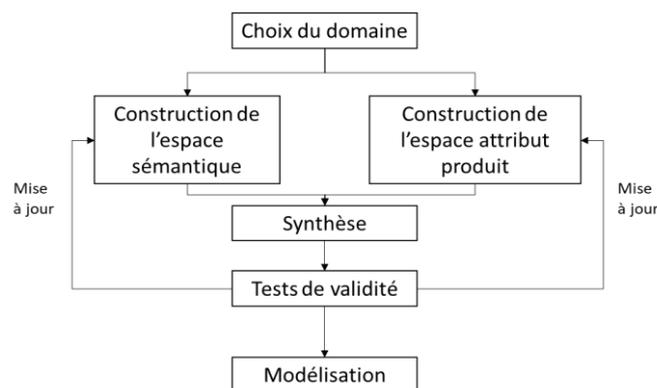


Figure 16 : Etapes du processus de l'Ingénierie Affective

A titre d'exemple, les travaux de Aziz *et al.* (2010) ont appliqué cette méthode dans le cadre de la création d'un site web. En utilisant l'Ingénierie Affective, ils ont pu corréliser des attributs du site web (couleur, bouton, police, ...) avec des propriétés affectives clés issues de la synthèse des entretiens utilisateurs représentée par des personas. Ils affirment que ces relations identifiées leur permettent de fournir des lignes directrices pour la conception de différents sites web en fonction des personas, c'est-à-dire en fonction de l'utilisateur final ciblé.

### 1.1.5 L'INGENIERIE AFFECTIVE DANS LE PROCESSUS DE CONCEPTION

Le cœur de la méthode de l'Ingénierie Affective repose sur l'identification des relations entre les attributs physiques d'un produit et les attentes affectives de l'utilisateur. Cela permet de discriminer notamment les attributs produit critiques influençant la perception de l'utilisateur de (Rouvray, 2006).

Les travaux menés par Aziz *et al.* (2010) montrent que cette méthode peut être appliquée en phase amont du processus de conception, notamment pendant la phase d'exploration du besoin. Les attentes subjectives de l'utilisateur y sont alors explicitées, les attributs produits clés identifiés et les lignes directrices fournies pour développer le produit.

Le processus de conception est également un processus de décision dans lequel les concepteurs doivent évaluer les différentes représentations, maquettes et prototypes d'un produit afin de valider ou d'invalider les choix de conception opérés. L'ingénierie Affective peut alors intervenir comme support pour aider les concepteurs à réaliser ces prises de décision (Barnes et Lillford, 2007). En effet, dans la phase de génération des concepts et solutions, les concepteurs peuvent utiliser les relations identifiées entre la sémantique et les attributs produit afin d'évaluer les performances affectives des différentes représentations du produit (maquettes numériques, dessins, ...). Cela permet ainsi d'évaluer pleinement et objectivement un concept, ces aspects techniques et hédoniques et d'opter pour les meilleures solutions à développer par la suite.

L'Ingénierie Affective peut également s'utiliser pendant les phases de la recherche de structure et de la conception détaillée durant lesquelles les différentes versions de maquettes et de prototypes sont évaluées et testées par les concepteurs et/ou les utilisateurs et les réponses affectives des utilisateurs sont recueillies. Si la sémantique exprimée correspond aux valeurs que les concepteurs voulaient transmettre via le produit, alors les décisions prises peuvent être validées. Dans le cas contraire, à partir de la sémantique recueillie, il est possible d'identifier quels choix de conception modifient la perception attendue du produit et ainsi de la corriger.

Par conséquent, l'Ingénierie Affective peut être employée au cours des différentes étapes du processus de conception (voir Figure 17) comme outil d'exploration et d'inspiration en phase amont, ou comme outil d'évaluation et de validation durant les différentes étapes du processus de conception.

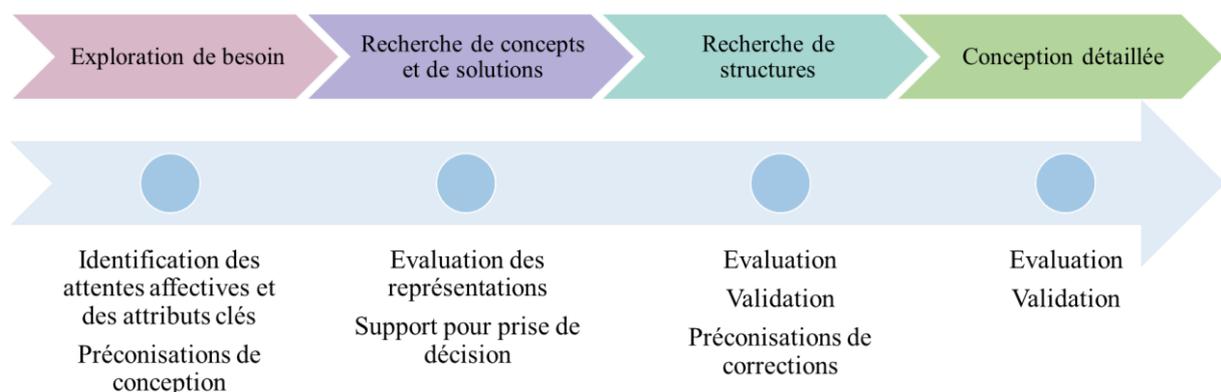


Figure 17 : Utilisation de l'Ingénierie Affective dans le processus de conception de Pahl et Beitz (2013)

## L'ESSENTIEL DU CHAPITRE 1

Dans le Chapitre 1, nous avons positionné nos travaux de recherche dans le domaine de la Conception Centrée Utilisateur. Cette approche de conception est définie comme une approche multidisciplinaire permettant de développer des produits compréhensibles et utilisables pour l'utilisateur en l'impliquant le plus possible au sein du processus de conception physiquement ou indirectement.

Dans cette approche de conception, nous avons observé que l'utilisateur ne voit pas le produit comme un simple outil. La relation entre lui et le produit se traduit par l'Expérience Utilisateur. Ce phénomène implique des interactions et un processus de perception qui dépend du contexte d'usage. Au cours des dernières décennies, la prise en compte de l'ensemble de l'Expérience Utilisateur dans le processus de conception a fait l'objet de nombreux travaux de recherche afin de l'améliorer. Nous avons remarqué notamment que les aspects subjectifs de la relation avec le produit constituent un point clé de l'Expérience Utilisateur

Nous avons identifié et présenté quatre approches permettant de prendre en compte ces aspects subjectifs de la conception d'un produit, l'Analyse Sensorielle qui se focalise sur la réponse sensorielle de l'utilisateur, le Design Emotionnel qui s'intéresse à la composante émotionnelle de la réponse affective de l'utilisateur, l'approche Sémantique et le Kansei Engineering qui observent la composante cognitive de cette réponse. L'Etat de l'art effectué a montré que malgré les différentes composantes de la réponse affective ciblée, toutes reposent sur le même principe et peuvent être assimilées sous le même terme, celui de l'Ingénierie Affective.

L'Ingénierie Affective est une méthode qui a pour but d'incorporer les besoins affectifs de l'utilisateur en éléments de conception qui lui apportent la satisfaction affective attendue. Pour cela, le cœur de la méthode repose sur l'identification des relations entre une sémantique produit traduisant les réponses affectives des utilisateurs et les attributs produit impactant la perception de l'utilisateur. Nous avons observé que son intégration se fait dans les différentes étapes du processus de conception comme un outil d'exploration, d'évaluation, de validation et de support pour la prise de décision.

## 1.2 CHAPITRE 2 : ETAT DES CONNAISSANCES TERRAIN

Dans ce chapitre, nous faisons état des connaissances liées à notre contexte industriel : l'entreprise SC Ergomedical. Cette entreprise est un bureau d'étude qui développe et conçoit des produits de sport en intégrant des considérations médicales.

Dans un premier temps nous abordons la conception de produit chez SC-Ergomedical en présentant le concept d'*Ergomedical Design* leur permettant de développer des produits. En appliquant ce concept, l'entreprise a constaté que les produits réalisés ne sont pas perçus comme des produits dits « Ergomedical » par les utilisateurs.

Nous analysons alors le processus de conception au travers des outils et des critères de conception pour comprendre cet écart dans un second temps.

### 1.2.1 LA CONCEPTION D'UN PRODUIT DE SPORT DE SC-ERGOMEDICAL

L'entreprise SC-Ergomedical est un bureau d'étude spécialisé dans la conception et la validation de produits de sport. Nous nous intéressons ici à la première partie du savoir-faire de l'entreprise : la conception de produits de sport.

Dans les sports de haut niveau, l'amélioration des performances de l'athlète est un objectif afin d'obtenir un avantage compétitif (Müller, 2011). Cette amélioration se fait non seulement au travers de l'entraînement mais aussi de l'équipement de sport qui est conçu dans cet objectif (Krueger *et al.*, 2006). En effet, la performance sportive dépend de l'interaction entre l'équipement et l'athlète (Stefanyshyn et Wannop, 2015). La conception d'équipements sportifs consiste donc à concevoir aussi cette interaction. Pour cela, l'intégration de l'utilisateur dans les différentes étapes du processus de conception est primordiale. En effet, il est acté depuis le début des années 2000 dans le domaine de l'ingénierie du sport, l'importance de l'innovation par et avec le consommateur (Lüthje, 2002 ; Von Hippel, 2004). De plus, diverses disciplines sont impliquées dans le processus de conception de produits de sport afin de comprendre au mieux l'interaction entre le produit et l'athlète et de l'améliorer (Stefanyshyn et Wannop, 2015). Parmi elles, nous pouvons citer l'Ingénierie, l'Ergonomie ou encore la Médecine.

Ainsi, de par son aspect multidisciplinaire et l'implication de l'utilisateur durant le processus de conception, la conception de produits de sport est assimilable à une approche de Conception Centrée Utilisateur (Wilson *et al.*, 2017).

Dans ce contexte de Conception Centrée Utilisateur pour produits de sport, deux besoins sont exprimés par les utilisateurs : (i) un besoin d'amélioration des performances sportives et (ii) un besoin de préservation et d'amélioration de la santé (INSEP et Ministère de la ville de la jeunesse et des sports,

2015). Un produit de sport ne représente alors pas seulement un produit de sport mais aussi un produit de bien être, de remise en forme et donc de santé pour l'utilisateur (Stefanyshyn et Wannop, 2015).

L'entreprise SC-Ergomedical a fait de ce constat son savoir-faire en proposant une approche de conception permettant de développer des produits hybrides dit « sport-santé », qu'elle définit comme des produits à usage sportif garantissant la santé de l'utilisateur, et qui répond à ces deux besoins. L'entreprise a nommé cette approche *Ergomedical Design*. Par produit hybride, nous entendons ici un produit mêlant des caractéristiques (attributs, fonctions,...) issues de domaines distincts (Glérant-Glikson et Amine, 2014; Moreau *et al.*, 2001).

### 1.2.2 LE CONCEPT D'ERGOMEDICAL DESIGN

Le concept d'*Ergomedical Design* s'inspire d'une philosophie de conception, le *Design Thinking*. Cette pensée de la conception a été proposée pour la première fois par Rowe (1987) et a été popularisée par IDEO et la Stanford Design School afin de résoudre des problèmes complexes de manière créative et innovante (Brown, 2008; Mosely *et al.*, 2018). Dans le modèle de Stanford, la démarche de *Design Thinking* repose sur 5 étapes itératives (voir Figure 18) :

- L'*Empathie*, où les concepteurs se mettent à la place de l'utilisateur pour comprendre son mode de vie, ses pensées, ses avis et ses sentiments
- La *Définition*, où ils définissent la problématique que le produit doit résoudre
- L'*Idéation*, où ils génèrent des idées, des solutions sans limites ni contraintes
- Le *Prototypage*, où ils réalisent des représentations intermédiaires des solutions : ébauches, maquettes, prototypes donnant corps aux solutions de la phase précédente
- Le *Test*, où ils procèdent à des évaluations des solutions intermédiaires pour les valider ou non, accumuler des connaissances et apprendre des erreurs afin d'améliorer les solutions.

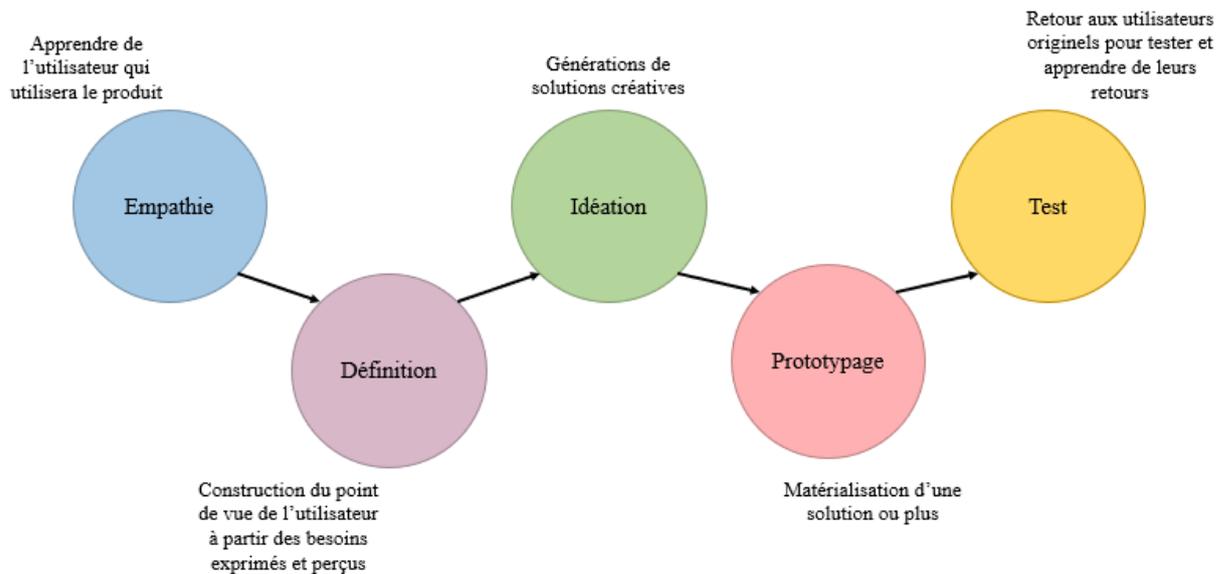


Figure 18 : Etapes du Design Thinking dans le modèle de la Stanford Design School

Dans cette pensée de conception, l'empathie avec l'utilisateur et la génération de prototypes sont ainsi favorisées. Les acteurs de la conception de SC-Ergomedical font alors preuve d'empathie avec l'utilisateur en se mettant à leur place et en essayant de comprendre une situation de souffrance telle que définie par Dong et Yannou, (2016). En intégrant les connaissances des diverses disciplines des membres de l'équipe, ils essaient de résoudre ces situations. Parmi ces acteurs, il y a un ingénieur généraliste, un designer produit, un ergonome spécialisé en biomécanique, un ingénieur biomédical ainsi qu'un médecin urgentiste qui s'est spécialisé dans la médecine du sport. Chacun d'eux apporte des considérations propres à son domaine dans le processus de conception permettant d'intégrer des spécifications médicales, ergonomiques, d'usage et utilisateur en plus de spécifications techniques pour développer un produit au cours du processus de conception (Rosa *et al.*, 2014).

Afin d'illustrer la conception d'un produit telle qu'appliquée par SC-Ergomedical en 2017, nous la présentons sous le prisme du modèle de Pahl et Beitz (2013).

Dans la phase d'*Expression du besoin*, l'équipe de conception, observe les souffrances résultant d'une activité et essaie d'en comprendre les causes. Pour cela, chaque acteur (ergonome, ingénieurs, médecin et designer) apporte sa connaissance pour décrire au mieux la situation de souffrance observée. Ainsi, chaque discipline présente sa compréhension de la souffrance et de ses causes et la traduit à l'autre pour définir des exigences et des spécifications compréhensibles par tous.

Une fois la situation de souffrance identifiée, clarifiée et validée, l'équipe de conception peut commencer à générer des concepts ou des idées pour la réduire ou l'éliminer durant la phase de *Recherche de concepts*. Il s'en suit une phase de décisions où les différents acteurs de la conception ont pour objectif de faire le meilleur choix possible, c'est-à-dire qui maximise ou minimise plusieurs critères à la fois (Abi Akle, 2015). Les différents paramètres (longueurs, épaisseurs, ...), constituant un espace de

décision, sont confrontés à des objectifs définis selon les différentes disciplines, l'espace de performances (en Figure 19). La combinaison de ces deux espaces, décision et performance, forme un espace de conception. Ainsi, lors de cette phase de décisions, des compromis sont effectués selon des critères dépendant des disciplines impliquées (Ingénierie, Ergonomie et Médecine dans notre contexte) afin de converger vers une solution.

Au cours de la phase de *Recherche de structure*, différentes représentations intermédiaires de la solution (maquettes numériques, physiques, prototypes) sont réalisées. Pour valider ces représentations intermédiaires, elles doivent répondre à toutes les spécifications définies et requises au cours des deux premières étapes du processus. Si la solution ne convient pas, de nouvelles études sont menées dans l'espace de conception. Les apprentissages résultant de ces itérations des phases de maquetages et de prototypages permettent de mieux comprendre les contraintes liées au produit et de l'améliorer, diminuant alors les risques d'échecs. L'apport des connaissances de disciplines diverses présente l'avantage de réduire le nombre de prototypes et de maquettes réalisés en considérant des aspects spécifiques à chacune de ces disciplines. Par exemple, un ingénieur généraliste, n'a pas forcément connaissance des aspects pathologiques liés à l'usage d'un produit, alors qu'un médecin peut y apporter son expertise. Cette supervision d'experts médicaux permet d'apporter une validation forte du produit garantissant une sécurité pour la santé de l'utilisateur. À la fin de cette étape, toutes les réactions, connaissances et découvertes sont rassemblées et synthétisées dans des documents servant de base pour la *Conception détaillée* ou à une nouvelle version améliorée de la solution (itération de la phase de *Recherche de structure*).

Une fois la solution choisie et validée par l'ensemble des acteurs de chaque expertise, les concepteurs doivent détailler la solution en termes de matériaux, de dimensions, de couleurs, etc. Tous ces détails sont consignés dans un document pour l'industrialisation. A l'issue de cette étape, la *Conception détaillée*, l'industrialisation de la solution définitive commence.

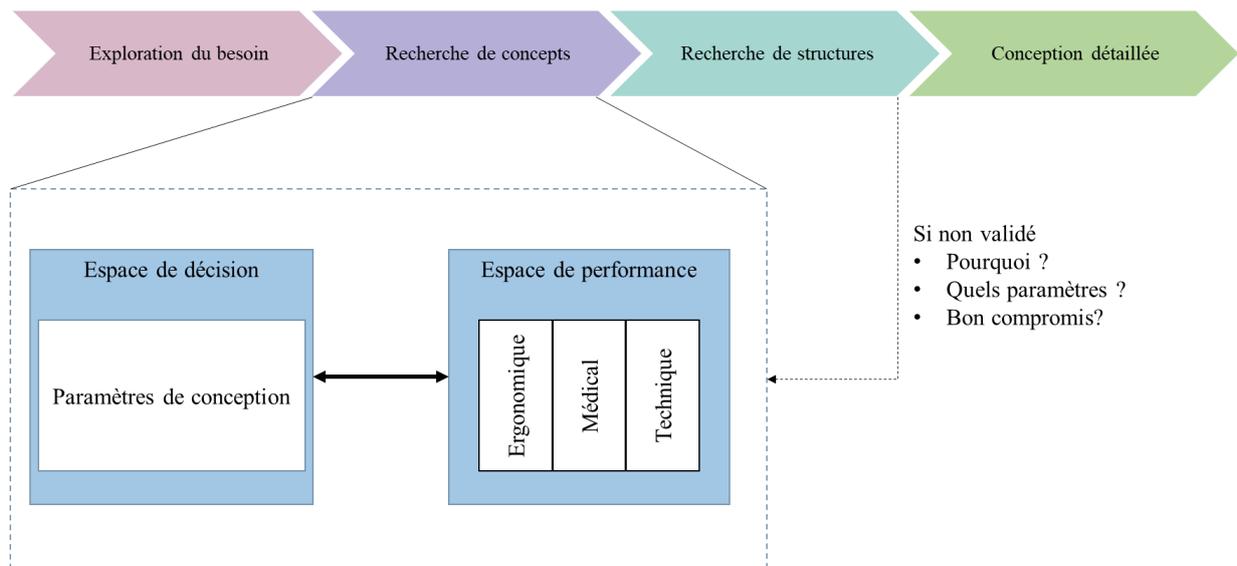


Figure 19 : Représentation du concept de l'*Ergomedical Design* souhaité par SC-Ergomedical

En résumé, le concept d'*Ergomedical Design* se différencie d'un processus « classique » de Conception Centrée Utilisateur en intégrant des considérations médicales grâce à la supervision d'un expert médical durant le processus de conception. Cette intégration se fait dès la phase amont du processus afin de comprendre une situation de souffrance ressentie et exprimée par l'utilisateur.

Le souhait exprimé par SC-Ergomedical en 2017 a été de mieux structurer les pratiques et le concept d'*Ergomedical Design* afin d'avoir un meilleur rendu sur les produits. En effet, l'entreprise ayant constaté que les produits ne sont pas perçus comme des produits dits « Ergomedical » par les consommateurs, a entrepris de monter cette thèse avec l'objectif de résoudre cette problématique.

Afin de mieux illustrer ce concept d'*Ergomedical Design* ainsi que l'écart de perception constaté par l'entreprise, nous allons présenter un cas d'application de l'*Ergomedical Design* : la conception d'un bandeau de protection pour cycliste.

#### 1.2.2.1 ILLUSTRATION DE L'ERGOMEDICAL DESIGN : UNE PROTECTION CRANIENNE POUR CYCLISTE

Pour illustrer la conception de l'*Ergomedical Design*, nous conservons le prisme du modèle de conception de Pahl et Beitz (2013) pour décrire la conception d'une protection crânienne pour cycliste par SC-Ergomedical.

Dans ce modèle appliqué au contexte de SC-Ergomedical, lors de la première étape, l'objectif est d'identifier, comprendre et définir une situation de souffrance ressentie et exprimée par l'utilisateur. Le départ du projet de protection crânienne part d'un simple constat.

D'une part, une étude menée par le gouvernement a montré que dans les cas d'accidents à vélo, la proportion de traumatismes crâniens s'élève à 75% (Ministère de l'Economie des Finances et de la

Relance, n.d.). D'autre part, des observations sur le terrain ont montré qu'une grande proportion de cyclistes ne porte pas de casque, alors que ce type d'équipement est conçu pour les protéger de traumatismes crâniens.

De ce constat, des enquêtes ont été menées auprès d'utilisateurs afin de comprendre pourquoi le casque n'est pas porté. Les enquêtes ont montré alors que le casque apparaît comme contraignant, trop lourd, trop encombrant et non esthétique, le rendant difficile pour un usage quotidien comme des déplacements pour le travail ou encore des courses. Ainsi, le rejet du produit est principalement affectif.

Pour répondre à ce besoin, les acteurs de la conception au sein de SC-Ergomedical ont entrepris de comprendre dans un premier temps le principe d'un casque de vélo. Ce type d'équipement est assimilable à une coque, une seconde boîte crânienne posée au-dessus de celle de l'utilisateur. De la sorte, lors d'un choc extérieur, c'est cette coque qui subit l'impact et non le crâne de l'utilisateur. L'avis des experts médicaux fait remonter une faiblesse du produit : en subissant un choc extérieur, l'impact provoque une onde de choc qui impacte le cerveau à l'intérieur du crâne. En effet, le cerveau va se déplacer à l'intérieur de la boîte crânienne et potentiellement heurter les parois internes du crâne selon la force de l'impact. De plus, même si ces heurts sont peu intenses, leur répétition sur le cerveau peut entraîner de lourdes conséquences.

Ainsi, une protection crânienne pour cyclistes doit répondre aux besoins suivants :

- Protéger le crâne de l'utilisateur d'un choc externe
- Réduire l'onde de choc impactant le cerveau de l'utilisateur
- Être adapté à un usage quotidien

Afin de générer des solutions, une étude de l'existant ainsi qu'une planche de tendance ont été réalisées. La planche de tendance pour inspirer les concepteurs lors de l'idéation était alors axée sur les termes « Lifestyle » et « Urbain » dans le but de réduire cet aspect contraignant, massif des casques existants et améliorer l'acceptabilité du produit.

Sur la base des besoins exprimés par les utilisateurs et complétés par les avis d'experts médicaux, différentes solutions ont été générées lors de la *Recherche de Concept*. Parmi elles, nous retrouvons :

- Des casques qui se replient sur eux même pour gagner en encombrement
- Des solutions sous la forme d'une casquette, d'un bonnet ou encore d'un bandeau
- Des associations de solutions permettant de protéger à la fois des chocs et absorber l'impact comme un casque avec système airbag

La convergence vers une solution unique s'est alors faite au travers d'échanges entre les différents concepteurs en appréciant les aspects fonctionnels, de faisabilité et d'esthétisme. Chaque appréciation reposait alors sur les connaissances propres à chaque acteur en lien avec les performances du concept d'*Ergomedical Design* : Ergonomie, Médecine, Ingénierie. Le choix du concept à ce moment ne repose sur aucun critère d'évaluation mais uniquement sur l'expérience et la sensibilité des différents acteurs. Une solution sous la forme d'un bandeau flexible est alors ressortie.

Cette solution présentait l'avantage d'être simple, légère, pliable et peu encombrante répondant ainsi aux besoins exprimés par l'utilisateur. Néanmoins, cette forme semblait moins protectrice qu'un casque classique. Ce compromis a été accepté en prenant en considération que 93% des zones impactées lors d'une chute de vélo se situent dans les zones temporales du crâne comme illustrées en Figure 20 (Bourdet *et al.*, 2012). Ainsi, le bandeau permettait de couvrir l'ensemble de ces zones impactées dans 93% des cas tout en absorbant les chocs et réduisant l'onde de choc impactant le cerveau.

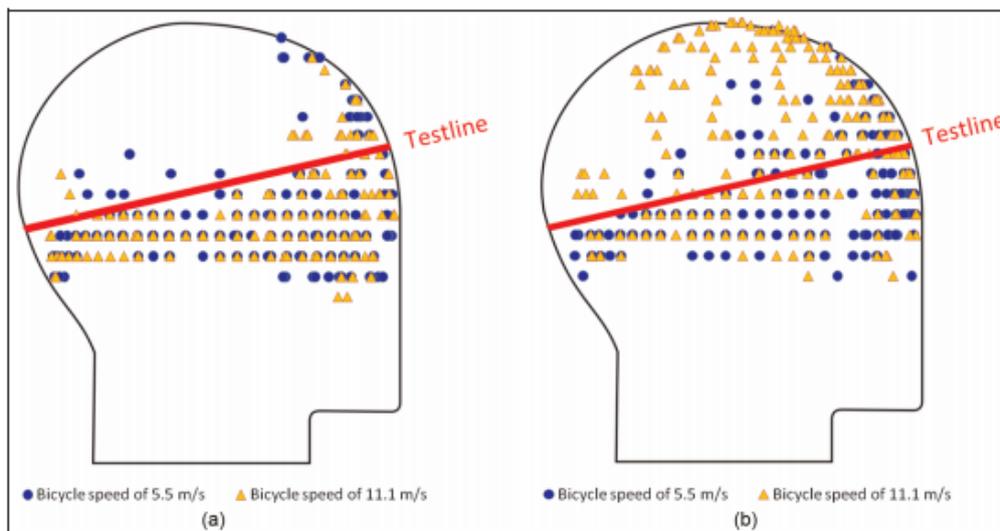


Figure 20 : Représentation des points d'impact de la tête : (a) pour les chutes après dérapage ; (b) pour les chutes après avoir heurté un trottoir (Bourdet *et al.*, 2012)

Lors de la phase de recherche de structure, différents tests ont été menés tant fonctionnels que d'usages afin de valider la solution. Des tests mécaniques sur banc d'essais ont permis de valider les combinaisons de mousses optimales permettant d'absorber les chocs. Les tests d'usage ont permis d'évaluer le confort du produit (irritations, serrage, chaleur, adaptation à différents profils de la population). Ainsi, les performances attendues du produit concernant les aspects médicaux, techniques et ergonomiques ont été validées. Ces validations faites, la solution a été industrialisée et commercialisée.

En synthèse, en réponse aux problèmes de souffrance liés aux casques de vélo, l'équipe de SC-Ergomedical a développé un produit qu'elle a rendu plus flexible, moins contraignant et moins massif, illustré en Figure 21.

Malgré les efforts conjoints sur l'usage (pliable, léger), l'esthétique (finesse, forme) et les techniques (zones de protections et combinaison de mousses), les consommateurs n'ont pas perçu le produit comme une protection. La vision utilisateur se focalise alors sur les aspects d'usage et esthétiques du produit, en d'autres termes la représentation sport du produit, négligeant l'implication santé et médicale intégrée au produit.



Figure 21 : Protection crânienne pour cyclistes développée par SC-Ergomedical (“La protection souple pour la tête Okyl® – SC Ergomedical”, 2020)

Un autre produit phare de SC-Ergomedical a connu également des difficultés d'acceptation par les utilisateurs : des bouchons d'oreilles pour surfeurs. Ces bouchons ont été conçus afin de prévenir des risques d'otites et du phénomène d'exostose, i.e. excroissances osseuses dans le canal auditif pouvant mener à la surdité. Le produit final, illustré en Figure 22, agit comme un deuxième tympan permettant au canal auditif de rester aéré et de limiter la prolifération de bactéries. Les performances du produit ont été certifiées par une étude clinique menée sur 12 mois. L'apparence du produit, sa finesse par rapport aux bouchons de la concurrence ont rendu l'acceptation du produit difficile. Néanmoins, il était intéressant de noter que le produit vendu en pharmacie était plus accepté qu'en point de vente de distributeurs de produit de sport. En d'autres termes, la dimension santé du produit semblait rebuter les consommateurs de produits de sport.



Figure 22 : Bouchon d'oreille pour surfeurs ("Bouchons d'oreille EQ Seals® – SC Ergomedical", 2020)

Ainsi, nous remarquons que les produits issus du concept *Ergomedical Design* souffrent d'un écart de perception. Ils sont soit considérés comme des produits de santé et dans ce cas peu acceptés (exemple de la protection auditive), soit comme des produits de sport et dans ce cas donnant l'impression d'un manque à l'utilisateur (exemple de la protection crânienne).

Les performances de l'*Ergomedical Design* appliquées au produit par les concepteurs ne sont donc pas ou partiellement perçues par les consommateurs. Nous avons alors investi les champs suivants afin d'analyser les sources de cet écart : les outils d'évaluations et les critères d'évaluation.

### 1.2.3 ANALYSE DU CONCEPT D'ERGOMEDICAL DESIGN

#### 1.2.3.1 LES OUTILS DE CONCEPTION DANS L'ERGOMEDICAL DESIGN

Nous avons vu que le souhait de l'entreprise est de réaliser des produits de sport intégrant des aspects médicaux et que cette plus-value médicale soit comprise. Or, il semblerait que cette plus-value ne soit pas comprise comme ce fut le cas pour la protection crânienne. Nous avons alors émis l'hypothèse que les outils employés lors du processus de conception induisent cet écart de compréhension. Nous présentons dans ce paragraphe les outils utilisés dans les différentes étapes du processus de conception, ils sont illustrés en Figure 23.

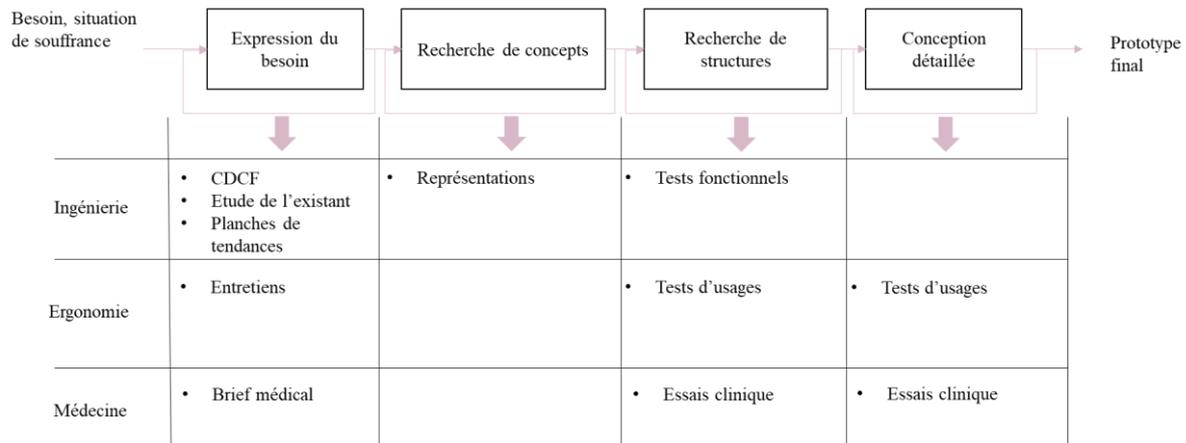


Figure 23 : Outils employés dans le processus de conception Ergomedical

Lors de la phase d'*Expression du besoin*, les acteurs de la conception de SC-Ergomedical ont pour objectif d'identifier et de comprendre des situations de souffrances exprimées par l'utilisateur puis de synthétiser les informations afin de guider le développement du produit par la suite. Afin de recueillir des informations, des observations in situ, des enquêtes ainsi que des briefs médicaux sont employés. Les informations recueillies sont ensuite synthétisées dans un Cahier des Charges. Enfin, une étude de l'existant est réalisée et synthétisée dans une planche de tendances servant d'inspiration pour le développement du produit.

Les outils employés dans cette étape du processus de conception sont des outils couramment utilisés en Ingénierie ou encore en Ergonomie afin de clarifier un besoin. Seul le brief médical, permettant de clarifier des contraintes liées à cette discipline, est plus spécifique. L'apport de cet outil permet d'appréhender et d'explicitier des considérations médicales théoriques et objectives. Parmi ces outils, nous remarquons également un outil d'inspiration permettant d'orienter la conception par la suite : les planches de tendances. En effet, cet outil permet de visualiser l'identité vers laquelle le produit final doit tendre, ses couleurs, sa signification ainsi que ses matériaux et textures par exemple. Par conséquent, dans cette étape du processus de conception, nous n'observons pas d'outil d'évaluation mais seulement des outils d'inspiration pour les concepteurs.

Lors de la phase de *Recherche de concepts*, les idées sont générées par chaque membre puis expliquées. Le choix d'une solution par rapport à une autre se fait à l'aide de critères comme la faisabilité ou encore l'efficacité de la solution. Cependant, les évaluations selon ces critères se font de manière subjective selon l'expérience et la sensibilité propres aux concepteurs.

Lors de la *Recherche de structures*, des outils numériques permettent de maquetter en 3D les solutions retenues, et de les matérialiser par impression 3D favorisant la génération de prototypes. Afin de valider les structures et les fonctionnalités, des tests mécaniques sont élaborés dans un premier temps par les concepteurs. Les utilisateurs sont impliqués par la suite sur un prototype du produit intégrant les

différentes fonctionnalités. Lors de ces tests d'usage, les interactions et la compréhension de l'usage du prototype par les utilisateurs sont évaluées. Les aspects biomécaniques de l'interaction y sont particulièrement étudiés. Enfin une validation médicale peut être appliquée en réalisant des tests cliniques. Cette phase de test clinique n'est pas engagée systématiquement. Son application dépend de la situation de souffrance observée en phase amont et du temps requis pour le développement du produit. En effet, la mise en place réglementée par des institutions comme l'Agence Régionale de la Santé, implique un délai conséquent représentant un coût important pour une petite structure comme celle de SC-Ergomedical. Dans le cas où ce type de test n'est pas effectué, le médecin lié à l'équipe de conception observe les résultats des tests d'usage et donne son avis et sa validation si nécessaire sur le prototype. Ces différents tests, fonctionnels, d'usage et médicaux peuvent également être réalisés lors de la phase de *Conception détaillée* sur le prototype final avant de commencer l'industrialisation du produit.

En résumé, parmi les différents outils employés dans le concept d'*Ergomedical Design*, nous observons des outils classiques liés à l'ingénierie et à l'ergonomie combinés à des outils liés au domaine médical. Nous avons néanmoins observé qu'en phase amont du processus de conception peu d'outils d'évaluation sont employés afin de guider la conception. Seuls deux outils d'inspiration sont utilisés : le brief médical qui permet d'inspirer les concepteurs vers le domaine produit de la santé et la planche de tendance qui permet d'inspirer les concepteurs vers le domaine produit du sport et/ou de la santé : les domaines produits ciblés par l'*Ergomedical Design*. De plus, les évaluations réalisées lors de la phase de *Recherches de Concept* sont faites selon l'expérience et la sensibilité des concepteurs uniquement. Par conséquent, afin d'orienter la conception vers un produit de sport ou un produit santé, **il n'existe pas de guide pour « jauger » la direction sport/santé en phase amont du processus de conception.**

Certes ce manque de guide est une cause de l'écart de perception des consommateurs sur le produit final, mais surtout nous constatons qu'**il n'existe pas ou peu de définition du produit sport et/ou santé en amont**. En effet, malgré les outils et les disciplines impliqués en amont, l'identité d'un produit sport et/ou santé n'est jamais définie par les concepteurs mais seulement ébauchée au travers d'une planche de tendance. Les verbatims, verbalisations des utilisateurs retenues ne le sont pas dans cette optique mais essentiellement pour décrire la situation de souffrance.

Malgré le manque d'outil d'évaluation constaté en phase amont, des choix, des compromis sont réalisés. Des critères de conception sont alors nécessaires pour réaliser ces choix et cadrer la conception, jauger si la direction sport et/ou santé suivie est respectée.

1.2.3.2 LES CRITERES DE CONCEPTION DANS L'ERGOMEDICAL DESIGN

En conception, il existe des critères génériques permettant d'évaluer tout type de produit (Ambrosino *et al.*, 2017; Dean *et al.*, 2006; Nelson *et al.*, 2009; Shah *et al.*, 2003) :

- *L'Effcience* : la capacité du produit à réaliser la tâche désirée. Ce critère permet d'évaluer la pertinence des choix réalisés selon la fonction attendue.
- *La Faisabilité* : la capacité du produit à être viable tant d'un point de vue technique qu'économique (Jablokow *et al.*, 2015; Linsey *et al.*, 2011)
- *La Potentialité* : la capacité de la solution (produit, dessin, maquette, ...) à s'adapter au marché visé (Starkey *et al.*, 2016)
- *La Manipulabilité* : la capacité du produit à être facilement utilisé d'un point de vue physique. Ce critère permet d'évaluer les propriétés ergonomiques physiques et physiologiques de la solution.
- *La Compréhensibilité* : la capacité du produit à être facilement utilisé d'un point de vue cognitif permettant d'évaluer l'intuitivité du système liée par exemple à des signaux (son, lumière, vibrations, ...), des formes (poignée, icônes, ...) qui conduisent à une utilisation inconsciente du produit (Wilkinson et De Angeli, 2014)
- *La Désirabilité* : la capacité de la solution à attirer l'utilisateur. Ce critère permet d'évaluer les performances liées non seulement à l'apparence du produit mais aussi aux autres propriétés hédoniques qui suscitent une réaction affective de l'utilisateur comme l'odeur ou la texture. De plus ce critère comporte également une dimension sociale (Charrier *et al.*, 2014)
- *La Durabilité* : la capacité du produit à réaliser ses fonctions et à procurer du plaisir tout au long de l'expérience produit car cette capacité peut se détériorer voire disparaître au cours du temps à cause d'une obsolescence ou lassitude de l'utilisateur (Kujala, Roto, Väänänen-Vainio-Mattila et Sinnelä, 2011; Kujala, Roto, Väänänen-Vainio-Mattila, Karapanos, *et al.*, 2011; Vermeeren *et al.*, 2010)

Ces différents critères permettent ainsi d'évaluer un produit selon les aspects fonctionnels (effcience, faisabilité et potentialité), les aspects d'utilisabilité (manipulabilité et compréhensibilité) les aspects hédoniques liés au plaisir (désirabilité) ainsi que l'ensemble de ces aspects tout au long de la durée de vie du produit (durabilité) comme illustrée dans la Figure 30 ci-dessous dans laquelle nous positionnons

ces critères de conception génériques dans la pyramide des besoins utilisateurs vis-à-vis d'un produit selon Jordan (2003).

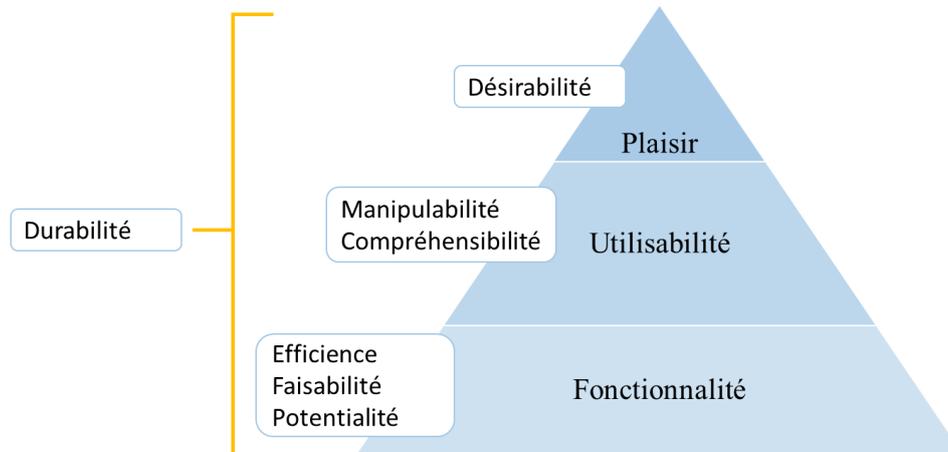


Figure 24 : Utilisation de critères d'évaluation de concept (Ambrosino *et al.*, 2017; Dean *et al.*, 2006; Shah *et al.*, 2003) appliquée à la pyramide des besoins de Jordan (2003)

Dans l'application de l'*Ergomedical Design*, nous avons remarqué que l'utilisation d'outils d'évaluation se fait essentiellement dans les étapes en aval du processus. Lors de ces étapes, l'accent est mis sur les aspects fonctionnels et d'usage en se focalisant sur l'*Efficience*, la *Faisabilité*, la *Manipulabilité* et la *Compréhensibilité* (renvoyant ici au terme d'intuitivité) du produit. Dans ces phases, le critère de *Désirabilité* n'est jamais évalué. Ce critère intervient néanmoins lors de la phase de convergence entre les acteurs de la conception durant la *Recherche de Concepts*. La *désirabilité* est alors évaluée selon les appréciations de chaque membre de l'équipe de conception. Cependant, cette *Désirabilité* représente celle des concepteurs et non celle des utilisateurs. Ainsi même si les concepteurs font preuve d'empathie envers les utilisateurs, leur sensibilité peut différer de celle des utilisateurs induisant un écart selon ce critère. De manière générale, nous constatons alors que sur l'ensemble du processus de conception appliqué dans l'*Ergomedical Design*, les critères subjectifs liés aux propriétés hédoniques du produit sont peu pris en compte ne permettant pas alors d'évaluer la façon dont est perçu le produit.

Les critères observés ci-dessus étant génériques, ils sont applicables pour tous types de produits pour tous types de contextes d'usage. Toutefois, appliqués à un contexte spécifique, ces critères peuvent ne pas suffire à évaluer pleinement une solution.

Considérons le contexte d'usage de la santé. Les produits pour la santé visent « à prolonger, maintenir, améliorer ou soutenir la vie humaine en assurant le bien-être physique, mental et social » (Medina *et al.*, 2013; OMS, 1946). Selon les normes et directives, l'assurance du bien-être physique exige que les appareils de santé soient efficaces et sûrs (IEC 62366-1, 2015; MHRA, 2017). Si l'*Efficience* fait partie des critères génériques, le critère de *Sécurité* est plus spécifique à un processus de conception pour la santé. La *Sécurité*, telle que présentée dans la norme, exige de limiter et de contrôler l'exposition au

risque pour le praticien et le patient. Par exemple, une seringue doit disposer de capuchon recouvrant l'aiguille lorsque le produit n'est pas utilisé pour ne pas blesser. Il s'agit alors d'évaluer la criticité du produit avec l'identification des parties critiques.

Pour assurer le bien-être mental, il faut non seulement que les appareils de santé soient faciles à utiliser, mais aussi que les produits soient simples, clairs et acceptables (Geissler *et al.*, 2013; IEC 62366-1, 2015; MHRA, 2017). Les critères de *Simplicité* et de *Clarté* sont déjà explorés avec l'approche Centrée Utilisateur via le critère de *Compréhensibilité*. En ce qui concerne l'*Acceptabilité*, ce critère fait référence à l'implication du praticien et/ou du patient dans l'utilisation de l'appareil. Par exemple, l'utilisation d'un scanner d'imagerie par résonance magnétique (IRM) est compliquée pour un patient claustrophobe. Le confinement imposé par l'appareil peut alors amener le patient à refuser l'examen médical ce qui se traduit par un rejet du produit.

Pour assurer le bien-être social, les appareils de santé ne doivent pas être source de discriminations ou d'exclusion de l'utilisateur. En effet, l'utilisation d'un produit de santé peut isoler le patient d'une part en termes d'accessibilité (fauteuils roulants, plâtre) et d'autre part en termes d'isolement vis-à-vis des autres comme pour les patients nécessitant une poche fécale après une stomie (ablation des intestins). De cette manière, le critère d'*Exclusion sociale* est spécifique à un domaine de conception pour la santé.

Nous observons ainsi que les critères « classiques » d'évaluation utilisés en Conception Centrée Utilisateur ne permettent pas de prendre en compte l'ensemble de l'Expérience Utilisateur dans un contexte spécifique. Certains critères complémentaires sont nécessaires comme ceux de la *Sécurité* ou de l'*Acceptabilité* pour un produit destiné à un contexte d'usage santé. L'application de ces critères reste toutefois peu observable dans ce contexte (Patterson et Zibarras, 2017; Persson, 2017; Thakur *et al.*, 2012). Dans le contexte de l'*Ergomedical Design*, des critères de conception issus du domaine de la santé sont appliqués comme la *Sécurité* et de l'*Acceptabilité*. En revanche, nous n'avons pas observé de critères spécifiques au contexte de produit de sport.

Par conséquent, nous observons malgré la prise en compte de certains critères de conception spécifiques au domaine de la santé, peu voire aucun critère de conception liés à la perception et au domaine du sport sont utilisés. Nous constatons ainsi qu'il **n'y a pas d'évaluations conjointes des aspects sport et santé des produits réalisés dans l'Ergomedical Design.**

## L'ESSENTIEL DU CHAPITRE 2

Dans ce chapitre, nous avons fait état des connaissances liées à l'entreprise SC-Ergomedical.

Dans un premier temps, nous avons présenté l'entreprise et sa vision, son concept d'*Ergomedical Design* pour concevoir des produits de sport. Le concept d'*Ergomedical Design* est une approche de conception qui se base sur une approche de *Design Thinking* favorisant la génération de solutions et de prototypes ainsi que l'empathie des concepteurs avec l'utilisateur. Sa spécificité réside en l'intégration des considérations médicales en plus de considérations techniques, ergonomiques et d'usages dans le processus de conception, le tout sous la supervision d'experts médicaux.

Toutefois, l'entreprise a constaté que les produits réalisés ne sont pas perçus comme des produits dits « Ergomedical » par les consommateurs. Ils souffrent en effet d'un écart de perception en étant soit perçus comme des produit de sport créant une sensation de manque quant à l'apport médical, soit perçus comme des produit de santé causant un rejet de la part de l'utilisateur. Le souhait exprimé alors par SC-Ergomedical en 2017 a été de mieux structurer les pratiques et le concept de l'*Ergomedical Design* afin d'avoir un meilleur rendu sur les produits (corriger cet écart).

Nous avons alors analysé le concept de l'*Ergomedical Design* au travers des outils et des critères de conceptions utilisés dans le processus de conception. Nous avons alors constaté les points suivants :

- **Il n'existe pas de guide pour « jauger » la direction sport/santé en phase amont du processus de conception**
- **Il n'existe pas ou peu de définition du produit sport et/ou santé en amont**
- **Il n'y a pas d'évaluations conjointes des aspects sport et santé des produits réalisés dans l'*Ergomedical Design***

Par conséquent, malgré la volonté de SC-Ergomedical de concevoir des produits perçus sport et/ou santé et son concept développé pour atteindre ce but, le manque de définition, d'outils et de critères empêche de maîtriser la conception de la perception d'un produit sport-santé. Ces trois constats nous amènent à formuler la problématique industrielle suivante :

**Quels outils et/ou méthodes permettent de garantir dans le concept d'*Ergomedical Design* la perception « sport et santé » d'un produit ?**

### 1.3 CHAPITRE 3 : INTEGRATION DE LA PERCEPTION UTILISATEUR D'UN PRODUIT HYBRIDE SPORT-SANTE DANS LE PROCESSUS DE CONCEPTION

Dans ce chapitre nous présentons les réponses que nous avons trouvées pour répondre à la problématique industrielle définie précédemment : **Quels outils et/ou méthodes permettent de garantir dans le concept d'Ergomedical Design la perception « sport et santé » d'un produit ?**

Dans un premier temps, nous répondons au constat du manque d'une définition d'un produit hybride sport-santé. Nous présentons alors la notion de produit hybride dans un contexte particulier mêlant des univers produit contradictoires.

Ensuite, nous abordons les facteurs qui impactent la perception d'un produit sport-santé afin de comprendre les contraintes liées à la perception d'un produit sport-santé. Enfin, nous présentons notre approche pour identifier une sémantique sport-santé permettant de guider les concepteurs durant le processus de conception.

#### 1.3.1 UN PRODUIT HYBRIDE SPORT-SANTE

En biologie, le terme hybridation est défini comme un « Croisement naturel ou artificiel de deux individus (plantes ou animaux) d'espèces, de races ou de variétés différentes » (CNRTL, n.d.). Ainsi, le résultat d'une hybridation intègre les caractéristiques des deux individus différents afin de former un nouvel individu.

En conception, nous retrouvons cette notion de croisement pour définir un produit hybride. En effet, un produit hybride est défini comme un produit mêlant des caractéristiques (attributs, fonctions, ...) issues de domaines distincts (Glérant-Glikson et Amine, 2014; Moreau *et al.*, 2001). Par exemple, les chaussures patins (voir Figure 25) sont le résultat d'une hybridation entre une chaussure et un skate permettant à l'utilisateur de se déplacer soit en marchant soit en roulant avec un même produit.



Figure 25 : Exemple de produit hybride, les chaussures patin Heelys.

Si cet exemple illustre une hybridation fonctionnelle, l'hybridation peut également concerner l'identité du produit. L'identité d'un produit est un concept courant dans le domaine du Marketing notamment en

lien avec la notion de marque (Carron, 2016). En effet, la plupart des marques construisent une identité, quelque chose de reconnaissable qui différencie un produit de la concurrence. Cette identité se base sur des valeurs clés. Par exemple, la marque Evian base son identité sur la pureté, la vie et la jeunesse comme valeurs. Le slogan « live young » illustre ces valeurs. De la même manière, la marque Décathlon véhicule comme valeurs la tolérance et le sport, exprimées par le slogan « le sport pour tous ».

L'identité d'un produit repose sur un ensemble de similarités d'un groupe de produits conçus pour être perçus et interprétés comme étant reliés à des valeurs (Warell, 2015). A titre d'exemple, les travaux de Karjalainen (2007) présentent une approche reposant sur le Design Format Analysis (Warell, 2001) afin de définir des attributs produit, traduisant l'identité de différentes marques de voitures (Toyota, Volvo) ou encore de marques de téléphones (Nokia). Dans le cas d'une voiture Volvo, la forme en V du capot est caractéristique. De plus, l'auteur propose de réutiliser ces attributs produit liés à une marque pour créer de nouveaux produits. Il a proposé, par exemple, une bouteille de thé véhiculant les valeurs de la marque de Jaguar comme l'élégance à partir des attributs produit caractéristiques de la marque (couleur verte, lignes courbes, formes épurées).

Une identité, des valeurs sont donc transmises par des attributs produit (couleurs, formes, textures, ...) constituant des fonctions hédoniques du produit, les fonctions du produit qui impactent la perception de l'utilisateur. Par exemple, des formes arrondies et couleurs chaudes peuvent suggérer que le produit possède un caractère chaleureux et protecteur (Karjalainen et Snelders, 2010) ; une couleur verte et des matériaux d'origine organique (bois, minéral) évoque quelque chose de naturel, de respectueux de l'environnement ou encore de sain (Grimes et Doole, 1998; Won et Westland, 2017) ; un dernier exemple, un produit grand suggère des valeurs de domination, de succès et de prestige (van Rompay *et al.*, 2005).

Différentes valeurs peuvent alors être transmises simultanément en hybridant des fonctions hédoniques de produits, c'est-à-dire leurs attributs produit. Pour illustrer cela, Karjalainen (2007) présente la création de nouvelles marques avec de nouvelles identités de produits en combinant les attributs produit clés reliés à une marque spécifique. L'auteur présente alors 13 combinaisons comme la marque « Noyo » combinant l'identité de Toyota et Nokia perçue comme personnelle et innovante ou encore la marque « Lux » combinant les marques Ford et Rolex transmettant les valeurs de haute technologie et de précision. Il est intéressant de noter que les combinaisons effectuées reposent toutefois sur des marques de produits similaires comme des voitures (BMW, Toyota ou encore Porsche), des téléphones (Apple, Sony, Motorola) ou encore des produits de luxe (Rolex, Porsche ou Bulgari). Ainsi les valeurs des produits observés ici peuvent être similaires.

Dans le cadre de notre recherche, nous regardons des produits hybrides dits « sport-santé ». Ce type de produits intègre donc des caractéristiques à la fois issues de l'univers produit du sport et issues de l'univers produit de la santé. Néanmoins l'identité, les valeurs transmises par ces univers produit

diffèrent beaucoup. Nous observons d'un côté, des produits conçus pour la santé présentant des formes géométriques élémentaires et une palette de couleurs en noir et blanc (exemples de produits conçus pour un contexte d'utilisation santé dans la partie gauche de la Figure 26). De l'autre côté, les produits conçus pour le sport apparaissent avec des couleurs très contrastées et des formes détaillées (exemples de produits conçus pour le sport dans la partie droite de la Figure 26). Ainsi, pour un produit similaire, les deux univers, sport et santé, induisent des fonctions hédoniques différentes voire contradictoires.



Figure 26 : Masque facial et chaussure conçus pour le contexte d'utilisation de la santé (à gauche) ; Masque facial et chaussure conçus pour le contexte d'utilisation du sport (à droite)

Par conséquent, en hybridant ces deux univers produits avec une identité contradictoire, un produit sport-santé présente une identité « dialogique ».

Une dialogie représente deux entités, deux principes qui s'unissent sans perdre leur dualité (Morin, 1990). Comme exemple de principe dialogique, nous pouvons imaginer le couple haute-technologie/environnement où les valeurs écologiques et naturelles peuvent entrer en contradiction avec la puissance nécessaire à la technologie et par conséquent la consommation d'énergie que cela représente. Pourtant, malgré cette contradiction, des produits comme des voitures électriques ont vu le jour véhiculant cette identité dialogique. Par conséquent, il est possible de concevoir un produit véhiculant l'identité de deux univers produit différents. En effet, s'il est courant d'observer un produit A ou B issus de leur univers respectifs, il est plus rare d'observer des produits C, par exemple la voiture électrique à la fois écologique et technologique, issus de l'hybridation d'univers produit dialogiques contraires (voir Figure 27). Dans notre contexte, le sport et la santé sont illustrés par les lettres A et B sur la Figure 27 et l'hybridation sport-santé par la lettre C.

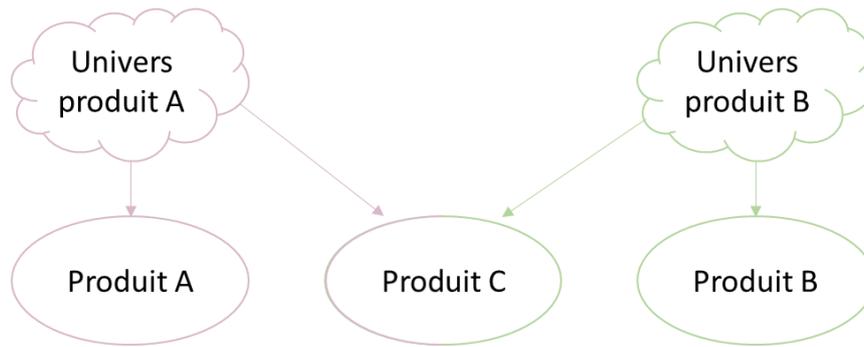


Figure 27 : Représentation d'un produit mêlant des univers produits dialogiques

Nous observons des exemples de produits hybrides sport-santé. En effet, certains concepteurs ont tenté de développer des produits hybrides fusionnant des caractéristiques liées au sport et à la santé. Nous pouvons citer par exemple les chaussures Nike Air Zoom Pulse (à gauche dans la Figure 28) conçues pour le personnel hospitalier ("Nike Air Zoom Pulse - Nike News", 2019). Considérant le personnel médical comme des athlètes, les concepteurs de Nike ont fait valoir qu'ils ont apporté leurs connaissances en matière de produits sportifs dans un contexte d'utilisation santé pour développer cette chaussure. De la même manière, nous observons également des attèles pour genoux développées par Donjoy (à droite dans la Figure 28), permettant la pratique d'un sport extrême malgré une entorse des ligaments. Dans ce cas, ce sont les connaissances médicales qui ont été intégrées dans un contexte d'usage sportif.



Figure 28 : Exemples de produit hybride sport-santé : Nike air zoom plus (à gauche) et Attèle défiance III développée par Donjoy (à gauche)

Ce faisant, des produits de sport ont été adaptés à un contexte d'usage santé (exemple de chaussure Nike) et des produits de santé ont été adaptés à un contexte d'usage sport (exemple de l'attèle Donjoy) créant ainsi des produits hybrides sport-santé mêlant des fonctions hédoniques liées au sport et à la santé. Par conséquent, un produit hybride sport-santé ne fait pas que fusionner deux univers produits contradictoires, il est également adaptable à des contextes d'usages différents voire contraires. En effet, un produit A issu de l'univers produit A peut être utilisé dans un contexte d'usage A où il est perçu

comme A mais il peut être appliqué dans le contexte B où il sera perçu comme un produit de A avec des caractéristiques de B (produit Ab dans la Figure 29). Par exemple, le produit Ab de la Figure 29 peut être illustré par la chaussure Nike, une chaussure de sport (produit A) adaptée à un contexte d'usage santé (B) dans un univers santé. De manière réciproque, l'attèle développée par Donjoy peut représenter le produit Ba de la Figure 29.

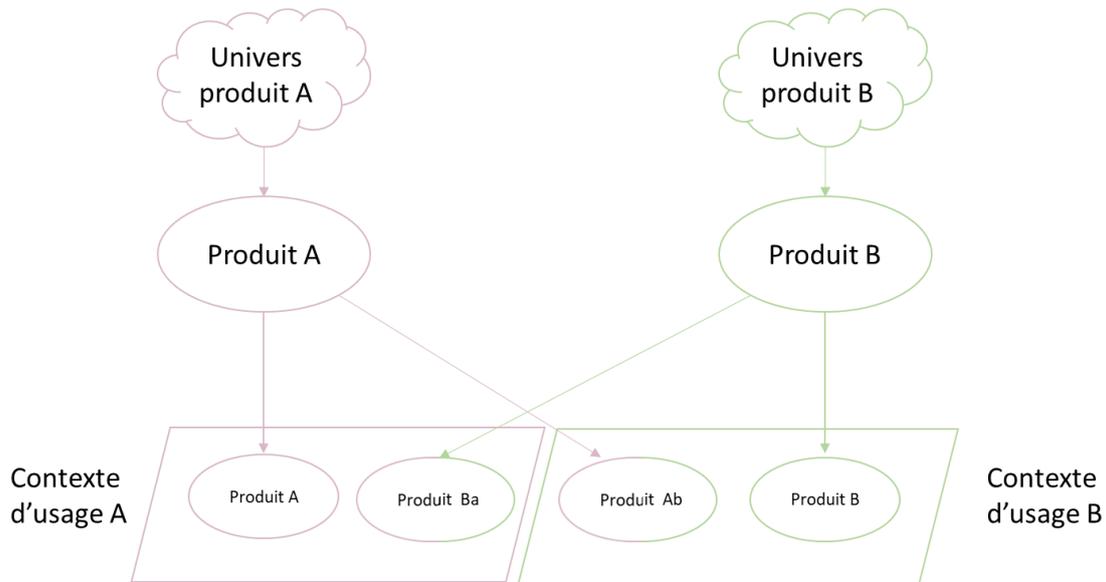


Figure 29 : Représentation de produits hybrides issus d'univers dialogiques appliqués dans des contextes d'usages différents voire opposés

Ainsi, un produit sport-santé apparaît comme **un produit hybride qui présente une identité dialogique sport et santé et qui peut être utilisé dans les contextes d'usage différents voire contradictoires.**

Cependant, nous avons vu lors du Chapitre 1 que la perception est impactée par le contexte d'usage dans lequel l'interaction avec le produit s'opère (Ortíz Nicolás et Aurisicchio, 2011).

### 1.3.2 FACTEURS IMPACTANT LA PERCEPTION D'UN PRODUIT SPORT-SANTE.

Nous avons vu que la perception du produit est dépendante du contexte d'usage et qu'il existe cinq types de facteurs responsables de cette dépendance : le contexte physique, le contexte social, le contexte culturel, le contexte temporel et le contexte situationnel.

Nous avons vu précédemment que le contexte situationnel impacte fortement la perception du produit. En effet, l'identité d'un produit de sport adapté à un produit de santé est conditionnée par le contexte d'usage de la santé. De même, l'identité d'un produit de santé adapté à un produit de sport est conditionnée par le contexte d'usage du sport. Par conséquent, **la perception d'un produit sport-santé est conditionnée par son contexte d'usage situationnel portant des valeurs dialogiques.**

Nous avons constaté également lors de l'état des connaissances terrain un écart de perception entre ce que l'utilisateur perçoit du produit et ce que les concepteurs désiraient que l'utilisateur perçoive. En ce sens le produit apparaît comme un médium entre le concepteur et l'utilisateur. Pour illustrer ce propos, Gonzalez *et al.* (2017) ont présenté le produit comme un média en transposant le modèle de communication développé par Shannon (1948) dans un contexte de Conception Centrée Utilisateur (Figure 30). Un média de communication sert à transmettre le message d'un émetteur vers un récipient. Dans cette représentation, l'émetteur fait référence au(x) concepteur(s), le récipient, à l'utilisateur et le média au(x) produit(s).

D'un côté, les concepteurs ont l'intention de transmettre un message, une identité à travers le produit. Pour cela, ils vont conceptualiser une identité et la matérialiser en des attributs produit (voir partie « émetteur », à gauche de la Figure 30). Le produit, au travers de ses attributs va véhiculer le message, l'identité du produit voulue par les concepteurs vers l'utilisateur. L'utilisateur va alors percevoir ces attributs produit au travers de ses sens et l'interpréter (voir partie récipient, à droite de la Figure 30). Crilly *et al.* (2008) apportent toutefois une précision supplémentaire à ce modèle concernant l'interprétation des utilisateurs en soulignant l'interactivité de cette interprétation qui évolue au cours de l'expérience utilisateur selon les sens et le contexte impliqué dans l'interaction.

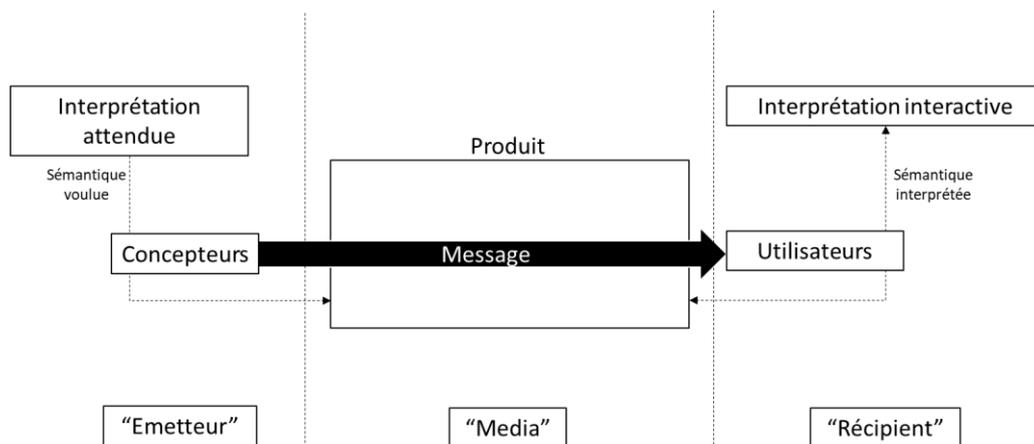


Figure 30 : Le produit comme média de communication entre concepteurs et utilisateurs (Crilly *et al.*, 2008; Gonzalez *et al.*, 2017)

Cependant, chaque utilisateur est différent et interprète donc à sa manière un produit. Chacun a ses propres connaissances, sa propre culture et son expérience acquises au cours de sa vie, qui influencent la façon dont il perçoit un produit (Crilly *et al.*, 2008; Desmet et Hekkert, 2007; Khalaj et Pedgley, 2014).

Cette différence d'interprétation s'observe également entre concepteurs et utilisateurs (Crilly, 2011; Norman et Ortony, 2003). L'une des causes de cette divergence est donc représentée par les

connaissances acquises par les concepteurs lors du développement des produits (Khalaj et Pedgley, 2014). En effet, d'un côté, la conception de produit est un long processus au cours duquel les concepteurs acquièrent une compréhension fine du domaine du produit. Ils développent une connaissance globale et approfondie en observant et en comprenant les besoins des utilisateurs, en étudiant la concurrence liée au marché, en découvrant et en apprenant des contraintes techniques du produit ou encore en itérant une ou plusieurs étapes du processus de conception.

D'un autre côté, les utilisateurs disposent d'un délai très court pour se familiariser avec le produit et en comprendre les plus petits détails. Pendant ce laps de temps, ils ne jugent que l'objet sans tenir compte du domaine du produit ou avec une représentation superficielle de celui-ci. Certaines subtilités peuvent alors leur échapper, créant ainsi des décalages entre le sens voulu par les concepteurs et celui perçu par les utilisateurs. Ces décalages sont appelés « discontinuité sémantique » par Khalaj et Pedgley (2019). Il est toutefois intéressant de noter que de plus en plus d'utilisateurs effectuent des recherches sur le produit avant de l'acheter et de l'utiliser, cela leur permet d'en acquérir plus de connaissances. Bien que ces connaissances utilisateur acquises permettent d'avoir une interprétation plus fine du produit, elles ne permettent pas de comprendre l'ensemble des considérations prises en compte par les concepteurs selon leurs expériences propres et laissant par conséquent la possibilité d'une discontinuité sémantique. De nombreux auteurs se sont penchés sur cette question (Ahmed et Boelskifte, 2006; Asikhia et Setchi, 2016; Chamorro-Koc *et al.*, 2008; Hsu *et al.*, 2000; da Silva *et al.*, 2015; Zhang et Zhu, 2009). Dans la majorité de ces études (Ahmed et Boelskifte, 2006; Asikhia et Setchi, 2016; Hsu *et al.*, 2000; da Silva *et al.*, 2015; Zhang et Zhu, 2009), la sémantique exprimée par les concepteurs et les utilisateurs concernant un produit ou un échantillon de produits est comparée. Les produits observés sont principalement présentés sous forme d'images, mais dans certaines de ces études des produits réels sont utilisés (Ahmed *et al.*, 2003; Hsu *et al.*, 2000). L'utilisation de produits physiques réels permet une évaluation plus approfondie car la perception du produit n'est pas altérée par la qualité de la représentation graphique des images et les utilisateurs sont davantage impliqués dans l'évaluation des produits (Ferrise *et al.*, 2013; Hsu *et al.*, 2000; de Rouvray, 2006).

Khalaj et Pedgley (2019) ont proposé une méthode pour comparer la sémantique des produits voulue par les concepteurs et celle interprétée par les utilisateurs afin de réduire cet écart : la Détection de Discontinuité Sémantique (DDS). Cette méthode est basée sur quatre étapes (illustrées en Figure 31) :

1. L'investigation de l'expression voulue par les concepteurs, dans laquelle les concepteurs décrivent la sémantique du produit réalisé
2. L'impression utilisateur, dans laquelle les utilisateurs verbalisent la sémantique du produit qu'ils observent
3. L'évaluation de l'impression des utilisateurs par les concepteurs
4. L'évaluation de l'expression des concepteurs par les utilisateurs

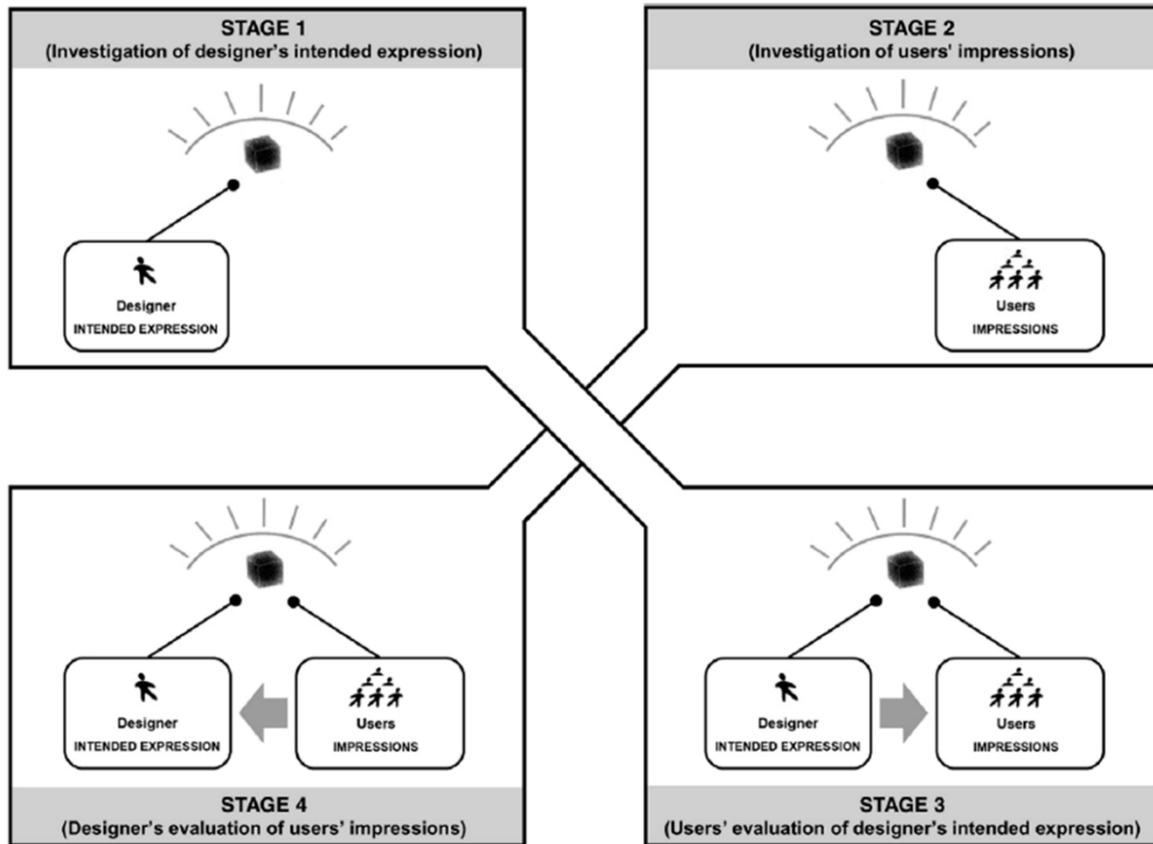


Figure 31 : Etapes de la méthode de Détection de Discontinuité Sémantique selon Khalaj et Pedgley (2019)

Dans cette méthode, les concepteurs évaluent ainsi la perception des utilisateurs et les utilisateurs évaluent l'intention des concepteurs. Les résultats sont ensuite comparés pour observer le consensus et le dissensus entre les concepteurs et les utilisateurs concernant la signification du produit, c'est-à-dire les descripteurs sémantiques, exprimés.

Par conséquent, nous constatons que **la perception d'un produit repose sur la réduction de l'écart d'une sémantique créée par les concepteurs et perçue par les utilisateurs, et plus particulièrement à notre contexte, une sémantique dialogique sport-santé.**

### 1.3.3 UNE SEMANTIQUE SPORT-SANTE

Une sémantique est un ensemble de mots traduisant l'interprétation qu'un individu exprime en percevant un produit. Afin d'en définir une, divers médias peuvent être employés : magazines spécialisés, publicités ou encore littérature scientifique. C'est dans cette dernière catégorie que nous avons entrepris d'identifier une sémantique adaptée pour décrire un produit sport-santé. Nous avons alors collecté un ensemble d'articles mentionnant les termes « Affective Engineering », « Kansei Engineering » ou « Semantics » sur différentes bases de données en ligne (Google Scholar, Research Gate et Science Direct). Ensuite, nous avons sélectionné les articles présentant les termes « Sport », « Health » ou «

Wellness » dans leurs titres, résumés, mots-clés et noms de revue. Nous avons ainsi obtenu un corpus de 6 articles sur un total de 42 articles. Parmi ces 6 articles, 3 sont axés sur des produits de sport (partie supérieure du Tableau 2) et 3 sont axés sur des produits de santé (partie inférieure du Tableau 2). Nous n'avons pas constaté d'articles portant sur des produits dits sport-santé.

Tableau 2 : Descripteurs sémantiques (traduits de l'anglais) observé dans le corpus de six articles

Descripteurs liés à un produit de sport			Références	
Indiscret	Robuste	Confortable	(Green et Chattaraman, 2019)	
Brillant	Rugueux	Médiocre		
Frappant	Conforme	Simple		
Audacieux	Fragile	Occasionnel		
Cher	Modeste	Dangereux		
Épais	Mature	Délicat		
Complexe	Mince	Rigide		
Vivant	Terne	Serré		
Formalité	Calme	Non raffiné		
Formel	Bon Marché	Jeune		
Élégant				
Simple	Démodé	Mince		(Shieh et Yeh, 2015)
Masculin	Mou	Fragile		
Formel	N'aime pas	Décontracté		
Confortable	Clair	Complexe		
Rugueux	Absent	Délicat		
Robuste	Modeste	Féminin		
Mature	Conforme	Médiocre		
Frappant	Rigide	Technologique		
Traditionnel	Fort	Serré		
Cher	Non raffiné	Jeune		
Épais	Bon marché	Calme		
Moderne	Vivant	Dangereux		
Élégant	Arrondi	Sûr		
Sans style	Aime	Elaboré	(Marsac <i>et al.</i> , 2018)	
Masculin	Mal à l'aise	Confortable		
Classique	Ajusté	Soigné		
Spécial	Miteux	Élégant		
Provocateur	Pas assez de peau exposée	Ample		
Sportif	Adapté hors salle de sport	Trop de peau est exposée		
Discret	Simple	Moderne		
Décontracté	Court	Commun		
Voyant	Adapté pour la pratique	Long		
Formel	Je veux le porter			
Descripteurs liés à un produit de santé				Références
Exclusif	Attractif	Accessible	(Trujillo <i>et al.</i> , 2017)	
Accueillant	Qualité	Clair		
Naturel	Original	Claustrophobe		
Intime	Moderne	Propre		
Élégant	Professionnel	Froid		
Innovant	Fonctionnel	Exubérant		
Confortable	Bien équipé	Simple		
Adapté aux enfants	Sûr	Voyant		
Spacieux				
Conventionnel	Dynamique	Dangereux		(Guo <i>et al.</i> , 2018)
Attirant	Confortable	Bas de gamme		
Léger	Sûr	Épais		
Stable	Simple	Résistant		
Haut de gamme	Complexe	Tendance		
Inconfortable				
Accessible	Ecologique	Ergonomique	(Masagué et Macià, 2015)	
Esthétique	Efficient	Intuitif		
Confortable	Plaisir	Rapport qualité / prix		

Chaque article de ce corpus présente entre 9 et 40 descripteurs sous forme d'adjectifs ou d'expressions. Nous relevons ainsi un total de 154 adjectifs ou expressions dans ce corpus. Après les exclusions des doublons, nous observons 99 descripteurs. Parmi eux, nous excluons ceux qui ne sont pas des descripteurs sémantiques comme « Trop de peau est exposée ». De ce fait, le nombre de descripteurs sémantiques retenus s'élève à 86, présentés dans le Tableau 3. Parmi ces 85 descripteurs sémantiques, 74 proviennent d'une sémantique liée au sport ou liée à la santé et 11 apparaissent communs à ces deux sémantiques.

Tableau 3 : Descripteurs sémantiques extraits du corpus de 6 articles et retenus

Descripteurs utilisés pour un produit de sport ou un produit de santé					Descripteurs utilisés pour un produit de sport et un produit de santé
Accessible	Court	Formel	Masculin	Qualité	Attractif
Accueillant	Décontracté	Fragile	Mature	Résistant	Clair
Ample	Délicat	Frappant	Médiocre	Rétro	Complexe
Arrondi	Démodé	Froid	Modeste	Rigide	Confortable
Attirant	Discret	Grand	Mou	Robuste	Dangereux
Audacieux	Dynamique	Haut de gamme	Moulant	Rugueux	Elégant
Bas de gamme	Ecologique	Indiscret	Naturel	Serré	Epais
Bon marché	Efficient	Innovant	Négligé	Spécial	Inconfortable
Calme	Envahissant	Intime	Net	Sportif	Moderne
Cher	Ergonomique	Intuitif	Non raffiné	Stable	Simple
Classique	Esthétique	Isolant	Original	Technologique	Sûr
Commun	Exubérant	Jeune	Plaisant	Tendance	
Conforme	Féminin	Léger	Professionnel	Traditionnel	
Conventionnel	Fin	Long	Propre	Travaillé	
Cool	Fonctionnel	Lumineux	Provoquant	Voyant	

Ainsi, malgré l'existence d'une sémantique santé et d'une sémantique sport, nous avons constaté qu'**une sémantique sport-santé n'est pas définie**. Toutefois, nous avons observé des descripteurs communs aux deux sémantiques.

### L'ESSENTIEL DU CHAPITRE 3

Dans ce chapitre, nous avons entrepris de trouver des réponses à la problématique industrielle constatée lors du chapitre précédent : **Quels outils et/ou méthodes permettent de garantir dans le concept d'Ergomedical Design la perception « sport et santé » d'un produit ?**

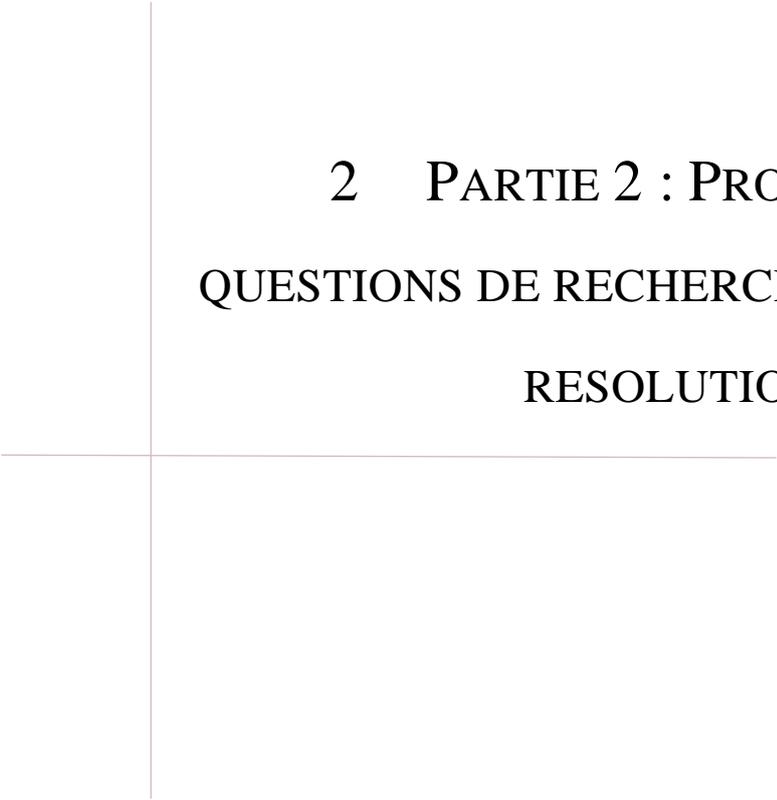
Nous avons cherché à pallier, dans un premier temps, le manque constaté d'une définition d'un produit hybride sport-santé. Nous avons abordé la notion de produit hybride, c'est-à-dire un produit mêlant des caractéristiques issues de domaines distincts. Nous avons alors observé qu'un produit hybride sport-santé mêle des univers produits avec une identité contradictoire créant une dialogie. De plus, ces produits ont la spécificité de pouvoir s'appliquer aux contextes d'usage différents voire opposés du sport et/ou de la santé. Ainsi, un produit sport-santé est **un produit hybride qui présente une identité dialogique sport et santé et qui peut être utilisé dans les contextes d'usage différents voire contradictoires du sport et/ou de la santé.**

La perception d'un produit étant conditionnée par son contexte d'usage, nous avons constaté que **la perception d'un produit sport-santé est conditionnée par son contexte d'usage situationnel portant des valeurs dialogiques.**

Nous avons également observé que la perception du produit est conditionnée par l'expérience de l'individu qui interagit avec le produit. Cette expérience est une des causes de l'écart de perception existant entre la perception du produit interprétée par l'utilisateur et celle désirée par les concepteurs. Nous avons alors vu qu'il existe des méthodes permettant de réduire cet écart de perception et qu'elles reposent sur une sémantique produit et sa réduction. Ainsi, nous avons constaté que **la perception d'un produit repose sur la réduction de l'écart d'une sémantique créée par les concepteurs et perçue par les utilisateurs, et plus particulièrement à notre contexte une sémantique dialogique sport-santé.**

Nous avons alors entrepris d'identifier une sémantique sport-santé. Nous avons constaté que dans la littérature scientifique, malgré l'observation d'une sémantique sport et d'une sémantique santé, **une sémantique sport-santé n'est pas définie.**

De par sa nature dialogique sport-santé, son conditionnement lié aux contextes d'usage opposés du sport et de la santé et une sémantique sport-santé non définie, la perception d'un produit hybride sport-santé apparaît alors comme complexe à maîtriser



## 2 PARTIE 2 : PROBLEMATIQUE, QUESTIONS DE RECHERCHES ET PLAN DE RESOLUTION

Dans cette partie, nous présentons notre problématique et démarche de recherche. Nous la divisons en deux sections.

Dans la première section, nous positionnons nos travaux de recherche. Nous y présentons la logique de construction de notre problématique scientifique. Celle-ci résulte à la fois d'une problématique industrielle observée lors de l'état des connaissances terrain ainsi que des constats soulevés lors de la recherche de réponses à la problématique industrielle dans la littérature scientifique.

La deuxième section présente le plan d'action que nous proposons dans nos travaux de recherche. Ce plan d'action est divisé en deux phases reposant sur la méthode de l'Ingénierie Affective.

## 2.1 POSITIONNEMENT DE NOS TRAVAUX DE RECHERCHE

### 2.1.1 ENONCE DE LA PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE

Nos travaux de recherche ont pour ambition d'aider les concepteurs à garantir la compréhension des performances techniques, d'usage et hédoniques d'un produit dit hybride lors du processus de conception. Notre recherche porte plus précisément sur la perception de produit hybride dit sport-santé dans le contexte du concept de l'*Ergomedical Design* développé par la société SC-Ergomedical qui a motivé cette thèse.

Nos travaux de recherche portent sur la sémantique traduisant la perception d'un produit sport-santé et les outils permettant de l'intégrer dans le processus de conception (**Chapitre 1**).

Dans le Chapitre 2, nous avons mis en évidence une problématique industrielle liée à l'entreprise SC-Ergomedical. Malgré les efforts conjoints sur les performances techniques, d'usage et médicales intégrés dans l'*Ergomedical Design*, un écart de perception de la part des utilisateurs est constaté quant à l'interprétation du produit perçue par les utilisateurs et créée par les concepteurs. Nous avons alors identifié trois causes de cet écart dans le contexte de l'*Ergomedical Design* :

- **Il n'existe pas de guide pour « jauger » la direction sport/santé en phase amont du processus de conception**
- **Il n'existe pas ou peu de définition du produit sport-santé en amont**
- **Il n'y a pas d'évaluations conjointes des aspects sport et santé des produits réalisés**

Par conséquent, malgré la volonté de SC-Ergomedical de concevoir des produits perçus sport et/ou santé et le concept développé pour atteindre ce but, le manque de définition, d'outils et de critères empêche de maîtriser la conception de la perception d'un produit sport-santé. Ces trois constats nous amènent à formuler la problématique industrielle suivante (**Chapitre 2**) :

Problématique industrielle :

**Quels outils et/ou méthodes permettent de garantir dans le concept d'Ergomedical Design la perception « sport et santé » d'un produit ?**

Dans la troisième section de cette partie, nous avons cherché des réponses pour répondre à cette problématique dans la littérature scientifique. Nous avons alors abordé la notion de produit hybride sport-santé afin de la définir et avons constaté :

Constat n°1

**Un produit sport-santé est un produit hybride qui présente une identité dialogique sport et santé et qui peut être utilisé dans les contextes d'usage différents voire contradictoires du sport et/ou de la santé**

En étant applicable dans des contextes d'usage différents, le produit sport-santé risque d'être interprété différemment. Nous avons alors constaté :

Constat n°2

**La perception d'un produit sport-santé est conditionnée par son contexte d'usage situationnel portant des valeurs dialogiques**

De plus, nous avons observé de nombreux travaux de recherche mettant en évidence que les concepteurs et les utilisateurs ont une perception différente d'un produit résultant de leurs expériences et connaissances accumulées. Cela se traduit par une discontinuité sémantique. Nous avons alors constaté :

Constat n°3

**La perception d'un produit repose sur la réduction de l'écart d'une sémantique créée par les concepteurs et perçue par les utilisateurs, et plus particulièrement à notre contexte, une sémantique dialogique sport-santé**

Néanmoins, si nous avons observé une sémantique liée au sport et une sémantique liée à la santé nous n'avons pas constaté de sémantique sport-santé malgré l'identification de descripteurs sémantiques communs aux deux contextes d'usage opposés.

Constat n°4

**Nous n'observons pas de définition sémantique d'un produit sport-santé**

Ainsi, si actuellement il est courant de concevoir un produit d'un univers produit spécifique pour un contexte d'usage lié à cet univers (produit A ou B dans la Figure 32), de concevoir un produit hybride issu d'univers produits dialogiques (produit C dans la Figure 32, exemple de la voiture électrique), ainsi qu'un produit issu d'un univers spécifique dans un contexte d'usage opposé (produit Ba, chaussure Nike, et Ab, attèle Donjoy, dans la Figure 32), il est plus compliqué de concevoir un produit hybride dialogique conçu pour des contextes d'usage différents voire opposés (produit Ca, Cab, Cb dans la Figure 32) en particulier dans le cadre d'un produit hybride sport-santé où la sémantique n'est pas définie et ne permet pas de maîtriser la perception du produit.

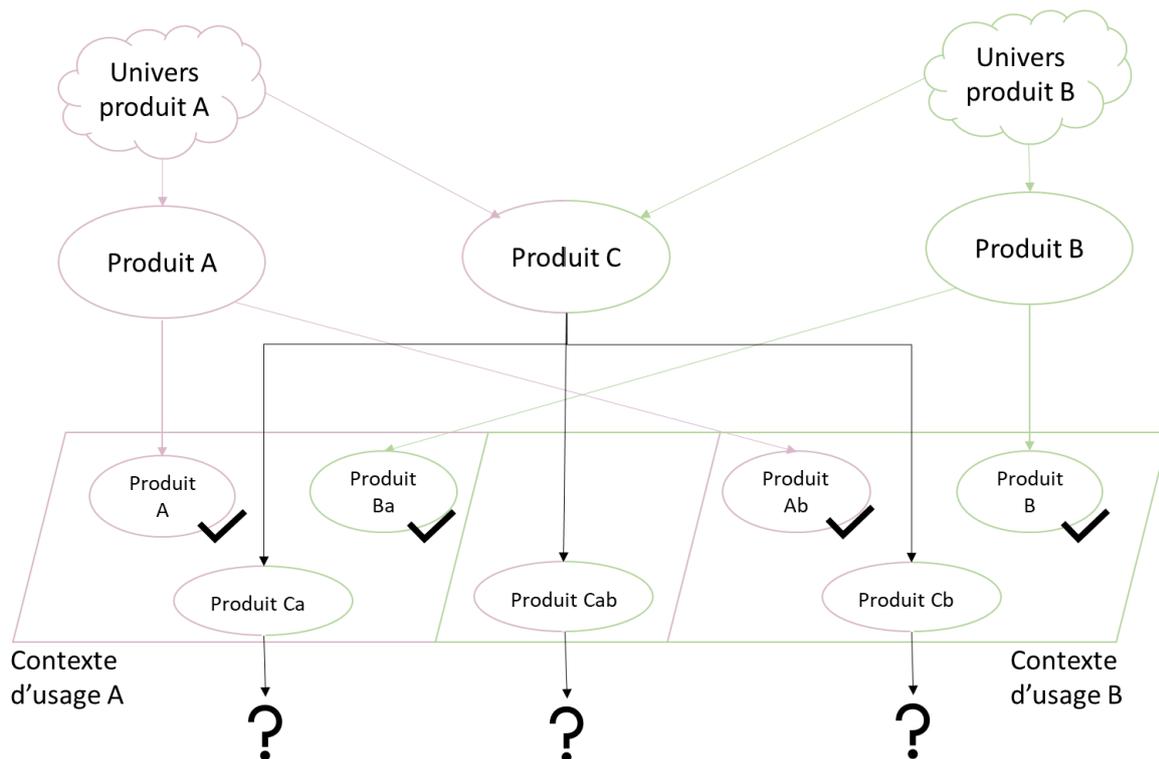


Figure 32 : Représentation d'un produit mêlant du champ des possibilité de conception pour un produit mêlant des univers produits dialogiques

Par conséquent, à partir de l'étude terrain, nous avons identifié un besoin quant à un outil et/ou méthode permettant de garantir la perception d'un produit sport-santé. Cependant, nous avons constaté que la perception d'un produit hybride sport-santé repose sur un univers dialogique (constat n°1), un conditionnement selon des contextes d'usages opposés (constat n°2), l'expérience de l'individu qui perçoit le produit (constat n°3) ainsi que sur une sémantique non définie (constat n°4). Par conséquent, nous formulons la problématique scientifique comme suit :

#### Problématique scientifique

**Comment caractériser la perception d'un produit hybride sport-santé intégrant des composantes issues d'univers produits contradictoires en conception ?**

### 2.1.2 DEFINITION DU PERIMETRE DE NOS TRAVAUX

Nous avons vu, dans le Chapitre 1, qu'il existe différentes méthodes permettant de définir la perception d'un produit et qu'elles peuvent être assimilées à une approche d'Ingénierie Affective. Cette approche fait alors partie de notre contexte de recherche qui intègre les trois aspects suivants :

- Un processus de Conception Centrée Utilisateur intégrant l'utilisateur afin de réaliser un produit qui répond aux mieux à toutes ses attentes et besoins, i.e. le concept d'*Ergomedical Design* dans notre contexte.
- Un produit hybride dialogique pouvant s'utiliser dans des contextes d'usages opposés conditionnant sa perception
- La perception de l'utilisateur et du concepteur permettant de traduire une sémantique produit et des besoins affectifs

La Figure 33 illustre le périmètre de notre recherche décrit comme l'interaction entre plusieurs champs de recherches et de champs industriels.

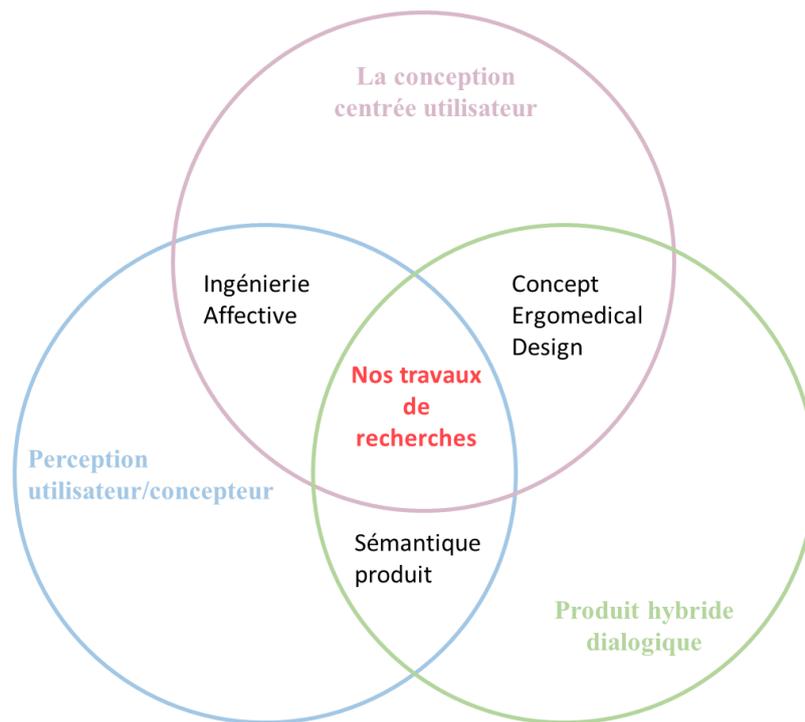


Figure 33 : Proposition du périmètre de nos travaux de recherche

### 2.1.3 ENONCE DES QUESTIONS DE RECHERCHE

Pour répondre aux problématiques, industrielle et scientifique, formulées, nous appliquons l'approche de l'Ingénierie Affective, consistant à définir un espace sémantique sport-santé, un espace attribut sport-santé puis de les relier. Or, nous avons constaté qu'il n'existe pas de tels descripteurs sémantiques observables dans la littérature scientifique. Ce constat nous amène à la première question de recherche que nous formulons ainsi :

*Question de recherche n°1 : Quels descripteurs sémantiques permettent de définir une sémantique sport-santé ?*

De plus, nous avons observé dans le Chapitre 3 de la partie 1 que l'interprétation du produit et donc que la sémantique associée à ce produit dépend de facteurs divers comme les connaissances de l'utilisateur et le contexte d'usage du produit. Ces observations nous amènent deux nouvelles questions de recherche :

*Question de recherche n°2 : Quel est l'écart de perception entre les concepteurs et les utilisateurs sur la sémantique sport-santé ?*

*Question de recherche n°3 : Quelle est l'influence des contextes d'usage du sport et de la santé sur la sémantique sport-santé ?*

Enfin, nous avons vu dans le Chapitre 1 que la perception d'un produit est définie par sa sémantique mais aussi par des attributs produit en lien avec cette sémantique selon le principe de l'Ingénierie Affective. Dans notre contexte, cela nous amène à la dernière question de recherche qui suit :

*Question de recherche n°4 : Quelles sont les relations entre la sémantique sport-santé et un espace attribut produit sport-santé permettant de véhiculer une identité sport-santé ?*

## 2.2 PLAN DE RESOLUTION

Afin de répondre à notre problématique scientifique et notre problématique industrielle, nous avons entrepris de répondre aux différentes questions de recherche en utilisant une approche d'Ingénierie Affective appliquée au contexte d'un produit hybride sport-santé. Ainsi, nous entreprenons de définir un espace sémantique sport-santé, un espace produit attribut sport-santé puis de les relier afin de créer un espace de conception pour définir la perception d'un produit hybride sport-santé.

Ainsi, nous proposons le plan de résolution suivant, composé de deux parties.

La première partie de notre plan de résolution consiste à définir un espace sémantique sport-santé (à gauche sur la Figure 34). Nous la découpons en trois sections, une par question de recherche :

1. L'identification de descripteurs sémantiques adaptés pour définir un produit hybride sport-santé issus d'une sémantique sport et/ou d'une sémantique santé (Question de recherche n°1)
2. L'évaluation de l'écart de perception entre utilisateurs et concepteurs afin de réduire la sémantique sport-santé (Question de recherche n°2)
3. L'évaluation de la perception des descripteurs sémantiques identifiés comme adaptés sport-santé selon les contextes d'usage opposés du sport et de la santé (Question de recherche n°3)

La deuxième partie de notre plan d'action consiste à définir les relations entre l'espace sémantique sport-santé défini précédemment et un espace attribut produit sport-santé (à droite sur la Figure 34). Lors de cette partie nous répondons à la dernière question de recherche.

L'ensemble des résultats de ce plan d'action permet alors de former un espace de conception pour définir la perception d'un produit sport-santé, intégrant : une sémantique issue d'univers dialogiques sport et santé, l'influence des contextes d'usage opposés du sport et de la santé sur la sémantique sport-santé, ainsi que l'écart de perception utilisateur/concepteur. L'espace de conception offre alors un outil aux concepteurs pour guider la perception d'un produit sport-santé dans le processus de conception d'un produit sport-santé et par conséquent nous permet de répondre aux problématiques scientifique et industrielle identifiées.

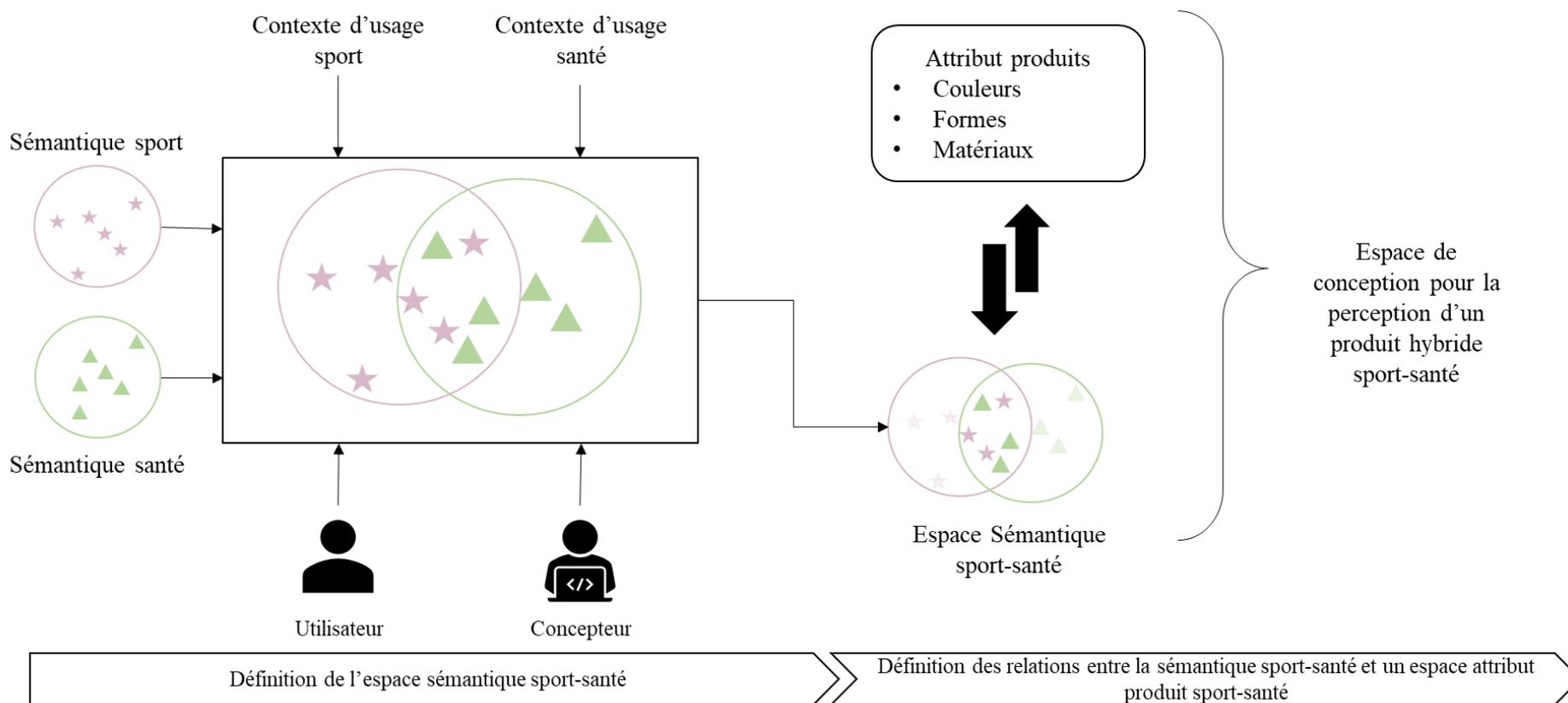


Figure 34 : Plan d'action entrepris pour répondre à la problématique de recherche et aux différentes questions de recherches soulevées

## 3 PARTIE 3 : EXPERIMENTATIONS

Dans la partie précédente, nous avons soulevé les questions de recherche suivantes à partir de notre problématique de recherche :

*QR1 : Quels descripteurs sémantiques définissent une sémantique sport-santé ?*

*QR2 : Quel est l'écart de perception entre les concepteurs et les utilisateurs sur cette sémantique ?*

*QR3 : Quelle est l'influence des contextes d'usage du sport et de la santé sur cette sémantique ?*

*QR4 : Quelles sont les relations entre la sémantiques sport-santé et un espace attribut produit sport-santé permettant de véhiculer une identité sport-santé ?*

Dans cette partie, nous présentons la démarche entreprise pour répondre à notre problématique de recherche ainsi que les différentes questions qui en découlent. Pour cela, nous avons réalisé trois expérimentations :

L'expérimentation n°1 traite de l'identification de descripteurs sémantiques sport-santé et a pour but de répondre à la première question de recherche (QR1).

L'expérimentation n°2 traite de la définition d'un espace sémantique sport-santé. Elle a pour objectif de comprendre comment sont interprétés les descripteurs sémantiques sport-santé en répondant aux questions de recherches concernant :

- L'écart de perception entre concepteurs et utilisateurs (QR2)
- L'influence du contexte d'usage (QR3)

L'expérimentation n°3 traite de la mise en relation de l'espace sémantique sport-santé avec un espace attribut produit sport-santé. Cette dernière expérimentation permet de répondre à la dernière question de recherche (QR4).

Ces différentes expérimentations sont présentées au travers de deux chapitres : la définition de l'espace sémantique sport-santé et la définition des relations entre attributs produit et sémantique sport-santé. Le premier chapitre intègre les expérimentations n°1 et n°2. Le deuxième chapitre se focalise sur l'expérimentation n°3.

### 3.1 DEFINITION D'UN ESPACE SEMANTIQUE SPORT-SANTE

#### 3.1.1 EXPERIMENTATION N°1 : IDENTIFICATION DE DESCRIPTEURS SEMANTIQUES SPORT-SANTE

##### 3.1.1.1 INTRODUCTION A L'EXPERIMENTATION N°1

Dans le Chapitre 3, nous avons montré que dans la littérature scientifique des descripteurs sémantiques liés à des produits de sport ou des produits de santé sont présentés. Malgré cela, il est rare d'observer des descripteurs sémantiques en lien avec un produit hybride sport-santé.

Avec l'aide du corpus observé, nous avons retenu un ensemble de 86 descripteurs sémantiques applicables pour un produit de sport et/ou un produit de santé. Nous rappelons ces descripteurs dans le Tableau 4 ci-dessous. L'objectif de cette première expérimentation est d'identifier parmi ces descripteurs sémantiques, des descripteurs sémantiques adaptés pour traduire un produit sport-santé.

Tableau 4 : Descripteurs sémantiques retenus à partir du corpus observé dans le chapitre 3

Accessible	Cool	Fin	Lumineux	Qualité
Accueillant	Court	Fonctionnel	Masculin	Résistant
Ample	Dangereux	Formel	Mature	Rétro
Arrondi	Décontracté	Fragile	Médiocre	Rigide
Attirant Attractif	Délicat	Frappant	Moderne	Robuste
Audacieux	Démodé	Froid	Modeste	Rugueux
Bas de gamme	Discret	Grand	Mou	Serré
Bon marché	Dynamique	Haut de gamme	Moulant	Simple
Calme	Ecologique	Inconfortable	Naturel	Spécial
Cher	Efficient	Indiscret	Négligé	Sportif
Clair	Élégant	Innovant	Net	Stable
Classique	Envahissant	Intime	Non raffiné	Sûr
Commun	Epais	Intuitif	Original	Technologique
Complexe	Ergonomique	Isolant	Plaisant	Tendance
Conforme	Esthétique	Jeune	Professionnel	Traditionnel
Confortable	Exubérant	Léger	Propre	Travaillé
Conventionnel	Féminin	Long	Provoquant	Voyant

##### 3.1.1.2 METHODE

Afin de répondre à l'objectif fixé pour l'expérimentation n°1, nous avons construit un questionnaire permettant de recueillir des informations sur un large échantillon de participants (Lallemand et Gronier, 2018).

##### 3.1.1.2.1 PRINCIPE DU QUESTIONNAIRE

Dans ce questionnaire, nous avons invité les participants à associer chaque descripteur sémantique à une des catégories de produit suivantes : *Santé*, *Sport*, *Sport-Santé* ou *Aucun*. Pour cela, chaque question y est présentée selon la structure illustrée en Figure 35, composée de trois éléments :

- En zone 1 : Une représentation graphique d'un produit existant
- En zone 2 : 4 catégories de produits sont présentées : *Sport*, *Santé*, *Sport-Santé* et *Aucun*
- En zone 3 : Un groupe de descripteurs sémantiques

A chaque question, nous avons demandé au participant de réaliser deux tâches. Premièrement, le participant a sélectionné la catégorie du produit en zone 2 selon la perception qu'il a de l'image présentée en zone 1. Ainsi s'il perçoit le produit comme un produit de sport, il y associe la catégorie sport. Ensuite, il a sélectionné parmi les descripteurs présentés en zone 3 celui ou ceux qui s'adaptent à la catégorie sélectionnée selon lui. L'image sert alors de support visuel au participant pour illustrer la catégorie du produit sélectionnée.

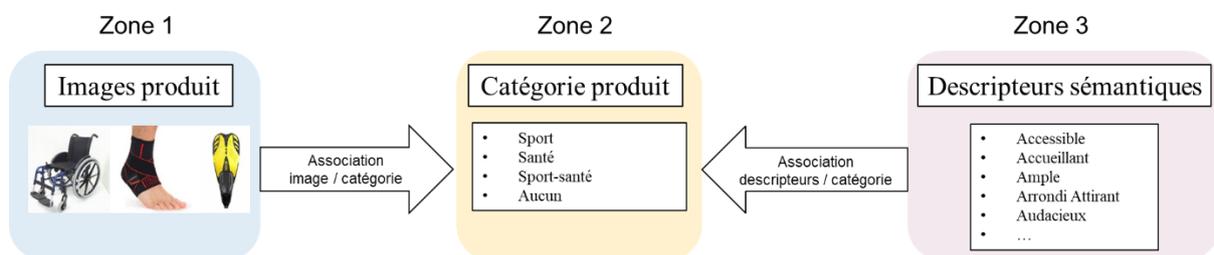


Figure 35 : Principe du questionnaire de l'expérimentation n°1

### 3.1.1.2.2 STRUCTURE DU QUESTIONNAIRE

Pour confronter les descripteurs sémantiques aux différentes catégories, nous avons souhaité dans un premier temps présenter les 86 descripteurs face à chaque catégorie. En procédant de la sorte, chaque participant évalue l'ensemble des descripteurs avec 3 questions. Évaluer autant de descripteurs en une seule fois peut s'avérer néanmoins être une tâche fastidieuse. Nous avons alors divisé la liste en 15 groupes de 6 descripteurs afin de maintenir les participants stimulés lors de l'évaluation. Cela impliquait de réaliser 15 questions par catégorie, soit 45 questions au total pour que chaque participant évalue l'ensemble des descripteurs selon les 3 catégories.

Pour favoriser la stimulation des participants, nous avons également décidé d'ajouter des images de produits existants appartenant aux catégories de produits étudiées. Nous avons ainsi collecté des images de produits de sport, de produits de santé et de produits sport-santé. Au total, 45 images ont été collectées, 15 images par catégorie afin d'éviter l'influence d'une seule image pour une catégorie de produit. Un extrait des images sélectionnées est présenté dans le Tableau 5. L'ensemble des images est présenté en Annexe 1 (p.202). Nous avons collecté l'ensemble de ces images sur des sites en ligne de spécialistes de la distribution de produits de sport et de produits de santé. Concernant les produit sport-santé (dans la colonne de droite du Tableau 5), nous avons collecté des images de produits de sport conçus pour protéger l'utilisateur.

L'image produit présentée à chaque question sert alors de support pour l'évaluation des descripteurs sémantiques. Les participants évaluent ainsi les groupes de descripteurs selon la catégorie à laquelle ils associent l'image présentée.

Tableau 5: Extrait des images de produit retenus pour l'expérimentation n°1

Catégorie produit sport		Catégorie produit santé		Catégorie produit sport-santé	
ImSport <sub>1</sub>		ImSanté <sub>1</sub>		ImSportSanté <sub>1</sub>	
ImSport <sub>2</sub>		ImSanté <sub>2</sub>		ImSportSanté <sub>2</sub>	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
ImSport <sub>15</sub>		ImSanté <sub>15</sub>		ImSportSanté <sub>15</sub>	

En procédant de la sorte, nous avons réduit les risques d'influence d'une image produit unique. Nous avons ensuite entrepris de réduire la prédominance d'un descripteur sur les autres (effet de rang) ainsi que l'influence des séquences présentant ces descripteurs aux participants (effet d'ordre).

### 3.1.1.2.3 CONSIDERATIONS D'EFFET D'ORDRE ET DE RANG

Afin de réduire les effets d'ordre et de rang lors de l'évaluation des descripteurs, nous avons mis en place des rotations pour les contrebalancer permettant de faire en sorte que chaque descripteur apparaisse le même nombre de fois et dans des séquences variantes.

Pour cela, nous avons créé 45 groupes de descripteurs sémantiques à partir des 86 retenus, dont 15 groupes par catégorie d'images. Ces différents groupes ont été définis à partir de la matrice présentée en équation (1) où chaque  $d_{i,j}$  représente un descripteur, et avec la formule (2) pour les images de la catégorie santé, la formule (3) pour les images de la catégorie sport et la formule (4) pour les images de la catégorie sport-santé.

$$\forall i = [1; n] \text{ dans notre cas } n = 15,$$

$$\forall j = [1; m] \text{ dans notre cas } m = 6,$$

$$D_{i,j} = \begin{pmatrix} d_{1,1} & \cdots & d_{1,m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n,1} & \cdots & d_{n,m} \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$\forall k = [1; n],$$

- si  $k \in [1; (n + 1) - m]$ , alors  $i = [k .. k + (m-1)]$  et  $j = [1..m]$  ;
- si  $k \in [(n + 1) - m; n] \cup i > n$ , alors  $i = k - ((n+1) - m)$  et  $j = [1..m]$  ;

$$D_{santé_k} = \{d_{i,j}\} \quad (2)$$

$$D_{sport_k} = \{d_{i,m+1-j}\} \quad (3)$$

$$D_{sport-santé_k} = \{d_{k,j}\} \quad (4)$$

Nous avons ensuite utilisé l'ensemble des 45 groupes de descripteurs sémantiques créés pour réaliser des séquences de questions que nous avons appliquées au questionnaire. Chaque séquence est composée de 3 questions, dans la première question, une image produit sport est confrontée à un groupe de descripteurs sémantiques sport, dans la deuxième question, une image produit santé avec un groupe de descripteurs sémantiques santé et pour la troisième question de la séquence, une image produit sport-santé avec un groupe de descripteurs sport-santé. L'ensemble des séquences est détaillé dans le Tableau 6. Chaque participant devait ainsi compléter le questionnaire en répondant aux 45 questions selon les séquences créées.

Nous avons également fait en sorte que les mêmes images d'une catégorie de produits ne soient pas confrontées aux mêmes groupes de descripteurs d'un participant à un autre afin de limiter l'influence d'une image sur l'évaluation des descripteurs. Nous avons créé un décalage pour cela. Pour chaque participant, l'indice de l'image présentée lors de la séquence 1 correspond ainsi au numéro du participant. Par exemple, le participant 1 commence avec une question confrontant  $(D_{sport})_1$  vs  $ImSport_1$ , le participant 2 commence par une question confrontant le groupe de descripteurs  $(D_{sport})_1$  à l'image  $ImSport_2$  et ainsi de suite. Tous les 15 participants, un bouclage est réalisé. Le participant n°16 observait alors les mêmes questions que le participant n°1, de même que le participant n°32 observait les mêmes questions que le participant n°2.

Tableau 6: Séquences appliquées pour la mise en place de l'expérimentation n°1

N° séquence	Catégorie produit sport	Catégorie produit santé	Catégorie produit sport-santé
1	(D <sub>sport</sub> ) <sub>1</sub> vs ImSport <sub>1</sub>	(D <sub>santé</sub> ) <sub>1</sub> vs ImSanté <sub>1</sub>	(D <sub>sport-santé</sub> ) <sub>1</sub> vs ImSportSanté <sub>1</sub>
2	(D <sub>sport</sub> ) <sub>2</sub> vs ImSport <sub>2</sub>	(D <sub>santé</sub> ) <sub>2</sub> vs ImSanté <sub>2</sub>	(D <sub>sport-santé</sub> ) <sub>2</sub> vs ImSportSanté <sub>2</sub>
3	(D <sub>sport</sub> ) <sub>3</sub> vs ImSport <sub>3</sub>	(D <sub>santé</sub> ) <sub>3</sub> vs ImSanté <sub>3</sub>	(D <sub>sport-santé</sub> ) <sub>3</sub> vs ImSportSanté <sub>3</sub>
4	(D <sub>sport</sub> ) <sub>4</sub> vs ImSport <sub>4</sub>	(D <sub>santé</sub> ) <sub>4</sub> vs ImSanté <sub>4</sub>	(D <sub>sport-santé</sub> ) <sub>4</sub> vs ImSportSanté <sub>4</sub>
5	(D <sub>sport</sub> ) <sub>5</sub> vs ImSport <sub>5</sub>	(D <sub>santé</sub> ) <sub>5</sub> vs ImSanté <sub>5</sub>	(D <sub>sport-santé</sub> ) <sub>5</sub> vs ImSportSanté <sub>5</sub>
6	(D <sub>sport</sub> ) <sub>6</sub> vs ImSport <sub>6</sub>	(D <sub>santé</sub> ) <sub>6</sub> vs ImSanté <sub>6</sub>	(D <sub>sport-santé</sub> ) <sub>6</sub> vs ImSportSanté <sub>6</sub>
7	(D <sub>sport</sub> ) <sub>7</sub> vs ImSport <sub>7</sub>	(D <sub>santé</sub> ) <sub>7</sub> vs ImSanté <sub>7</sub>	(D <sub>sport-santé</sub> ) <sub>7</sub> vs ImSportSanté <sub>7</sub>
8	(D <sub>sport</sub> ) <sub>8</sub> vs ImSport <sub>8</sub>	(D <sub>santé</sub> ) <sub>8</sub> vs ImSanté <sub>8</sub>	(D <sub>sport-santé</sub> ) <sub>8</sub> vs ImSportSanté <sub>8</sub>
9	(D <sub>sport</sub> ) <sub>9</sub> vs ImSport <sub>9</sub>	(D <sub>santé</sub> ) <sub>9</sub> vs ImSanté <sub>9</sub>	(D <sub>sport-santé</sub> ) <sub>9</sub> vs ImSportSanté <sub>9</sub>
10	(D <sub>sport</sub> ) <sub>10</sub> vs ImSport <sub>10</sub>	(D <sub>santé</sub> ) <sub>10</sub> vs ImSanté <sub>10</sub>	(D <sub>sport-santé</sub> ) <sub>10</sub> vs ImSportSanté <sub>10</sub>
11	(D <sub>sport</sub> ) <sub>11</sub> vs ImSport <sub>11</sub>	(D <sub>santé</sub> ) <sub>11</sub> vs ImSanté <sub>11</sub>	(D <sub>sport-santé</sub> ) <sub>11</sub> vs ImSportSanté <sub>11</sub>
12	(D <sub>sport</sub> ) <sub>12</sub> vs ImSport <sub>12</sub>	(D <sub>santé</sub> ) <sub>12</sub> vs ImSanté <sub>12</sub>	(D <sub>sport-santé</sub> ) <sub>12</sub> vs ImSportSanté <sub>12</sub>
13	(D <sub>sport</sub> ) <sub>13</sub> vs ImSport <sub>13</sub>	(D <sub>santé</sub> ) <sub>13</sub> vs ImSanté <sub>13</sub>	(D <sub>sport-santé</sub> ) <sub>13</sub> vs ImSportSanté <sub>13</sub>
14	(D <sub>sport</sub> ) <sub>14</sub> vs ImSport <sub>14</sub>	(D <sub>santé</sub> ) <sub>14</sub> vs ImSanté <sub>14</sub>	(D <sub>sport-santé</sub> ) <sub>14</sub> vs ImSportSanté <sub>14</sub>
15	(D <sub>sport</sub> ) <sub>15</sub> vs ImSport <sub>15</sub>	(D <sub>santé</sub> ) <sub>15</sub> vs ImSanté <sub>15</sub>	(D <sub>sport-santé</sub> ) <sub>15</sub> vs ImSportSanté <sub>15</sub>

#### 3.1.1.2.4 PROFIL DES PARTICIPANTS

Lors de cette expérimentation, nous cherchons à identifier des descripteurs sémantiques sport-santé. Nous avons décidé de recueillir un point de vue utilisateur global. Nous n'avons donc pas appliqué de critères restrictifs pour la diffusion du questionnaire.

Toutefois, nous avons vu que l'expérience utilisateur et ainsi la perception du produit varient selon divers facteurs dont les caractéristiques de l'individu (Hassenzahl, 2003; Krippendorff, 2005). Pour cette expérience, nous avons observé les caractéristiques des utilisateurs suivantes : l'âge, le sexe, la situation géographique ainsi que la fréquence d'activité sportive qui est plus spécifique à notre contexte de recherche. Nous avons choisi de recueillir ces informations en début du questionnaire en utilisant une question fermée pour le sexe, une question ouverte pour l'âge et deux échelles différentielles pour la situation géographique et la fréquence de la pratique sportive :

- Une échelle ordinaire avec 5 modalités pour la fréquence de la pratique sportive : *Jamais, Occasionnel, Mensuel, Hebdomadaire et Quotidien*

- Une échelle nominale avec 3 modalités pour le profil régional : *Urbain, Périurbain et Rural*

#### 3.1.1.2.5 MESURES

Dans ce questionnaire, nous avons étudié deux variables :

- L'association d'une image à une catégorie
- L'association d'un descripteur à une catégorie.

Pour chacune de ces variables nous mesurons les effectifs, la fréquence, la moyenne et l'écart type.

Pour l'analyse statistique, nous avons appliqué un test du Chi<sup>2</sup> sur les effectifs totaux du nombre d'associations faites pour chaque type d'image (sport, santé et sport-santé) avec les différentes catégories (*Sport, Santé, Sport-Santé et Aucun*).

#### 3.1.1.2.6 SYNTHÈSE DES OBJECTIFS, MÉTHODES ET MESURES DE L'EXPERIMENTATION N°1

L'objectif visé par cette expérimentation est d'identifier des descripteurs sémantiques sport-santé.

Pour cela nous avons réalisé un questionnaire que nous avons diffusé en ligne afin d'atteindre une large partie de la population encore disponible à l'adresse suivante : <http://sportsante.herokuapp.com/> :

Au travers de ce questionnaire, pour identifier des descripteurs adaptés pour définir un produit sport-santé, nous avons observé deux variables :

- Les associations image/catégorie produit
- Les associations descripteur/catégorie produit

Nous avons mesuré ensuite l'occurrence, la moyenne et l'écart type de ces associations. Puis nous avons appliqué des tests du Chi<sup>2</sup>.

Le Tableau 7 ci-dessous reprend cette synthèse en présentant l'objectif, la méthode utilisée, les variables observées ainsi que leurs mesures.

Tableau 7 : Objectifs, méthodes, mesures et analyses de l'expérimentation n°1

Objectif	Méthode utilisée	Variables étudiées	Mesures	Analyses
Identifier des descripteurs adaptés pour définir un produit sport-santé	Questionnaire	Association image/catégorie	Effectif Fréquence Moyenne Erreur standard	Chi <sup>2</sup>
		Association descripteur/catégorie	Effectif Fréquence Moyenne Erreur standard	

#### 3.1.1.3 RESULTATS ET ANALYSES

Dans cette section, l'ensemble des résultats et analyses réalisées est présenté. Nous avons rassemblé les réponses d'un total de 215 participants. Parmi eux, 38 ont répondu à l'ensemble des questions. Les résultats et analyses présentés dans cette section sont basés sur cet échantillon de 38 personnes.

#### 3.1.1.3.1 PROFIL DE L'ECHANTILLON

Pour cette expérimentation, l'échantillon de la population observé apparaît sportif. En effet, 69% de l'effectif total pratique un sport régulièrement dont 38% de manière hebdomadaire et 31% de manière quotidienne.

La moitié (51%) de l'échantillon vit en zone urbaine.

Nous ne pouvons pas décrire l'échantillon selon l'âge et le sexe en raison du nombre de réponses non communiquées, 33% de l'effectif total n'a pas communiqué son âge et 28% son sexe.

#### 3.1.1.3.2 RESULTATS DE LA VARIABLE ASSOCIATION IMAGE/DESCRIPTEUR

Durant le questionnaire, les participants ont dû associer chaque image à une des trois catégories produit suivante : *Sport*, *Santé* ou *Sport-Santé*. Une quatrième alternative était disponible si le participant considérait que l'image observée n'est pas adaptée à ces catégories avec le choix de catégorie *Aucun*.

Après avoir recueilli l'ensemble des questionnaires complétés entièrement (i.e. 38 participants), nous avons mesuré par image le nombre d'associations faites avec les différentes catégories. Les moyennes et les fréquences du nombre de participants qui ont associé une image de type sport, santé ou sport-santé à une catégorie sont présentées dans le Tableau 8 ci-dessous. Puisque chaque participant ne pouvait associer une image qu'une seule fois à une des différentes catégories, le minimum possible observable est de 0 association et le maximum de 38 associations. Le détail des associations par image produit est disposé en Annexe (p.204)

Tableau 8 : Moyennes du nombre de participants ayant associé une image de type santé, sport ou sport-santé à une catégorie.

	Moyenne des effectifs d'association d'une image à la catégorie Santé (fréquence)	Moyenne des effectifs d'association d'une image à la catégorie Sport (fréquence)	Moyenne des effectifs d'association d'une image à la catégorie Sport-Santé (fréquence)	Moyenne des effectifs d'association d'une image à la catégorie Aucun (fréquence)	Moyenne de l'effectif total d'association d'une image (fréquence)
Image santé	25,73 (67,7%)	2,33 (6,1%)	5,87 (15,4%)	4,07 (10,7%)	38 (100%)
Image sport	0,13 (0,3%)	32,33 (85,1%)	2,53 (6,7%)	3,00 (7,9%)	38 (100%)
Image sport-santé	2,07 (5,4%)	15,40 (40,5%)	17,93 (47,2%)	2,60 (6,9%)	38 (100%)

Nous avons observé les points suivants :

- En moyenne, une image santé est associée par 67,7% du panel avec la catégorie santé
- En moyenne, une image sport est associée par 85,1% du panel la catégorie sport
- En moyenne, une image sport-santé est associée par 47,2% du panel avec la catégorie sport-santé

Les images de produits sport ainsi que les images de produits santé sont ainsi principalement associées à leur catégorie respective par les participants. En revanche, nous n'avons pas constaté la même tendance pour les images de produits sport-santé. En effet, pour les images de cette catégorie, les associations faites par les participants sont partagées entre les catégories sport (en jaune sur la Figure 36) et sport-santé (en vert sur la Figure 36). En moyenne, moins de la moitié (18 sur 38) des participants a associé ces images avec la catégorie sport-santé et en moyenne 15 participants sur les 38 les ont associées avec la catégorie sport.

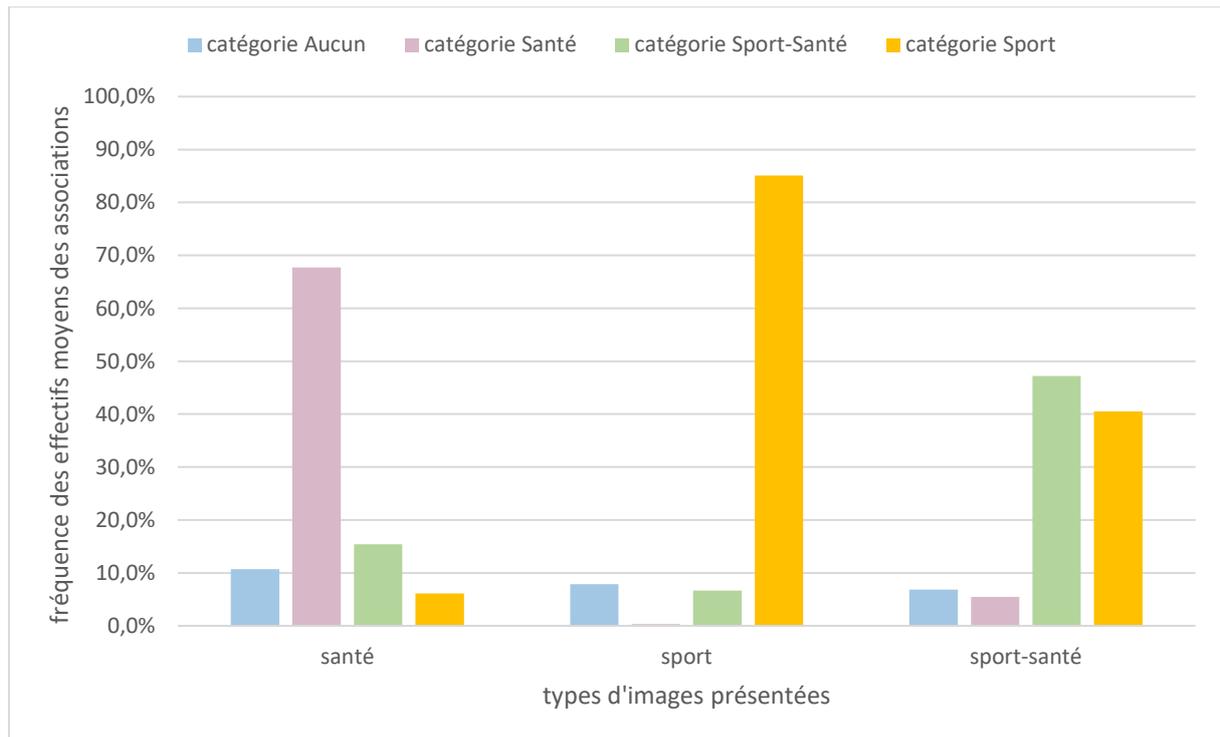


Figure 36 : Fréquences des effectifs moyens des associations d'une images sport, santé ou sport-santé avec les catégories sport, santé, sport-santé et aucun

Les produits santé et les produits de sport semblent ainsi perçus comme tels. En revanche, il semble y avoir une différence de perception concernant les produits sport-santé présentés.

Le test du Chi<sup>2</sup> réalisé sur les effectifs totaux des associations des images sport, santé et sport-santé faites pour chaque catégorie d'images (voir Tableau 9) confirme cette tendance en montrant qu'il existe un lien entre les images présentées et les catégories auxquelles elles ont été associées avec  $F(6)=1291, p < 0.01$ .

Tableau 9 : Effectifs totaux des associations faites avec les différentes catégories

	Effectif total d'association à la catégorie Aucun	Effectif total d'association à la catégorie Santé	Effectif total d'association à la catégorie Sport-Santé	Effectif total d'association à la catégorie Sport
Images santé	61	386	88	35
Images sport	45	2	38	485
Images sport-santé	39	31	269	231

Si ces résultats permettent d'affirmer que les images santé et les images sport sont bien perçues comme appartenant à ces catégories respectives, ils ne permettent pas de conclure quant aux images sport-santé. En effet, nous ne pouvons pas distinguer si l'ensemble de ces images a été associé aux deux catégories ou bien si certaines sont fortement associées à la catégorie sport-santé et d'autres à la catégorie sport. Il était alors intéressant d'identifier parmi ces 15 images, lesquelles étaient associées à la catégorie *Sport-Santé*. Pour cela, nous avons discriminé ces images à partir de la médiane du nombre d'associations des images sport-santé avec la catégorie *Sport-Santé*. Nous avons utilisé la médiane afin de ne pas être influencés par les valeurs extrêmes de la variable observée.

En procédant de la sorte, 6 images (encadrées dans la Figure 37) sur l'échantillon de 15 images de la catégorie sport-santé présentent un nombre d'associations à la catégorie sport-santé supérieur à la médiane ( $Me = 17$ )

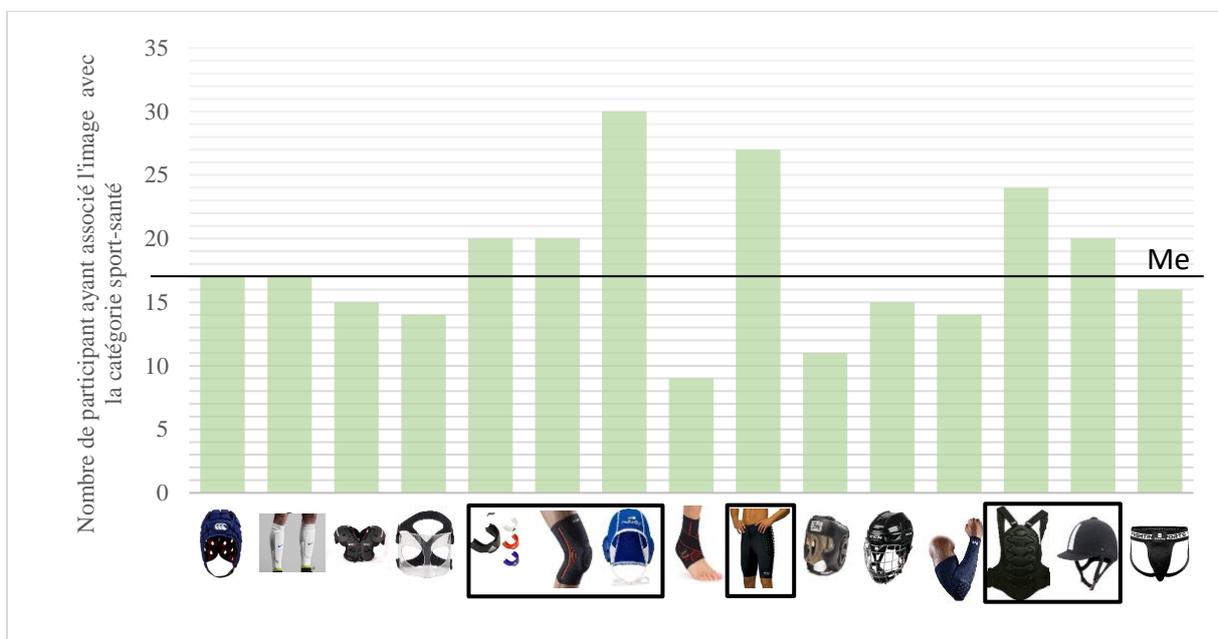


Figure 37 : Effectifs des associations des images sport-santé avec la catégorie sport-santé

Par conséquent, afin d'identifier les descripteurs sémantiques adaptés pour définir un produit sport-santé, nous décidons de considérer les associations de descripteurs selon deux échantillons d'images sport-santé : l'échantillon sport-santé (encadré en noir dans la Figure 38) composé des 15 images sport-santé et l'échantillon réduit (encadré en bleu dans la Figure 38) composé des 6 images associées à la catégorie sport-santé par les participants.

## Echantillon Sport-Santé



Figure 38 : Echantillons d'images considérés pour l'identification de descripteurs sémantiques sport-santé

### 3.1.1.3.3 RESULTATS DE LA VARIABLE ASSOCIATION DESCRIPTEURS SEMANTIQUE/CATEGORIE

A chaque question, les participants ont associé des descripteurs sémantiques à une des catégories avec l'aide de l'image qu'ils ont associée à celle-ci. Dans cette sous-section, nous considérons les deux échantillons d'images, illustrés en Figure 38.

Les premiers résultats que nous avons observés sont les suivants :

- 77 descripteurs sémantiques sont associés à la catégorie sport-santé au regard de l'échantillon d'image sport-santé (illustrés en Annexe 3, p.206)
- 72 descripteurs sémantiques sont associés à la catégorie sport-santé au regard de l'échantillon réduit (illustrés en Annexe 3, p.207)

A partir de ces deux échantillons d'images, nous avons mesuré pour chaque descripteur sémantique le nombre d'associations faites avec la catégorie sport-santé. En moyenne, un descripteur sémantique est associé 7,8 fois à la catégorie sport-santé selon l'échantillon sport-santé (15 images) et 3,2 fois selon l'échantillon réduit (6 images). Ces résultats sont repris dans le Tableau 10 avec les médianes du nombre d'associations des descripteurs sémantiques avec la catégorie sport-santé selon les deux échantillons d'images.

Tableau 10 : Effectif total de descripteurs associés, moyenne et médiane des associations avec la catégorie sport-santé selon les deux échantillons d'image observés

Echantillon observé	Nombre de descripteurs associés	Moyenne des associations	Médiane des associations
Sport-santé (15 images)	77	7,8	6
Réduit (6 images)	72	3,2	3

En considérant les médianes, nous avons observé :

- 42 descripteurs sémantiques (en gras dans la colonne de gauche du Tableau 11) présentant un nombre d'associations supérieur à la médiane des associations faites avec cette catégorie à partir de l'échantillon sport-santé
- 35 descripteurs (en gras dans la colonne de droite du Tableau 11) présentant un nombre d'associations supérieur à la médiane des associations faites avec cette catégorie à partir de l'échantillon sport-santé

Tableau 11 : Descripteurs sémantiques présentant un nombre d'associations supérieur à la médiane des associations selon les deux échantillons d'images observés

Descripteurs associés au catégories sport-santé retenus à partir de l'échantillon total		Descripteurs associés au catégories sport-santé retenus à partir de l'échantillon réduit	
Accessible	<b>Jeune</b>	Accueillant	<b>Jeune</b>
<b>Ample</b>	Léger	<b>Ample</b>	Lumineux
<b>Attirant</b>	Long	<b>Attirant</b>	<b>Masculin</b>
Attractif	Lumineux	<b>Bas de gamme</b>	<b>Moderne</b>
<b>Bas de gamme</b>	<b>Masculin</b>	<b>Cher</b>	<b>Net</b>
<b>Cher</b>	<b>Moderne</b>	<b>Classique</b>	<b>Original</b>
<b>Classique</b>	Négligé	<b>Commun</b>	<b>Plaisant</b>
Clair	<b>Net</b>	<b>Confortable</b>	<b>Professionnel</b>
<b>Commun</b>	<b>Original</b>	Décontracté	<b>Rigide</b>
Complexe	<b>Plaisant</b>	<b>Délicat</b>	<b>Rugueux</b>
<b>Confortable</b>	<b>Professionnel</b>	<b>Démodé</b>	<b>Serré</b>
<b>Délicat</b>	<b>Rigide</b>	<b>Epais</b>	<b>Sportif</b>
<b>Démodé</b>	<b>Rugueux</b>	<b>Ergonomique</b>	<b>Stable</b>
Ecologique	<b>Serré</b>	<b>Exubérant</b>	<b>Technologique</b>
Envahissant	<b>Sportif</b>	<b>Haut de gamme</b>	<b>Traditionnel</b>
<b>Epais</b>	<b>Stable</b>	<b>Inconfortable</b>	<b>Travaillé</b>
<b>Ergonomique</b>	Sûr	Intime	<b>Voyant</b>
<b>Exubérant</b>	<b>Technologique</b>	<b>Intuitif</b>	
<b>Haut de gamme</b>	<b>Traditionnel</b>		
<b>Inconfortable</b>	<b>Travaillé</b>		
<b>Intuitif</b>	<b>Voyant</b>		

\***En gras** : descripteurs communs aux deux listes

En comparant ces deux listes de descripteurs extraits, nous avons remarqué que certains descripteurs sémantiques sont communs. En effet, 32 descripteurs sémantiques sont associés à la catégorie sport-santé quel que soit l'échantillon d'images produit observé. Ainsi, malgré la différence de perception concernant les images sport-santé, 32 descripteurs sémantiques permettent de définir un produit sport-santé.

3.1.1.4 SYNTHÈSE DE L'EXPERIMENTATION N°1

L'expérimentation n°1 avait pour objectif de répondre à la question de recherche n°1 : *Quels descripteurs sémantiques définissent une sémantique sport-santé ?*

Les résultats observés nous ont permis d'identifier des descripteurs sémantiques adaptés pour définir un produit sport-santé à partir de descripteurs sémantiques issus de l'univers du sport et de l'univers de la santé recueillis dans la littérature scientifique.

Pour obtenir ces résultats, nous avons dû considérer les éléments suivants. Premièrement, la traduction des descripteurs sémantiques en français a été nécessaire pour la création du questionnaire soumis à une population francophone. Cette considération peut induire un décalage sur le sens des mots présentés. En effet, la traduction d'un terme peut créer une approximation, dénaturant potentiellement le sens originel du terme (Lallemand *et al.*, 2015). Pour limiter ce biais, nous avons utilisé différentes ressources linguistiques lors de la traduction.

La deuxième considération faite pour les besoins de cette expérimentation concerne la définition d'un produit sport-santé. En effet, nous avons considéré de tels produits comme des produits de sport conçus pour protéger l'utilisateur afin de recueillir des représentations de ces produits. Cette considération a pu influencer nos résultats, notamment lors de la catégorisation des images par les participants. Malgré cela, la comparaison entre les descripteurs sémantiques catégorisés sport-santé avec l'aide des images de produits définis sport-santé et celles catégorisées sport-santé par les participants montrent 32 descripteurs sémantiques communs.

La synthèse de ces résultats permet de répondre à cette question de recherche en identifiant 32 descripteurs sémantiques adaptés pour définir un produit sport-santé. Toutefois, si nous concluons quant à l'identification de descripteurs sémantiques sport-santé, nous n'avons pas encore développé un Espace Sémantique sport-santé. En effet, la perception d'un produit et donc sa sémantique dépend de divers facteurs comme l'expérience ou encore le contexte d'usage. Ces influences sont explorées dans l'expérimentation suivante.

### 3.1.2 EXPERIMENTATION N°2 : DEFINITION D'UN ESPACE SEMANTIQUE SPORT-SANTE

#### 3.1.2.1 INTRODUCTION A L'EXPERIMENTATION N°2

L'expérimentation n°1 nous a permis d'identifier des descripteurs sémantiques adaptés pour définir un produit sport-santé. Cependant ces résultats ne suffisent pas pour définir un espace sémantique sport-santé. En effet, nous avons vu que la perception d'un produit varie selon divers facteurs notamment l'expérience ou encore le contexte d'usage dans le contexte de notre recherche (Krippendorff et Butter, 2008).

L'objectif de l'expérimentation n°2 est d'évaluer l'impact de ces deux facteurs, l'expérience concepteur et le contexte d'usage afin de définir un espace sémantique sport-santé.

Pour cela nous cherchons :

- A identifier des descripteurs sémantiques sport-santé selon le point de vue concepteur
- A évaluer l'influence du contexte d'usage sur la perception de ces descripteurs
- A comparer le point de vue concepteur et le point de vue utilisateur recueilli lors de l'expérimentation n°1

#### 3.1.2.2 METHODE

Afin de recueillir l'ensemble des informations nécessaires pour répondre aux objectifs présentés, nous menons des entretiens individuels comme méthode d'investigation. Le fait que cette méthode soit couramment utilisée pour explorer en profondeur les opinions et les représentations mentales d'une population ciblée a motivé ce choix (Lallemand et Gronier, 2018).

Les quantités d'informations générées pouvant être conséquentes, il est souvent conseillé d'enregistrer l'entretien afin de ne pas en omettre par la suite. Ainsi, chaque entretien a été enregistré à l'aide d'un dictaphone.

##### 3.1.2.2.1 POPULATION CIBLEE

Les résultats observés lors de l'expérimentation n°1 sont issus d'un échantillon d'utilisateurs. Afin de proposer une définition représentative d'un produit dit sport-santé, nous décidons de solliciter plusieurs concepteurs dans l'expérimentation n°2. Cependant, l'expérience accumulée par les concepteurs dans un domaine (produit de sport, produits alimentaires ou encore culturels) peut influencer leur point de vue. En effet, un concepteur expérimenté possède plus de connaissances quant aux caractéristiques de son domaine produit qu'un concepteur novice. Nous nous intéressons donc plus particulièrement à des concepteurs expérimentés. Pour différencier un concepteur expérimenté, d'un concepteur novice, nous nous basons sur les travaux de Ahmed *et al.* (2003). Ainsi, un concepteur présentant plus de 8 années d'expérience dans une catégorie peut être considéré comme un expert dans son domaine.

Avant de commencer l'entretien nous avons demandé à chaque participant de renseigner les informations suivantes :

- Leurs années d'expérience
- Le secteur d'activité dans lequel ils exercent
- Le type d'entreprise dans laquelle ils évoluent (start-up, cabinet ou encore groupe international)

### 3.1.2.2.2 STRUCTURE DE L'ENTRETIEN

Pour chaque participant, l'entretien s'est déroulé en trois phases illustrées en Figure 39.

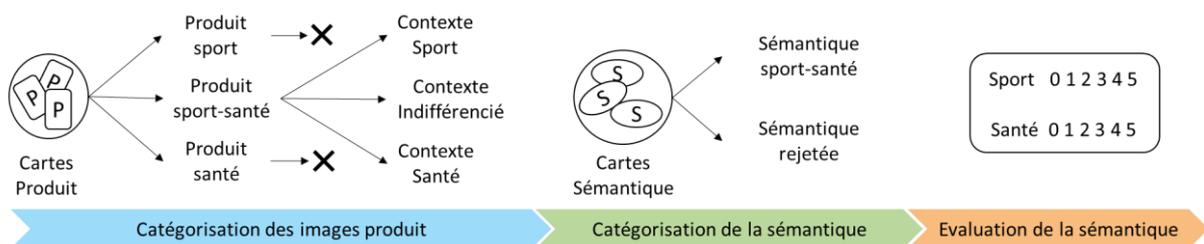


Figure 39 : Déroulement de l'entretien

Dans la première phase de l'entretien, *la catégorisation des images produit*, nous avons invité les participants à réfléchir aux produits qu'ils considèrent comme des produits sport-santé. Pour cela, nous leur avons demandé de catégoriser des représentations de produits existants dans une des trois catégories : *Sport*, *Santé* ou *Sport-Santé*. Nous avons choisi d'adapter une approche de tri par cartes pour les aider dans cette tâche. L'approche du tri par cartes présente les avantages d'être simple à comprendre et de garder le participant stimulé pendant la tâche (Lallemand et Gronier, 2018). Nous avons utilisé 84 cartes produit incluant les 45 représentations de produits utilisées lors de l'expérimentation n°1. Des exemples de cartes de produits sont présentés dans la Figure 40. Lorsque toutes les images ont été catégorisées, nous avons invité les participants à se focaliser sur les images qu'ils ont positionnées dans la catégorie sport-santé. L'ensemble de ces images considérées comme représentatives de la catégorie sport-santé leur sert alors de support visuel pour les aider à s'exprimer lors de la deuxième étape de l'entretien.



Figure 40 : Exemples de cartes produit créées pour le besoin de l'expérimentation n°2

La deuxième étape de l'entretien est la *catégorisation de la sémantique*. A l'aide de l'échantillon d'images sport-santé constitué lors de l'étape précédente, les participants se sont exprimés sur la sémantique adaptée. Afin de réaliser cette tâche, nous avons proposé un autre jeu de cartes sur lesquelles sont inscrits les descripteurs sémantiques proposés lors de l'expérimentation n°1 (voir Figure 41). Nous avons créé 86 cartes sémantiques pour les besoins de cette expérimentation. Nous avons décidé également de laisser la possibilité aux participants de proposer d'autres descripteurs sémantiques lors de cette étape. Pour cela, nous avons proposé aux participants 10 cartes blanches sur lesquelles ils avaient la possibilité d'écrire un descripteur sémantique qui leur semble approprié pour définir un produit sport-santé. Une fois cette tâche terminée, nous avons invité le participant à évaluer chaque descripteur sémantique catégorisé sport-santé.



Figure 41 : Exemples de cartes sémantiques créées pour le besoin de l'expérimentation n°2

La dernière étape de l'interview, *l'évaluation de la sémantique*, a consisté à noter les descripteurs sémantiques considérés sport-santé en fonction des contextes d'usage du sport et de la santé. Pour cela, nous avons adopté l'approche entreprise par Alcántara *et al.*, (2005) consistant à évaluer chaque descripteur sémantique sur une échelle de Likert. Ainsi, nous avons invité, chaque participant à évaluer les descripteurs sélectionnés selon deux échelles de Likert à 6 modalités, une liée au sport et une liée à la santé (voir Figure 42). Ces deux échelles vont de 0 à 5, signifiant respectivement que le descripteur sport-santé est non adapté ou parfaitement adapté pour le contexte d'usage observé. Nous avons inscrit ces deux échelles au dos de chaque carte sémantique.

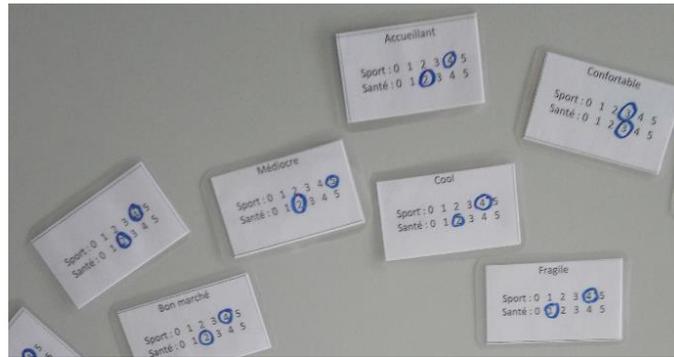


Figure 42 : Echelles de Likert créées pour le besoin de l'expérimentation n°2

### 3.1.2.2.3 MESURES

Pour la phase de *catégorisation des images produit*, nous avons recueilli la catégorisation des cartes produit pour chaque participant et mesurons les fréquences d'associations pour chaque catégorie : *Sport*, *Santé* et *Sport-Santé*.

Pour la phase de *catégorisation de la sémantique*, nous avons recueilli la catégorisation des cartes sémantiques pour chaque participant ainsi que leur discours. Nous avons ensuite mesuré les fréquences d'associations avec la catégorie *Sport-Santé*.

Pour la phase *d'évaluation de la sémantique*, nous avons recueilli les scores selon les deux échelles différentielles pour chaque descripteur sémantique évalué par les participants. Nous avons ensuite calculé les médianes car nous utilisons des échelles ordinales, ainsi que les écart types des évaluations faites.

### 3.1.2.2.4 ANALYSES

Chaque participant a évalué au cours de l'entretien un échantillon de cartes sémantiques proposé, i.e. les cartes associées aux images de produit catégorisé *Sport-Santé*. Afin de visualiser l'influence du contexte d'usage sur la sémantique sport-santé, nous proposons de réaliser une carte sémantique à partir des scores recueillis pour chaque descripteur sémantique.

Pour cela, nous avons créé un graphique x-y avec pour abscisse l'axe Sport et pour ordonnée l'axe Santé. Ces deux axes ont pour minimum 0 et maximum 5 correspondant aux valeurs des extrémités des échelles de Likert soumises à l'évaluation. Nous la divisons en 4 zones comme illustrées en Figure 43 :

- Zone 1 où la sémantique sport-santé est liée au contexte d'utilisation de la santé.
- Zone 2 où la sémantique sport-santé est liée au contexte d'utilisation du sport
- Zone 3 où la sémantique sport-santé est indifférenciée selon les contextes d'usage
- Zone 4 où la sémantique sport-santé n'est pas en relation avec les contextes d'usage du sport et de la santé

Nous utilisons ensuite pour chaque descripteur les médianes des scores recueillis selon ces deux échelles comme coordonnées afin de les positionner dans cette carte sémantique.

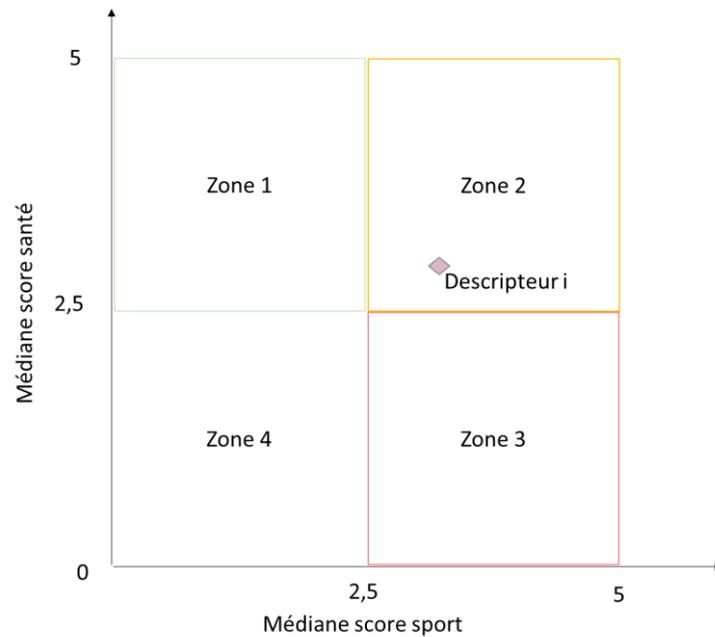


Figure 43 : Graphique x-y créé pour cartographier la sémantique sport-santé

Toutefois, plusieurs participants peuvent évaluer différemment le même descripteur sémantique. Afin de prendre en compte cette variabilité, nous avons utilisé des indices et des coefficients permettant de mesurer l'accord entre les participants. Nous observons notamment différents critères :

- L'indice Kappa, noté  $\kappa$ , qui correspond à la proportion de sujets pour lesquels deux examinateurs (kappa de Cohen) ou plus (Kappa de Fleiss) s'accordent sur le résultat d'un test par rapport au hasard (Vaucher, 2017)
- L'indice de corrélation intra classe, noté ICC, qui correspond à la proportion de la variante expliquée par des différences entre les sujets observés (Vaucher, 2017)
- Le coefficient de concordance de Lin, noté  $\rho_c$ , qui correspond à une mesure de la façon dont un ensemble de données bivariées se compare à un autre ensemble de données bivariées (Desquilbet, 2019)
- L'alpha de Krippendorff, noté  $\alpha_K$ , qui correspond à une mesure de l'accord entre les observateurs, les codeurs, les juges, les évaluateurs ou les instruments de mesure en distinguant des phénomènes généralement non structurés ou en leur attribuant des valeurs calculables (Krippendorff, 2011)

La pertinence de ces indices dépend de différents critères comme la taille de l'échantillon, le type de données ou encore la présence de données manquantes. Nous présentons l'ensemble de ces caractéristiques pour chaque indice dans le Tableau 12.

Concernant le type de données supportées, l'ICC et le  $\rho_c$  sont adaptés pour des données quantitatives, le  $\kappa$  pour des données qualitatives et  $\alpha_K$  pour tout type de données. Pour la taille de l'échantillon, tous ces indices peuvent s'adapter à de petits ou grands échantillons. Enfin, concernant le dernier critère, seul le  $\alpha_K$  est robuste face aux données manquantes.

Dans le cadre de notre expérimentation, il est possible qu'un descripteur ne soit pas évalué par un, plusieurs ou encore l'ensemble des participants. En effet, une carte sémantique peut être catégorisée sport-santé par un participant et non par un autre. Dans ce cas, le descripteur sémantique est évalué une fois sur les deux participants. Nous recueillons ainsi une évaluation et une évaluation manquante pour cet exemple. Par conséquent, parmi les indices présentés, seul le  $\alpha_K$  est adapté pour notre expérimentation en raison de possibles données manquantes. Nous avons donc appliqué ce coefficient pour mesurer l'accord entre les participants pour chaque descripteur.

Tableau 12 : Tableau comparatif des indices pour mesurer l'accord entre les participants

Indices de fiabilité relative	Source	Résultats (Min ; Max)	Type de données	Taille de l'échantillon	Adapté pour données manquantes
Indice kappa ( $\kappa$ )	(Vaucher, 2017)	(0 ;1)	Qualitatives	2 (Cohen) 3+ (Fleiss)	Non
Corrélation intra classe (ICC)	(Vaucher, 2017)	(0 ;1)	Quantitatives	Pas de restriction	Non
Coefficient de concordance de Lin ( $\rho_c$ )	(Desquilbet, 2019)	(-1 ;1)	Quantitatives	Pas de restriction	Non
Alpha de Krippendorff ( $\alpha_K$ )	(Krippendorff, 2011)	(0 ;1)	Tous types	Pas de restriction	Oui

Enfin, afin d'évaluer la différence de perception entre utilisateur et concepteur, nous avons décidé de comparer les associations (i.e. les images produit avec les différentes catégories et les descripteurs sémantiques avec la sémantique sport-santé) faites par les utilisateurs lors de l'expérimentation n°1 et celles faites par les concepteurs lors de l'expérimentation n°2. Nous avons décidé également d'utiliser une mesure de l'accord entre concepteurs et utilisateurs avec le coefficient de l'alpha de Krippendorff ( $\alpha_K$ ). Ce choix a été motivé par le fait que certaines représentations de produits ou certains descripteurs

sémantiques peuvent ne pas être sélectionnés par plusieurs participants composant les différents échantillons créant ainsi des données manquantes.

Nous avons utilisé le logiciel SPSS développé par IBM ainsi que le script développé par Hayes et Krippendorff (2007) pour le calcul de chaque  $\alpha_K$  par descripteur. Nous avons considéré un consensus si la valeur de  $\alpha_K$  est supérieure à 0,67 (Krippendorff, 2004).

### 3.1.2.2.5 SYNTHÈSE DES OBJECTIFS, MÉTHODES ET MESURES DE L'EXPERIMENTATION N°2

L'expérimentation n°2 a été menée avec pour objectif de définir un espace sport-santé. Pour cela nous cherchons à :

- Evaluer l'influence des contextes d'usage du sport, de la santé sur cet espace sémantique
- Evaluer l'écart de perception entre utilisateur et concepteur

Pour atteindre ces objectifs nous réalisons des entretiens avec des concepteurs expert (Ahmed *et al.*, 2003) durant lesquels nous les avons invités à :

- Catégoriser des représentations de produits
- Catégoriser des descripteurs sémantiques
- Evaluer des descripteurs sémantiques

Nous avons ensuite mesuré les occurrences et fréquences des associations faites avec les différentes catégories, les moyennes et écarts-types des scores recueillis sur les échelles de Likert.

Nous avons utilisé pour finir une mesure de l'accord entre les participants en appliquant le coefficient de l'alpha de Krippendorff.

Le Tableau 13 reprend cette synthèse en présentant l'objectif, la méthode utilisée, les variables observées ainsi que leurs mesures.

Tableau 13 : Objectif, méthode, variables, mesures et analyses de l'expérimentation n°2

Objectif	Méthode utilisée	Observables et mesurables	Statistiques	Analyses
Evaluer l'influence des contextes d'usage du sport et de la santé sur la sémantique sport-santé	Entretien Tri par carte	Association image/catégorie de produit	Occurrence Moyenne Ecart type	
		Association descripteur/catégorie de produit	Occurrence Moyenne Ecart type	
		Scores échelles de Likert	Moyenne Ecart-type	Accord entre participants $\alpha_K$
Evaluer l'écart de perception entre utilisateur et concepteur		Association image/catégorie	Occurrence Moyenne Ecart type	Accord entre participants $\alpha_K$
		Association descripteur/catégorie	Occurrence Moyenne Ecart type	Accord entre participants $\alpha_K$

### 3.1.2.3 RESULTATS ET ANALYSES

Dans cette sous-section nous présentons les différents résultats obtenus suite aux analyses menées. Au total, sept participants ont été interviewés. Parmi eux, un a été exclu car il avait mal interprété les consignes de l'expérimentation réduisant notre échantillon à six personnes. L'ensemble des résultats présenté par la suite est basé sur cet échantillon de six concepteurs experts.

#### 3.1.2.3.1 PROFIL DES PARTICIPANTS

L'échantillon observé lors de cette expérimentation est composé uniquement d'hommes. Parmi eux 67% travaillent en tant que designers indépendants et 33% en entreprise. La moitié de l'échantillon étudié est spécialisée dans le sport (à gauche dans la Figure 44). Tous peuvent être considérés comme experts (Ahmed *et al.*, 2003). En effet, en moyenne le nombre d'année d'expérience s'élève à 16, allant de 8 années au minimum jusqu'à 23 années d'expérience, comme illustré sur le graphique de droite en Figure 44 ci-dessous.

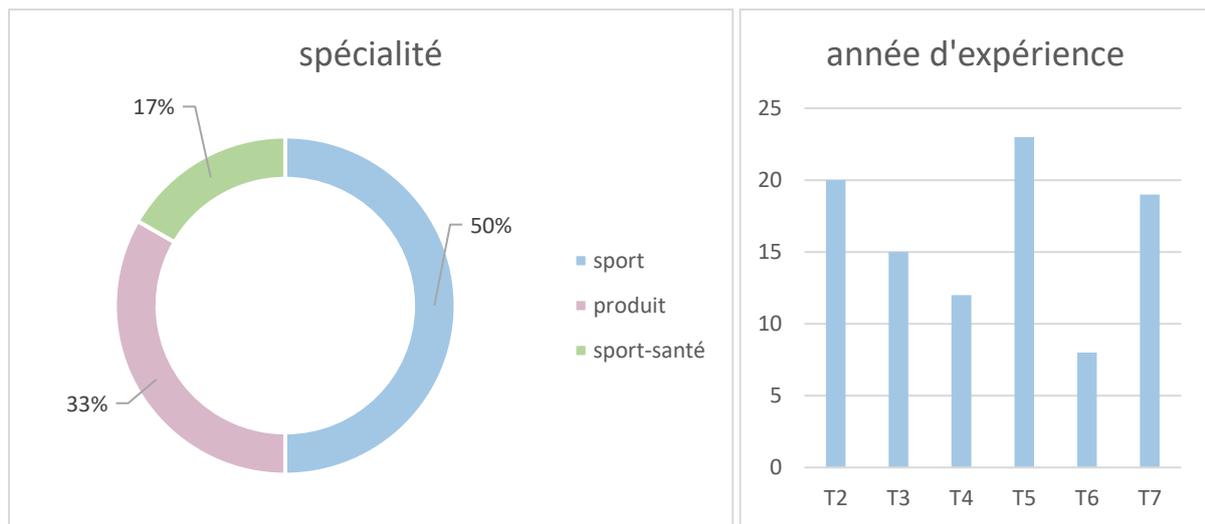


Figure 44 : Secteur d'activité des participants (à gauche) et année d'expérience (à droite) des concepteurs interviewés

### 3.1.2.3.2 ASSOCIATIONS DES CARTES PRODUIT AVEC LES DIFFERENTS CONTEXTES D'USAGES

La première phase de l'entretien consistait en la catégorisation des 84 cartes produit présentées afin de créer une vue d'ensemble de ce qu'est un produit sport-santé et aider les participants à s'exprimer sur ce sujet durant les différentes étapes de l'entretien.

Sur les 84 cartes produit proposées, un total de 67 ont été associées au moins une fois à la catégorie sport-santé.

Sur les 45 images proposées lors de l'expérimentation n°1, les concepteurs ont associé (voir Figure 45):

- 17 cartes produit à la catégorie *Santé*, dont 9 cartes positionnées par 67% ou plus des concepteurs et 8 associées par tous
- 30 cartes produit dans la catégorie *Sport*, dont 17 associées par 67% ou plus des concepteurs et 8 photos associées par tous
- 29 cartes produit dans la catégorie *Sport-Santé*, dont 11 associées par 67% ou plus des concepteurs (en vert foncé sur la Figure 45)

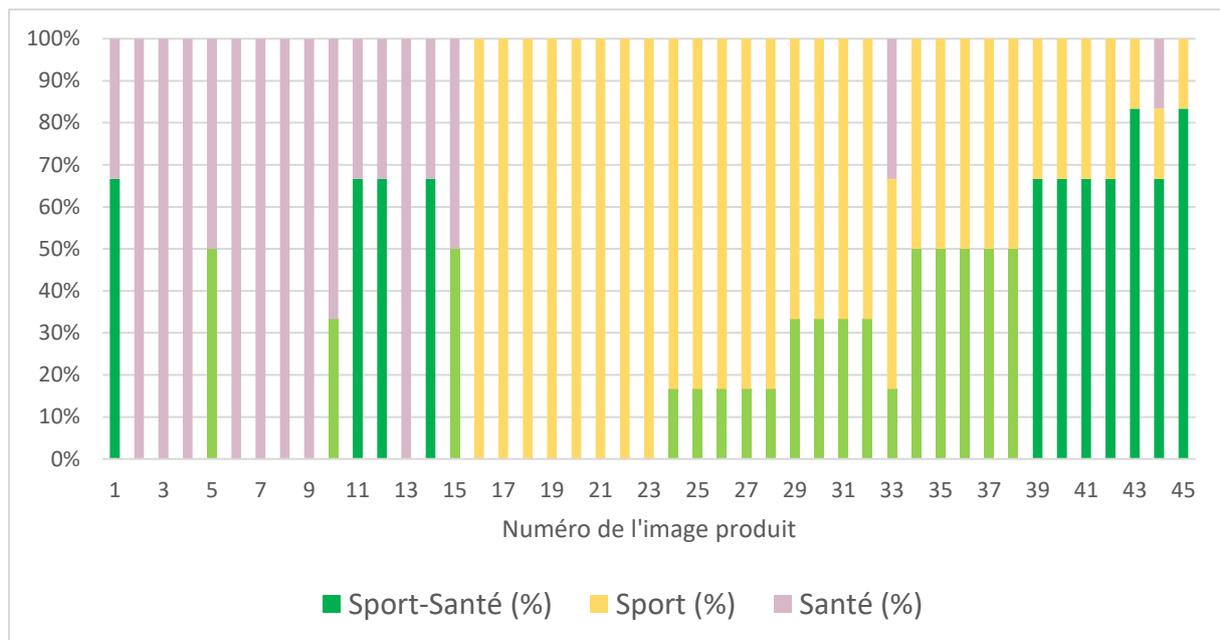


Figure 45 : Fréquence d'association des images avec les différentes catégories

### 3.1.2.3.3 ASSOCIATIONS DES CARTES SEMANTIQUES AVEC LES DIFFERENTS CONTEXTES D'USAGE

Dans la seconde phase de l'entretien, nous avons invité les concepteurs à trier les cartes sémantiques par rapport à la catégorie sport-santé.

Au total, 63 cartes sémantiques ont été placées dans cette catégorie. Parmi elles, 7 ont été générés par des concepteurs sur des cartes vierges (en vert foncé sur la Figure 46) et 8 descripteurs sémantiques ont été placés par 67% ou plus des concepteurs interrogés : *Confortable*, *Ergonomique*, *Innovant*, *Technologique*, *Fonctionnel*, *Intuitif*, *Moderne* et *Sûr* (encadrés dans la Figure 46). Nous remarquons que tous les concepteurs ont classé le descripteur *Confortable* dans la catégorie sport-santé.

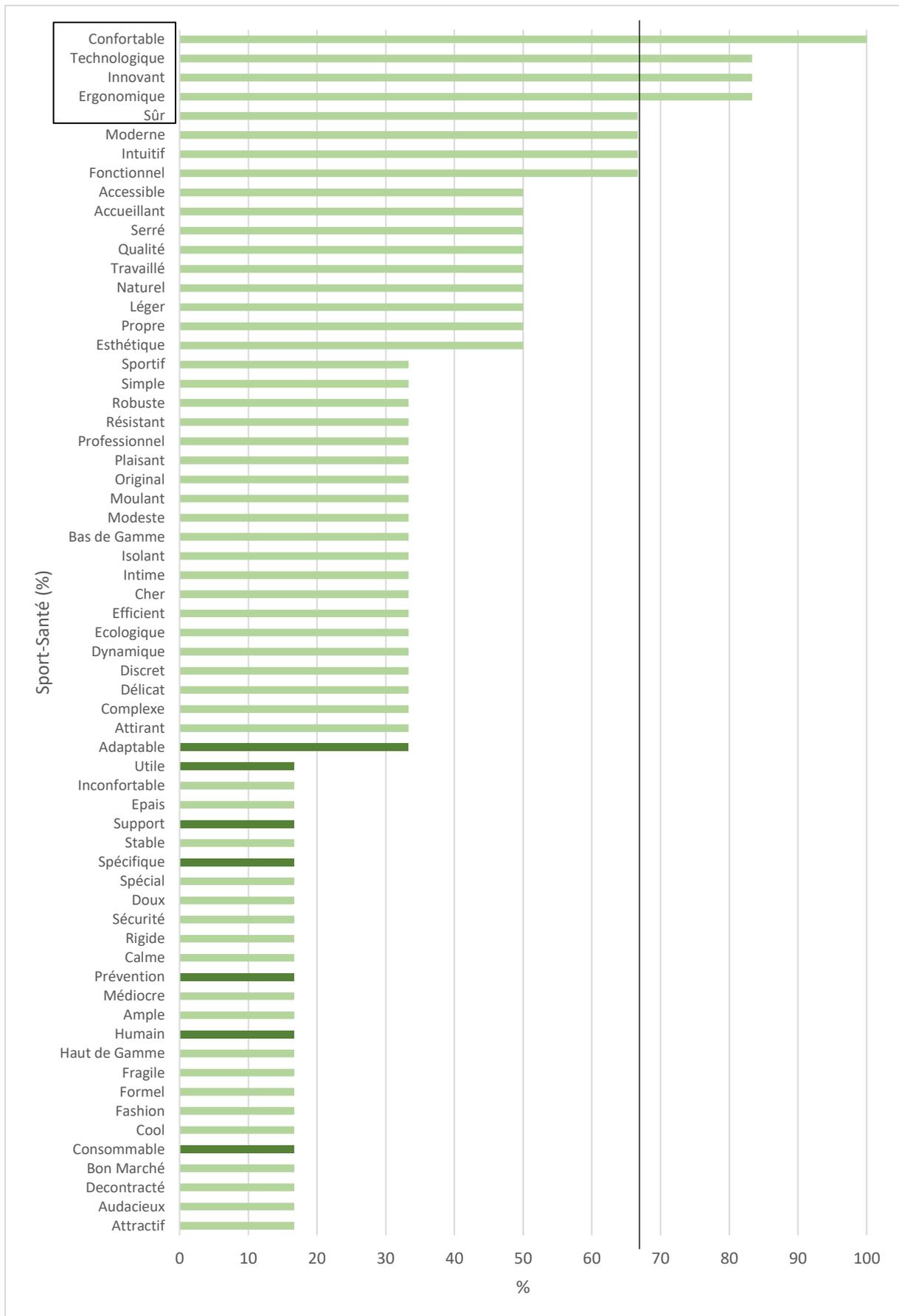


Figure 46 : Fréquence des associations par descripteurs sémantiques avec la catégorie sport-santé

Durant cette phase, les concepteurs se sont également exprimés sur ce qu'est un produit sport-santé, 3 ont évoqué une notion de *protection*, 2 une notion d'accessoire, d'**adaptabilité** et de soutien à l'activité pour décrire les produits de sport-santé (voir Tableau 14). Pour les concepteurs interrogés, un produit sport-santé apparaît alors comme un produit complémentaire au sport apportant une protection aux utilisateurs.

Tableau 14 : Retranscription d'un produit sport-santé extrait des entretiens menés

Participant	Extraits des entretiens
T2	C'est plus un <u>accessoire</u> lié à la pratique du sport. J'ai tendance à me dire si c'est pour augmenter ma <i>protection</i> ça pourrait être sport-santé.
T3	Sport-santé, c'est du fake. C'est du produit consommable.
T4	<b>Adaptabilité</b> . Quand je pense produit sport-santé c'est exactement ce mot-là qui me vient en tête. Un produit sport-santé est soit un <u>soutien</u> soit <b>adaptable</b> . Il est <b>sur-mesure</b> .
T6	C'est pour les personnes qui ont peur de se blesser avec uniquement le produit de sport. Tout ce qui est <u>optionnel</u> , pour se <i>protéger</i> . C'est un équipement qui vient en <u>complément</u> d'un autre équipement de sport et qui s'intègre dans l'univers du sport.
T7	Oui de <i>prévention</i> que tu sois bien dans ta pratique. Un produit sport-santé est lié à la <i>protection</i> , au <u>maintien</u> et au <i>respect de l'intégrité physique</i> .

#### 3.1.2.3.4 REPRESENTATION DE L'INFLUENCE DES CONTEXTES D'USAGE DU SPORT ET DE LA SANTE

Nous avons observé 63 descripteurs associés à la catégorie *Sport-Santé* par les concepteurs composant l'échantillon observé. Leur nombre d'associations avec cette catégorie ainsi que les médianes de leurs évaluations selon les deux échelles sport et santé sont disposés Annexe 4 (p.208).

Afin de représenter l'espace sémantique sport-santé défini par les concepteurs ainsi que l'influence des contextes d'usage du sport et de la santé sur la sémantique, nous avons réalisé une carte sémantique. A partir des médianes calculées sur les évaluations (voir échelles de Likert dans la section structure de l'entretien de l'expérimentation n°2 p.94), nous avons positionné les différents descripteurs sémantiques dans la carte sport-santé, illustrée en Figure 47 .

Sur les 63 descripteurs sémantiques retenus par les concepteurs :

- 16 descripteurs sémantiques se situent dans la zone sport-santé influencée par le contexte d'usage santé (encadrée en vert dans la Figure 47)
- 11 descripteurs sémantiques se situent dans la zone sport-santé influencée par le contexte d'usage sport (encadrée en rouge dans la Figure 47)

- 26 descripteurs sémantiques se situent dans la zone sport-santé indifférenciée par les contextes d'usage de la santé et du sport (encadrée en orange dans la Figure 47)
- 0 descripteur sémantique se situe dans la zone sans relation avec les contextes d'usage du sport et de la santé
- 4 descripteurs sémantiques se situent à la frontière de la zone sport-santé indifférenciée et de la zone influencée par le contexte d'usage santé : *Isolant, Complexe, Moderne et Plaisant*
- 6 descripteurs sémantiques se situent à la frontière de la zone sport-santé indifférenciée et de la zone influencée par le contexte d'usage sport : *Résistant, Original, Bas de gamme, Sportif, Intuitif et Dynamique*

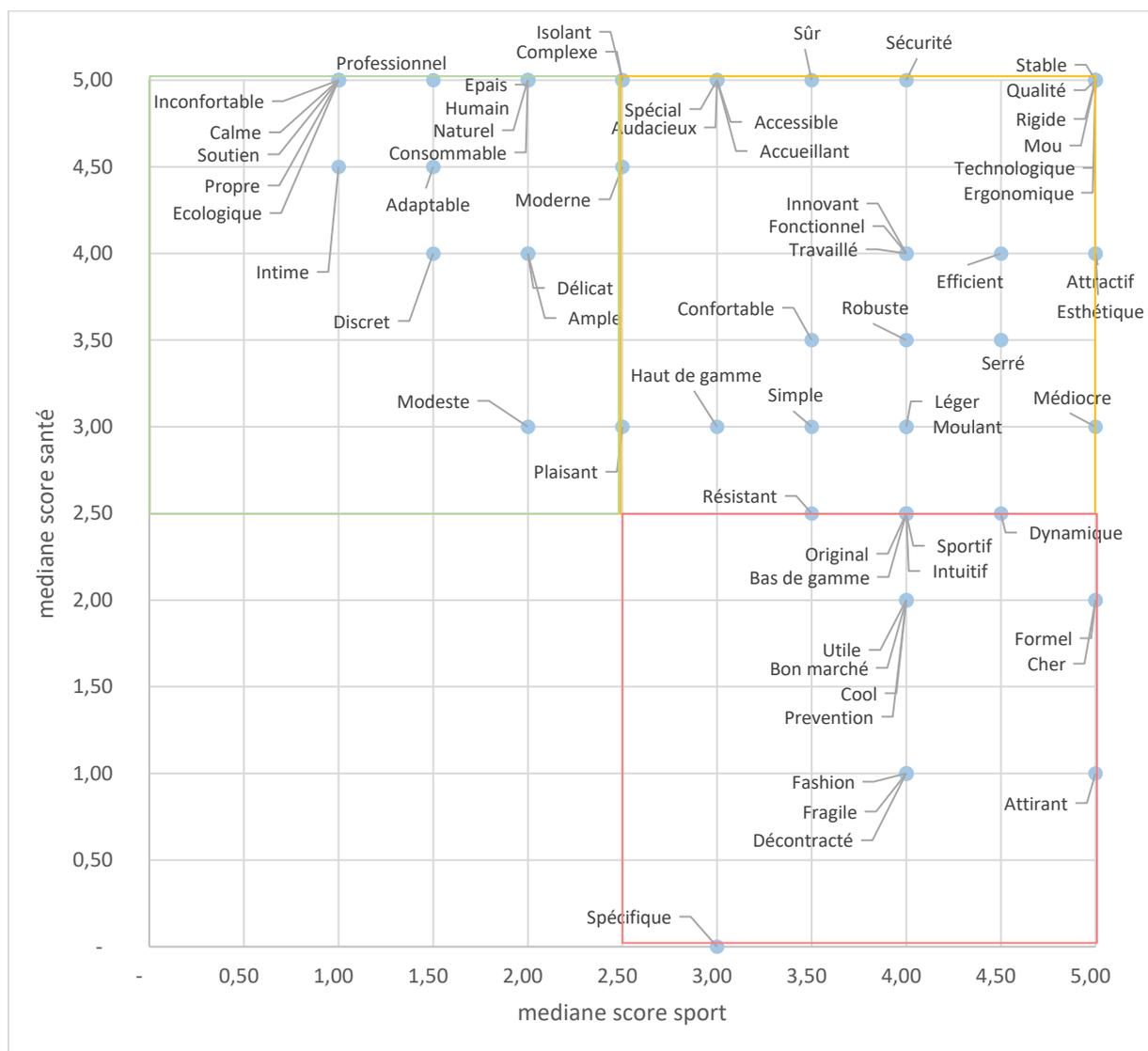


Figure 47 : Carte sémantique sport-santé

Nous avons également observé plus en détail les évaluations faites par les concepteurs pour savoir si les positions observables dans la carte sémantique résultent d'évaluations similaires (tous les concepteurs

ont évalué le descripteur sémantique dans la même zone) ou d'évaluations qui se compensent (les concepteurs ont évalué le descripteur sémantique dans des zones différentes, opposées). La Figure 48 présente l'ensemble des évaluations des participants par descripteur.

Sur l'ensemble des descripteurs étant positionnés dans des zones différentes par les concepteurs nous avons noté 4 descripteurs sémantiques : *Plaisant*, *Modeste*, *Accueillant* et *Accessible* présentant une spécificité (encadrés en noir sur la Figure 48) :

- *Accueillant* et *Accessible* sélectionnés par 3 concepteurs ont été placés dans une zone différente : *Santé*, *Sport-Santé* et *Sport* (voir graphiques *Accessible* et *Accueillant* dans la Figure 49).
- *Plaisant* et *Modeste* sélectionnés par 2 concepteurs ont été placés de manière diamétralement opposée : *Sport* et *Santé* pour le descripteur *Modeste* ; *Sport-Santé* et *Neutre* pour le descripteur *Plaisant* (voir graphiques *Modeste* et *Plaisant* dans la Figure 49).

Chaque concepteur ayant évalué ces descripteurs sémantiques semble donc en avoir une signification différente voire contradictoire. La position de ces descripteurs peut alors être discutable. Afin de pallier cela et d'améliorer la compréhension de la carte sémantique, nous avons décidé d'y intégrer un indice de confiance.

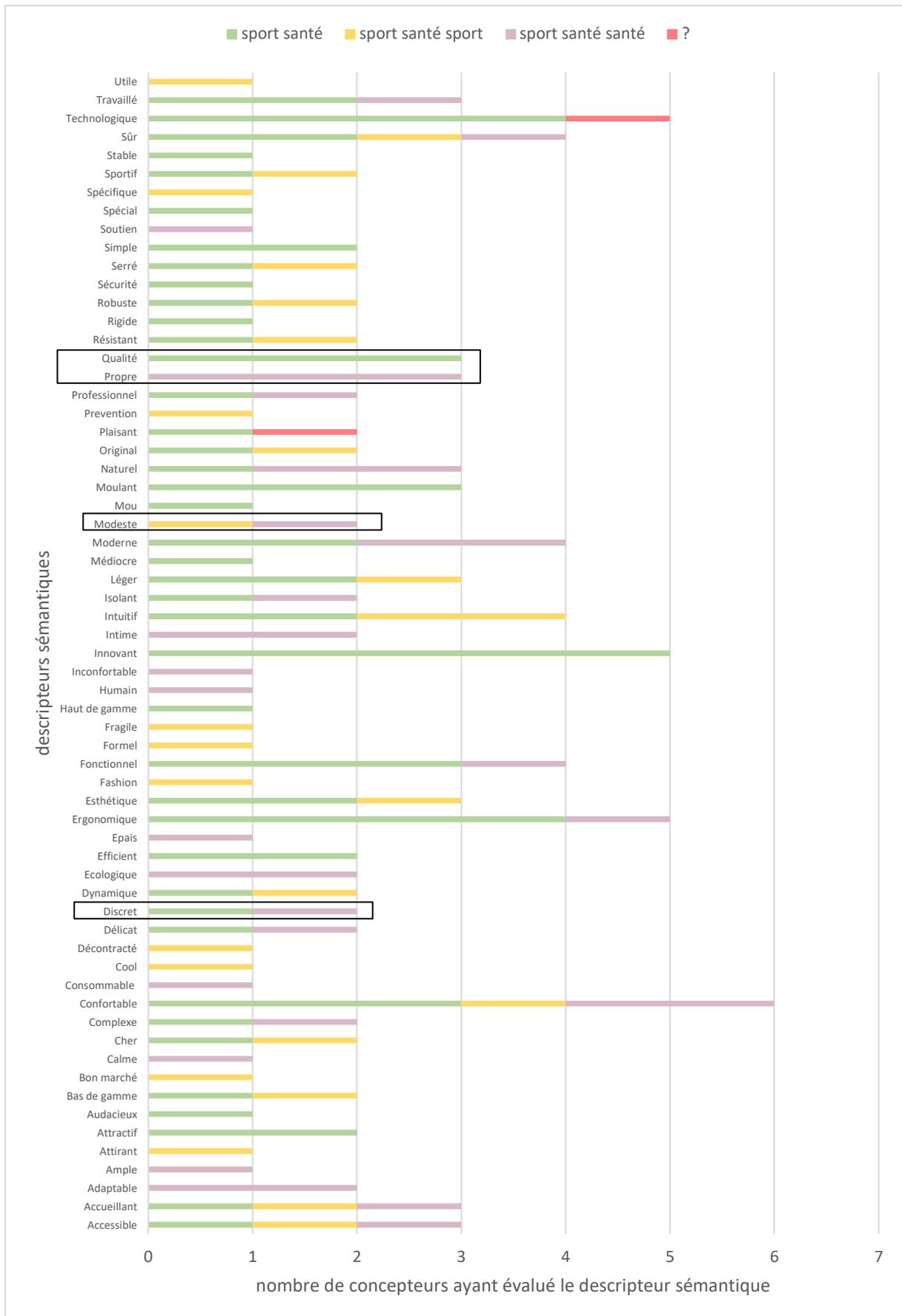


Figure 48 : Positionnement des descripteurs sémantiques selon les concepteurs

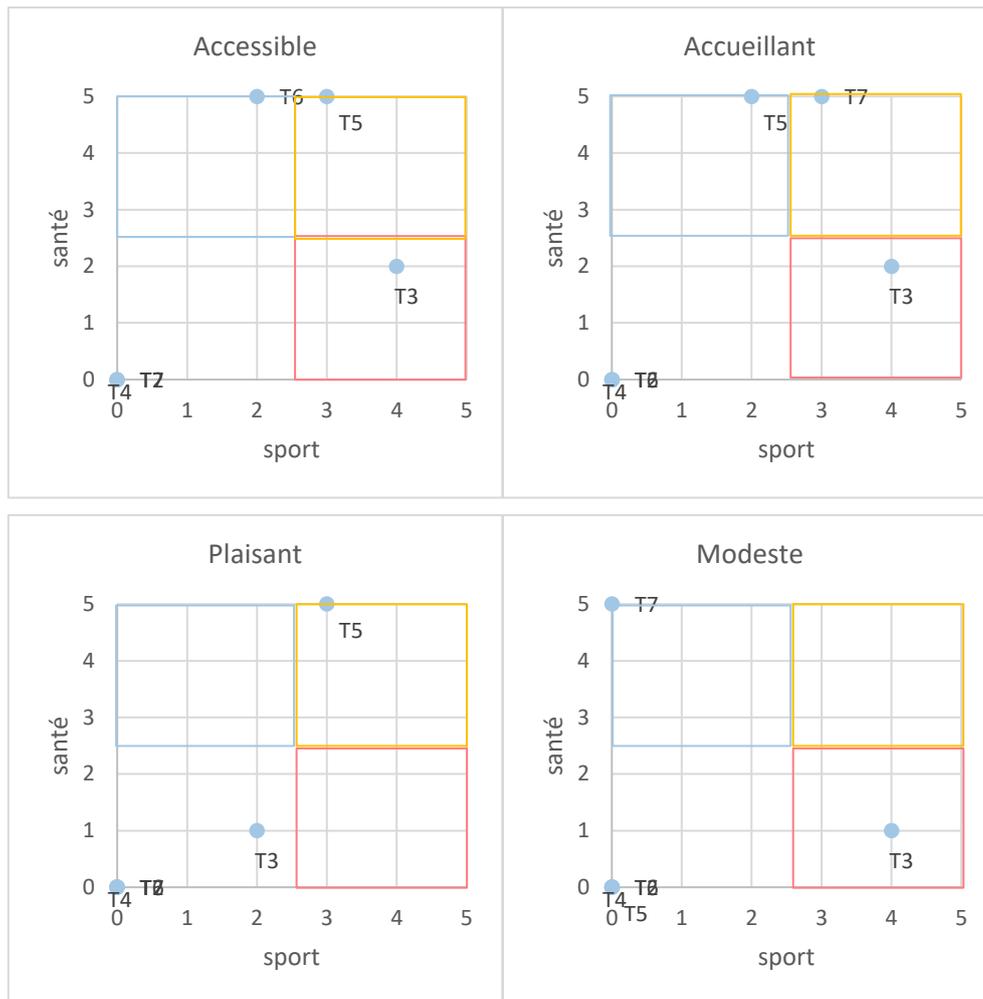


Figure 49 : Positionnement des descripteurs sémantiques Plaisant, Modeste, Accessible et Accueillant par les concepteurs

Nous avons choisi comme indice de confiance celui de l'accord entre les participants avec le coefficient  $\alpha_K$  (Krippendorff, 2011). Nous avons calculé cet indice pour chacun des 63 descripteurs sémantiques avec l'aide du logiciel SPSS et du script développé par Hayes et Krippendorff (2007).

Nous considérons les concepteurs comme les juges et leurs évaluations sur les deux échelles de Likert comme observations pour faire fonctionner ce script. L'ensemble des résultats est présenté dans le Tableau 15.

Tableau 15 : Résultats des calculs du  $\alpha_K$  de Krippendorff pour chaque descripteur sémantique

Descripteur sémantique	$\alpha_K$						
Accessible	-0.048	Discret	0.250	Isolant	0.833	Sécurité	-0.416
Accueillant	-0.048	Dynamique	0.700	Léger	0.408	Serré	0.000
Adaptable	0.700	Ecologique	0.833	Médiocre	-	Simple	-
Ample	-	Efficient	-0.416	Moderne	0.557	Soutien	-
Attirant	-	Epais	-	Modeste	-0.200	Spécial	-
Attractif	0.000	Ergonomique	-0.050	Mou	-	Spécifique	-
Audacieux	-	Esthétique	0.065	Moulant	0.350	Sportif	-0.416
Bas de gamme	0.250	Fashion	-	Naturel	0.772	Stable	-
Bon marché	-	Fonctionnel	-0.162	Original	-0.200	Sûr	0.026
Calme	-	Formel	-	Plaisant	-0.500	Technologique	-0.125
Cher	0.833	Fragile	-	Prevention	-	Travaillé	0.000
Complexe	0.833	Haut de gamme	-	Professionnel	0.833	Utile	-
Confortable	-0.75	Humain	-	Propre	0.875		
Consommable	-	Inconfortable	-	Qualité	0.000		
Cool	-	Innovant	-0.125	Résistant	0.250		
Décontracté	-	Intime	0.700	Rigide	-		
Délicat	0.25	Intuitif	0.238	Robuste	-0.5		

Nous avons observé des valeurs négatives pour 13 descripteurs. Or, la valeur du  $\alpha_K$  doit être comprise entre 0 et 1, avec 0 correspondant à un désaccord extrême et 1 à un accord parfait entre les participants. Une valeur négative signifie que les participants présentent un accord plus faible que l'accord attribué par le hasard (Krippendorff, 2011). Nous ne pouvons donc pas nous reposer sur cette mesure pour créer un indice de confiance applicable dans la carte sémantique.

Nous avons opté par conséquent sur la construction d'un indice d'accord reposant sur le nombre de concepteurs et la disparité de leurs évaluations. Nous calculons alors dans un premier temps les écarts-types des scores sur l'échelle du sport notée  $SD_{sport_i}$  (voir Equation 6) et sur l'échelle de santé notée  $SD_{santé_i}$  (voir Equation 7) pour chaque descripteur sémantique sélectionné. Nous avons mesuré ensuite la variabilité globale des évaluations (voir Equation 8). Enfin, nous avons proposé un indice d'accord  $I_{agree}$  comme étant le ratio du nombre de concepteurs ayant évalué le descripteur observé et la variabilité globale des évaluations (voir Equation 9). Plus cet indice est élevé, plus le consensus entre les participants est fort.

Si une carte sémantique est évaluée par un seul participant,  $\|SD\| = 0$ , nous sommes alors dans l'incapacité de calculer  $I_{agree}$ . En effet, cela revient à diviser par 0 (équation 9). Cependant, les concepteurs interrogés sont des experts, nous considérons donc qu'ils connaissent la sémantique qu'ils utilisent et comment l'utiliser. Par conséquent, nous ne rejetons pas ces cartes sémantiques, mais nous les considérons séparément. Pour les besoins des calculs, nous fixons la valeur de  $\|SD\|$  à 0,1 dans ces cas.

$$\forall i = [1; 63]$$

$\forall j = [1..n]$ ; avec n le nombre total de concepteurs évaluant la sémantique i

$$SD_{sport_i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (Score_{sport_j} - \overline{Score_{sport}})^2}{n}} \quad \text{avec} \quad \overline{Score_{sport}} = \frac{\sum_{j=1}^N Score_{sport_j}}{n} \quad (6)$$

$$SD_{santé_i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (Score_{santé_j} - \overline{Score_{santé}})^2}{n}} \quad \text{avec} \quad \overline{Score_{santé}} = \frac{\sum_{j=1}^N Score_{santé_j}}{n} \quad (7)$$

$$\|SD\|_i = \sqrt{SD_{sport_i}^2 + SD_{santé_i}^2} \quad \forall n > 1; \quad (8)$$

$$\|SD\|_i = 0.1 \quad \text{si } n = 1;$$

$$I_{agree_i} = \frac{n}{\|SD\|_i} \quad \forall n > 1; \quad (9)$$

Nous présentons les résultats des calculs de cet indice pour chaque carte sémantique sélectionnée par les participants dans le Tableau 16.

La plage des valeurs de  $I_{agree}$  observée varie de 0,50 à 5,20. Le premier quartile, la médiane et le troisième quartile des valeurs de  $I_{agree}$  sont respectivement :  $Q1 = 1,19$ ,  $Me = 1,8$  et  $Q3 = 2,79$ . La sémantique présentant une valeur  $I_{agree}$  inférieure à  $Q1$  (première colonne du Tableau 16) montre une forte disparité concernant les évaluations faites pour un faible nombre de concepteurs. A titre d'exemple, *Modeste* obtient un  $I_{agree}$  de 0,5 avec :

- La mesure de la variabilité globale :  $\|SD\|_{modeste} = 4$
- 2 concepteurs ayant évalué le descripteur :  $n_{modeste} = 2$ .

Les descripteurs avec un  $I_{agree}$  supérieur à  $Q3$  (quatrième colonne du Tableau 16) présentent une faible disparité des scores pour un nombre élevé de concepteurs. Par exemple :  $\|SD\|_{innovant} = 1,18$  et  $n_{innovant} = 5$ . Ces descripteurs sémantiques apparaissent alors comme considérés de la même manière par les concepteurs de l'échantillon observé.

La dernière colonne du Tableau 16 reprend les descripteurs sémantiques évalués par un seul concepteur.

Tableau 16 : Résultats des calculs de l'indice de confiance  $I_{agree}$ 

$I_{agree} < Q1$	$Q1 < I_{agree} < Me$	$Me < I_{agree} < Q3$	$Q3 < I_{agree}$	$\ SD\ _i = 0.1$
Modeste (0.50)	Bas de gamme (1.26)	Léger (1.84)	Complexe (2.83)	Ample
Sportif (0.53)	Efficient (1.26)	Adaptable (2.00)	Isolant (2.83)	Attirant
Plaisant (0.69)	Intime (1.26)	Dynamique (2.00)	Simple (2.83)	Audacieux
Discret (0.78)	Attractif (1.41)	Résistant (2.00)	Moderne (2.83)	Bon marché
Original (0.78)	Cher (1.41)	Ergonomique (2.50)	Moulant (3.00)	Calme
Serré (0.89)	Ecologique (1.41)	Technologique (2.50)	Confortable (3.50)	Consommable
Professionnel (0.94)	Accessible (1.50)	Qualité (2.60)	Naturel (3.67)	Cool
Robuste (0.94)	Accueillant (1.50)	Travaillé (2.60)	Intuitif (3.70)	Décontracté
Délicat (1.00)	Sûr (1.76)	Fonctionnel (2.67)	Innovant (4.23)	Epais
Esthétique (1.16)			Propre (5.20)	Fashion
				Formel
				Fragile
				Haut de gamme
				Humain
				Inconfortable
				Médiocre
				Mou
				Prevention
				Rigide
				Sécurité
				Soutien
				Spécial
				Spécifique
				Stable
				Utile

Nous avons intégré ces résultats dans la carte sémantique en la transformant en un graphique à bulles (voir Figure 50). La position de chaque descripteur sémantique est toujours fixée avec les médianes des scores observés. La taille des bulles correspond au nombre de concepteurs ayant évalués le descripteur observé. Le code couleur utilisé correspond aux 5 catégories de l'indice  $I_{agree}$  présentées dans le Tableau 16. En procédant de la sorte, plus la bulle est grande, plus de concepteurs se sont exprimés sur le descripteur sémantique. Une couleur rose et jaune indique des descripteurs avec indice de confiance élevé contrairement à une couleur verte et violette. La couleur bleue indique que le descripteur sémantique n'a été évalué que par un seul concepteur.

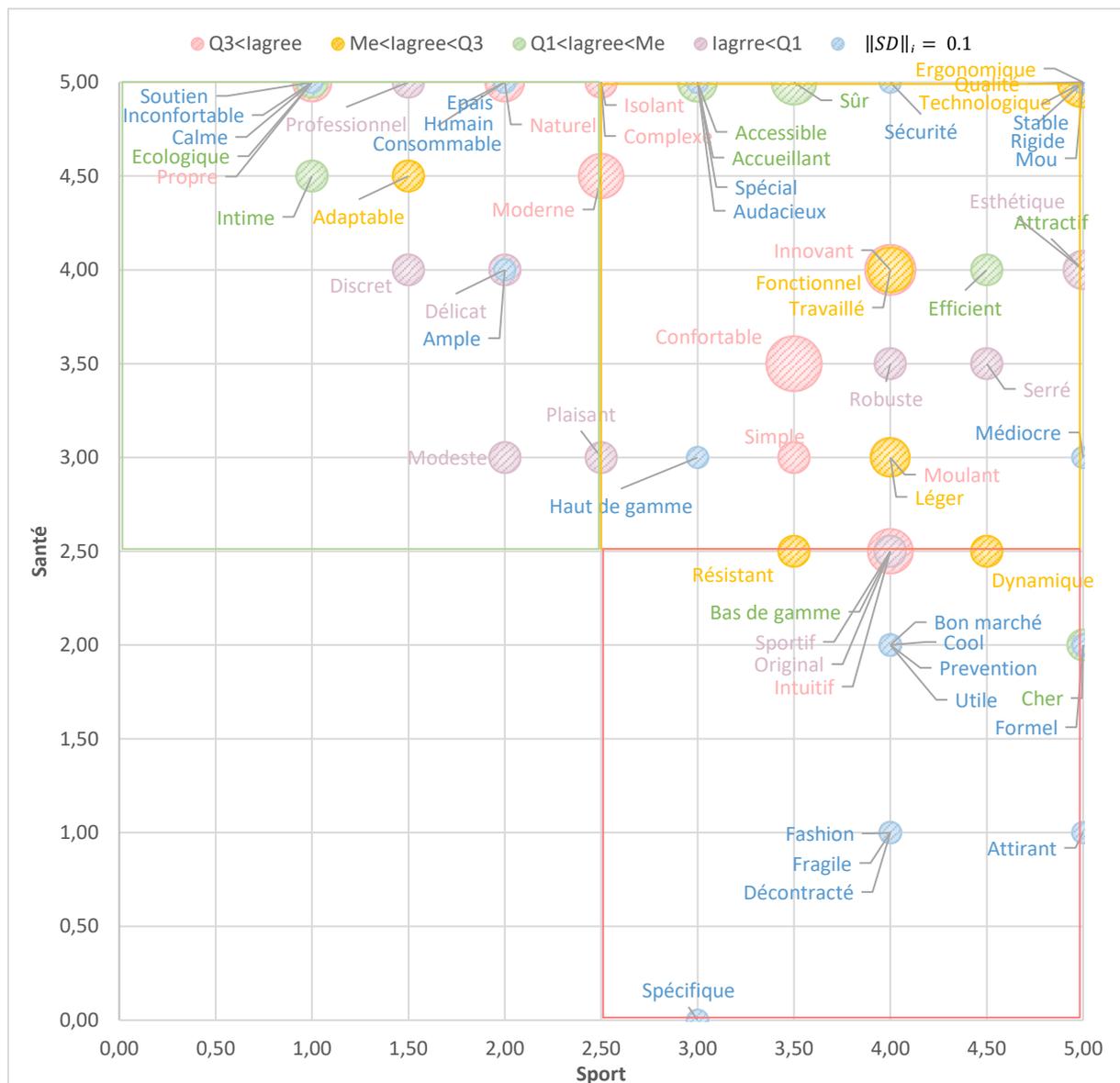


Figure 50 : Carte sémantique sport-santé avec indice de confiance

Ainsi, selon les concepteurs, parmi les 19 descripteurs sémantiques avec un indice de confiance élevé ( $I_{agrec} > Me=1,8$ ) :

- 3 sont adaptés pour définir un produit sport-santé destiné au contexte d'usage de la santé : *Propre, Naturel* et *Adaptable*
- 10 sont adaptés pour définir un produit sport-santé non influencé par des contextes d'usage du sport et de la santé : *Confortable, Simple, Moulant, Léger, Travaillé, Fonctionnel, Innovant, Ergonomique, Technologique* et *Qualité*
- 3 sont faiblement influencés par le contexte d'usage de la santé : *Isolant, Complexe* et *Moderne*
- 3 sont faiblement influencés par le contexte d'usage du sport : *Intuitif, Résistant* et *Dynamique*
- 0 sont fortement influencés par le contexte d'usage du sport.

## 3.1.2.3.5 EVALUATION DE L'ECART DE PERCEPTION ENTRE UTILISATEUR ET CONCEPTEUR

Dans cette sous-section, nous présentons les résultats des comparaisons entre concepteurs et utilisateurs. Les résultats suivants sont basés sur un échantillon de 6 concepteurs, un échantillon de 38 utilisateurs et échantillon de 44 personnes composé des 6 concepteurs et 38 utilisateurs.

Dans un premier temps, nous comparons la catégorisation des 45 cartes image produit (présentées lors de l'expérimentation n°1) entre les concepteurs et les utilisateurs. Nous avons calculé pour chacune de ces cartes produit, avec le Krippendorff- $\alpha$  une mesure de l'accord entre les concepteurs ( $\alpha_{K-C}$ ), entre les utilisateurs ( $\alpha_{K-U}$ ) et entre ces deux échantillons ( $\alpha_{K-CU}$ ).

L'ensemble de ces résultats est présenté dans le Tableau 17. Ce tableau est composé de trois parties :

- Les résultats des  $\alpha_{K-C}$ ,  $\alpha_{K-U}$  et  $\alpha_{K-CU}$  concernant les images de la catégorie sport de l'expérimentation n°1 (colonne de gauche dans le Tableau 17)
- Les résultats des  $\alpha_{K-C}$ ,  $\alpha_{K-U}$  et  $\alpha_{K-CU}$  concernant les images de la catégorie santé de l'expérimentation n°1 (colonne du milieu dans le Tableau 17)
- Les résultats des  $\alpha_{K-C}$ ,  $\alpha_{K-U}$  et  $\alpha_{K-CU}$  concernant les images de la catégorie sport-santé de l'expérimentation n°1 (colonne de droite dans le Tableau 17)

Les premiers résultats ont montré que 21 images ont fait un consensus (i.e.  $\alpha_K > 0,67$ ) soit entre les concepteurs, soit entre les utilisateurs ou soit entre les deux (en vert dans le Tableau 17). Parmi elles, nous remarquons 3 images : 18, 21 et 25. Celles-ci font consensus entre les utilisateurs (i.e.  $\alpha_{K-U} > 0,67$ ) et entre les utilisateurs et les concepteurs (i.e.  $\alpha_{K-CU} > 0,67$ ) mais pas entre les concepteurs (i.e.  $\alpha_{K-C} < 0,67$ ). Ce résultat peut s'expliquer en considérant la taille de l'échantillon des concepteurs ( $n = 6$ ) par rapport à celui des utilisateurs ( $n = 38$ ). Le nombre de consommateurs peut ainsi représenter un poids plus important dans le calcul des  $\alpha_{K-CU}$ . Pour cette raison, nous avons considéré un consensus entre les concepteurs et les utilisateurs uniquement si  $\alpha_{K-C} > 0,67$ ,  $\alpha_{K-U} > 0,67$  et  $\alpha_{K-CU} > 0,67$ . Par conséquent, 6 cartes produit sur les 45 ont rempli ces conditions (encadrées dans le Tableau 17 et illustrées sur la Figure 51).

Tableau 17 : Résultats des calculs du  $\alpha$  de Krippendorff pour le positionnement des images produit selon les trois échantillons considérés

Images sport				Images santé				Images sport-santé			
Image n°	$\alpha_{K-C}$	$\alpha_{K-U}$	$\alpha_{K-CU}$	Image n°	$\alpha_{K-C}$	$\alpha_{K-U}$	$\alpha_{K-CU}$	Image n°	$\alpha_{K-C}$	$\alpha_{K-U}$	$\alpha_{K-CU}$
1	0,31	0,14	0,10	16	0,31	0,52	0,49	31	0,31	0,16	0,19
2	1,00	0,14	0,18	17	1,00	0,40	0,46	32	0,31	0,17	0,19
3	1,00	0,54	0,60	18	0,57	0,68	0,67	33	0,31	0,23	0,25
4	1,00	0,58	0,63	19	0,57	0,52	0,45	34	0,31	0,32	0,21
5	0,23	0,74	0,62	20	1,00	0,46	0,53	35	0,06	0,15	0,14
6	1,00	0,30	0,35	21	0,31	0,86	0,77	36	0,31	0,23	0,25
7	1,00	0,48	0,54	22	0,57	0,62	0,62	37	0,31	0,52	0,40
8	1,00	0,74	0,78	23	1,00	0,56	0,62	38	0,23	0,36	0,28
9	1,00	0,86	0,88	24	1,00	0,74	0,78	39	0,23	0,40	0,34
10	0,31	0,62	0,58	25	0,57	0,86	0,82	40	0,23	0,19	0,20
11	0,31	0,49	0,42	26	1,00	0,57	0,62	41	0,31	0,27	0,29
12	0,31	0,23	0,24	27	1,00	0,80	0,82	42	0,23	0,29	0,29
13	1,00	0,17	0,21	28	1,00	0,74	0,77	43	0,31	0,34	0,35
14	0,31	0,69	0,53	29	1,00	0,80	0,82	44	0,31	0,19	0,19
15	0,31	0,22	0,23	30	0,31	0,62	0,57	45	0,31	0,23	0,24



Figure 51 : Images produit présentant un consensus parmi les concepteurs et les utilisateurs

Ainsi, les concepteurs et les utilisateurs se sont accordés sur des produits appartenant à l'univers du sport (images 24, 27, 28 et 29), sur des produits appartenant à l'univers de la santé (images 8 et 9). En revanche, ils ne se sont pas accordés sur la représentation d'un produit sport-santé.

Pour visualiser cette tendance, nous avons cartographié les images produit selon la perception des utilisateurs et selon celle des concepteurs au regard de la catégorie sport-santé. Pour cela, nous avons décidé d'observer les fréquences d'associations avec la catégorie sport-santé. Nous avons ainsi observé pour chaque image les fréquences d'associations avec le contexte d'usage sport-santé faites par les concepteurs (% $Img_C$ ) et faites par les utilisateurs (% $Img_U$ ). Nous avons ensuite créé un graphique x-y avec pour abscisse % $Img_U$  et en ordonnée % $Img_C$ . Nous considérons qu'il y a une association similaire de l'image produit entre les deux échantillons si les fréquences d'associations faites pour l'image observée avec le contexte d'usage sport-santé est égale ou supérieure à 67 % des participants pour les deux échantillons. Nous avons alors observé les résultats suivants :

- 9 produits sont associés de manière similaire par les utilisateurs, dont :
  - 2 comme produit sport-santé (dans la zone jaune de la Figure 52)
  - 7 comme produit non sport-santé (marques rouges dans la Figure 52)
- 14 produits sont associés de manière similaire par les concepteurs, dont
  - 8 comme produit de sport-santé (dans la zone violette dans la Figure 52)
  - 6 en tant que produit non sport-santé (cercles verts dans la Figure 52)
- Aucun produit n'a été associé de manière similaire par les utilisateurs et par les concepteurs en tant que produit sport-santé
- 11 produits sont associés de manière similaire par les concepteurs et par les utilisateurs en tant que produit non sport-santé (cercle rouge dans la Figure 52)

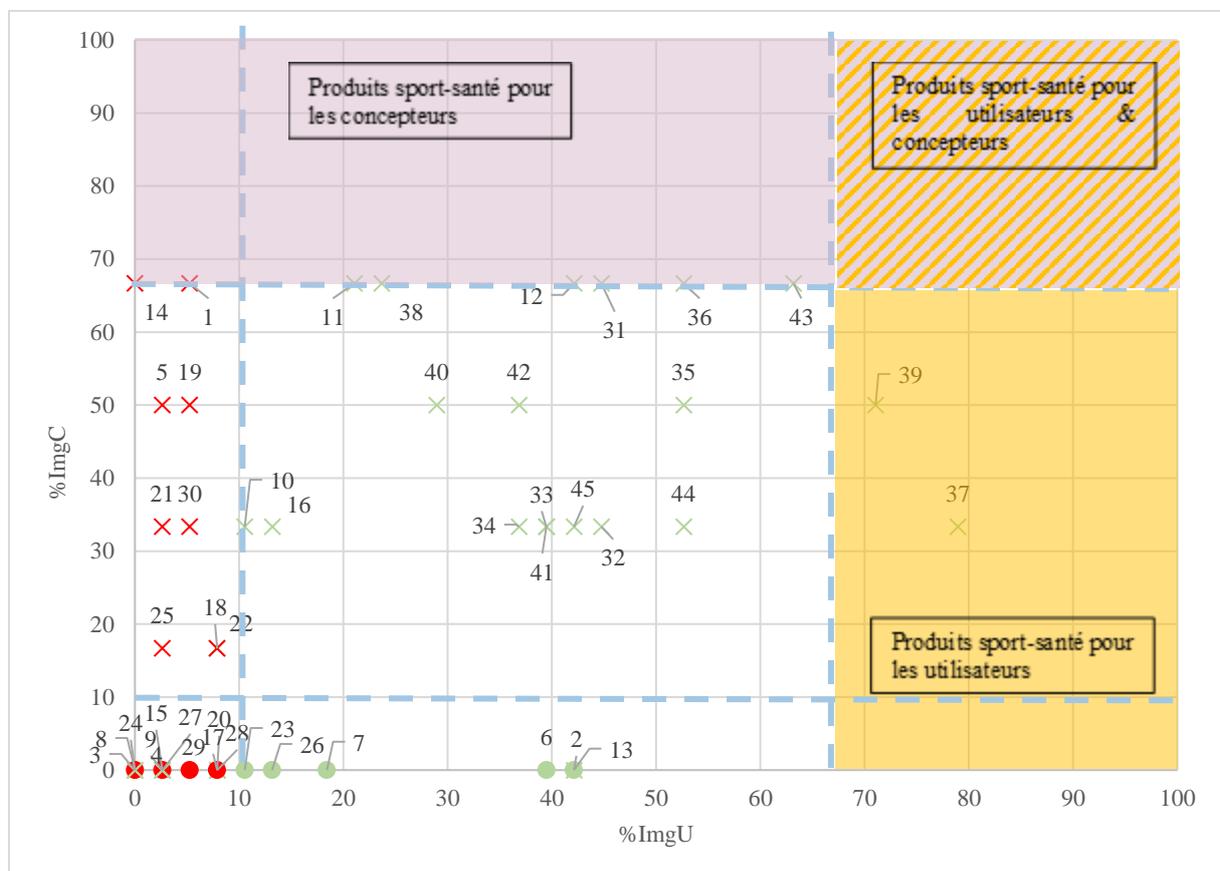


Figure 52 : Fréquence des associations des produit sport-santé par les concepteurs et les utilisateurs

Nous avons remarqué que les concepteurs et les utilisateurs ne se sont pas accordés concernant des représentations de produits de sport-santé. En effet, les images des 6 produits sur lesquels les utilisateurs et les concepteurs partageaient la même vision (i.e. 8, 9, 24, 27, 28, 29) font partie des 11 images classées comme produits non représentatifs du contexte d’usage sport-santé par les deux échantillons.

En ce qui concerne les images faisant l'objet d'un consensus comme images de produits sport-santé, nous voyons une orthèse (11), des protections (1, 31, 36, 37, 38, 39, 43), une semelle (12), des chaussures (14) et un protège-dents (1).

Tous ces produits ont en commun d'être des équipements sportifs conçus pour protéger les utilisateurs lors de la pratique d'une activité physique. Deux images ont néanmoins été associées de manière opposée par l'échantillon de concepteurs et par l'échantillon d'utilisateurs : l'image 14 (chaussure) et l'image 1 (protège-dents). Ces deux images ont été perçues comme des produits sport-santé par les concepteurs et comme non sport-santé par les utilisateurs. En effet, 53% des utilisateurs ont classé le protège-dents dans la catégorie santé et 87% d'entre eux ont classé la chaussure dans la catégorie santé. Ces produits sont translucides ou blancs, contrairement à d'autres qui sont colorés et opaques. Ces attributs produit peuvent alors faire pencher la perception des utilisateurs en faveur du contexte de la santé.

En ce qui concerne la sémantique sport-santé, nous avons procédé de la même manière afin d'observer si les concepteurs et les utilisateurs s'accordaient sur la sémantique véhiculée par un produit sport-santé. Les fréquences des associations pour chaque descripteur sémantique avec la catégorie *Sport-Santé* faites par les concepteurs (%SemC) et faites par les utilisateurs (%SemU) sont présentées dans la Figure 53. Nous avons observé que :

- 15 descripteurs sémantiques sont associés de manière similaire par les utilisateurs
  - 1 comme descripteur sémantique sport-santé : *Exubérant* (dans la zone orange de la Figure 53)
  - 14 comme descripteur sémantique non sport-santé (marques rouges dans la Figure 53)
  
- 29 descripteurs sémantiques sont associés de manière similaire par les concepteurs
  - 8 comme descripteur sémantique sport-santé : *Confortable, Ergonomique, Technologique, Innovant, Fonctionnel, Intuitif, Moderne et Sûr* (dans la zone violette de la Figure 53)
  - *Confortable* a été considéré par l'ensemble des concepteurs comme descripteur Sport-Santé
  - 14 comme descripteur sémantique non sport-santé (cercles verts dans la Figure 53)
  
- Aucun descripteur sémantique n'a été associé de manière similaire par les concepteurs et par les utilisateurs comme la sémantique sport-santé
  
- 10 descripteurs sémantiques sont associés de manière similaire par les concepteurs et par les utilisateurs en tant que sémantique non liée au sport-santé : *Mature, Provocant, Terne, Elaboré,*

*Féminin, Conforme, Conventionnel, Dangereux, Non raffiné et Élégant* (cercles rouges dans la Figure 53)

Ainsi, la sémantique sport-santé traduit des aspects techniques et humains ainsi que quelque chose qui sort de l'ordinaire pour les concepteurs et les utilisateurs.

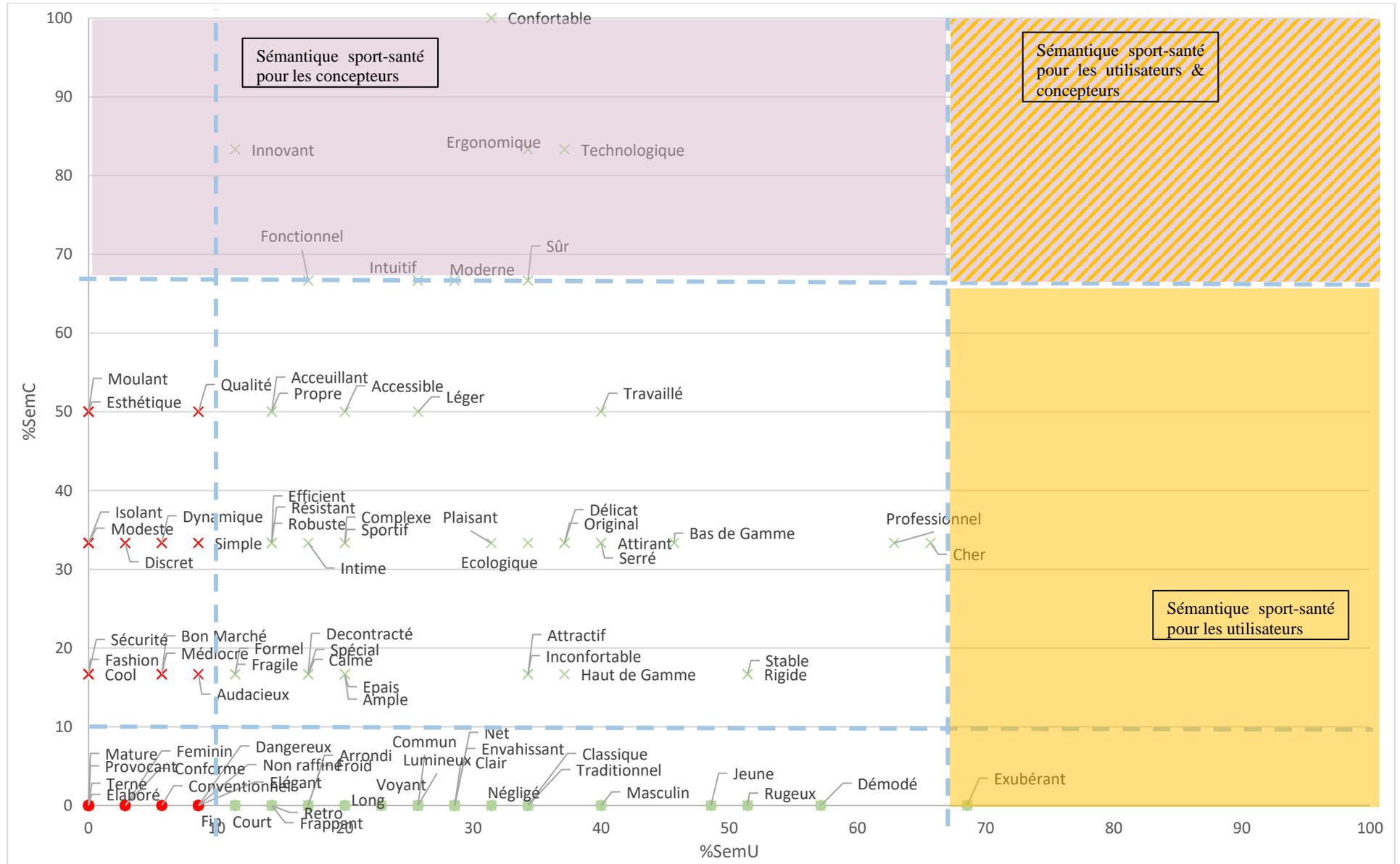


Figure 53 : Fréquence d'associations de la sémantique sport-santé par les concepteurs et les utilisateurs

Caractérisation de la perception d'un produit hybride intégrant des composantes issues d'univers produits contradictoires en conception : application aux produits sport-santé

3.1.2.4 *SYNTHESE DE L'EXPERIMENTATION N°2*

L'expérimentation n°2 nous a permis de définir un espace sémantique sport-santé.

A partir des catégorisations et évaluations faites par les 6 concepteurs interrogés, nous proposons une carte sémantique permettant de visualiser l'influence des contextes d'usage du sport et de la santé sur la sémantique sport-santé. La création d'un indice de confiance basé sur l'accord entre les participants et représenté sur la carte sémantique permet de visualiser les descripteurs les plus associés et les plus « fiables ». Nous avons ainsi observé 19 descripteurs sémantiques dont 10 non influencés par le contexte d'usage de la santé et du sport, 6 influencés par le contexte d'usage de la santé et 3 par le contexte d'usage du sport.

Cette carte sémantique peut servir alors de support aux concepteurs pour visualiser l'espace sémantique sport-santé ainsi que l'influence du contexte d'usage sur cette sémantique et ainsi se positionner lors du développement d'un produit sport-santé

En comparant les résultats des catégorisations faites par les utilisateurs de l'expérimentation n°1 et celles faites par les concepteurs de l'expérimentation n°2, nous visualisons l'écart de perception entre ces deux échantillons.

A partir des résultats des coefficients du  $\alpha$ -Krippendorff, nous constatons que concepteurs et utilisateurs s'accordent sur des images de produits comme non représentatifs de la catégorie sport-santé. Afin de comparer les points de vue des utilisateurs et des concepteurs, nous avons tracé un graphique x-y où chaque coordonnée des images correspond au point de vue utilisateur (abscisse) et concepteur (ordonnée). Nous concluons alors que non seulement les utilisateurs et les concepteurs s'accordent sur des représentations de produit non sport-santé mais également que les concepteurs s'accordent sur plus d'images comme produits sport-santé que les utilisateurs. Toutes les représentations de produits sport-santé catégorisées de manière similaire entre les concepteurs sont des équipements sportifs conçus pour protéger l'utilisateur dans sa pratique.

Nous observons la même tendance concernant la sémantique sport-santé. Concepteurs et utilisateurs s'accordent sur des descripteurs sémantiques non sport-santé. Nous constatons également que les concepteurs s'accordent fortement sur des descripteurs sémantiques sport-santé contrairement aux utilisateurs.

Ces résultats laissent penser qu'un produit sport-santé est encore un concept abstrait pour les utilisateurs rendant difficile la convergence vers une représentation unique alors que l'expérience des concepteurs semble aider à donner une « définition » mutuelle de la sémantique sport-santé. En effet, les concepteurs acquièrent des connaissances lors du processus de conception permettant de comprendre plus en détail le produit et ses propriétés hédoniques. Les concepteurs interrogés n'ont néanmoins pas travaillé sur les produits présentés lors de cette expérimentation. Ainsi, nous ne pouvons pas dire que les connaissances

accumulées lors du développement de ces produits leur permettent de mieux discriminer la sémantique du produit.

Les résultats de cette expérimentation n°2 nous permettent ainsi de définir un espace sémantique sport-santé tout en répondant aux questions de recherche n°2 : *Quel est l'écart de perception entre les concepteurs et les utilisateurs sur la sémantique sport-santé ?* ; et n°3 : *Quelle est l'influence des contextes d'usage du sport et de la santé sur la sémantique sport-santé ?*

Les différents graphiques x-y créés intégrant l'influence du contexte d'usage et l'écart de perception entre les concepteurs et les utilisateurs permettent alors aux futurs concepteurs d'orienter la conception du produit ou de se repérer lors de son développement. Toutefois, lors de cette expérimentation nous avons observé la sémantique seule. Il est nécessaire d'observer les propriétés hédoniques physiques de produits sport-santé en lien avec cette sémantique pour permettre aux concepteurs d'observer les conséquences des choix de conception effectués. Nous abordons ces relations lors de l'expérimentation n°3.

### 3.2 DEFINITION DES RELATIONS ENTRE DES ATTRIBUT PRODUITS SPORT-SANTE ET LA SEMANTIQUE SPORT-SANTE

L'expérimentation n°2 nous a permis de définir un espace sémantique sport-santé en identifiant des descripteurs sémantiques adaptés puis en déterminant l'influence des contextes d'usage du sport et de la santé ainsi que l'écart de perception entre utilisateurs et concepteurs sur cette sémantique.

Toutefois cette sémantique sport-santé traduit des propriétés hédoniques du produit générées par des attributs produit. Il est alors important d'identifier ces attributs produit ainsi que leurs relations avec la sémantique sport-santé. Dans ce chapitre nous présentons notre approche pour identifier ces relations constituant l'expérimentation n°3.

Afin d'identifier un espace attribut produit sport-santé puis de le relier à l'espace sémantique sport-santé, nous avons utilisé un questionnaire comme méthode d'investigation. Le questionnaire réalisé se découpe en deux phases constituant les deux sections de ce chapitre.

La première section présente la première phase de l'expérimentation consistant en la définition d'un espace attribut produit sport-santé. Nous la décomposons en trois sous sections :

- Définition des attributs produit couleurs sport-santé
- Définition des attributs produit formes sport-santé
- Définition des attributs produit matériaux sport-santé

La deuxième présente la deuxième phase de l'expérimentation consistant à définir les relations entre l'espace attribut produit sport-santé défini lors de la première phase et l'espace sémantique sport-santé défini lors de l'expérimentation n°2.

3.2.1 EXPERIMENTATION N°3 : CARACTERISATION DES ATTRIBUTS PRODUITS SPORT-SANTE  
ET DE LEURS RELATIONS AVEC L'ESPACE SEMANTIQUE

3.2.1.1 STRUCTURE DU QUESTIONNAIRE

Le questionnaire est divisé en deux phases : la définition d'un espace attribut produit sport-santé et l'identification des relations sémantiques/attributs sport-santé.

La première phase consiste en la définition d'un espace attributs produit sport-santé. Elle est composée de 6 questions, deux par type d'attributs produit (voir phase 1 dans la Figure 54).

Dans un premier temps, nous avons invité les participants à discriminer des attributs produit couleurs (Q1), formes (Q2) et matériaux (Q3) entre 4 catégories : Sport, Santé, Sport-Santé ou Aucun. Chaque attribut ne pouvait être associé qu'une seule fois avec un seul contexte d'usage pour ces questions.

Ensuite, nous avons invité les participants à associer ou non chacun des attributs couleurs (Q4), formes (Q5) et matériaux (Q6) au contexte d'usage Sport-Santé. Chaque attribut ne pouvait être associé qu'une seule fois avec un seul contexte d'usage pour ces questions.

La deuxième phase du questionnaire a pour but d'identifier des relations entre les attributs produit « sport-santé » et la sémantique sport-santé définie lors de l'expérimentation n°2. Cette phase est constituée de 3 questions (voir phase 2 dans la Figure 54). Nous avons demandé aux participants d'associer les différents attributs couleurs (Q7), formes (Q8) et matériaux (Q9) avec la sémantique sport-santé définie lors de l'expérimentation n°2. Pour ces questions, les attributs produit pouvaient être associés à différents descripteurs sémantiques.

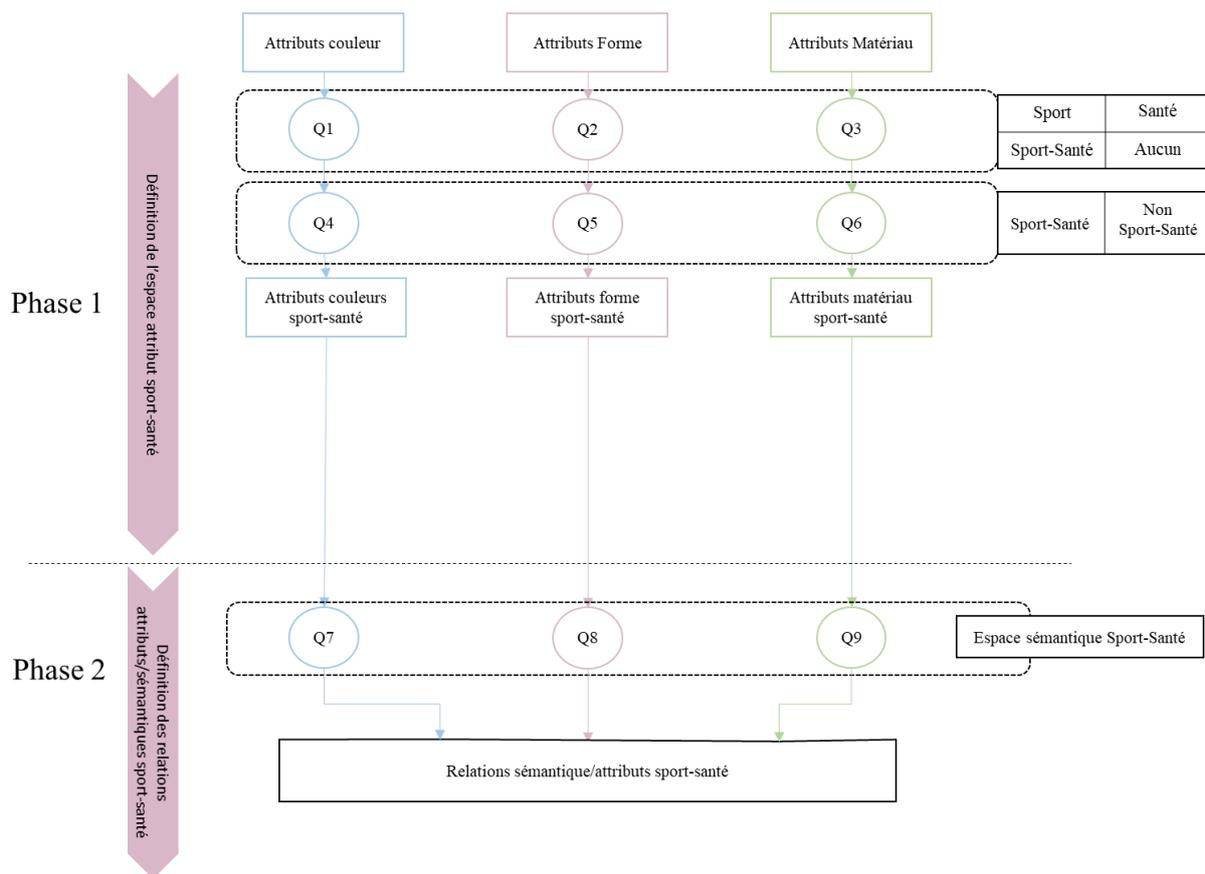


Figure 54 : Structure du questionnaire

### 3.2.1.2 PROFIL DES PARTICIPANTS

Nous avons ciblé pour cette expérimentation un profil large de la population permettant de couvrir les profils des utilisateurs consommateurs de sport et/ou santé. Aucun critère restrictif n'a donc été employé. Cependant, la perception d'un individu peut être influencée par divers facteurs comme sa culture ou encore ses connaissances (Krippendorff, 2005). Un concepteur expert dans la conception de produits liés au sport est plus à même de connaître les spécificités de ce contexte qu'un novice par exemple. Les connaissances qu'ils ont accumulées leur permettent de mieux identifier les caractéristiques d'un produit (Ahmed *et al.*, 2003; Deininger *et al.*, 2017). De même, un utilisateur ayant déjà fait l'expérience d'un produit fera plus attention à certains aspects du produit par rapport à un utilisateur découvrant le produit pour la première fois qui peut ne pas avoir conscience de ces aspects.

Pour ces raisons, nous avons demandé aux participants de renseigner en plus de leur âge et de leur sexe, leur profil sportif ainsi que leur activité professionnelle. Concernant le profil sportif nous les avons invités à renseigner :

- La fréquence de pratique sous la forme d'une question fermée avec les options suivantes : *Quotidienne, Hebdomadaire, Mensuel, Occasionnel, Jamais*
- Le sport pratiqué sous forme de question ouverte

- Le niveau estimé sous la forme d'une question fermée avec les options suivantes : *Athlète, Confirmé, Amateur, Novice*

Concernant l'activité professionnelle, les participants sont invités à renseigner leur métier ainsi que le secteur d'activité dans lequel ils exercent aux travers de deux questions ouvertes.

Certaines questions du questionnaire font intervenir des couleurs ainsi que leur variation de saturation. Par conséquent, nous avons veillé à ce que chaque participant renseigne la présence de troubles visuels tels que le *Daltonisme, l'Achromatopsie* ou *Autres Troubles Visuels* pouvant impacter le résultat.

Le questionnaire a été diffusé en ligne afin d'atteindre le plus grand nombre de participants possible à l'adresse suivante : <https://questionnaire-these-antoine.firebaseio.com>.

Nous avons recueilli les réponses de 223 participants pour ce questionnaire dont 122 ayant répondu à l'ensemble des questions.

Le participant le plus jeune est âgé de 15 ans et le plus vieux de 80 ans. L'âge médian est de 30 ans, le premier quartile se situe à 25 ans et le troisième à 43 ans (voir Figure 55).

L'échantillon est composé à 44,3% de femmes et 55,7% d'hommes.

Les participants composant cet échantillon sont chercheurs (5,7%), doctorants (6,6%), enseignants (13,9%), étudiants (18%), ingénieurs (18,9%) ou encore retraités (6,6%). L'ensemble des métiers mentionnés composant moins de 5% de l'échantillon ont été rassemblés dans une catégorie « autre » qui représente 30,3% de l'échantillon observé.

Les participants composant l'échantillon travaillent essentiellement dans un secteur lié ni à la santé, ni au sport (88,5%). Les participants travaillant dans un secteur d'activité lié à la santé représentent 8,2% de l'échantillon. Ceux travaillant dans un secteur d'activité lié au sport constituent 1,6% de l'échantillon, de même que ceux travaillant dans un secteur d'activité lié au secteur sport et santé.

Plus de la moitié de l'échantillon observé pratique une activité physique de manière régulière (73%) dont 52,5% de manière hebdomadaire et 20,5% quotidiennement et plus de la moitié de l'échantillon (58,2%) se considère comme sportif amateur.

Enfin, la majorité des participants composant l'échantillon ne présente aucun trouble visuel (87,7%). Seul 1 participant est daltonien et 11,5% de l'échantillon présentent des troubles visuels n'affectant pas la perception de couleurs tels que la myopie.

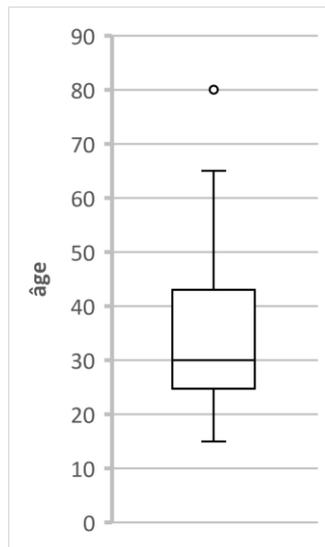


Figure 55 : Boîte à moustaches de la variable âge

### 3.2.1.3 DEFINITION D'UN ESPACE ATTRIBUTS PRODUIT SPORT-SANTE

#### 3.2.1.3.1 DEFINITION DES ATTRIBUTS PRODUIT COULEURS SPORT-SANTE

##### CREATION DE L'ECHANTILLON ATTRIBUT COULEUR.

La couleur est le premier attribut d'un produit que nous percevons (Bloch, 1995; Shieh et Yeh, 2015). Il est alors important de la définir lors de la conception. La roue chromatique est un des outils utilisés pour définir une couleur. Cet outil présente l'ensemble du spectre de la couleur. Chaque couleur y est définie selon diverses propriétés comme sa composante de Rouge, de Vert et de Bleu dans le modèle RVB ou encore sa Teinte, sa Saturation et sa Valeur dans le système de couleurs de Munsell. Il est alors possible de constituer différentes palettes de couleurs à partir de ces propriétés (Jahanian, 2014; Wu *et al.*, 2017).

Nous avons décidé de suivre le système de Munsell afin de prendre en compte les nuances d'une même teinte pour constituer notre palette de couleur. Dans ce système, la couleur est divisée en trois propriétés (voir Figure 56) :

- La Teinte, notée H (Hue en anglais) qui correspond à la nuance de couleur dans le spectre de la couleur, comme le jaune ou le rouge (voir cercle dans la Figure 56). Elle varie de 0 à 360
- La Saturation (S) qui correspond à une mesure de la pureté de la couleur avec comme référence le blanc. Plus une couleur devient pastel, i.e. tend vers le blanc (voir axe vertical dans la Figure 56), moins elle est saturée. La valeur de la Saturation est un pourcentage. Un rouge pur qui n'a aucun blanc est alors saturé à 100%.

- La Valeur (V) qui représente une mesure de l'éclat, sa capacité à réfléchir la lumière. V est également un pourcentage. Plus il est bas, plus la couleur apparait foncée (voir axe horizontal dans la Figure 56)

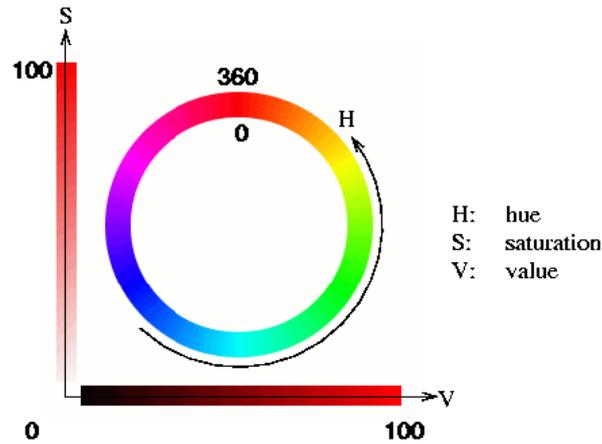


Figure 56 : Propriétés de la couleur dans le système de Munsell

Nous avons adapté l'approche de Wu *et al.* (2017) afin de composer une palette de couleurs pour constituer notre échantillon d'attributs couleur. Cette approche consiste dans un premier temps à segmenter le spectre de la couleur. Ils ont utilisé 10 segments en prenant les valeurs de teintes suivantes H : 0, 36, 72, 108, 144, 180, 216, 252, 288, 324 (voir Figure 57). Ensuite, ils ont réalisé pour chacune des 10 teintes 25 variations avec les valeurs en pourcentages de Saturation et de Valeur suivants (illustrées dans la Figure 58 avec la teinte rouge) :

- S : 20, 40, 60, 80, 100
- H : 20, 40, 60, 80, 100

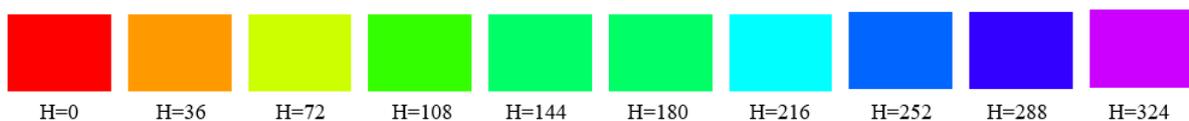
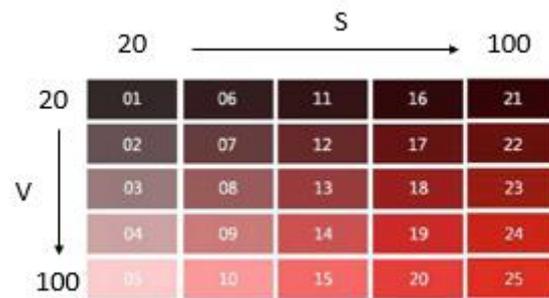


Figure 57 : Echantillon de teintes utilisé par Wu *et al.* (2017)

Figure 58 : Variation de la teinte rouge utilisée par Wu *et al.* (2017)

Ils ont ainsi composé 250 variations de couleurs pour composer un échantillon de couleurs. Cependant, cette approche a été effectuée dans le contexte d'un packaging de nourriture. Dans le contexte d'un produit hybride sport-santé, les couleurs fréquemment observables peuvent différer. En effet, des teintes comme le rose, le jaune ou encore des teintes achromatiques sont couramment employées. L'échelle de teintes utilisée par Wu et ses associés ne permet pas de couvrir ainsi l'ensemble des teintes observables dans notre contexte. Par conséquent, nous avons augmenté le nombre de teintes constituant l'échantillon de base en segmentant le spectre de la couleur en 12 segments au lieu de 10. Ce faisant, nous avons pu ajouter les teintes de rose et de jaune à l'échelle de teinte.

Pour cela, nous avons sélectionné les Teintes multiples de 30 en partant de la Teinte  $H_0=0$ . Ainsi, la 11<sup>e</sup> teinte correspond à la Teinte  $H_{11}=11*30=330$ , i.e. un rose, comme illustré dans la Figure 59 ci-dessous.

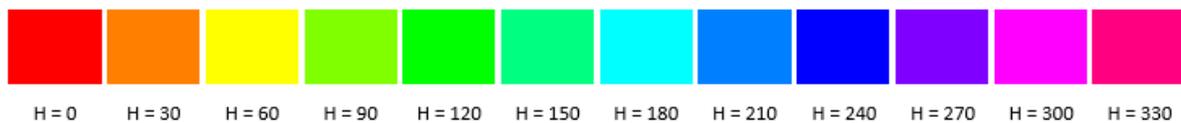


Figure 59 : Echantillon de teintes utilisé pour l'expérimentation n°3

Dans un second temps, nous avons fait varier chacune de ces Teintes selon la Saturation et la Valeur à partir des valeurs de pourcentages suivants :

- S : 25, 50, 75, 100
- V : 25, 50, 75, 100

Nous avons ainsi constitué un total de 192 variations de couleurs, 12 Teintes \* 4 Saturations \* 4 Valeurs. Or, la présentation d'un échantillon de 192 variations de couleurs lors d'une évaluation peut induire une charge cognitive importante. Nous avons réduit le nombre de variations de couleurs composant notre échantillon.

Pour cela, nous avons fixé le pourcentage de la Valeur à 100% permettant de conserver la couleur avec son « éclat naturel » et réduisant l'échantillon composé à 48 variations de couleurs, 12 Teintes \* 4 Saturations.

Nous avons ajouté à cette palette 4 variations de Noir et Blanc afin de considérer les couleurs dites achromatiques dans notre échantillon. Notre palette finale est ainsi composée de 52 nuances de couleurs illustrée en Figure 60 ci-dessous.

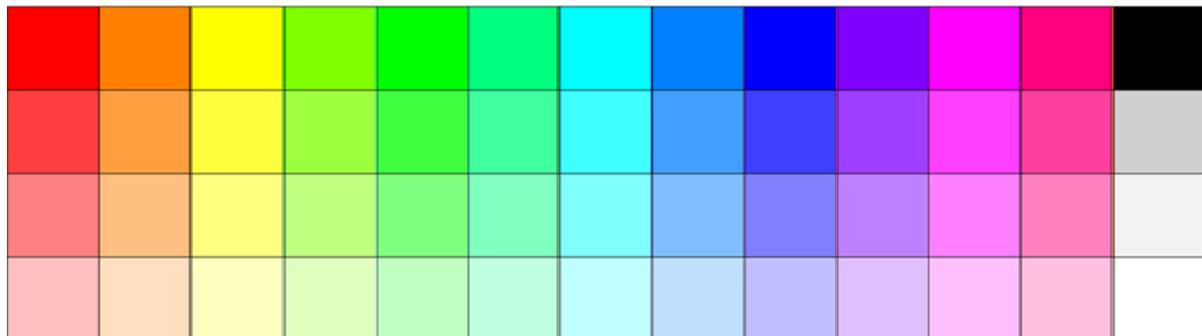


Figure 60 : Palette de couleurs créée pour l'expérimentation n°3

Afin de constituer cette palette de couleurs, nous avons utilisé la roue chromatique développée par la société Adobe dans le mode HSV (Adobe Color, n.d.).

#### INTEGRATION DE LA PALETTE DE COULEUR DANS LA PHASE 1 DU QUESTIONNAIRE

La palette de couleur intervient dans deux questions lors de la phase 1 du questionnaire, les questions Q1 et Q4 (voir Figure 61). Dans la première question (Q1), nous avons invité les participants à associer les différentes couleurs avec une seule des quatre catégories suivantes : Sport, Santé, Sport-Santé et Aucun. Dans la question Q4, nous les avons invités à associer les couleurs avec une seule des catégories suivantes : Sport-Santé ou Non Sport-Santé.

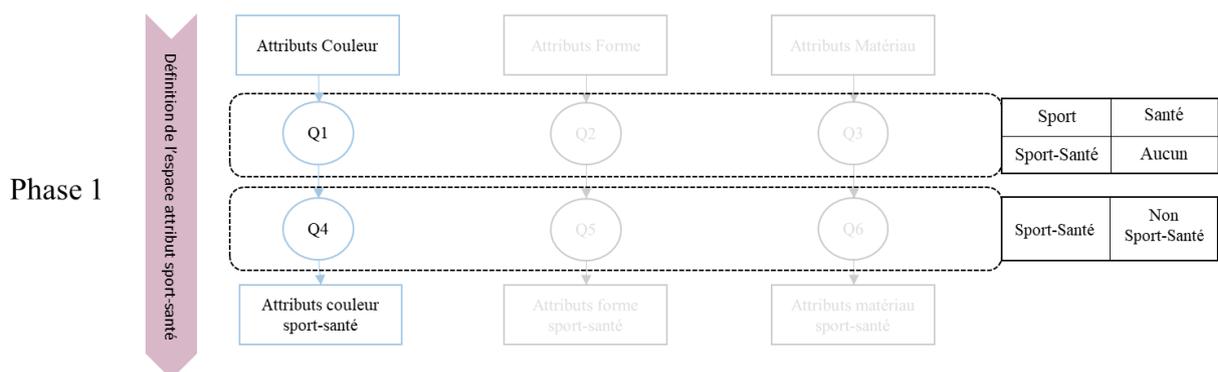


Figure 61 : Intégration de la palette de couleurs dans le questionnaire

Pour réduire la possibilité de surcharge visuelle et cognitive lors de ces deux questions, nous avons réduit le nombre de couleurs présentées pour ces deux questions.

Pour la question Q1, nous avons alors décidé de discriminer les couleurs primitives, i.e. les teintes « pures » dont la valeur de saturation est 100%, selon les différents contextes d'usage. Ce faisant nous

avons évalué les couleurs primitives sans nuances ainsi que les attributs Couleurs noir et blanc pour prendre en compte les couleurs achromatiques. Cela, représente un total de 14 couleurs illustrées en Figure 62.

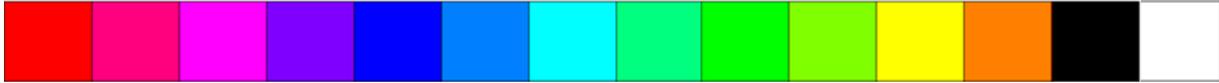


Figure 62 : Echantillon de couleurs présenté lors de la question n°1

Pour la question Q4, nous avons présenté 12 attributs couleurs à chaque participant en mettant en place des rotations permettant ainsi de limiter l'influence d'une couleur sur une autre. En effet, l'ordre de distribution des attributs couleur peut influencer le comportement des participants et engendrer une réaction artificielle qu'il est nécessaire de contrebalancer. Pour cela, nous avons fait en sorte que chaque attribut couleur soit présenté le même nombre de fois sur l'ensemble des participants afin d'éviter la prédominance d'un de ces attributs. Nous avons également fait en sorte qu'aucun de ces attributs couleur ne soit associé aux mêmes attributs couleur entre chaque participant afin d'éviter qu'ils ne soient pas perçus de manière dépendante.

Nous avons créé ainsi la matrice  $M$  présentée en équation (5) où chaque  $C_{i,j}$  correspond à une des couleurs.

$$\forall i = [1; n] , \text{ dans notre cas } n = 13,$$

$$\forall j = [1; m] , \text{ dans notre cas } m = 4,$$

$$M = \begin{pmatrix} C_{1,1} & \dots & C_{1,m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{n,1} & \dots & C_{n,m} \end{pmatrix} \quad (5)$$

Chaque groupe de couleurs, noté  $G_k$ , a été créé sur la base des formules suivantes :

$$\forall k \in [1..n], \text{ avec } k \text{ le numéro du testeur}$$

- Si  $k$  pair alors
  - $i = \lfloor \frac{k}{2} \dots \frac{k}{2} + 3m - 1 \rfloor$  si  $i \leq n$
  - $i = \frac{k}{2} + 3m - n - 1$  si  $i > n$
  - $j = [1..m]$

$$G_{pair_k} = \{C_{i,j}; C_{i+4,j}; C_{i+8,j}\} \quad (6)$$

- Si  $k$  impair
  - $i = \lfloor \frac{k}{2} \dots \frac{k}{2} + 3m - 1 \rfloor$  si  $i \leq n$
  - $i = \frac{k}{2} + 3m - n - 1$  si  $i > n$
  - $j = [1..m]$

$$G_{impair_k} = \{C_{i,m+1-j}; C_{i+4,m+1-j}; C_{i+8,m+1-j}\} \quad (7)$$

Avec ces formules, 26 groupes de 12 descripteurs sémantiques ont été créés au total. Sur l'ensemble de ces groupes, tous les descripteurs apparaissent 6 fois et ne sont jamais associés aux mêmes descripteurs entre deux groupes différents. Tous les 26 participants la rotation est réinitialisée. Le participant n°27 a été confronté aux mêmes descripteurs que la participant n°1.

ATTRIBUTS PRODUIT « COULEUR » ET CONTEXTES D'USAGE

Dans la question Q1, nous avons invité les participants à associer 14 attributs produit « couleur » (voir Tableau 18) avec un des quatre contextes d'usage suivant : Sport, Santé, Sport-Santé et Aucun.

Tableau 18 : Représentation des attributs produit "couleur" proposés aux participants

#00ff00	#7fff00	#ffff00	#ff8000	#ff0000	#ff007f	#ff00ff
#7f00ff	#0000ff	#007fff	#00ffff	#00ff7f	#000000	#ffffff

Nous avons comptabilisé 156 participants ayant répondu à la question Q1.

Dans un premier temps, nous avons mesuré le nombre d'associations faites par catégorie (illustrées en Figure 63). Au total, 2184 associations ont été effectuées dont :

- 266 associations avec le contexte d'usage Aucun
- 1040 associations avec le contexte d'usage Sport-Santé
- 643 associations avec le contexte d'usage Sport
- 235 associations avec le contexte d'usage Santé

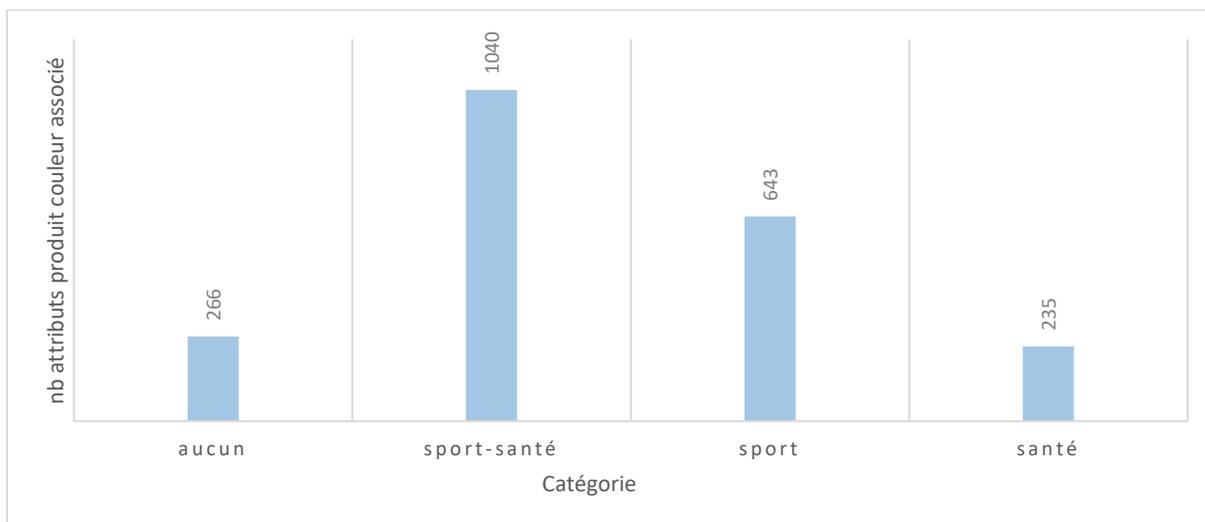


Figure 63 : Nombre d'associations des attributs produit couleur avec les différentes catégories

Nous avons mesuré ensuite les fréquences des associations de chaque couleur primitive avec les différentes catégories, retranscrites dans le Tableau 19 et illustrées en Figure 64.

Tableau 19 : Fréquences des associations des attributs couleurs avec les différentes catégories

Couleur	Fréquence des associations avec la catégorie Aucun	Fréquence des associations avec la catégorie Sport-Santé	Fréquence des associations avec la catégorie Sport	Fréquence des associations avec la catégorie Santé	Total des fréquences
#00ff00	6,4%	48,7%	33,3%	11,5%	100%
#7fff00	10,3%	46,8%	30,8%	12,2%	100%
#ffff00	12,2%	42,3%	40,4%	5,1%	100%
#ff8000	14,7%	37,8%	40,4%	7,1%	100%
#ff0000	5,8%	49,4%	34,6%	10,3%	100%
#ff007f	15,4%	34,0%	41,0%	9,6%	100%
#ff00ff	23,7%	31,4%	37,8%	7,1%	100%
#7f00ff	25,6%	34,0%	34,0%	6,4%	100%
#0000ff	9,6%	62,2%	17,9%	10,3%	100%
#007fff	5,1%	67,3%	16,7%	10,9%	100%
#00ffff	17,9%	42,3%	25,6%	14,1%	100%
#00ff7f	11,5%	48,7%	18,6%	21,2%	100%
#000000	9,0%	49,4%	38,5%	3,2%	100%
#ffffff	3,2%	72,4%	2,6%	21,8%	100%

Sur les 14 couleurs présentées :

- Toutes présentent 30% de leurs associations faites avec la catégorie Sport-Santé, la plus faible étant la couleur #ff00ff (■) avec 31,4% du nombre d'associations de cette couleur.
- 2 couleurs ont plus de 67% de leurs associations faites avec la catégorie Sport-Santé (surlignées en vert dans le Tableau 19) :
  - □ #ffffff
  - ■ #007fff
- 1 couleur a entre de 50% et 67% de ses associations faites avec la catégorie Sport-Santé (surlignées en orange dans le Tableau 19):
  - ■ #0000ff
- 8 couleurs présentent 33% ou plus de leurs associations avec la catégorie Sport :
  - ■ #00ff00
  - ■ #ffff00

- #ff8000
- #ff0000
- #ff007f
- #ff00ff
- #7f00ff
- #000000

Sur ces 8 couleurs, 3 sont plus associées par les participants au contexte d'usage Sport en comparaison avec le contexte d'usage Sport-Santé : #ff8000 (■), #ff007f (■) et #ff00ff (■)

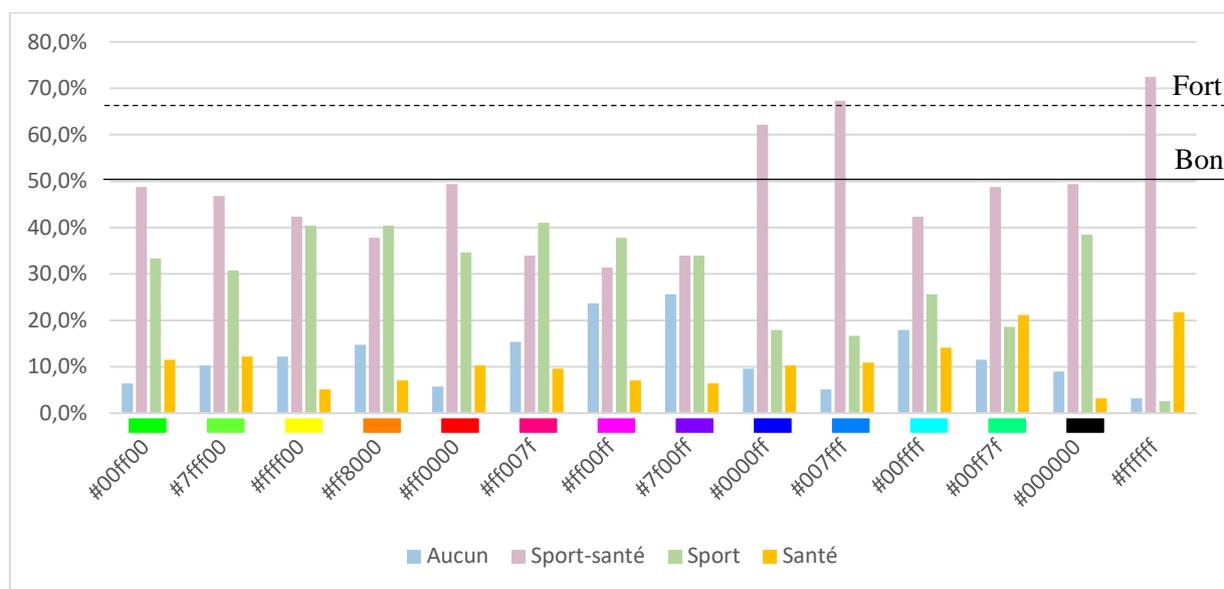


Figure 64 : Fréquences des associations faites par les participants selon la variable couleur

Ainsi l'ensemble des couleurs proposées présente une tendance à être associé au contexte d'usage Sport-Santé. Néanmoins, parmi ces couleurs certaines présentent des tendances « fortes » à être perçues comme appartenant à ce contexte, c'est-à-dire que pour ces couleurs le nombre d'associations avec cette catégorie est supérieure à 50% voire à 67% de leurs associations (voir Figure 64). C'est le cas des trois couleurs suivantes : #007fff (■), #ffffff (□) et #0000ff (■). Ainsi, les couleurs froides, plus particulièrement liées à la teinte bleue, semblent adaptées à un contexte d'usage Sport-Santé.

Afin de voir l'influence du profil des participants constituant l'échantillon sur les résultats observés, nous avons réalisé des tests de Chi<sup>2</sup> entre les critères du profil (âge, sexe, niveau sportif et fréquence de la pratique sportive) et les associations faites avec les différentes catégories. L'ensemble des résultats est présenté en Annexe 5 (p.209). Pour les attributs couleur, la grande majorité des tests est non significative. Ainsi le profil des participants influence peu les résultats observés. Seul l'âge présente un lien avec les associations faites par catégorie et particulièrement en ce qui concerne la catégorie Santé avec  $F(39)=54,74, p = 0.048$ . En effet, plus l'âge est bas plus les teintes de vert sont associées au contexte

d'usage de la Santé (voir Figure 65). Nous avons constaté également que la teinte rouge y est associée pour la catégorie d'âge 26-30 ans et la teinte orange pour la catégorie d'âge 43 ans et plus.

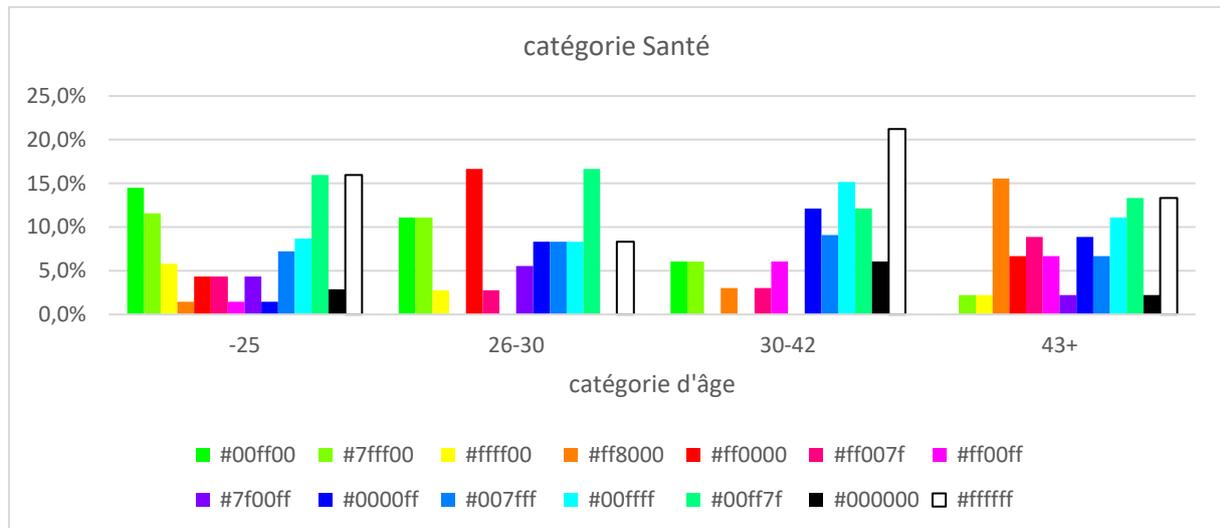


Figure 65 : Fréquences d'associations des attributs produit "couleur" au contexte d'usage Santé selon la variable âge

Pour vérifier les tendances concernant la catégorie Sport-Santé et les affiner, nous avons demandé aux participants d'associer (ou non) non seulement ces 14 couleurs « pures » mais également leurs nuances avec la catégorie Sport-Santé.

#### ATTRIBUTS PRODUIT « COULEUR » ET CONTEXTE D'USAGE SPORT-SANTE

Dans la quatrième question, nous avons invité chaque participant à associer 12 attributs produit « couleur » parmi les 52 constituant notre échantillon à une seule des catégories suivantes : Sport-Santé ou Non Sport-Santé.

Nous avons comptabilisé un total de 129 participants ayant répondu à cette question. En moyenne, un attribut couleur comptabilise 30 associations avec le contexte d'usage sport-santé. Le nombre minimum d'associations observé pour une couleur est de 21 (■#0000ff) et le maximum de 41 (■#0000ff)

Les premiers résultats observés, illustrés en Figure 66 , ont montré que :

- 29 couleurs sur 52 sont associées dans plus de 67% des cas (ligne en tiret dans la Figure 66) au contexte d'usage Sport-Santé
- 4 couleurs sur 52 sont associées dans plus de 50% des cas (ligne en pointillé dans la Figure 66) au contexte d'usage Sport-Santé

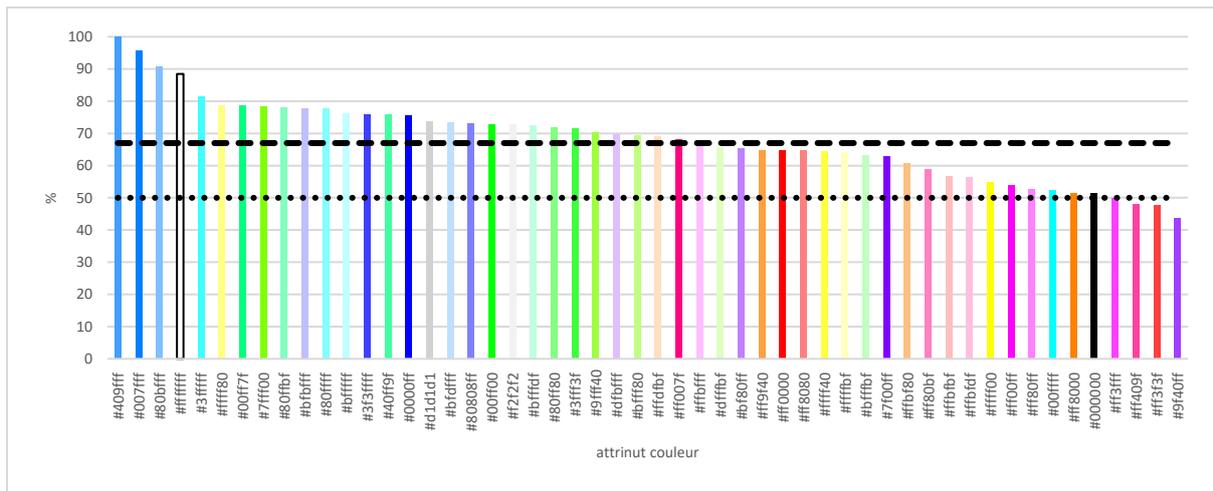


Figure 66 : Fréquences des associations des attributs produit « couleur » au contexte d'usage Sport-Santé

En replaçant ces résultats sur la roue chromatique, nous avons constaté que les couleurs froides (bleu et vert) sont dans la majorité associées au contexte d'usage Sport-Santé (marquées d'un point noir sur la Figure 67) Nous remarquons également que seule la couleur noire n'est pas associée à plus de 67% à ce contexte contrairement aux autres nuances de l'échelle de noir et blanc.

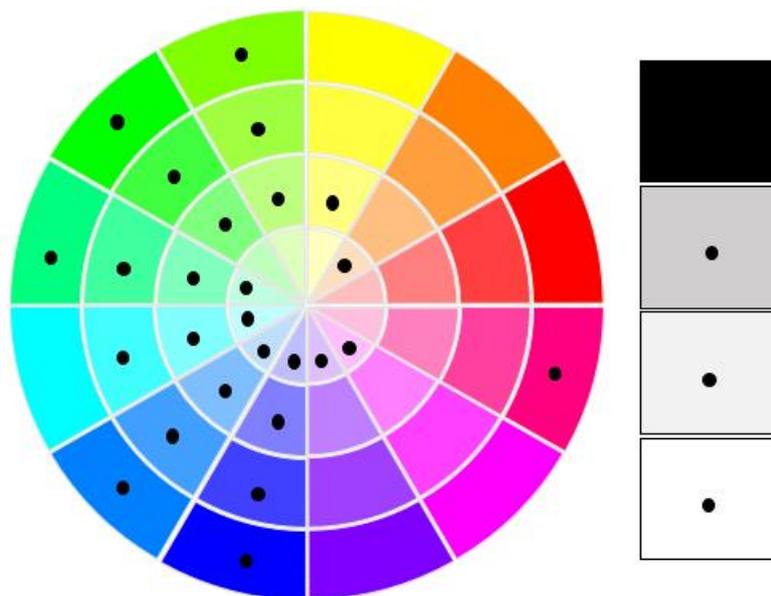


Figure 67: Positions des couleurs associées au contexte d'usage Sport-Santé sur la roue chromatique

Ainsi, les teintes vertes en plus des teintes froides et blanches apparaissent perçues comme Sport-Santé par les participants alors que les teintes chaudes, violettes et la couleur noire ne le sont pas.

De plus dans cette question nous avons proposé dans l'intitulé de la question le terme Sport-Santé aux participants pairs et Santé-Sport aux participants impairs afin de voir l'influence du terme sur les résultats observés. Pour cela nous avons réalisé un test du Chi<sup>2</sup> entre les attributs couleurs et les deux catégories présentées à cette question. Le résultat montre qu'il n'existe pas de lien entre ces variables

avec  $F(51)=32,36$ ,  $p = 0,98$ . Ainsi, les termes Sport-Santé ou Santé-Sport n'influencent pas les résultats observés.

### 3.2.1.3.2 DEFINITION DES ATTRIBUTS PRODUIT FORMES SPORT-SANTE

#### CREATION DE L'ECHANTILLON ATTRIBUT FORME

En plus de la couleur, la forme influence également la perception d'un produit. Dans la littérature, différentes approches sont employées pour créer un échantillon de formes. Parmi celles-ci, nous observons deux types d'approches.

- Faire varier le profil général d'un produit au travers d'une matrice (Becker *et al.*, 2011; MacDonald *et al.*, 2009; Petiot et Yannou, 2004). Par exemple, MacDonald et ses collaborateurs ont réalisé une matrice dans laquelle une bouteille de vin varie selon sa hauteur et sa largeur (à gauche dans la Figure 68)
- Décomposer un produit en géométries élémentaires (Fung *et al.*, 2014; Hsiao et Chen, 1997; Ngo *et al.*, 2012; Shieh et Yeh, 2015; Wang, 2019; Xue *et al.*, 2019). Dans leur travaux, Hsiao et Chen (1997) ont décomposé une chaise de bureau en 5 parties : le dossier, l'assise, le renfort dorsal, l'accoudoir et le pied. Ils ont confronté ensuite différentes formes comme le carré, le trapèze ou encore une ellipse aux différentes parties de la chaise afin de décrire l'apparence du produit (à droite dans la Figure 68)

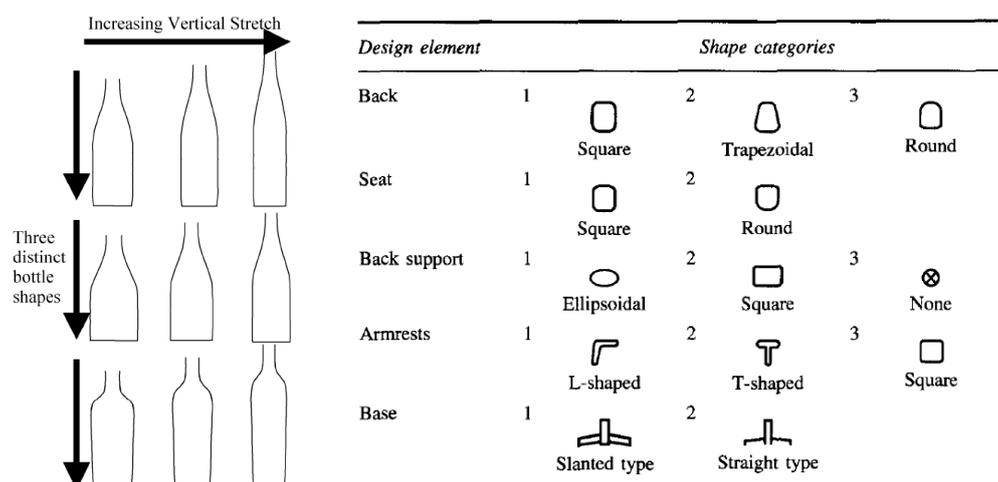


Figure 68 : De gauche à droite : Exemple de variation de formes utilisant une Matrice (MacDonald *et al.*, 2009) ; Exemple de décompositions de produit avec confrontation de géométries élémentaires (Hsiao et Chen, 1997)

Toutefois, dans ces deux types d'approches, les études observables se portent sur un seul type de produit à la fois que ce soit un verre (Petiot et Yannou, 2004), une chaise (Hsiao et Chen, 1997) ou encore un téléphone portable (Fung *et al.*, 2014).

Afin de composer notre échantillon d'attributs forme, nous avons cherché des attributs forme caractéristiques de produits dits sport-santé et cela quel que soit le type produit. Nous avons donc cherché des formes primitives, génériques pouvant être applicables sur tout type de produits.

Compte tenu de notre objectif, nous avons analysé 5 travaux portant soit sur des téléphones portables (Fung *et al.*, 2014), des chaises (Hsiao et Chen, 1997), des bouteilles (Ngo *et al.*, 2012), des casques de vélo (Li, 2018) ou sur des fauteuils de train (Xue *et al.*, 2019) afin d'en extraire les attributs forme principaux. Nous présentons l'ensemble des attributs forme mentionnés dans ces différents travaux dans le Tableau 20.

Tableau 20 : Attributs produit observé dans les travaux de Fung *et al.* (2014), Hsiao et Chen, (1997), Ngo *et al.* (2012) Li, (2018) et Xue *et al.* (2019)

Fung <i>et al.</i> , 2014	Hsiao et Chen, 1997	Ngo <i>et al.</i> , 2012	Li, 2018	Xue <i>et al.</i> , 2019
Rond	Carré	Rond	Anguleux	Ligne
Carré	Trapèze	Anguleux	Lisse	Courbe
Longueur	Rond	Organique		Arqué
Largeur	Ellipse			Irrégulier
Epaisseur	Forme T			Rectangle
Courbe	Forme U			Ellipse
Droit	Incliné			Semi-ellipse
Arqué	Droit			Ligne parallèle
				Courbe surélevé
				Courbe irrégulière
				Large
				Elancée
				Ratio moyen
				Ratio large
				Angle petit
				Angle grand
				Droit
				Bombé
				Plat
				Polygone

Nous avons classé ces attributs forme en 4 catégories : *Géométrie élémentaire*, *Dimension et ratio*, *Angle et Surface* comme présentées dans le Tableau 21.

Tableau 21 : Attributs forme extraits et catégorisés

Catégories d'attributs forme	Dénomination utilisée
Géométrie élémentaire	Carré Trapèze Rond Ellipse Polygone Organique Forme T Forme U Rectangle
Dimension et ratio	Epaisseur Hauteur Longueur Largeur Elancé Ratio Moyen Ration Large
Angle	Petit Grand Incliné
Surface	Lisse / ligne / droit Courbe / Arqué / bombé Irrégulier

Sur la base de ces 4 catégories, nous avons constitué notre échantillon d'attributs forme. Pour cela nous avons créé pour chaque catégorie 4 variations d'attributs, soit 16 attributs forme au total. Ce choix a pour but d'éviter un choix neutre lors de l'évaluation de ces attributs.

Les variations créées sont les suivantes (illustrées Figure 69) :

- 4 Variations d'angle allant d'un angle vif à un angle plat
- 4 Variations de géométrie allant d'une géométrie arrondie à une géométrie carrée
- 4 Variations de dimension allant d'une dimension étirée à une dimension étalée
- 4 Variations de surface allant d'une surface brute à une surface lisse

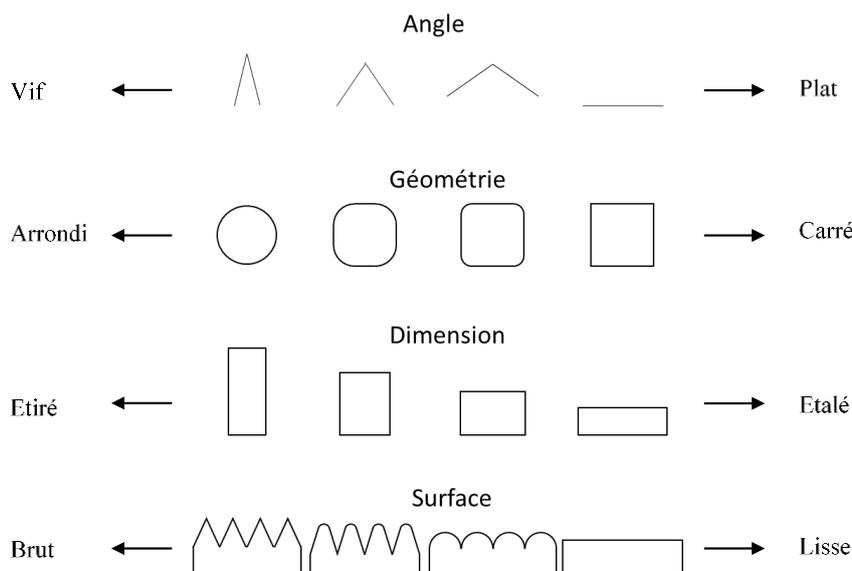


Figure 69 : Échantillon d'attributs produit de type forme utilisé pour l'expérimentation n°3

INTEGRATION DE L'ÉCHANTILLON DE FORMES DANS LA PHASE 1 DU QUESTIONNAIRE

Cet échantillon de formes intervient dans deux questions lors de la phase 1 du questionnaire, les questions Q2 et Q5 (voir Figure 70). Dans la question Q2, nous avons invité les participants à associer les différentes formes avec une seule des quatre catégories suivantes : Sport, Santé, Sport-Santé et Aucun. Dans la question Q5, nous les avons invités à associer les formes avec une seule des catégories suivantes : Sport-Santé ou Non Sport-Santé.

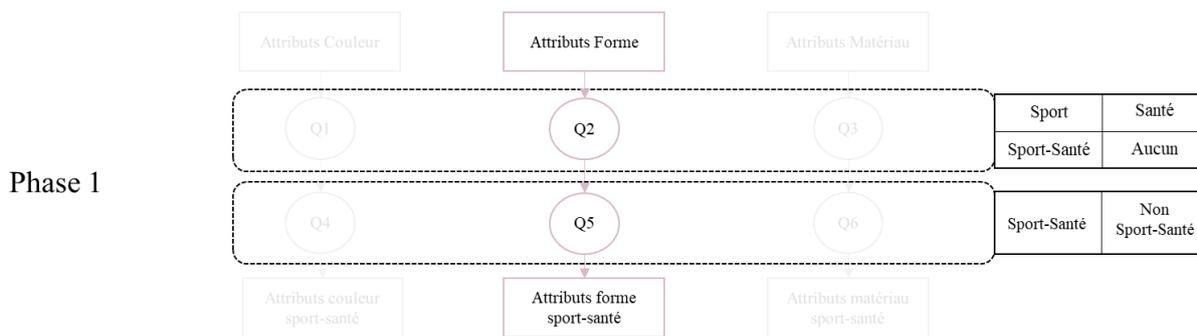


Figure 70 : Intégration de l'échantillon de formes dans le questionnaire

Pour ces deux questions, l'ensemble des formes a été présenté à tous les participants.

ATTRIBUTS PRODUIT « FORME » ET CONTEXTES D'USAGE

Dans la question Q2, nous avons invité les participants à associer 16 attributs produit forme (voir Figure 69) avec un des quatre contextes d'usage suivant : Sport, Santé, Sport-Santé et Aucun.

Nous avons comptabilisé 132 participants ayant répondu à cette question.

Au total, le nombre d'associations d'attributs forme s'élève à 2082 (voir Figure 71) dont :

- 338 avec la catégorie Aucun
- 1103 avec la catégorie Sport-Santé
- 354 avec la catégorie Sport
- 287 pour le contexte d'usage Santé

Le contexte d'usage Sport-Santé cumule à lui seul plus de la moitié (53%) du nombre des associations faites par les participants.

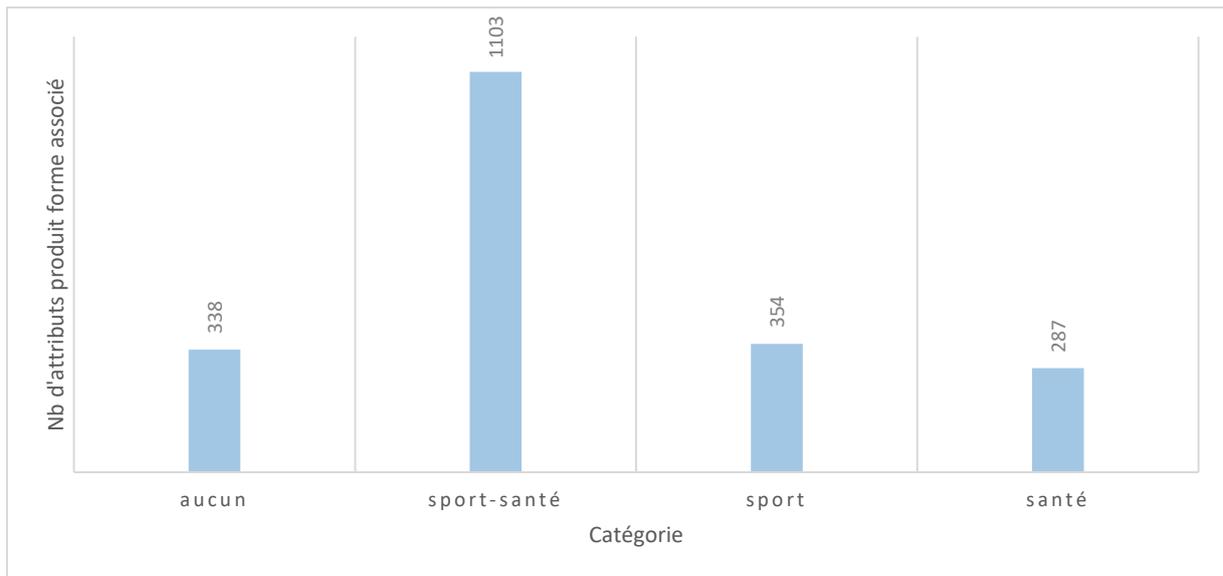


Figure 71 : Nombre d'associations des attributs forme avec les différentes catégories

Les fréquences du nombre d'associations des différentes formes avec les catégories ont montré :

- Pour les formes de type Angle (voir Figure 72) :
  - Plus l'angle est plat, plus les participants l'associent au contexte d'usage Sport-Santé (62,9% pour l'Angle 4)
  - Plus l'angle est vif, plus l'angle est associé au contexte d'usage Aucun (28,8% pour l'Angle 1)
  - Avec 34,8% des participants, un angle marqué mais non vif (Angle 3) est perçu comme Sport
  - Quelle que soit la forme de type Angle, les participants l'associent peu au contexte d'usage Santé. Le maximum observable est de 15,2% pour l'Angle 1 et l'Angle 4

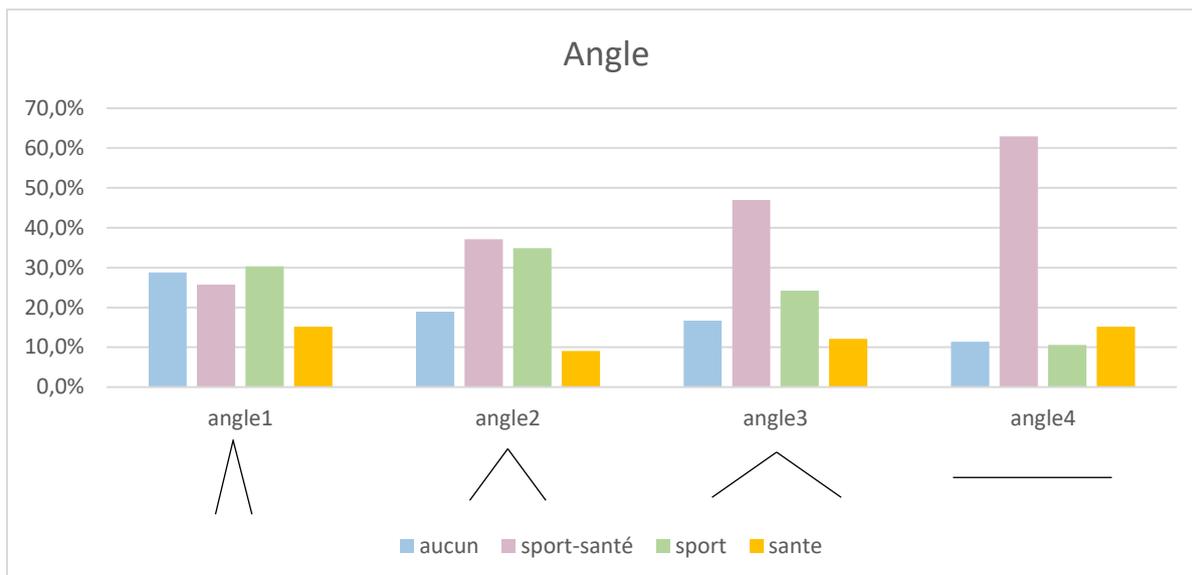


Figure 72 : Fréquences des associations des attributs forme de type Angle

- Pour les formes de type Géométrie (voir Figure 73) :
  - Quelle que soit la géométrie, elle est fortement associée au contexte d'usage Sport-Santé, allant de 53% (*Géométrie 4*) à 72% des participants (*Géométrie 1*)

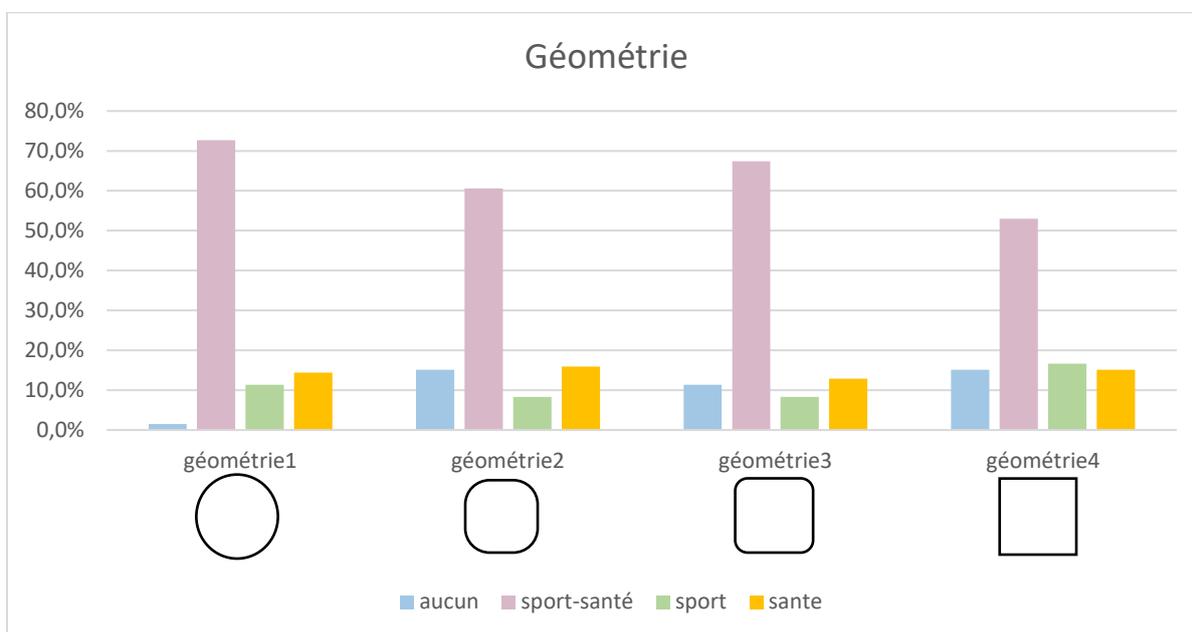


Figure 73 : Fréquences des associations des attributs forme de type Géométrie

- Pour les formes de type Proportion (voir Figure 74) :
  - Quelle que soit la proportion, elle est fortement associée au contexte d'usage Sport-Santé, allant de 54,5% (*Proportion 1*) à 60,6% des participants (*Proportion 2*)

- Les proportions équilibrées semblent plus adaptées. Les formes élancées ou étirées sont moins associées par les participants à ce contexte d'usage

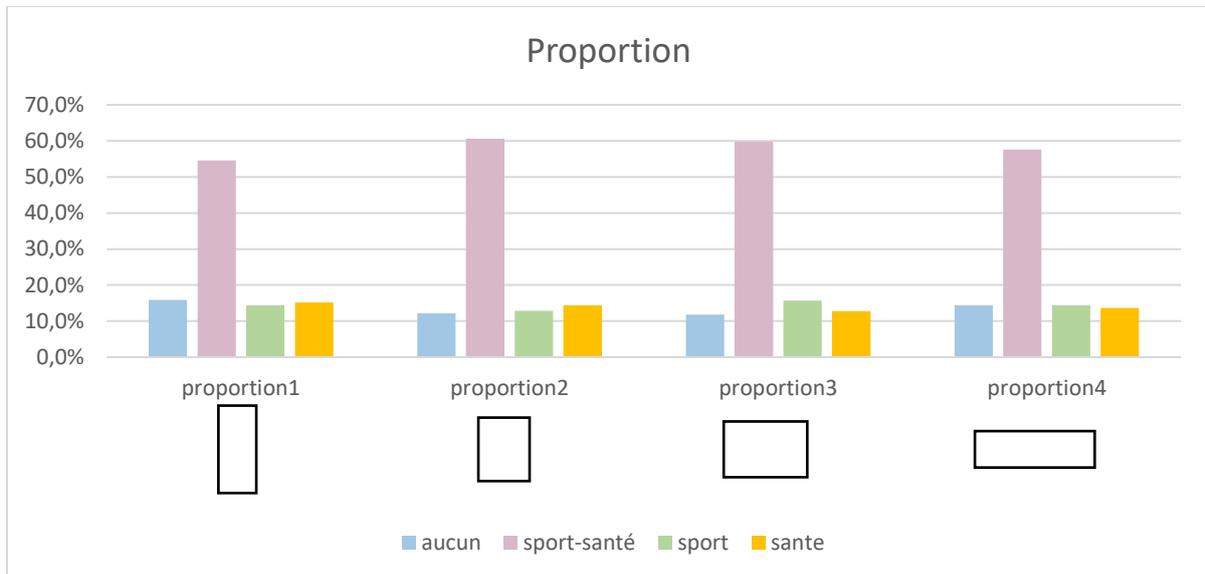


Figure 74 : Fréquences des associations des attributs produit forme de type Proportion

- Pour les formes de type Surface (voir Figure 75) :
  - Plus la surface est lisse, plus les participants l'associent au contexte d'usage Sport-Santé (75% pour la Surface 4)
  - Plus la surface est brute, plus les participants l'associent au contexte d'usage Aucun (34,8% pour la Surface 1) ou Sport (25% pour la Surface 1)

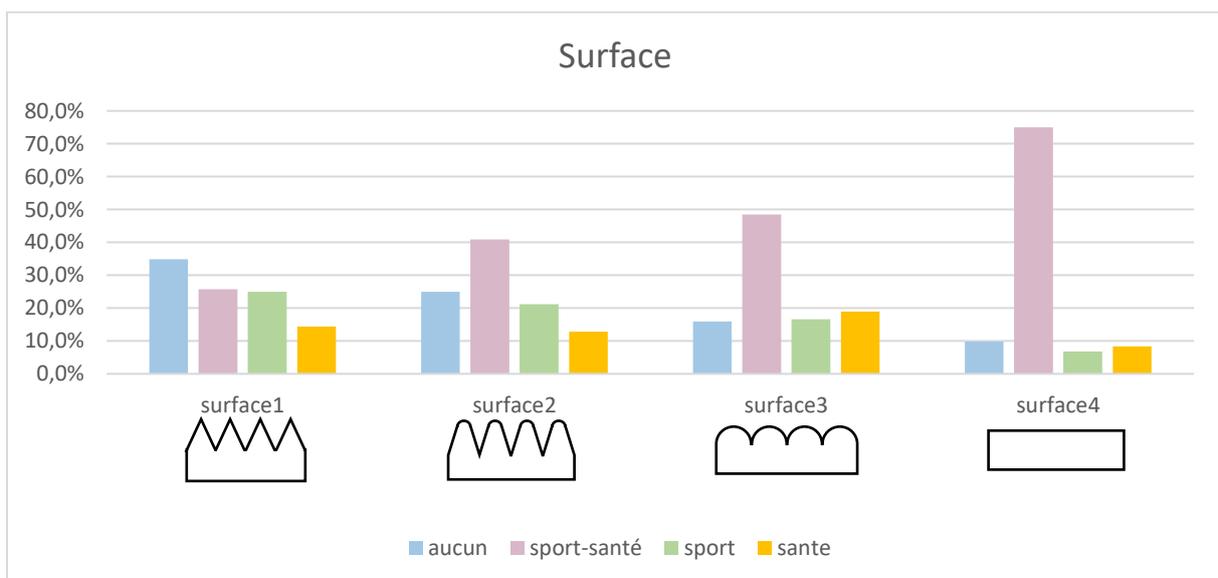


Figure 75 : Fréquences des associations des attributs forme de type Surface

Afin de voir l'influence du profil des participants constituant l'échantillon sur les résultats observés, nous avons réalisé des tests de Chi<sup>2</sup> entre les critères du profil (âge, sexe, niveau sportif et fréquence de la pratique sportive) et les associations faites avec les différentes catégories. L'ensemble des résultats est présenté en Annexe 5 (p.209). Pour les attributs forme, l'ensemble des résultats est non significatif. Ainsi le profil des participants n'influence pas les résultats observés concernant les attributs forme.

Afin de vérifier les différentes tendances concernant la catégorie Sport-Santé, nous avons demandé aux participants d'associer (ou non) ces attributs forme avec la catégorie Sport-Santé.

### ATTRIBUTS PRODUIT « FORME » ET CONTEXTE D'USAGE SPORT-SANTE

Dans la question Q5, nous avons invité chaque participant à associer les 16 attributs forme constituant notre échantillon à une seule des deux catégories : Sport-Santé ou Non Sport-Santé.

Nous avons comptabilisé un total de 129 participants ayant répondu à cette question. Sur la base de cet échantillon nous avons mesuré le nombre d'associations par attributs forme avec la catégorie sport-santé. En moyenne, un attribut forme comptabilise 87 associations sur 129 avec le contexte d'usage Sport-Santé. Les fréquences du nombre d'associations des attributs avec cette catégorie sont illustrées en Figure 76. Nous notons que :

- 11 formes sont associées dans plus de 67% des cas au contexte d'usage Sport-Santé :
  - *Angle 2* (67,4%), *Angle 4* (74,4%)
  - *Géométrie 1* (91,4%), *Géométrie 2* (86%), *Géométrie 3* (81,4%)
  - *Proportion 1* (71,3%), *Proportion 2* (82,2%), *Proportion 3* (86,2%), *Proportion 4* (70,5%)
  - *Surface 3* (79,1%) et *Surface 4* (76%)
- 2 formes sont associées dans moins de 50% des cas au contexte d'usage Sport-Santé :
  - *Angle 1* (33,33%)
  - *Surface 1* (34,88%)

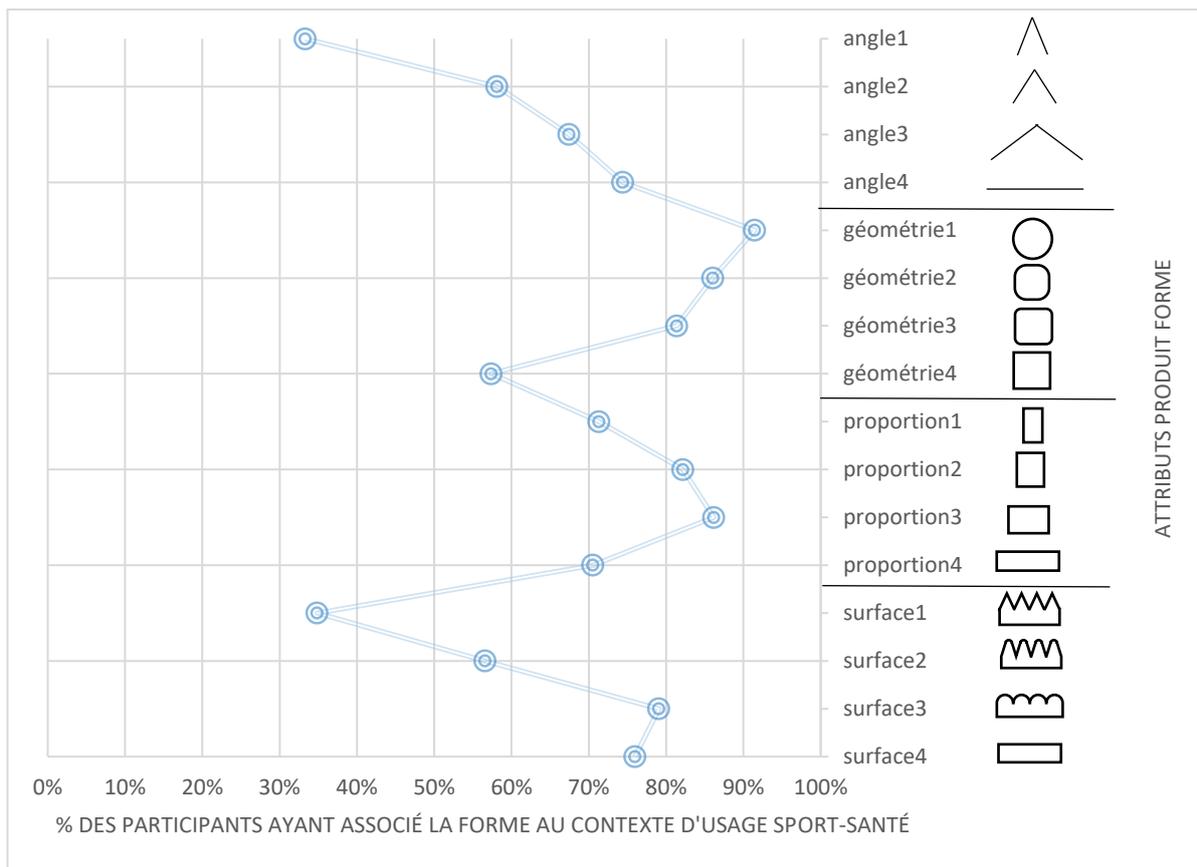


Figure 76 : Fréquences des associations des attributs « forme » au contexte d'usage Sport-Santé

Ainsi, sur les 16 formes, 11 sont perçues comme adaptées pour un produit sport-santé. Plus l'angle est « plat », plus il est perçu comme adapté au contexte d'usage Sport-Santé. De même, plus la géométrie est ronde plus elle est associée au contexte d'usage Sport-Santé. Tous les attributs forme de type *Proportion* sont fortement associés au contexte d'usage Sport-Santé. Néanmoins, les *Proportions* équilibrées, i.e. avec un ratio hauteur/largeur proche de 1 (*Proportions 2 et 3*), y sont plus associées. Enfin, les surfaces lisses et bosselées sont plus perçues comme appartenant au contexte d'usage Sport-Santé.

De plus dans cette question nous avons proposé dans l'intitulé le terme Sport-Santé aux participants pairs et Santé-Sport aux participants impairs afin de voir l'influence du terme sur les résultats observés. Pour cela nous avons réalisé un test du Chi<sup>2</sup> entre les attributs forme et les deux catégories présentées à cette question. Le résultat montre qu'il n'existe pas de lien entre ces variables avec  $F(15)=9,85$ ,  $p = 0,825$ . Ainsi, les termes Sport-Santé ou Santé-Sport n'influencent pas les résultats observés.

3.2.1.3.3 DEFINITION DES ATTRIBUTS PRODUIT MATERIAU SPORT-SANTE

CREATION DE L'ECHANTILLON ATTRIBUT MATERIAU

Le dernier sous-espace d'attributs que nous avons observé est celui des matériaux. Ces attributs présentent la particularité de faire appel à deux de nos sens : la vue et le toucher. Ainsi, il n'est pas rare d'observer la création d'échantillons de matériaux physiques (Avramescu *et al.*, 2014) ou d'échantillons visuels (Maleki *et al.*, 2019). Dans ces deux cas, l'implication du testeur dans l'expérimentation est différente.

L'utilisation d'un échantillon physique permet aux participants non seulement de voir mais également de toucher les matériaux. Grâce à cela, ils ont une perception plus fine des matériaux qu'ils observent. En touchant la matière, les participants peuvent ressentir son poids, sa rugosité ou encore sa température. Ils discriminent ainsi divers matériaux par leur texture et cela même au travers d'une famille de matériaux comme différents bois (Da Silva, 2016). L'utilisation d'un échantillon physique permet ainsi d'observer une expérience plus riche. Elle requiert néanmoins de prendre en considération certains aspects. Le premier est que les échantillons physiques peuvent être onéreux selon le matériau évalué. Son application requiert également la mise en place d'une expérimentation in-situ ou encore en face à face. Un autre aspect à prendre en compte avec un échantillon d'attributs matériau physiques est la couleur. Nous avons vu que la couleur peut influencer sur la perception des participants. Or, chaque matériau présente une couleur propre qu'elle soit naturelle ou artificielle. Pour limiter l'influence de ce facteur, des tests « à l'aveugle » peuvent être réalisés. Dans ce type de tests, les attributs matériau sont disposés dans une boîte opaque, forçant le participant à ne percevoir l'échantillon de matière qu'au travers du toucher (Avramescu *et al.*, 2014).

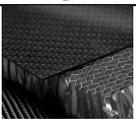
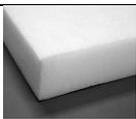
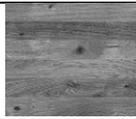
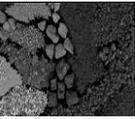
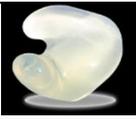
L'utilisation d'un échantillon visuel implique à la différence d'un échantillon physique que les participants n'utilisent que leur vue pour évaluer, associer ou encore décrire les matériaux de l'échantillon. Cela permet non seulement de réduire les coûts liés aux matériaux (Hsu *et al.*, 2000), mais également de s'affranchir de la contrainte présentielle des sujets. En effet, l'utilisation de représentations des matériaux combinée à un questionnaire diffusé en ligne peut être citée comme exemple. Ainsi, pour la mise en place d'une expérimentation, l'utilisation d'un échantillon visuel apparaît plus flexible et permet d'atteindre un plus large échantillon de la population. Cependant, l'utilisation de tels supports ne permet pas d'atteindre la même profondeur d'expérience qu'avec l'échantillon physique et nécessite également de prendre des précautions quant à la qualité des images présentées car cela a un impact direct sur les résultats de l'expérimentation.

Pour notre expérimentation, nous ne nous focalisons pas sur un type spécifique de produits, mais sur toutes sortes de produits sport-santé. Cela implique une diversité de matériaux à prendre en compte. Par conséquent, nous n'avons pas cherché à observer une perception fine de matériaux spécifiques mais plutôt à discriminer des matériaux génériques adaptés au contexte d'usage sport-santé pour une large

partie de la population. Nous avons ainsi opté pour l'utilisation d'un échantillon visuel pour la flexibilité que cela permet quant à la mise en place de l'expérimentation et de sa diffusion.

Pour constituer notre échantillon d'attributs matériau, nous nous sommes basés sur les familles de matériaux telles que définies par Ashby (2010). Nous avons ainsi extrait les familles de matériaux suivantes : *Textile, Verre / Céramique, Composite, Plastique, Mousse, Bois, Métal, Cuir, Silicone* et *Minéraux* (voir Tableau 22). Nous avons également décidé de présenter les images des matériaux en nuances de gris afin de limiter l'influence de la couleur sur les participants lors de l'expérimentation.

Tableau 22 : Echantillon de représentations de matériaux utilisé pour l'expérimentation n°3

Textile	Verre / Céramique	Composite	Plastique	Mousse
				
Bois	Métal	Cuir	Minéraux	Silicone
				

INTEGRATION DE L'ECHANTILLON DE MATERIAUX DANS LA PHASE 1 DU QUESTIONNAIRE

Cet échantillon de matériaux intervient dans deux questions lors de la phase 1 du questionnaire, les questions Q3 et Q6 (voir Figure 77). Dans la question (Q3), nous avons invité les participants à associer les différents matériaux avec une seule des quatre catégories suivantes : Sport, Santé, Sport-Santé et Aucun. Dans la question Q6, nous les avons invités à associer les matériaux avec une seule des catégories suivantes : Sport-Santé ou Non Sport-Santé.



Figure 77 : Intégration de l'échantillon matériaux dans le questionnaire

Pour ces deux questions, l'ensemble des matériaux a été présenté à tous les participants.

ATTRIBUTS PRODUIT MATERIAU ET CONTEXTES D'USAGE

Caractérisation de la perception d'un produit hybride intégrant des composantes issues d'univers produits contradictoires en conception : application aux produits sport-santé

Dans la question Q3, nous avons invité les participants à associer 10 attributs produit matériau (voir Tableau 22) avec une seule des quatre catégories suivantes : Sport, Santé, Sport-Santé et Aucun.

Nous avons comptabilisé 168 participants ayant répondu à cette question. Au total, 1680 associations ont été effectuées (voir Figure 78) dont :

- 231 associations d'attributs matériau avec la catégorie Aucun
- 891 associations d'attributs matériau avec la catégorie Sport-Santé
- 322 associations d'attributs matériau avec la catégorie Sport
- 236 associations d'attributs matériau avec la catégorie Santé

La catégorie Sport-Santé cumule à elle seule 53% du nombre d'associations total.

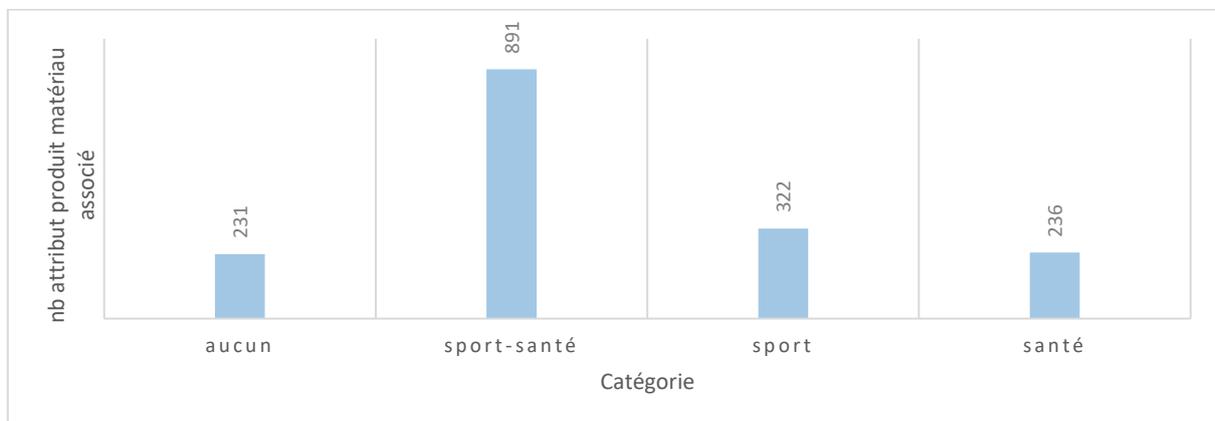


Figure 78: Associations des attributs produit matériau avec les différentes catégories

Les fréquences du nombre d'associations des attributs matériau avec les différentes catégories sont reportées dans le Tableau 23 et illustrées en Figure 79.

Tableau 23 : Fréquence d'associations des attributs matériau avec les différentes catégories

Attributs matériau	Fréquence des associations avec la catégorie Aucun	Fréquence des associations avec la catégorie Sport-Santé	Fréquence des associations avec la catégorie Sport	Fréquence des associations avec la catégorie Santé	Total des fréquences
Textile	0,0%	76,2%	19,6%	4,2%	100%
Plastique	0,6%	81,0%	13,7%	4,8%	100%
Silicone	0,6%	75,6%	3,6%	20,2%	100%
Mousse	4,8%	67,3%	22,0%	6,0%	100%
Bois	39,3%	16,7%	38,1%	6,0%	100%
Métal	6,5%	67,9%	10,1%	15,5%	100%
Cuir	19,6%	27,4%	47,6%	5,4%	100%
Verre	23,2%	23,8%	3,0%	50,0%	100%
Composites	3,0%	64,3%	29,8%	3,0%	100%
Minéraux	39,9%	30,4%	4,2%	25,6%	100%

Sur l'ensemble des attributs matériau présentés :

- 5 matériaux ont plus de 67% du nombre de leurs associations faites avec la catégorie Sport-Santé (surlignés en vert dans le Tableau 23) : *Textile, Plastique, Métal, Mousse et Silicone*
- 1 matériau a plus de 50% du nombre de ses associations faites avec la catégorie Sport-Santé (surligné en orange dans le Tableau 23) : *Composite*
- 1 matériau a plus de 50% du nombre de ses associations faites avec la catégorie Santé (surligné en violet dans le Tableau 23) : *Verre*

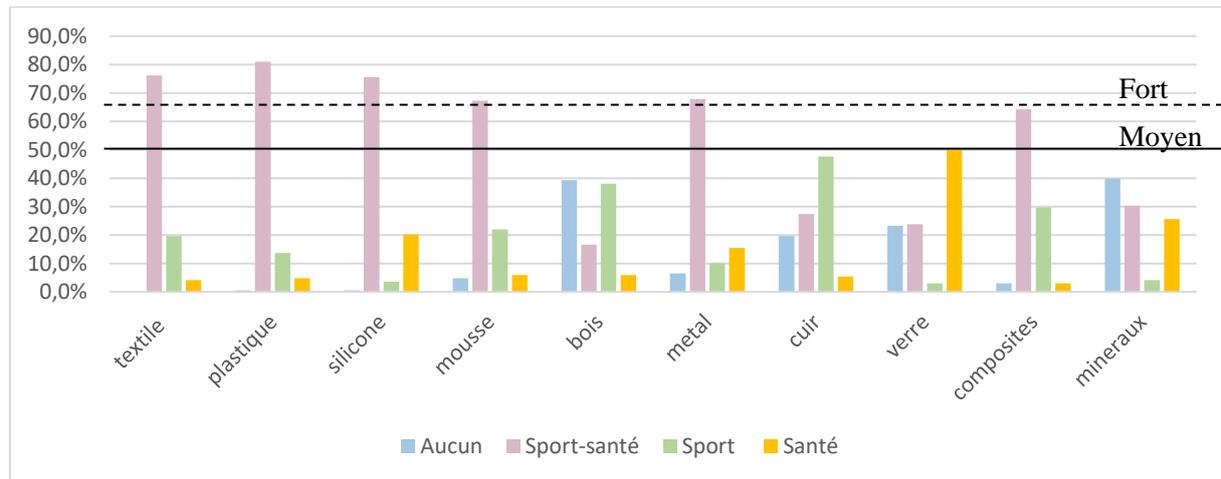


Figure 79: Fréquences des associations faites selon l'attribut produit matériau

Nous avons observé ainsi les tendances suivantes :

- Une tendance forte (plus de 67% du nombre d'associations liées au matériau) concernant les matériaux *Textile, Plastique, Métal, Mousse et Silicone* à être perçus comme des matériaux pour le contexte d'usage Sport-Santé (voir Figure 79)
- Une tendance moyenne (plus de 50% du nombre d'associations liées au matériau) concernant le matériau *Composite* à être perçu comme un matériau Sport-Santé
- Une tendance moyenne concernant le matériau *Verre* à être perçu comme un matériau Santé

Afin de voir l'influence du profil des participants constituant l'échantillon sur les résultats observés, nous avons réalisé des tests de Chi<sup>2</sup> entre les critères du profil (âge, sexe, niveau sportif et fréquence de la pratique sportive) et les associations faites avec les différentes catégories. L'ensemble des résultats est présenté en Annexe 5 (p.209). Pour les attributs matériau, la grande majorité des tests est non significative. Ainsi le profil des participants influence peu les résultats observés. Seul le niveau sportif présente un lien avec les associations faites par catégorie et particulièrement en ce qui concerne la catégorie Sport avec  $F(18)=29,14, p = 0.046$ . En effet, plus le niveau sportif est élevé plus le Composite et le Bois sont associés au contexte d'usage Sport (voir Figure 80). Cela peut s'expliquer par le fait que ces matériaux sont souvent utilisés pour des produits Haut de Gamme comme par exemple la Fibre de

Carbone pour les vélos de course. Ces matériaux représentant un investissement sont souvent réservés à des pratiquants expérimentés comme des athlètes. Nous remarquons aussi une tendance inverse pour la Mousse et le Cuir. En effet, plus le niveau sportif du participant est élevé moins il associe ces matériaux au contexte d'usage Sport.

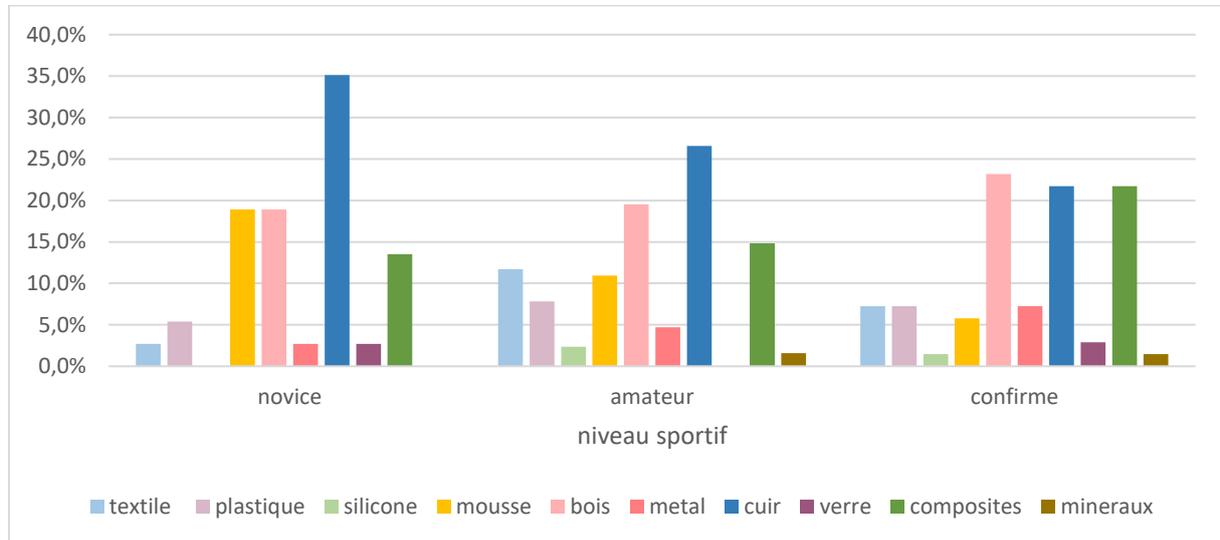


Figure 80 : Fréquences d'associations des attributs produit matériau au contexte d'usage Sport selon la variable niveau sportif

Afin de vérifier les tendances concernant la catégorie Sport-Santé, nous avons invité les participants à évaluer si ces différents matériaux appartiennent ou non à la catégorie Sport-Santé

#### ATTRIBUTS PRODUIT MATERIAU ET CONTEXTE D'USAGE SPORT-SANTE

Dans la question Q6, nous avons invité les participants à associer les 10 attributs matériau à une seule des deux catégories : Sport-Santé ou Non Sport-Santé.

Nous avons recueilli un total de 132 réponses pour cette question. En moyenne, un attribut matériau est associé 90 fois sur 132 au contexte d'usage Sport-Santé. Les fréquences du nombre d'associations de chaque matériau avec le contexte d'usage Sport-santé sont illustrées en Figure 81.

Sur les 10 matériaux :

- 6 ont été associés dans plus de 67% des cas au contexte d'usage Sport-Santé : *Textile* (93,94%), *Plastique* (84,85%), *Silicone* (93,18%), *Mousse* (83,33%), *Métal* (71,21%) et *Composite* (90,15%).
- 1 a été associé entre 50% et 67% des cas au contexte d'usage Sport-Santé : *Cuir* (52,27%)
- 3 ont été associés dans moins de 50% des cas au contexte d'usage Sport-Santé : *Bois* (30,30%), *Verre* (40,91%) et *Minéraux* (43,18%)

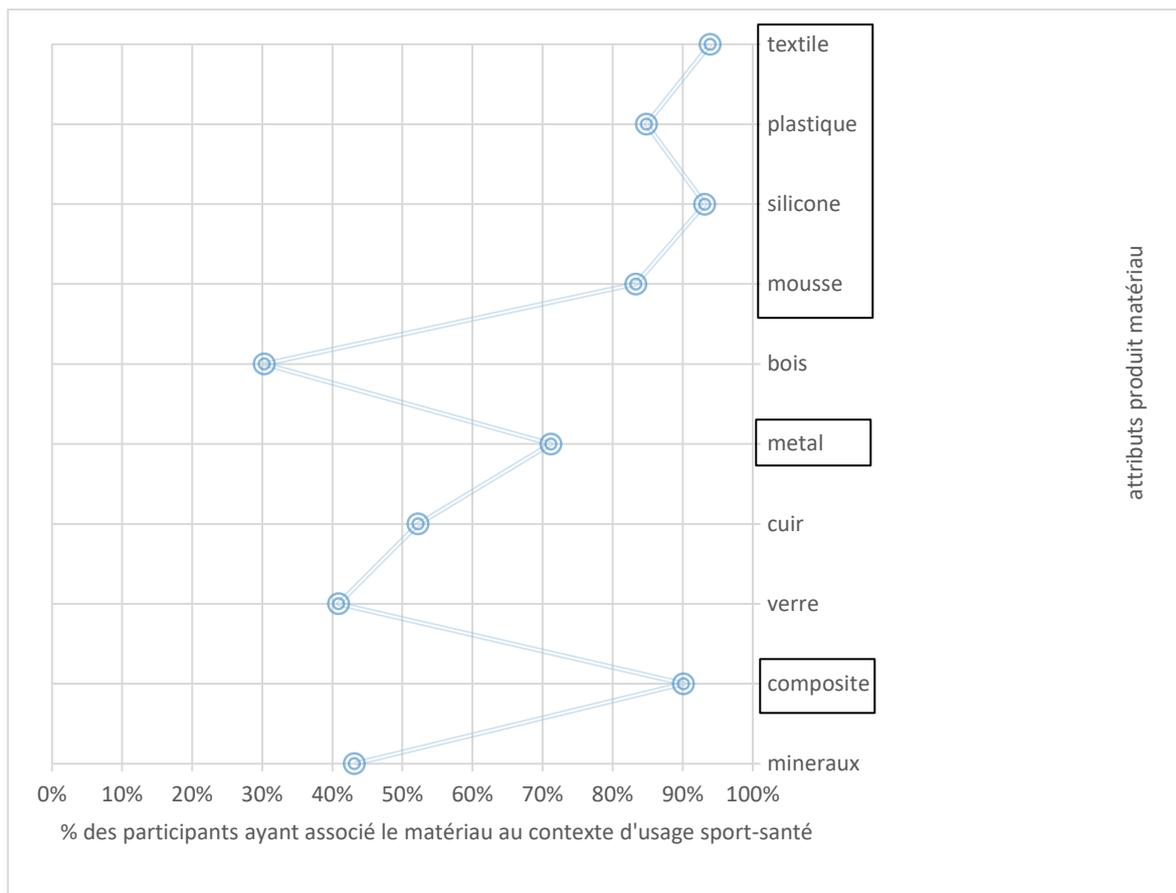


Figure 81 : Fréquences des associations des attributs produit matériau au contexte d'usage Sport-Santé

Ainsi, les tendances observées à cette question confirment celles observées pour la question Q3. En effet, les 6 matériaux fortement associés au contexte d'usage Sport-Santé (encadrés dans la Figure 81) sont les mêmes que ceux observés lors de la question Q3.

De plus dans cette question nous avons proposé dans l'intitulé de la question le terme Sport-Santé aux participants pairs et Santé-Sport aux participants impairs afin de voir l'influence du terme sur les résultats observés. Pour cela nous avons réalisé un test du Chi<sup>2</sup> entre les attributs matériau et les deux catégories présentées à cette question. Le résultat montre qu'il n'existe pas de lien entre ces variables avec  $F(9)=1,54$ ,  $p = 0,997$ . Ainsi, les termes Sport-Santé ou Santé-Sport n'influencent pas les résultats observés.

### 3.2.1.3.4 SYNTHÈSE DE LA PHASE DE DÉFINITION D'UN ESPACE ATTRIBUT PRODUIT SPORT-SANTÉ

Lors de la phase 1 du questionnaire, les participants ont répondu à 6 questions, 2 par types d'attributs produit. Les résultats de ces différentes questions ont permis d'identifier des attributs produit adaptés pour un contexte d'usage sport-santé composé de couleurs, de formes et de matériaux (voir Figure 82).

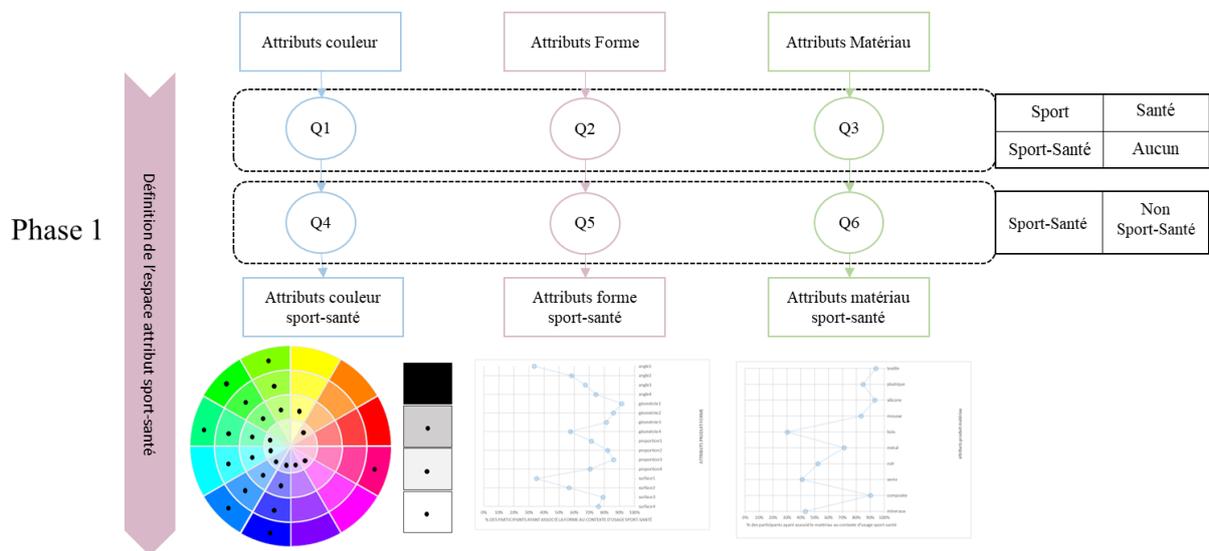


Figure 82 : Vue d'ensemble de la construction de notre espace attribut produit sport-santé

Nous avons pu identifier :

- 29 attributs couleur adaptés pour un contexte d'usage sport-santé (voir 1<sup>e</sup> colonne du Tableau 24)
- 11 attributs forme adaptés pour un contexte d'usage sport-santé (voir 2<sup>e</sup> colonne du Tableau 24)
- 6 attributs matériau adaptés pour un contexte d'usage sport-santé (voir 3<sup>e</sup> colonne du Tableau 24)

## PARTIE 3 : EXPERIMENTATIONS

Tableau 24 : Ensemble des attributs produit présentant une tendance forte à être associée au contexte d'usage Sport-Santé

Couleurs	Formes		Matériau
#00ff00	Angle 3	Angle 4	Textile
#3ff3f		—	Plastique
#80ff80	Géométrie 1	Géométrie 2	Silicone
#7ff00			Mousse
#9fff40	Géométrie 3		Métal
#bff80			Composite
#fff80	Proportion 1	Proportion 2	
#ffdff			
#ff007f	Proportion 3	Proportion 4	
#ffdff			
#dfbff	Surface 3	Surface 4	
#0000ff			
#3f3fff			
#8080ff			
#bfbff			
#007ff			
#409ff			
#80bff			
#bfdff			
#3ffff			
#80fff			
#bffff			
#00ff7f			
#40ff9f			
#80ffbf			
#bffdf			
#d1d1d1			
#f2f2f2			
#ffffff			

3.2.1.4 RELATIONS ENTRE LES ATTRIBUTS PRODUIT SPORT-SANTE ET LA SEMANTIQUE SPORT-SANTE

La deuxième phase du questionnaire consiste en l'identification des relations entre l'espace attribut produit défini lors de la phase précédente de l'expérimentation n°3 et l'espace sémantique sport-santé défini lors de l'expérimentation n°2 (voir Figure 83). Pour cela, les participants ont associé (ou non) les descripteurs sémantiques présentés aux 52 attributs couleur (Q7), aux 16 attributs forme (Q8) et aux 9 attributs matériau (Q9). Pour les aider dans ces tâches, nous leur avons demandé de se représenter mentalement un produit dit sport-santé.

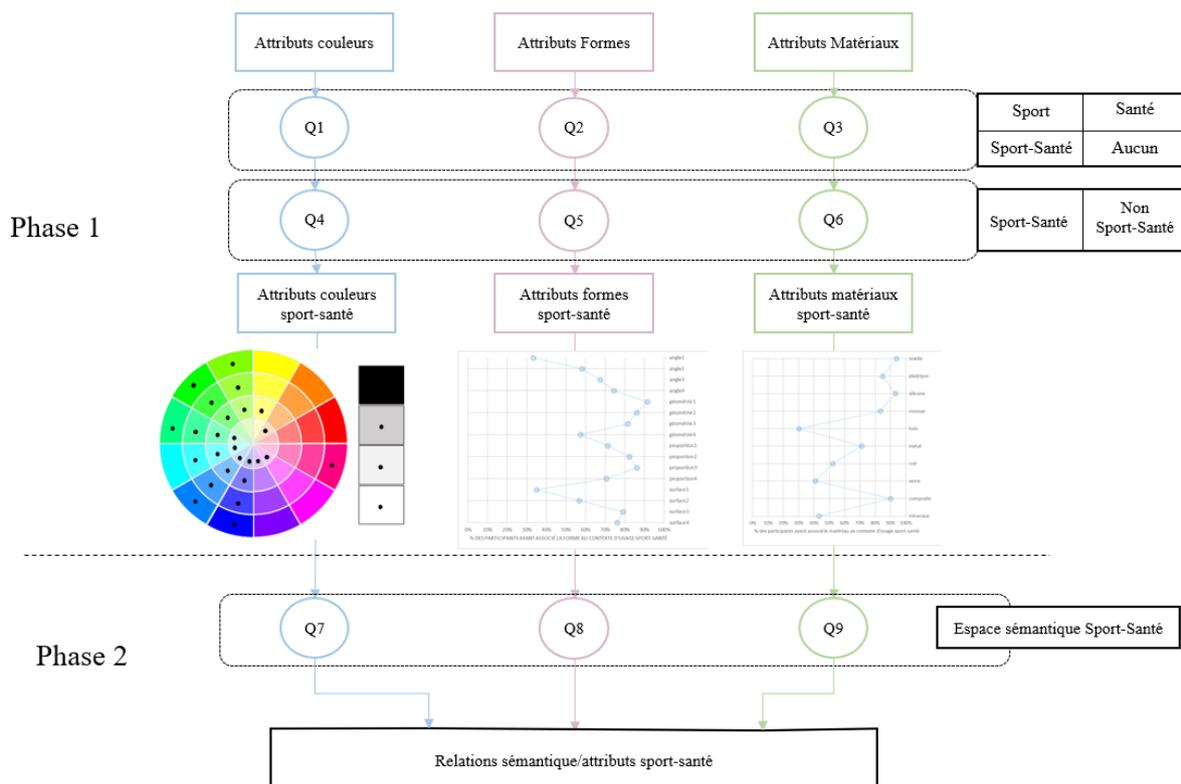


Figure 83 : Structure de la phase 2 du questionnaire

3.2.1.4.1 INTEGRATION DE L'ECHANTILLON DE DESCRIPTEURS SEMANTIQUES DANS LA PHASE 2 DU QUESTIONNAIRE

L'échantillon de descripteurs sémantiques est composé de 63 descripteurs. Afin de réduire la charge cognitive et visuelle lors des différentes questions de la phase 2, nous avons décidé de ne présenter que trois descripteurs à la fois par participant. Afin d'éviter l'influence d'un descripteur sur un autre, nous avons mis en place également des rotations de sorte que chaque descripteur sémantique ne soit pas présenté avec les mêmes descripteurs sémantiques entre les différents participants. Pour cela, nous avons créé la matrice M présentée en équation (8), dans laquelle chaque  $d_{i,j}$  correspond à un des 63 descripteurs sémantiques

$\forall i \in [1; n]$ , dans notre cas  $n = 21$  ;

$\forall j \in [1; m]$ , dans notre cas  $m = 3$  ;

$$M = \begin{pmatrix} d_{1,1} & \cdots & d_{1,m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n,1} & \cdots & d_{n,m} \end{pmatrix} \quad (8)$$

Chaque groupe de descripteurs, noté  $G_k$ , a été créé sur la base des formules suivantes :

- si  $k \in [1; n]$ , avec  $k$  le numéro du testeur, alors  $i = [k..n]$  et  $j = [1..n]$  ;

$$G_k = \{d_{i,j}\} \quad (9)$$

- si  $k \in ]n; 2n]$ , avec  $k$  le numéro du testeur,  $i = k - n$  et  $j = [1..n]$  ;

$$G_k = \{d_{i,m+1-j}\} \quad (10)$$

- si  $k \in ]2n; 3n]$ , avec  $k$  le numéro du testeur,  $i = k - 2n$  et  $j = [1..n]$  ;

$$G_k = \{d_{k,j}\} \quad (11)$$

#### 3.2.1.4.2 ASSOCIATIONS DES DESCRIPTEURS SEMANTIQUES SPORT-SANTE AUX ATTRIBUTS PRODUIT

Dans les questions Q7 à Q9, nous avons demandé aux participants d'associer ou de ne pas associer 3 descripteurs sémantiques aux différents attributs produit présentés, i.e. 52 couleurs, 16 formes et 10 matériaux.

Au total, sur ces trois questions, 384 occurrences de descripteurs sémantiques ont été présentées. Chaque descripteur sémantique a été présenté en moyenne à 6 participants (voir Tableau 25). En raison des rotations mises en place et de l'abandon de certains participants, le descripteur sémantique *Résistant* présente le plus petit nombre de participants l'ayant évalué (2) et le descripteur *Accessible* le plus grand nombre avec 10 participants l'ayant évalué.

Le nombre le plus bas d'associations (tout attributs produit confondus) observé pour un descripteur sémantique est de 19 pour *Plaisant*, et le maximum est de 117 pour *Moderne* (voir Figure 84) sur un total de 3951 associations. Parmi ces associations, 2614 (66%) sont faites avec au moins un des attributs produit Sport-Santé identifiés dans la section précédente dont :

- 27 descripteurs sémantiques présentent plus de 67% de leurs associations avec des attributs produit Sport-Santé (surlignés en vert dans la Figure 85)
- 48 descripteurs sémantiques présentent plus de 50% de leurs associations avec des attributs produit Sport-Santé

- 9 descripteurs sémantiques présentent 50% ou moins de leurs associations avec des attributs produit Sport-Santé (surlignés en violet dans la Figure 85)

Tableau 25 : Effectif total, Moyenne, Médiane, Ecart-type, Minimum et Maximum des associations de descripteurs sémantiques avec les différents attributs produit réalisées par les participants

Nombre de descripteurs sémantiques	Effectif total	Moyenne	Médiane	Ecart type	Minimum	Maximum
Présentés	384	6,10	6	1,74	2	10
Associés	3951	62,71	64	21,74	19	117
Associés à des attributs Sport-santé	2614	41,49	38	16,18	16	101
Associés à des attributs non Sport-santé	1337	21,22	21	10,56	3	56

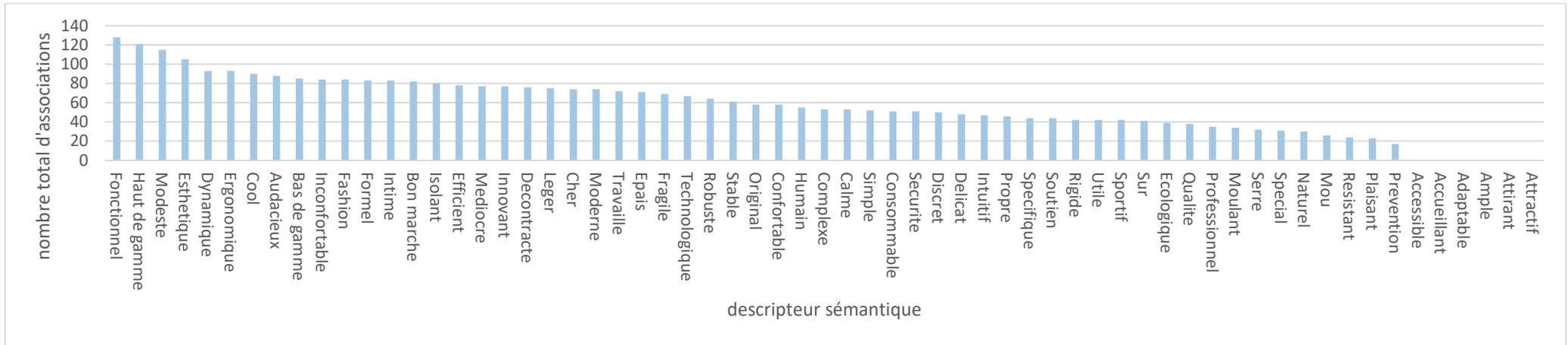


Figure 84 : Nombre total des associations faites par les participants pour chaque descripteur sémantique

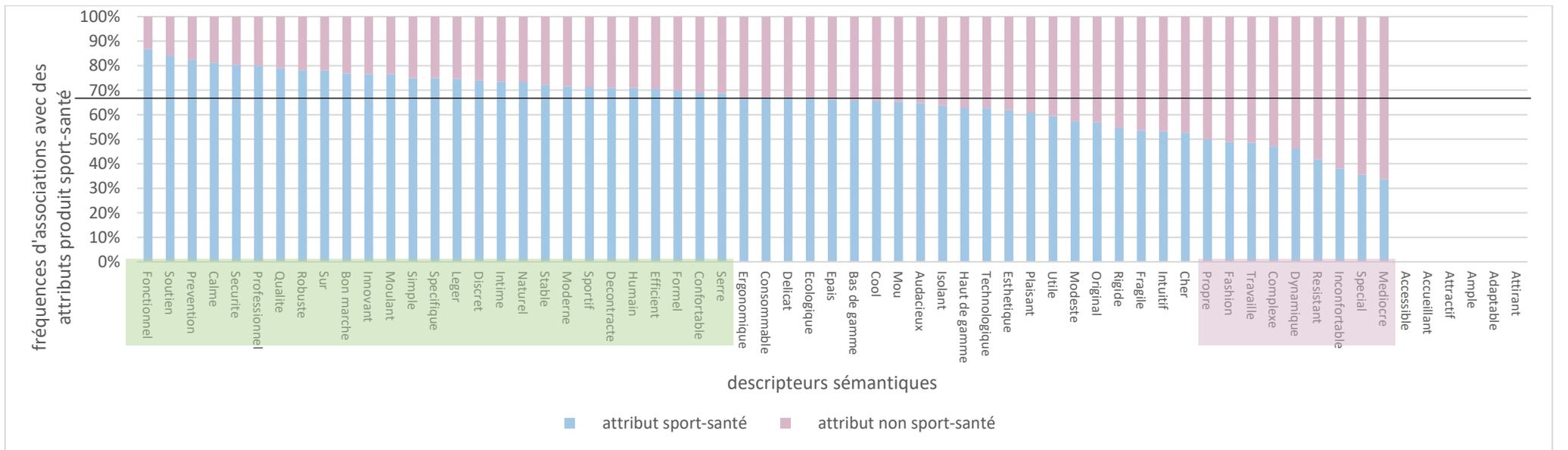


Figure 85: Fréquences d'associations faites par les participants pour chaque descripteur sémantique à des attributs produit perçus Sport-Santé

Caractérisation de la perception d'un produit hybride intégrant des composantes issues d'univers produits contradictoires en conception : application aux produits sport-santé

ASSOCIATIONS DES DESCRIPTEURS SEMANTIQUES SPORT-SANTE AUX ATTRIBUTS PRODUIT

COULEUR

Pour la question Q7, nous avons recueilli les réponses de 128 participants. Nous avons observé un total de 1814 associations de descripteurs sémantiques avec les différents attributs couleur dont 1115 (61%) avec des couleurs perçues Sport-Santé par les participants constituant l'échantillon. En moyenne, 13 descripteurs sémantiques sont associés à des nuances de couleurs Sport-Santé. Parmi les descripteurs associés à des attributs couleur Sport-Santé, nous avons noté les points suivants :

- 22 descripteurs présentent plus de 67% d'associations avec ces attributs produit (en vert sur la Figure 86 )
- 26 descripteurs ont entre 50% et 67% d'associations avec ces attributs produit (en orange sur la Figure 86 )
- 15 descripteurs présentent moins de 50% de leurs associations avec ces attributs produit (en rouge sur la Figure 86 )

Sur les 22 descripteurs ayant plus de 67% de leurs associations faites avec le contexte d'usage Sport-Santé (voir Figure 87) :

- 12 ont plus de 50% de leurs associations faites avec une teinte de bleu : *Accessible, Attirant, Confortable, Discret, Efficient, Formel, Mou, Plaisant, Prevention, Propre, Robuste et Serré*
- 2 ont plus de 50% de leurs associations faites avec une teinte de vert : *Fashion et Moderne*
- 1 descripteur sémantique a une fréquence d'association avec une couleur égale à 50% de l'ensemble de ses associations : *Propre* avec la couleur #0000ff
- 3 descripteurs sémantiques ont une fréquence d'association supérieure à 25% avec une couleur :
  - *Propre* (25%) avec #3f3fff et (25%) avec #007fff
  - *Robuste* (30%) avec #80bfff
  - *Spécifique* (33%) avec #ffffff

Malgré le nombre d'associations observé, seulement 3 descripteurs sémantiques (*Propre, Robuste et Spécifique*) présentent une tendance faible à être associé à une couleur. Cela peut s'expliquer par le fait que les participants ont associé les différents descripteurs sémantiques avec plusieurs nuances de vert ou de bleu (Figure 87).

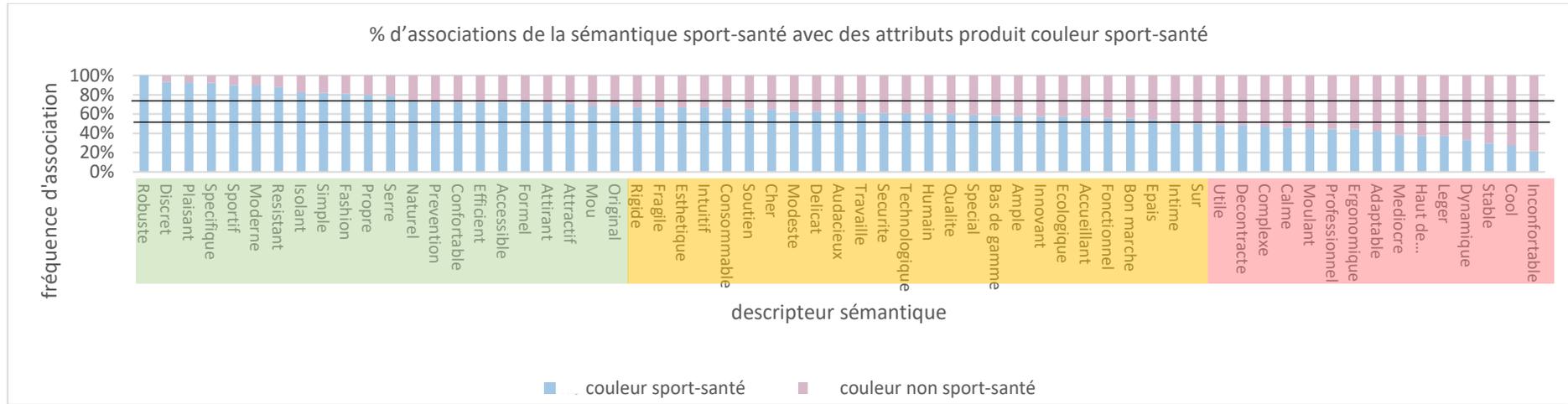


Figure 86 : Fréquences d'associations faites par les participants pour chaque descripteur sémantique à des attributs produit couleur perçus Sport-Santé

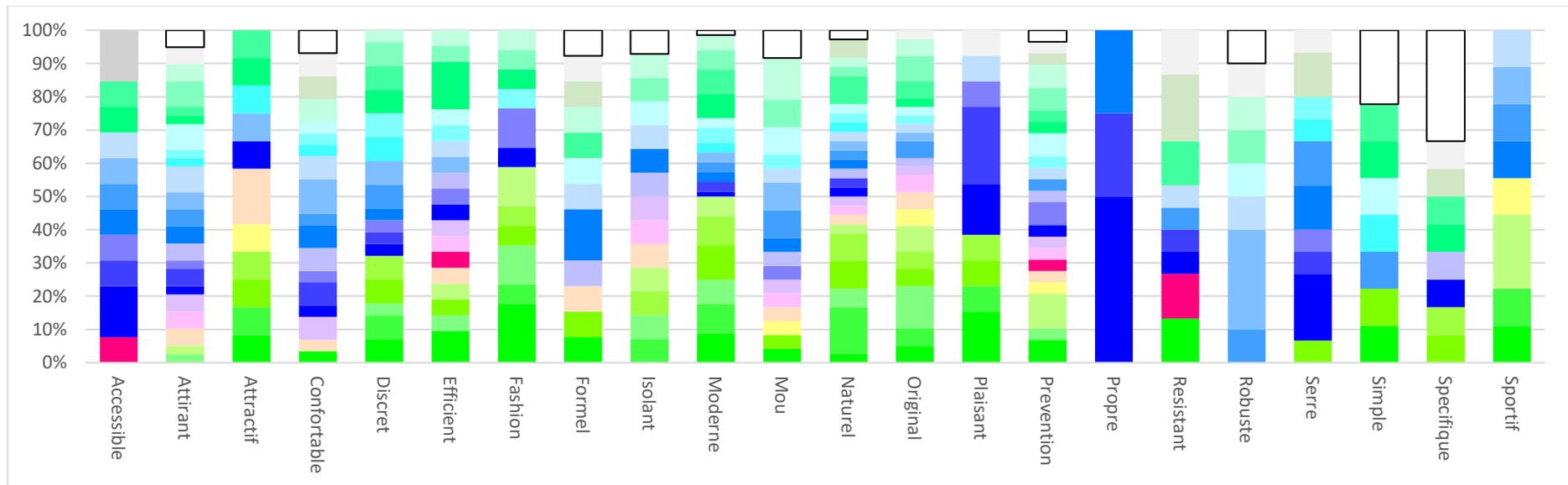


Figure 87 : Fréquences d'associations faites par les participants avec des attributs produit couleur perçus Sport-Santé selon la variable descripteur sémantique concernant les descripteurs sémantiques associés à plus de 67% à un attribut produit « couleur »

ASSOCIATIONS DES DESCRIPTEURS SEMANTIQUES SPORT-SANTE AUX ATTRIBUTS PRODUIT FORME

Pour la question Q8, nous avons recueilli les réponses de 128 participants. Nous avons observé un total de 1137 associations de descripteurs sémantiques avec un des différents attributs produit forme dont 809 (71%) avec des formes perçues Sport-Santé par les participants. En moyenne, 11 descripteurs sémantiques sont associés à des formes Sport-Santé (non nécessairement différentes).

Parmi les descripteurs associés à des attributs produit forme Sport-Santé :

- 41 descripteurs présentent plus de 67% d'associations avec ces attributs produit (en vert dans la Figure 88)
- 10 descripteurs ont entre 50% et 67% d'associations avec ces attributs produit (en orange dans la Figure 88)
- 11 descripteurs présentent moins de 50% d'associations avec ces attributs produit (en rouge dans la Figure 88)
- 1 n'est jamais associé

Sur les 41 descripteurs ayant plus de 67% d'associations faites avec le contexte d'usage Sport-Santé (voir Figure 89) :

- 2 descripteurs, *Délicat* et *Original* ont un tiers de leurs associations faites avec la Surface 3
- 13 ont entre 25% et 33% d'associations faites avec une forme Sport-Santé :
  - *Ample* (31,3%) avec l'Angle 3
  - *Propre* (30%) avec l'Angle 4
  - *Accueillant* (25,9%), *Ergonomique* (26,7%), *Léger* (27,3%) et *Propre* (30%) avec la Géométrie 1
  - *Cool* (31,3%) avec la Géométrie 2
  - *Moderne* (26,3%) et *Modeste* (26,3%) avec la Géométrie 3
  - *Esthétique* (28,6%), *Intime* (26,1%) et *Mou* (28,6%) avec la Surface 3
  - *Discret* (31,3%) avec la Surface 4

Sur l'ensemble des descripteurs, aucun ne présente de tendances fortes à être associé à un attribut forme Sport-Santé. Néanmoins, 15 descripteurs ont une tendance faible (i.e. nombre d'associations inférieur à 50% des associations du descripteur) à être associés à une forme Sport-Santé.

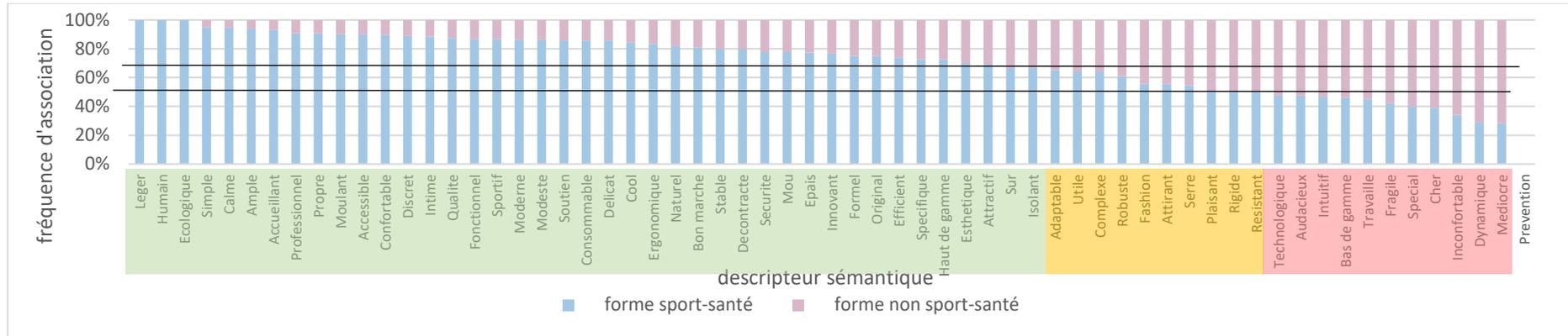


Figure 88 : Fréquences d’associations faites par les participants pour chaque descripteur sémantique à des attributs produit forme perçus Sport-Santé

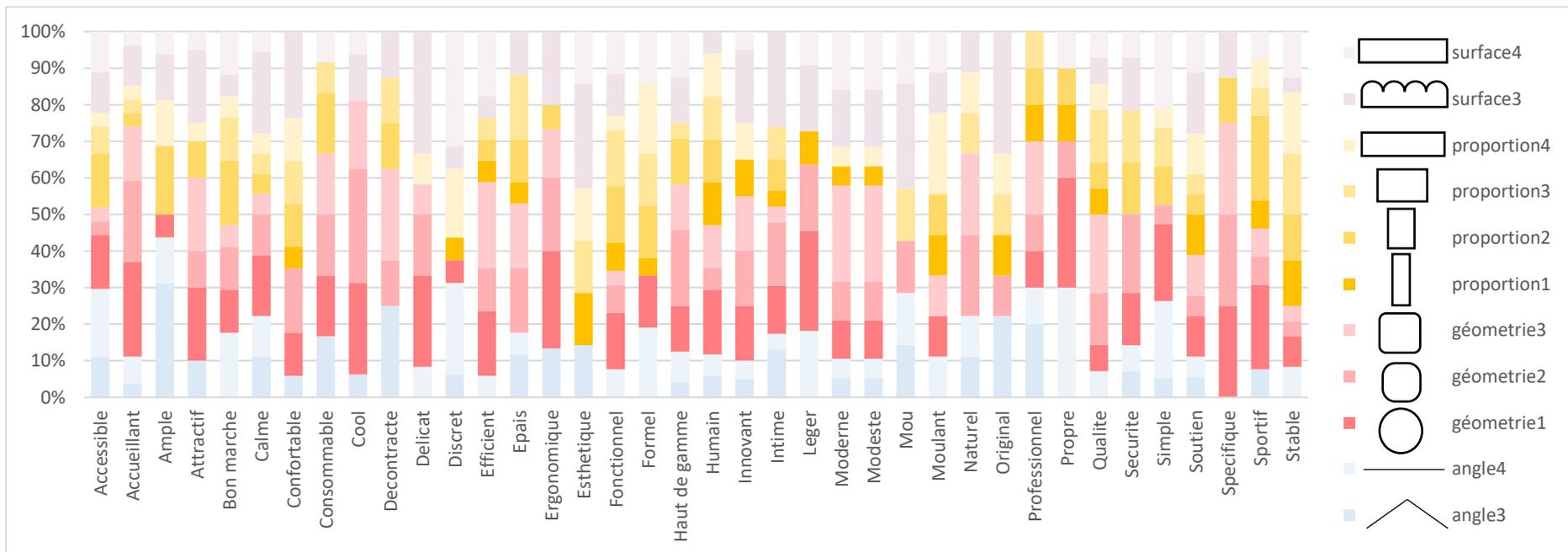


Figure 89 : Fréquences d’associations faites par les participants à des attributs produit forme perçus Sport-Santé selon la variable descripteur sémantique concernant les descripteurs sémantiques associés à plus 67% à un attribut produit forme

Caractérisation de la perception d’un produit hybride intégrant des composantes issues d’univers produits contradictoires en conception : application aux produits sport-santé

ASSOCIATIONS DES DESCRIPTEURS SEMANTIQUES SPORT-SANTE AUX ATTRIBUTS PRODUIT  
MATERIAU

Pour la question Q9, nous avons recueilli les réponses de 128 participants. Nous avons observé un total de 1100 associations de descripteurs sémantiques avec un des différents attributs matériau dont 690 (63%) avec des matériaux perçus Sport-Santé. En moyenne, 10 descripteurs sémantiques sont associés à des matériaux Sport-Santé. Parmi les descripteurs associés à des attributs produit matériau Sport-Santé :

- 37 descripteurs présentent plus de 67% d'associations avec ces attributs produit (en vert sur la Figure 90) dont 5 descripteurs avec 100% d'associations avec ces attributs produit (encadré sur la Figure 90)
- 18 descripteurs ont entre 50% et 67% d'associations avec ces attributs produit (en orange sur la Figure 90)
- 7 descripteurs présentent moins de 50% d'associations avec ces attributs produit (en rouge sur la Figure 90)
- 1 n'est jamais associé : *Prévention*

Sur les 34 descripteurs ayant 67% de leurs associations ou plus faites avec le contexte d'usage Sport-Santé (voir Figure 91) :

- 2 descripteurs sémantiques sont associés à 100% à un matériau Sport-Santé : *Mou* avec la Mousse et *Plaisant* avec Textile
- 3 descripteurs sémantiques ont plus de 50% de leurs associations faites avec un des matériaux :
  - *Moulant* (57,1%) avec le Silicone
  - *Robuste* (54,5%) avec le Métal
  - *Ample* (55,6%) avec le Textile
- 18 descripteurs sémantiques ont entre 33% et 50% d'associations avec un attribut Sport-Santé
  - *Confortable* (33,3%) avec le Silicone, (33,3%) avec le Textile
  - *Ergonomique* (35,7%) avec le Silicone
  - *Intuitif* (44,4%) avec le Silicone
  - *Moderne* (35,7%) avec le Silicone, (50%) avec le Composite
  - *Modeste* (35,7%) avec le Silicone, (50%) avec le Composite
  - *Sécurité* (35,7%) avec le Silicone
  - *Dynamique* (40%) avec le Composite
  - *Innovant* (35,3%) avec le Composite
  - *Résistant* (50%) avec le Composite
  - *Robuste* (36,4%) avec le Composite

- *Accueillant* (34,8%) avec la Mousse
- *Ample* (33,3%) avec la Mousse
- *Calme* (33,3%) avec la Mousse
- *Délicat* (33,3%) avec la Mousse, (41,7%) avec le Textile
- *Epais* (33,3%) avec la Mousse, (33,3%) avec le Plastique
- *Accessible* (34,6%) avec le Plastique
- *Bas De Gamme* (45,5%) avec le Plastique
- *Moulant* (42,9%) avec le Textile

Sur l'ensemble des descripteurs, seuls 5 présentent une tendance forte (plus de 50% d'associations avec le matériau) à être associés à un attribut matériau. Au regard de la sémantique associée, certains matériaux semblent attachés à une sémantique traduisant une certaine « idée reçue » quant à la perception du matériau.

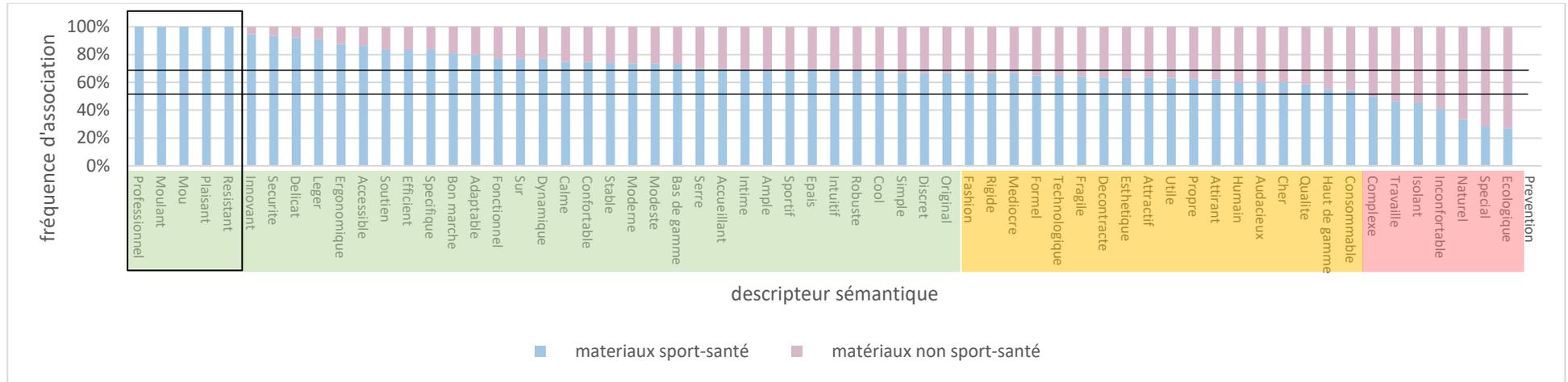


Figure 90 : Fréquences d’associations faites par les participants pour chaque descripteur sémantique à des attributs produit matériau perçus Sport-Santé

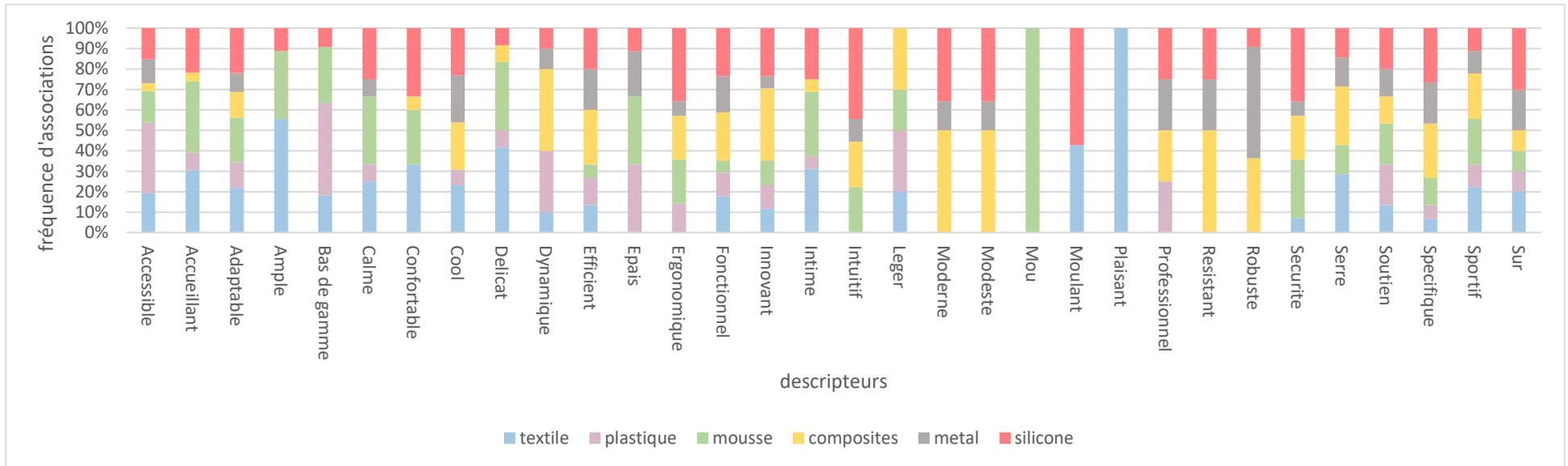


Figure 91 : Fréquences d’associations faites par les participants à des attributs produit matériau perçus Sport-Santé selon la variable descripteur sémantique concernant les descripteurs sémantiques associés à plus 67% à un attribut produit matériau

Caractérisation de la perception d’un produit hybride intégrant des composantes issues d’univers produits contradictoires en conception : application aux produits sport-santé

3.2.1.4.3 VISUALISATION DES RELATIONS ENTRE UN ESPACE ATTRIBUT PRODUIT SPORT-SANTE ET LA SEMANTIQUE SPORT-SANTE

A partir des trois dernières questions du questionnaire (Q7, Q8 et Q9), nous avons observé que :

- 66% des associations de descripteurs sémantiques sont faites avec un attribut produit perçu Sport-Santé par les participants.
- 22 descripteurs sémantiques sur 63 sont associés dans plus de 67% des cas à une couleur perçue Sport-Santé. Pour chacun de ces 22 descripteurs sémantiques, en considérant les associations faites avec une couleur perçue sport-santé, 14 sont associés dans 50% ou plus des cas à une seule nuance de couleur.
- 41 descripteurs sémantiques sur 63 sont associés dans plus de 67% des cas à une forme perçue Sport-Santé. Pour chacun de ces 41 descripteurs sémantiques, en considérant les associations faites avec une forme perçue sport-santé, 15 sont associés dans 25% ou plus des cas à une seule forme.
- 37 descripteurs sémantiques sur 63 sont associés dans plus de 67% des cas à un matériau perçu Sport-Santé. Pour chacun de ces 22 descripteurs sémantiques, en considérant les associations faites avec un matériau perçu sport-santé, 7 sont associés dans 50% ou plus des cas à un seul matériau.

Néanmoins, il reste difficile d’appréhender l’ensemble des résultats observés. Nous proposons ainsi deux types de représentations pour pallier cela. Afin de mieux visualiser ces résultats, nous décidons de réaliser pour chaque attribut produit un graphique à barre circulaire (voir 3 exemples, 1 par type d’attributs produit, en Figure 92). Dans ce type de graphique, chaque barre représente le nombre d’associations faites avec un descripteur sémantique sport-santé différent. Plus la barre est grande, plus l’association est forte.

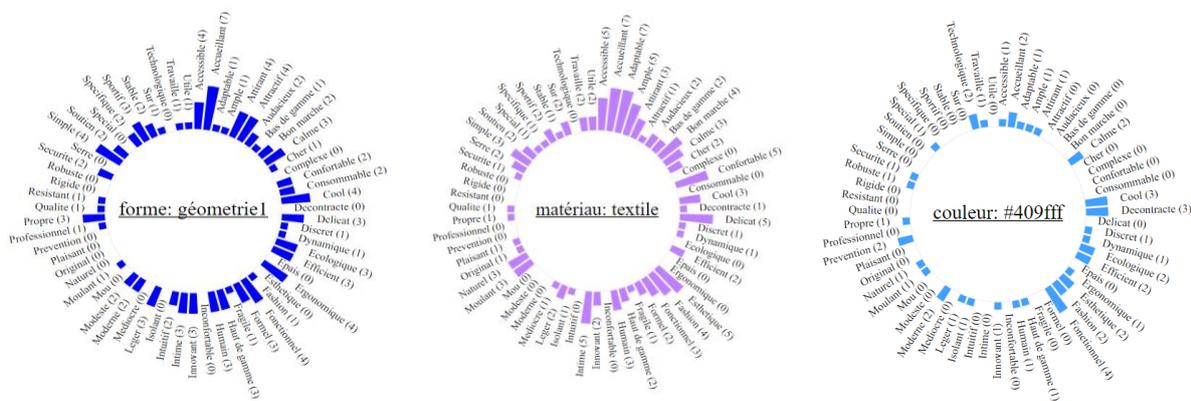


Figure 92 : Exemple de graphique circulaire à barre réalisé

Caractérisation de la perception d’un produit hybride intégrant des composantes issues d’univers produits contradictoires en conception : application aux produits sport-santé

Cependant, ces représentations ne permettent de visualiser que l'ensemble des relations pour un attribut produit donné. Afin de visualiser l'ensemble des relations identifiées en un seul graphique, nous créons un graphique de type Hierarchical Edge Bundling (voir Figure 93). Chaque descripteur sémantique sport-santé ainsi que chaque attribut produit représente un nœud du graphique positionné sur la périphérie du cercle. Les relations entre un descripteur sémantique et un attribut produit sont matérialisées par les courbes reliant deux nœuds.

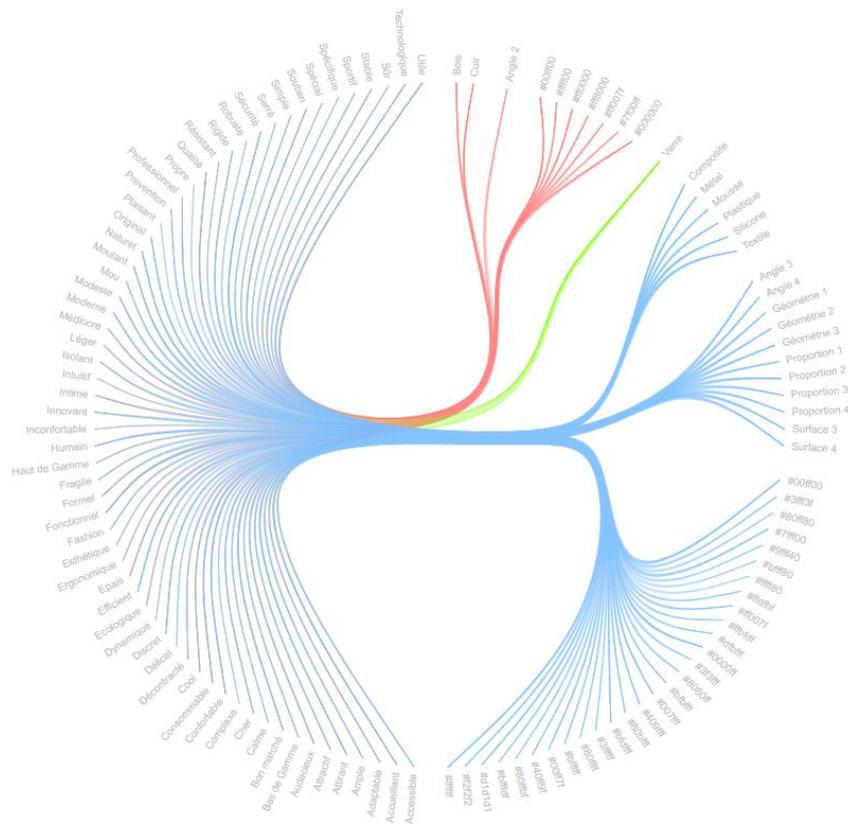


Figure 93 : Graphique “Hierarchical Edge Bundling” des associations de la sémantique Sport-Santé avec les attributs produit perçus Sport-Santé (<http://amithese.alwaysdata.net/graph5/>)

Le graphique présenté en Figure 93 est interactif. En sélectionnant une sémantique, les attributs produit liés apparaissent en surbrillance (en vert dans la Figure 94). De la même manière, en sélectionnant un attribut produit sport-santé, la sémantique reliée apparaît en surbrillance.

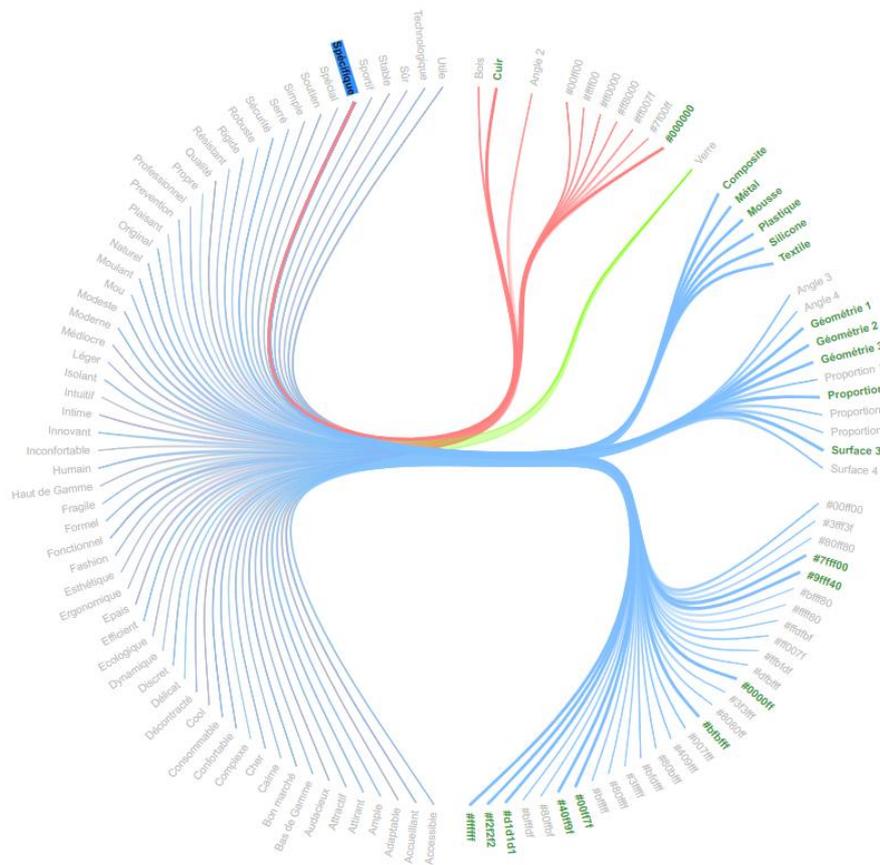


Figure 94 : Attributs produit liés au descripteur sémantique *Spécifique*

Si cette représentation permet de visualiser l'ensemble des relations en ciblant un descripteur sémantique ou un attribut produit spécifique, elle ne permet pas de visualiser le « poids » des relations. Dans l'exemple présenté en Figure 94, *Spécifique* est relié aux matériaux Composite, Mousse et Textile entre autres. Cependant, nous ne visualisons pas si la relation avec le Composite est forte ou faible. En combinant les deux visualisations présentées, il est possible d'avoir ce détail. En sélectionnant le descripteur sémantique, un attribut lié peut être ciblé. Le graphique à barre circulaire de l'attribut sélectionné apparaît alors à côté de ce dernier pour le descripteur sémantique observé. Par exemple (illustré en Figure 95), pour le descripteur sémantique *Spécifique*, deux matériaux liés sont le Composite et le Plastique. En observant les graphiques circulaires à barre pour ces deux attributs, nous voyons que le Composite présente 4 liaisons avec le descripteur pour un maximum observable de 7. En revanche pour le Plastique, il n'est lié qu'une fois avec ce descripteur pour un maximum observable de 9. Ainsi, le Composite semble plus approprié pour être utilisé sur un produit pour transmettre une signification de « Spécifique ».



### 3.3 REPOSE AUX PROBLEMATIQUES SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE

#### 3.3.1 REPOSE A LA PROBLEMATIQUE SCIENTIFIQUE

Lors de la partie 1 de ce manuscrit, nous avons formulé la problématique scientifique suivante : **Comment définir la perception d'un produit hybride sport-santé intégrant des composantes issues d'univers produits contradictoires en conception ?**

A partir de cette problématique, nous avons présenté 4 questions de recherche auxquelles nous avons répondu aux travers de nos expérimentations :

- Question de recherche n°1 : Quels descripteurs sémantiques permettent de définir une sémantique sport-santé ?
- Question de recherche n°2 : Quel est l'écart de perception entre les concepteurs et les utilisateurs sur la sémantique sport-santé ?
- Question de recherche n°3 : Quelle est l'influence des contextes d'usage du sport et de la santé sur la sémantique sport-santé ?
- Question de recherche n°4 : Quelles sont les relations entre la sémantique sport-santé et un espace attribut produit sport-santé permettant de véhiculer une identité sport-santé ?

L'expérimentation n°1 nous a permis de répondre en partie à la question de recherche n°1 en identifiant 32 descripteurs sémantiques adaptés pour définir la perception d'un produit sport-santé selon le profil utilisateur (disposé au milieu et au-dessus dans la Figure 96).

L'expérimentation n°2 nous a permis de compléter la question de recherche n°1 avec le point de vue concepteurs (disposé au milieu et en-dessous dans la Figure 96) afin d'identifier des descripteurs sémantiques adaptés pour définir un produit sport-santé. Elle nous a également permis de répondre à la question de recherche n°2 ainsi qu'à la question de recherche n°3 avec l'aide de 6 concepteurs et des résultats obtenus lors de l'expérimentation précédente menée sur un profil utilisateur.

En effet, en ce qui concerne la question de recherche n°2, nous avons observé un accord faible entre concepteurs et utilisateurs quant à la sémantique sport-santé. Cependant, nous avons remarqué que concepteurs et utilisateurs s'accordent sur une sémantique non sport-santé et que les concepteurs s'accordent plus facilement entre eux sur une sémantique sport-santé en comparaison avec les utilisateurs.

Pour la question de recherche n°3, nous avons évalué l'influence des contextes d'usage opposés du sport et de la santé sur la sémantique sport-santé. Nous avons observé 19 descripteurs sémantiques dont les contextes d'usages impactent de manière fiable la perception. Sur ces 19 descripteurs sémantiques, 10 sont adaptés pour définir un produit sport-santé sans être influencés par les contextes d'usages du sport et de la santé. Ils peuvent ainsi être utilisés de manière indifférente dans ces contextes. Nous avons

observé également 6 descripteurs sémantiques influencés par le contexte d’usage de la santé et 3 par le contexte d’usage du sport. Pour ces descripteurs, il est préconisé de les utiliser avec le contexte d’usage qui les impacte le plus lors de la conception du produit sport-santé pour éviter de créer une confusion chez l’utilisateur.

De plus, les différentes visualisations proposées intégrant l’influence du contexte d’usage (à gauche dans la Figure 96) et l’écart de perception entre les concepteurs et les utilisateurs (à droite dans la Figure 96) permettent aux futurs concepteurs d’orienter la conception du produit ou de se repérer lors de son développement tout en prenant en compte le profil utilisateur/concepteur de l’individu utilisant la sémantique sport-santé. La combinaison des réponses à ces trois questions de recherche permet ainsi de définir un espace sémantique définissant la perception d’un produit hybride sport-santé intégrant l’influence des facteurs impactant la perception.

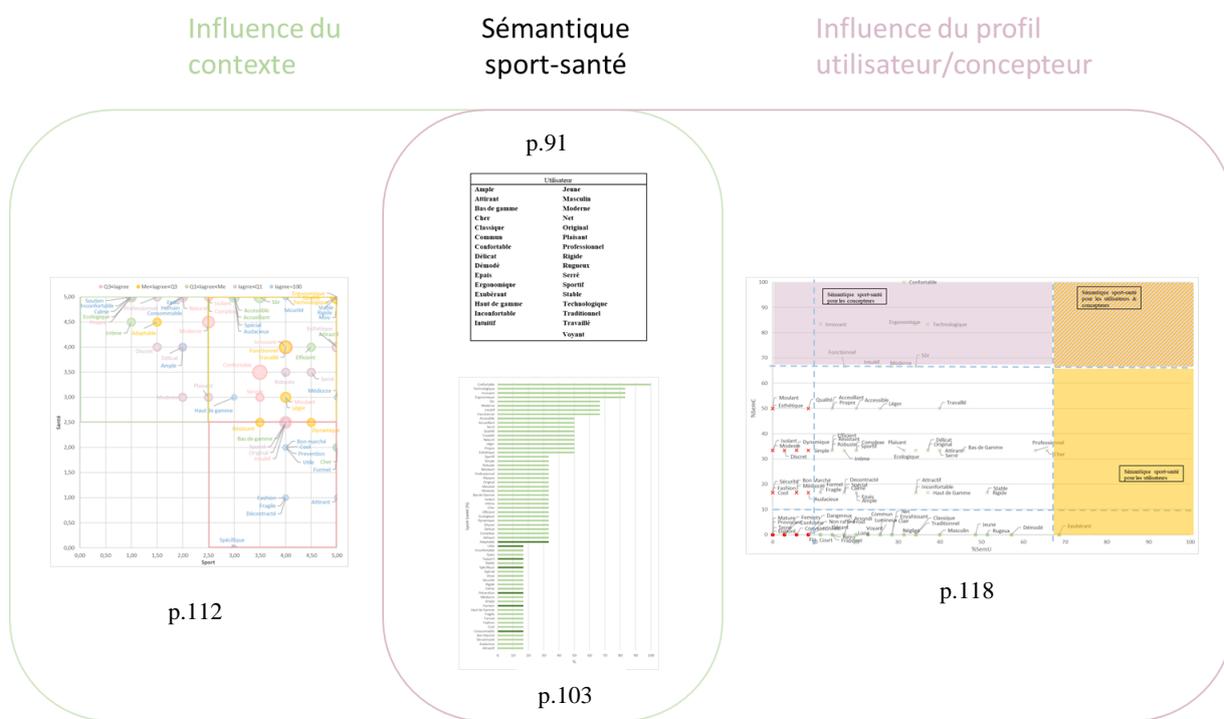


Figure 96 : Représentation de l’espace sémantique créé au travers des expérimentations n°1 et n°2

L’expérimentation n°3 a permis quant à elle de répondre à la question de recherche n°4 en identifiant des liens entre cet espace sémantique sport-santé et un espace attribut produit sport-santé puis en synthétisant ces liens en deux types de visualisations : une par attribut produit (graphique de droite dans la Figure 95) et une plus globale permettant de visualiser l’ensemble des relations de manière interactive (graphique de gauche dans la Figure 95).

Les réponses aux quatre questions de recherches ainsi obtenues permettent d’observer un descripteur sémantique sport-santé particulier, de connaître le contexte d’usage sport et/ou santé où il est le plus adapté selon un profil utilisateur et/ou concepteur puis d’identifier des attributs produit véhiculant la

valeur que ce descripteur traduit. Il est alors possible de définir une identité sport-santé selon un contexte d'usage sport et/ou santé et de le traduire par un attribut produit adapté selon le point de concepteur ou utilisateur. Ce faisant, nous sommes capables de définir la perception d'un produit hybride sport-santé intégrant des composantes issues d'univers produits contradictoires en conception et de répondre à notre problématique scientifique voir Figure 97.

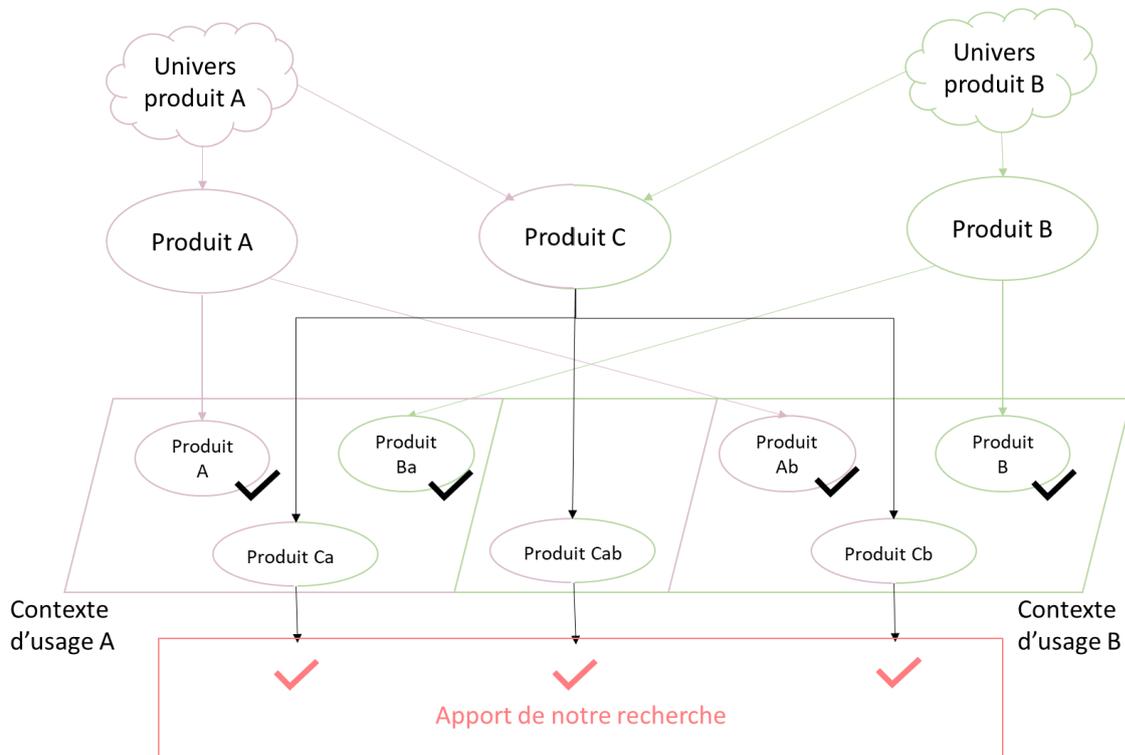


Figure 97 : Apport de la méthode développée sur la définition de la perception d'un produit sport-santé

### 3.3.2 REPONSE A LA PROBLEMATIQUE INDUSTRIELLE

Les expérimentations réalisées ont permis de répondre à la problématique scientifique démontrée dans ce manuscrit. Néanmoins, cette problématique scientifique résulte d'une problématique industrielle qui est la suivante :

#### **Quels outils et/ou méthodes permettent de garantir dans le concept d'Ergomedical Design la perception « sport et santé » d'un produit ?**

Au travers des différentes expérimentations réalisées, nous avons identifié des liens entre des attributs sport-santé et une sémantique sport-santé mais aussi entre une sémantique sport-santé et les contextes d'usages du sport et/ou de la santé. Par conséquent, il est possible de :

- Préconiser à partir d'un contexte d'usage ciblé une apparence produit adaptée pour une sémantique désirée
- Evaluer l'identité que véhicule un produit au travers de ses attributs produit et le positionner dans un contexte d'usage sport et/ou santé

- Explorer le champ des possibles afin que les concepteurs puissent expérimenter des combinaisons « créatives »

La concrétisation de ces trois possibilités peut fournir un guide aux concepteurs durant le processus de conception. En effet, un outil intégrant ces trois fonctionnalités peut aider les concepteurs à définir en amont un produit sport-santé et les aider dans leurs choix de conception (*préconisation*), à jauger le maintien de la direction sport/santé désirée (*évaluation*) ou encore « sortir des sentiers battus » en essayant des associations pour les deux contextes d'usage sport et santé en même temps (*exploration*). Ainsi, un tel outil reposant sur les résultats obtenus lors des expérimentations permet de répondre à la problématique industrielle posée.

Nous proposons ainsi un outil avec ces trois fonctionnalités : *Préconisation, Evaluation et Exploration*, qui repose sur les liens observés entre les contextes d'usage sport et santé, la sémantique sport-santé et les attributs produit sport-santé.

### 3.3.2.1 FONCTIONNALITE N°1 : PRECONISATION

La première fonctionnalité que nous implémentons dans l'outil permet aux concepteurs d'obtenir des préconisations de conception selon le domaine produit ciblé. Pour cela, comme illustré dans la Figure 98, le concepteur se positionne sur le curseur sport-santé dans la zone n°1. Une sémantique adaptée lui est proposée reposant sur la cartographie définie lors de l'expérimentation n°2 (en zone n°2 sur la Figure 98). Le concepteur sélectionne alors les descripteurs sémantiques traduisant l'identité intéressante à véhiculer selon lui. Des préconisations de couleurs, de formes et de matériaux sont alors générées selon ses sélections en zone n°3. Les curseurs sur la partie de droite (zone n°4 sur la Figure 98) permettent de contrôler pour chaque type d'attribut l'identité que le produit transmet. Les attributs produit générés peuvent par exemple être utilisés pour la création d'une planche de tendances avec une définition précise de la signification du produit sport-santé en amont.

Figure 98 : Interface de la fonctionnalité 1 de l'outil développé

### 3.3.2.2 FONCTIONNALITE N°2 : EVALUATION

La deuxième fonctionnalité repose sur le fonctionnement inverse de la première. Le concepteur importe dans un premier temps une image dans la zone n°1 de l'outil (voir Figure 99). Il sélectionne alors en zone n°2, les couleurs principales de cette image à l'aide d'une pipette, les formes ainsi que les matériaux via des listes déroulantes. A partir de ces attributs, une sémantique sport-santé est proposée (zone n°3) et le produit est positionné automatiquement sur l'axe sport-santé (curseurs en zone n°4 illustrés en Figure 99). Ainsi les concepteurs peuvent évaluer le produit aux différentes étapes du processus de conception et en contrôler la direction choisie à partir de la représentation graphique de la solution initiale, intermédiaire ou encore finale.



Figure 99 : Interface de la fonctionnalité 2 de l'outil développé

### 3.3.2.3 FONCTIONNALITE N°3 : EXPLORATION

La dernière fonctionnalité implémentée, illustrée en Figure 100, consiste à permettre au concepteur d'explorer des choix de conception et de voir la sémantique véhiculée. Le concepteur choisit une direction sport/santé pour chaque type d'attributs selon un curseur sport-santé (zone n°1), des attributs adaptés lui sont alors présentés (zone n°2). Il sélectionne ensuite les attributs produit qui l'intéressent, observe la sémantique (zone n°3) et peut ainsi anticiper le message que le produit véhicule. Par exemple, le concepteur désire explorer des couleurs « sport » avec des matériaux « santé » et voir ce que la combinaison véhicule comme interprétation possible.

**Objectif**

Couleurs

SPORT    SPORT-SANTE    SANTE

Formes

SPORT    SPORT-SANTE    SANTE

Matériaux

SPORT    SPORT-SANTE    SANTE

[ 1 ]

[ Valider ]

---

**Attributs conseillés**

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
-

- geometry1
- geometry4
- angle1
- surface1
- dimension2
- geometry2
- surface2
- angle2

- silicone
- mousse
- textile
- composites
- ceramique-verre
- bois
- metal
- cuir

[ 2 ]

[ Valider ]

**Sémantique correspondante**

Couleurs	Formes	Matériaux
modeste	modeste	accessible
consommable	consommable	accueillant
travaille	travaille	adaptable
épais	intime	ample
intime	épais	attirant
utile	utile	attractif
inconfortable	inconfortable	audacieux
innovant	innovant	bas de gamme
moderne	moderne	bon marché
attractif	attractif	calme
simple	simple	cher
soutien	soutien	complexe
attirant	attirant	confortable
plaisant	decontracte	consommable
mou	mou	cool
serre	serre	decontracte
spécifique	spécifique	delicat
mouant	mouant	discret
léger	rigide	dynamique
rigide	bon marché	efficent
prevention	bas de gamme	épais
bon marché	ergonomique	ergonomique
bas de gamme	haut de gamme	esthétique
ergonomique	écologique	fashion
haut de gamme	delicat	fonctionnel
écologique	intuitif	haut de gamme
delicat	formel	humain
adaptable	ample	innovant
intuitif	accueillant	intime
formel	fragile	intuitif
ample	qualite	isolant
accueillant	esthétique	mediocre
qualite	securite	moderne
esthétique	accessible	modeste
securite	fonctionnel	mouant
accessible	calme	original
fonctionnel	resistant	professionnel
calme	sportif	propre
propre	propre	qualite

[ 3 ]

Figure 100 : Interface de la fonctionnalité 3 de l’outil développé

## 4 APPORTS, LIMITES, PERSPECTIVES

Dans cette dernière partie, nous présentons les apports, limites et perspectives de nos travaux de recherche. Elle est divisée en deux sections.

Dans la première section nous présentons les apports de nos travaux de recherche. Nous la divisons en deux sous-sections. La première décrit notre contribution au domaine scientifique. La deuxième présente notre apport au contexte industriel.

La deuxième section décrit les limites actuelles de nos travaux de recherche ainsi que de notre approche et présente les perspectives envisagées.

### 4.1 APPORTS DE NOS TRAVAUX DE RECHERCHE

Nos travaux de recherche ont permis de mettre en place une méthodologie qui permet de définir et de garantir la perception d'un produit hybride sport-santé intégrant des composantes issues d'univers produit contradictoires en conception.

#### 4.1.1 APPORTS SCIENTIFIQUES

Apport n°1 : Une méthodologie pour définir la perception d'un produit hybride sport-santé intégrant des composantes issues d'univers produit contradictoires en conception

Cette recherche nous a permis d'apporter des données d'entrée concernant une méthodologie pour définir la perception d'un produit hybride.

Dans un premier temps, nous avons mis en exergue la nécessité d'intégrer la perception de l'utilisateur dans le processus de conception afin de réaliser des produits qui procurent une expérience utilisateur optimale et durable. Ensuite, nous avons montré que les différentes approches permettant de concevoir la perception d'un produit reposent sur un principe commun celui de l'Ingénierie Affective qui consiste à identifier des relations entre une sémantique produit et des attributs produit. Cependant, la définition de la perception d'un produit hybride est complexe à définir d'autant plus lorsqu'il intègre des univers dialogiques et dans des contextes d'usages contradictoires.

La méthodologie que nous proposons ici permet de pallier cela en intégrant les facteurs impactant la perception dans un contexte d'usage dès la définition de l'espace sémantique traduisant l'identité d'un produit hybride sport-santé. Dans notre cas, ces facteurs sont le contexte situationnel (sport et/ou santé) et l'expérience de l'utilisateur. Cette intégration permet de définir alors la perception d'un produit hybride dialogique dans un des contextes d'usage contraires ou leur union tout en prenant en compte le profil utilisateur et/ou concepteur.

Apport n°2 : Définition d'un produit sport-santé

Nous avons vu dans la partie 1, Chapitre 2, que l'entreprise associée à cette thèse définit un produit sport-santé comme un produit à usage sportif garantissant la protection et donc la santé de l'utilisateur. Cette définition met en avant un contexte d'usage sportif. Toutefois, en observant la définition d'un produit hybride (Partie 1, Chapitre 3), un produit hybride sport-santé ne s'applique pas seulement à un contexte d'usage sportif mais aussi à un contexte d'usage santé.

Lors de l'expérimentation n°2, nous avons demandé aux concepteurs de définir un produit sport-santé. Leurs verbalisations montrent qu'un produit sport-santé est un produit complémentaire au sport apportant une protection aux utilisateurs. Encore une fois, seul le contexte d'usage sport est mis en évidence.

Ainsi, les deux définitions issues du terrain sont similaires et se focalisent sur un contexte d'usage sport alors que la définition théorique d'un produit sport-santé élargit les contextes d'usage d'un tel produit permettant de considérer de nouvelles hybridations d'un produit sport-santé. La définition d'un produit sport-santé que nous proposons dans ce manuscrit repose sur ces définitions issues du terrain et des connaissances scientifiques et est définie comme suit : un produit sport-santé est un produit hybride complémentaire au sport garantissant la sécurité de l'utilisateur pouvant s'appliquer aux contextes d'usage contraires du sport et de la santé.

Apport n°3 : Définition d'un espace sémantique sport-santé

Les résultats de nos travaux ont aussi permis, non seulement d'identifier une sémantique sport-santé mais aussi d'en définir un espace sémantique permettant de traduire l'identité d'un produit hybride sport-santé. En prenant en compte, à la fois le point de vue utilisateur et/ou concepteur ainsi que l'influence des contextes d'usage du sport et de la santé, il est possible de favoriser une valeur adaptée au contexte d'usage ciblé du sport et/ou de la santé. La combinaison de ces éléments permet également de fournir aux concepteurs un cadre, un guide pour définir la perception tout au long du processus.

Ainsi, les résultats observés dans ce manuscrit permettent de réduire les risques de confusion chez l'utilisateur en évitant de véhiculer une sémantique sport-santé adaptée au contexte d'usage et au profil utilisateur. Par exemple, une sémantique forte dans un contexte d'usage santé peut être ciblée pour transmettre une valeur sûre de sorte que le produit sport-santé soit perçu comme adapté à ce contexte d'usage et accepté plus facilement par l'utilisateur. En combinant cette visualisation avec celle du profil utilisateur/concepteur, il est aussi possible d'adapter les choix de conception selon l'expérience de l'individu.

### Apport n°4 : Définition d'un espace de conception de la perception sport-santé

En reliant l'espace sémantique sport-santé à un espace attribut produit sport-santé lors de l'expérimentation n°3, nous avons pu former un espace de conception de la perception sport-santé. Les relations définies permettent ainsi d'explorer les possibilités de conception à partir d'une sémantique définie ou bien d'évaluer une conception à partir de ses attributs hédoniques et d'en extraire la façon dont il est perçu. Le couplage de ces relations avec les visualisations observées précédemment permettent de définir la perception d'un produit hybride sport-santé. En effet, en considérant à la fois les relations entre l'espace sémantique et les attributs produit ainsi que les influences des contextes d'usage et de l'individu sur la sémantique, le produit sport-santé et plus particulièrement sa perception, visuelle et sémantique, peut être définie et explicitée plus finement dans le contexte d'usage ciblé.

#### 4.1.2 APPORTS INDUSTRIELS

Dans ce manuscrit, nous avons présenté une méthode permettant de caractériser un espace sémantique sport-santé, un espace attribut produit sport-santé ainsi que les relations existantes entre ces deux espaces. Ce faisant, nous avons identifié un espace de conception permettant de guider les concepteurs afin de développer un produit hybride, dans notre cas sport-santé. En effet, les résultats obtenus permettent de préconiser des attributs produit à partir d'une sémantique sport-santé dans un contexte d'usage sport et/ou santé, d'évaluer une solution ou un produit final ou encore d'explorer des combinaisons d'attributs produit.

Nous avons aussi proposé un outil applicable au contexte de produits hybrides sport-santé intégrant ces différentes fonctionnalités dans le but d'aider les concepteurs lors du développement de tels produits. De la sorte, nous avons proposé une solution permettant de réduire l'écart de perception entre la façon dont un produit hybride sport-santé est perçu et la façon dont l'utilisateur le perçoit.

De plus, la proposition d'une définition de produits hybrides sport-santé contribue aussi à cet apport. En effet, la définition proposée permet aux concepteurs de mieux comprendre les contraintes liées à de tels produits et ainsi de mieux cadrer sa définition dès les phases amont du processus de conception.

## 4.2 LIMITES ET PERSPECTIVES

La méthodologie que nous avons mise au point et ses résultats repose sur plusieurs éléments :

- Des descripteurs sémantiques issus de la littérature scientifique
- Une comparaison entre une population d'utilisateurs et une population de concepteurs
- Des enquêtes à distance et des entretiens
- Des représentations graphiques de produits
- Un contexte d'usage situationnel

La première étape de notre méthodologie consiste à identifier des descripteurs sémantiques définissant un produit hybride sport-santé. Pour cela nous avons extrait des descripteurs issus d'une sémantique sport et/ou santé dans la littérature scientifique. Ce choix a été motivé par le fait que la sémantique présentée a déjà été éprouvée et extraite de divers médias. Nous avons alors ainsi créé un corpus de 6 articles. La taille de ce corpus peut représenter une première limite dans notre approche. En effet, avec peu de points de vue différents, il est possible de passer à côté d'une partie de l'identité qu'un produit peut véhiculer car la sémantique n'aura pas été observée (Schütte *et al.*, 2008). Malgré la taille de notre corpus nous avons réussi à extraire un total de 85 descripteurs sémantiques.

De plus, les descripteurs sémantiques extraits étaient en anglais. Dans notre contexte, nous avons appliqué la méthode à une population francophone, nous avons donc traduit les termes du français à l'anglais. Ce passage d'une langue à l'autre peut dénaturer la signification d'un mot (Lallemant *et al.*, 2015), ce qui est problématique lorsque l'on travaille sur la sémantique. En effet, certains mots anglais représentent deux notions en français (user fait autant référence à utilisateur qu'à usager) ou encore certains mots ne possèdent pas d'équivalence directe mais renvoient plutôt à une notion. Afin, de limiter ce biais nous avons utilisé des ressources linguistiques différentes. En perspective à ces travaux, nous recommandons ainsi dans la mesure du possible d'utiliser une sémantique dans la langue d'origine de la population sondée.

Dans notre méthodologie nous proposons d'intégrer à la fois le point de vue concepteur et le point de vue utilisateur. Toutefois, dans les travaux présentés ici, la taille des populations respectives constitue une limite à notre recherche. En effet, avec un panel de 6 concepteurs, nous ne pouvons observer que des tendances, nous ne pouvons pas tirer de conclusions. Ce fut notamment le cas concernant l'évaluation de l'influence du contexte d'usage sur la sémantique sport-santé. Néanmoins, ces concepteurs sont considérés comme des experts, par conséquent ce statut donne de la crédibilité à leur réponse. D'autre part, la taille de cet échantillon a été également impactante lors de la comparaison entre le point de vue concepteur et le point de vue utilisateur. En effet, la différence importante de taille entre les deux populations accordait plus de poids aux utilisateurs qu'aux concepteurs dans la mesure de l'accord entre les participants avec l'indice de Krippendorff. Bien que l'implication des experts se fait durant une phase d'interview, ce qui nécessite du temps et des ressources, nous recommandons donc d'augmenter la taille de cet échantillon de la population.

Dans notre méthodologie, nous avons utilisé des représentations graphiques de produits pour aider les participants à s'imaginer un produit sport-santé. Ce choix ne permet pas une perception fine du produit de la part de l'utilisateur. Néanmoins, il présente l'avantage de pouvoir être utilisé à distance via un questionnaire en ligne et ainsi d'atteindre une population plus large. Le choix de l'utilisation de questionnaire à distance constitue également une limite à notre méthodologie. En effet, avec cet outil,

nous ne pouvons pas être assurés du sérieux des candidats (réponses aléatoires, abandons, ...). Il est recommandé de faire passer un grand nombre de sujets afin de ne pas être impacté par ce phénomène. Dans le cadre de notre troisième expérimentation, le nombre de tâches demandées pour identifier des relations entre une sémantique et un attribut produit sport-santé a suscité une lassitude et causé des abandons malgré les précautions mises en place. Cela a eu pour conséquence, d'avoir un nombre réduit de confrontations d'un descripteur avec les différents attributs produit sport-santé. Pour cette raison, les résultats présentés lors l'expérimentation n°3 sont des tendances qu'il serait nécessaire de valider dans des prochains travaux.

Enfin, nous avons montré qu'un produit hybride sport-santé est conditionné par le contexte d'usage du sport et/ou de la santé. Par conséquent nous avons considéré des contextes d'usage situationnels dans notre méthodologie. Or, certains produits suivent des tendances, des modes qui changent au cours du temps. C'est le cas de produit de sport comme des vêtements ou des chaussures. Notre méthodologie ne considérant pas ce contexte d'usage temporel, elle permet seulement de créer un espace de conception pour définir une perception sport-santé à un instant précis, fixe. Il serait alors intéressant de prendre en compte ce phénomène et de l'intégrer dans notre méthodologie. Une telle intégration pourrait par exemple montrer l'évolution de la perception d'un produit au cours du temps et anticiper la façon dont il sera perçu dans le futur.

Pour conclure, une perspective plus générique à nos travaux serait d'étudier les conditions de généralisation de notre démarche pour caractériser d'autres types de produits hybrides (autre que sport – santé). En effet, il existe déjà d'autres produits hybrides dans d'autres domaines (alimentaire et santé, alimentaire et sport...), et une des tendances pour le futur sera peut-être caractérisée par l'émergence des innovations hybrides : la voiture électrique sera peut-être un jour utile pour le transport des personnes mais également un vecteur de partage et de stockage d'énergie des « smartgrid », et plus tard la voiture autonome pourra être perçue comme un artefact de transport mais également comme un espace de nomade de l'habitation (<https://www.renault.fr/concept-cars/symbioz.html>). La question de la perception de ce type de produit hybride sera autant de champ d'investigation possible pour tester la portée de notre démarche.

# Conclusion Générale

## CONCLUSION GENERALE

Dans la première partie de notre manuscrit, nous avons présenté notre positionnement scientifique, l'état des connaissances scientifiques ainsi que celles liées au terrain de notre partenaire industriel.

Le premier chapitre positionne nos travaux de recherche en Conception Centrée Utilisateur et plus particulièrement en lien avec l'Expérience Utilisateur. L'Expérience Utilisateur réfère au phénomène subjectif et conscient qui s'opère lorsque l'utilisateur interagit avec un produit dans un contexte particulier.

Nous notons alors que la prise en compte de l'ensemble de l'expérience utilisateur dans le processus de conception est essentielle pour satisfaire pleinement ce dernier et améliorer ainsi l'acceptabilité du produit. Nous retenons également dans ce chapitre l'importance de considérer les aspects subjectifs de l'expérience utilisateur dans ce but.

Nous avons observé quatre approches permettant de prendre en compte ces aspects subjectifs : l'Analyse Sensorielle, le Design Emotionnel, l'approche Sémantique et le Kansei Engineering. Nous constatons alors que malgré les différents éléments ciblés de la réponse affective de l'utilisateur, ces méthodes reposent sur le même principe et peuvent être assimilées sous le même terme, celui de l'Ingénierie Affective. Cette méthode a pour but d'incorporer les besoins affectifs de l'utilisateur dans des attributs produit afin de satisfaire l'utilisateur. Pour cela, le cœur de la méthode repose sur l'identification des relations entre une sémantique produit traduisant les réponses affectives des utilisateurs et les attributs produit impactant la perception de l'utilisateur.

Dans le Chapitre 2, nous avons fait état des connaissances liées à l'entreprise SC-Ergomedical. Nous y avons présenté l'entreprise et la vision de son concept d'*Ergomedical Design* pour concevoir des produits de sport. Ce concept se base sur une approche de Design Thinking favorisant la génération de solutions et de prototypes ainsi que l'empathie des concepteurs avec l'utilisateur. Elle intègre des considérations médicales en plus de considérations techniques, ergonomiques et d'usage dans le processus de conception, le tout sous la supervision d'experts médicaux.

Toutefois, l'entreprise a constaté que les produits mis sur le marché ne sont pas souvent perçus comme des produits dits « Ergomedical » par les consommateurs. Ils souffrent en effet d'un écart de perception en étant soit perçus comme des produits de sport créant une sensation de manque quant à l'apport médical, soit perçus comme des produits de santé causant un rejet de la part de l'utilisateur. Le souhait exprimé alors par SC-Ergomedical en 2017 a été de mieux structurer les pratiques et le concept de l'*Ergomedical Design* afin d'avoir un meilleur rendu sur les produits en essayant de corriger les écarts de perception.

Nous avons alors analysé le concept de l'*Ergomedical Design* au travers des outils et des critères de conception utilisés dans le processus de conception. Nous avons alors constaté qu'il n'existe pas de guide pour « jauger » la direction sport/santé en phase amont du processus de conception, qu'il n'existe pas ou peu de définition du produit sport-santé en amont et qu'il n'y a pas d'évaluations conjointes des aspects sport et santé des produits réalisés dans l'*Ergomedical Design*. Par conséquent, malgré la volonté de SC-Ergomedical de concevoir des produits perçus sport et/ou santé et le concept développé pour atteindre ce but, les manques de définition, d'outils et de critères empêchent de maîtriser la conception de la perception d'un produit sport-santé. Ces trois constats nous ont amené à formuler la problématique industrielle suivante :

**Quels outils et/ou méthodes permettent de garantir dans le concept d'Ergomedical Design la perception « sport et santé » d'un produit ?**

Afin de répondre à cette problématique industrielle, nous avons entrepris de définir la notion de produit sport-santé dans le Chapitre 3. Nous avons abordé ainsi la notion de produit hybride, c'est-à-dire un produit mêlant des caractéristiques issues de domaines distincts. Nous avons alors observé qu'**un produit hybride présente une identité dialogique sport et santé et peut être utilisé dans les contextes d'usage différents voire contradictoires du sport et/ou de la santé.**

La perception d'un produit étant conditionnée par son contexte d'usage, nous avons constaté que **la perception d'un produit sport-santé est conditionnée par son contexte d'usage situationnel portant des valeurs dialogiques.**

Nous avons également observé que la perception du produit est conditionnée par l'expérience de l'individu qui interagit avec le produit. Cette expérience est une des causes de l'écart de perception existant entre la perception interprétée par l'utilisateur et celle désirée du produit par les concepteurs. Nous avons alors constaté que **la perception d'un produit repose sur la réduction de l'écart d'une sémantique créée par les concepteurs et celle perçue par les utilisateurs, et plus particulièrement à notre contexte une sémantique dialogique sport-santé.**

Nous avons alors entrepris d'identifier une sémantique sport-santé. Nous avons constaté que dans la littérature scientifique, malgré la présence d'une sémantique sport et d'une sémantique santé, **une sémantique sport-santé n'était pas vraiment définie.**

La perception d'un produit hybride sport-santé apparaît alors comme complexe à maîtriser. En effet, elle repose sur un univers dialogique, un conditionnement selon des contextes d'usages opposés, l'expérience de l'individu qui perçoit le produit, ainsi que sur une sémantique non définie. Ceci nous a amenés à formuler la problématique scientifique suivante :

**Comment définir la perception d'un produit hybride sport-santé intégrant des composantes issues d'univers produits contradictoires en conception ?**

Nous avons vu, dans le Chapitre 1, qu'il existe différentes méthodes permettant de définir la perception d'un produit et qu'elles peuvent être assimilées à une approche d'Ingénierie Affective. Ainsi, en appliquant cette méthode à notre contexte d'usage de produit sport-santé nous avons formulé les questions de recherches suivantes :

- Q1 : Quels descripteurs sémantiques définissent une sémantique hybride sport-santé ?
- Q2 : Quel est l'écart de perception entre concepteurs et utilisateurs sur cette sémantique ?
- Q3 : Quelle est l'influence des contextes d'usage du sport et de la santé sur cette sémantique ?
- Q4 : Quelles sont les relations entre la sémantiques sport-santé et un espace attribut produit sport-santé permettant de véhiculer une identité hybride sport-santé ?

Pour répondre à ces différentes questions ainsi qu'à la problématique posée nous avons entrepris trois expérimentations développées dans la Partie n°3.

L'expérimentation n°1 a consisté à identifier des descripteurs sémantiques adaptés pour décrire un produit « sport-santé » afin de répondre à la question de recherche n°1

L'expérimentation n°2 a permis de définir un espace sémantique sport-santé. Celui-ci intègre l'évaluation de l'écart de perception entre les concepteurs et les utilisateurs ainsi que l'évaluation de l'influence des contextes d'usage du sport et de la santé sur la sémantique « sport-santé ». L'ensemble de ces résultats fournissent des éléments de réponse aux questions de recherches n°2 et n°3.

L'expérimentation n°3 a permis d'identifier les relations entre l'espace sémantique « sport-santé » défini lors des expérimentations précédentes et un espace attributs produit pour répondre à la question de recherche n°4.

Sur la base des résultats obtenus au travers de ces différentes expérimentations, nous avons pu ainsi définir un espace de conception sport-santé permettant de définir un produit hybride sport-santé selon son contexte d'usage et le profil utilisateur/concepteur de l'individu répondant ainsi à notre problématique scientifique.

Enfin, dans une quatrième partie, nous abordons les apports, les limites et les perspectives de nos travaux de recherche.

Nous retenons quatre apports scientifiques principaux dans nos travaux : une méthodologie pour définir la perception d'un produit sport-santé, la proposition d'une définition d'un produit sport-santé, la définition d'un espace sémantique sport-santé, et d'un espace de conception pour définir la perception d'un produit sport-santé. L'ensemble des résultats obtenus a ensuite servi à développer un outil d'aide à la conception de produit hybride sport-santé.

Nous présentons ensuite les limites actuelles de nos travaux et nous en servons de socle pour proposer des perspectives.

## CONCLUSION GENERALE

Nous sommes décidés à poursuivre nos travaux dans cette thématique, notamment en améliorant et en raffinant la méthodologie développée afin de pouvoir l'appliquer sur différentes dialogues. De plus, nous souhaitons améliorer l'outil d'aide à la conception proposé et l'intégrer dans le concept d'*Ergomedical Design* afin d'intégrer des considérations liées à la perception d'un produit sport santé aux considérations techniques, d'usage et médicales dans l'espace de conception *Ergomedical Design*.

## LISTES DES PUBLICATIONS

### ARTICLE SOUMIS DANS UNE REVUE INTERNATIONALE AVEC COMITE DE LECTURE

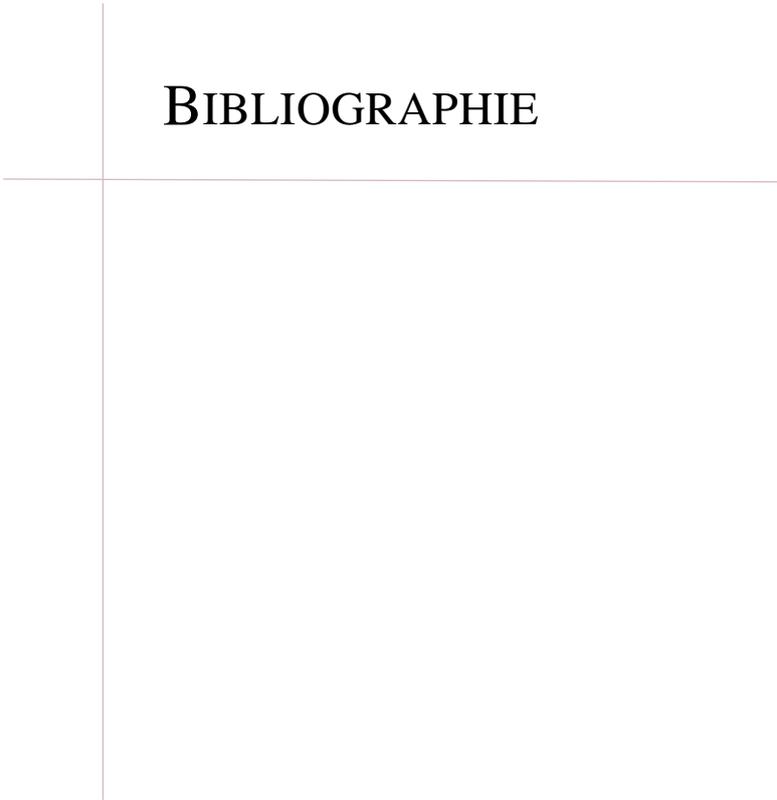
- Millet, A., Abi Akle, A., & Legardeur, J., Hybrid sport-health product semantics: Comparison between designers and users' perception. *Research in Engineering Design*. **Accepté par l'éditeur, statut « under review »**

### COMMUNICATION EN CONGRES INTERNATIONAL AVEC ACTES ET COMITE DE LECTURE

- Millet, A., Abi Akle, A., & Legardeur, J. (2020, May). Influence of the product context of use on a hybrid sport-health semantics. In *Proceedings of the Design Society: DESIGN Conference (Vol. 1, pp. 2059-2068)*. Cambridge University Press.
- Millet, A., Abi Akle, A., Masson, D., & Legardeur, J. (2019, July). Definition of a "Sport-Health" Semantic Space. In *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design (Vol. 1, No. 1, pp. 3841-3850)*. Cambridge University Press.

### COMMUNICATION EN CONGRES AVEC COMITE DE LECTURE

- Antoine Millet, Audrey Abi Akle, Dimitri Masson, Jérémy Legardeur. Définition d'un espace sémantique Sport-Santé. S.Mart, Apr 2019, Les Karellis, France. {hal-02151626}
- Antoine Millet, Audrey Abi Akle, Jérémy Legardeur. Human centred criteria for healthcare design. 25ème colloque des Sciences de la conception et de l'innovation (CONFERE 2018), Jul 2018, Budapest, Hungary. {hal-01938985}



# BIBLIOGRAPHIE

- Abi Akle, A. (2015), *Visualisation d'information Pour Une Décision Informée En Exploration d'espace de Conception Par Shopping*, available at: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01220661> (accessed 20 October 2019).
- Ahmed, S. and Boelskifte, P. (2006), "Investigation Of Designers Intentions and a Users' Perception of Product Character", *Nordesign*.
- Ahmed, S., Wallace, K.M. and Blessing, L.T.M. (2003), "Understanding the differences between how novice and experienced designers approach design tasks", *Research in Engineering Design*, Springer Verlag, Vol. 14 No. 1, pp. 1–11.
- Alcántara, E., Artacho, M.A., González, J.C. and García, A.C. (2005a), "Application of product semantics to footwear design. Part I - Identification of footwear semantic space applying diferencial semantics", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 35 No. 8, pp. 713–725.
- Alcántara, E., Artacho, M.A., González, J.C. and García, A.C. (2005b), "Application of product semantics to footwear design. Part II - Comparison of two clog designs using individual and compared semantic profiles", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 35 No. 8, pp. 727–735.
- Alexandre, B., Reynaud, E., Osiurak, F. and Navarro, J. (2018), "Acceptance and acceptability criteria: a literature review", *Cognition, Technology and Work*, available at: <https://doi.org/10.1007/s10111-018-0459-1>.
- Ambrosino, J., Masson, D., Abi Akle, A. and Legardeur, J. (2017), "Fostering collaborative project emergence through divergence of opinion", *Proceedings of the International Conference on Engineering Design, ICED*.
- Aoussat, A., Christofol, H. and Le Coq, M. (2000), "The new product design - A transverse approach", *Journal of Engineering Design*, Taylor and Francis Ltd., Vol. 11 No. 4, pp. 399–417.
- Ashby, M. (2010), *Materials Selection in Mechanical Design: Fourth Edition, Materials Selection in Mechanical Design: Fourth Edition*.
- Asikhia, O.K. and Setchi, R. (2016), "Linking Design Intention and Users' Interpretation through Image Schemas", *IFAC-PapersOnLine*, available at: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.10.550>.
- Auvray, M. and Spence, C. (2008), "The multisensory perception of flavor", *Consciousness and Cognition*, available at: <https://doi.org/10.1016/j.concog.2007.06.005>.
- Avramescu, A.M., Bazzaro, F., Mahdjoub, M., Sagot, J.C. and Simion, I. (2014), "Elaboration d'une approche d'analyse sensorielle tactile des matériaux bio-sources", *UPB Scientific Bulletin, Series*

*B: Chemistry and Materials Science.*

- Aziz, F.A., Husni, H. and Jamaludin, Z. (2010), “Affective engineering: What is it actually?”, *Knowledge Management International Conference*.
- Barnes, C.J. and Lillford, S.P. (2007), “Affective design decision-making—issues and opportunities”, *CoDesign*, Informa UK Limited, Vol. 3 No. sup1, pp. 135–146.
- Bavay, C. (2013), *Adaptation Des Méthodologies d'Évaluation Sensorielle*, Université d'Angers.
- Becker, L., van Rompay, T.J.L., Schifferstein, H.N.J. and Galetzka, M. (2011), “Tough package, strong taste: The influence of packaging design on taste impressions and product evaluations”, *Food Quality and Preference*, available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2010.06.007>.
- Beitz, W. (1994), “Design Science—The Need for a Scientific Basis for Engineering Design Methodology”, *Journal of Engineering Design*, Vol. 5 No. 2, pp. 129–133.
- Bloch, P.H. (1995), “Seeking the Ideal Form: Product Design and Consumer Response”, *Journal of Marketing*, available at: <https://doi.org/10.2307/1252116>.
- Bloch, P.H. (2011), “Product design and marketing: Reflections after fifteen years”, *Journal of Product Innovation Management*, available at: <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2011.00805.x>.
- Bogers, M., Afuah, A. and Bastian, B. (2010), “Users as Innovators: A Review, Critique, and Future Research Directions”, *Journal of Management*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, Vol. 36 No. 4, pp. 857–875.
- Bongard-Blanchy, K., Bouchard, C., Bonnardel, N., Lockner, D. and Aoussat, A. (2015), “User experience dimensions in product design: A consolidation of what academic researchers know and what design practitioners do”, *Journal of Design Research*, available at: <https://doi.org/10.1504/JDR.2015.069754>.
- Bonnamy, L., Bassereau, J. and Charvet-Pello, R. (2009), *Design Sensoriel*, Techniques.
- Bordegoni, M., Colombo, G. and Formentini, L. (2006), “Haptic technologies for the conceptual and validation phases of product design”, *Computers and Graphics (Pergamon)*, available at: <https://doi.org/10.1016/j.cag.2006.02.012>.
- Bouchard, C. (2011), *MODELISATION ET COMPUTATION DES PROCESSUS COGNITIFS ET INFORMATIONNELS EN CONCEPTION AMONT Une Investigation Chez Les Designers et Les Concepteurs. Carole Bouchard Maître de Conférences Arts et Métiers Paristech Laboratoire Conception de Produits et Innov.*

- Bouchard, C., Gentner, A. and Esquivel, D. (2014), *About the Nature of Kansei Information, from Abstract to Concrete INTERNATIONAL CONFERENCE ON KANSEI ENGINEERING AND EMOTION RESEARCH About the Nature of Kansei Information, from Abstract to Concrete*, Simon Schütte.
- Bouchard, C. and Omhover, J.F. (2016), “Supporting early design through conjoint trends analysis methods and the TRENDS system”, *Collaboration in Creative Design: Methods and Tools*, available at:[https://doi.org/10.1007/978-3-319-29155-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-29155-0_4).
- “Bouchons d’oreille EQ Seals® – SC Ergomedical”. (2020), , available at: <https://www.sc-ergomedical.com/projet/la-protection-du-conduit-auditif/> (accessed 20 August 2020).
- Bourdet, N., Deck, C., Carreira, R.P. and Willinger, R. (2012), “Head impact conditions in the case of cyclist falls”, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, SAGE PublicationsSage UK: London, England, Vol. 226 No. 3–4, pp. 282–289.
- Brown, T. (2008), “Design thinking”, *Harvard Business Review*, available at:[https://doi.org/10.1386/scene\\_00007\\_1](https://doi.org/10.1386/scene_00007_1).
- Caicedo, D.G. and Desmet, P.M.A. (2009), “Designing the new PrEmo”, available at: <http://www.bluehair.co/corner/wp-content/uploads/2009/02/designing-the-new-premo-david-guiza-caicedo-2009.pdf>.
- Carron, M. (2016), *Méthodes et Outils Pour Définir et Vehiculer Une Identité Sonore : Application Au Design Sonore Identitaire de La Marque SNCF*, Université Pierre et Marie Curie - Paris VI.
- Chamorro-Koc, M., Popovic, V. and Emmison, M. (2008), “Using visual representation of concepts to explore users and designers’ concepts of everyday products”, *Design Studies*, available at:<https://doi.org/10.1016/j.destud.2007.12.005>.
- Charrier, M., Bazzaro, F. and Sagot, J.-C. (2014), “Ergonomie et design industriel au service de la conception pour tous : étude exploratoire en contexte pédagogique”, *Société d’Ergonomie de Langue Francaise*.
- Chen, K., Chiu, S.C. and Lin, F.C. (2007), “Kansei design with cross cultural perspectives”, *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, available at:[https://doi.org/10.1007/978-3-540-73287-7\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-540-73287-7_7).
- CNRTL. (2019a), “UTILISATEUR: Définition de UTILISATEUR”, available at: <https://www.cnrtl.fr/definition/utilisateur> (accessed 11 August 2020).

## BIBLIOGRAPHIE

- CNRTL. (2019b), “USAGER : Définition de USAGER”, available at: <https://www.cnrtl.fr/definition/usager> (accessed 11 August 2020).
- CNRTL. (2019c), “CONSOMMATEUR : Définition de CONSOMMATEUR”, available at: <https://www.cnrtl.fr/definition/consommateur> (accessed 11 August 2020).
- CNRTL. (n.d.). “Définition de HYBRIDATION”, available at: <https://www.cnrtl.fr/definition/hybridation> (accessed 21 October 2020).
- Crilly, N. (2011), “Do Users Know What Designers Are Up To?”, *International Journal of Design*.
- Crilly, N., Maier, A. and Clarkson, P.J. (2008), “Representing artefacts as media: Modelling the relationship between designer intent and consumer experience”, *International Journal of Design*.
- D’Olivo, P., Del Curto, B., Faucheu, J., Lafon, D., Bassereau, J.F., Lê, S. and Delafosse, D. (2013), “Sensory metrology: When emotions and experiences contribute to design”, *Proceedings of the International Conference on Engineering Design, ICED*.
- Dean, D., Hender, J., Rodgers, T. and Santanen, E. (2006), “Identifying Quality, Novel, and Creative Ideas: Constructs and Scales for Idea Evaluation”, *Journal of the Association for Information Systems*, available at: <https://doi.org/10.17705/1jais.00106>.
- Deining, M., Daly, S.R., Sienko, K.H. and Lee, J.C. (2017), “Novice designers’ use of prototypes in engineering design”, *Design Studies*, available at: <https://doi.org/10.1016/j.destud.2017.04.002>.
- Desmet, P. (2002), “Designing emotions”.
- Desmet, P. and Hekkert, P. (2007), “Framework of product experience”, *International Journal of Design*.
- Desquilbet L. (2019), “Guide pratique de validation statistique de méthode de mesure: répétabilité, reproductibilité et concordance”, *Pdf En Ligne*, Vol. 8, pp. 1–41.
- Dong, A. and Yannou, B. (2016), “A model of product-induced pain”, *Nordesign*, Trondheim, Norway, available at: [https://www.researchgate.net/publication/322147427\\_A\\_model\\_of\\_product-induced\\_pain](https://www.researchgate.net/publication/322147427_A_model_of_product-induced_pain).
- DREES. (2019), *Les Dépenses de La Santé En 2018*, available at: <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/ve-14.pdf>.
- Fenko, A., Schifferstein, H.N.J. and Hekkert, P. (2010), “Shifts in sensory dominance between various stages of user-product interactions”, *Applied Ergonomics*, available at: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2009.03.007>.

- Ferrise, F., Bordegoni, M. and Graziosi, S. (2013), “A method for designing users’ experience with industrial products based on a multimodal environment and mixed prototypes”, *Computer-Aided Design and Applications*, available at:<https://doi.org/10.3722/cadaps.2013.461-474>.
- Fung, C.K.Y., Kwong, C.K., Chan, K.Y. and Jiang, H. (2014), “A guided search genetic algorithm using mined rules for optimal affective product design”, *Engineering Optimization*, available at:<https://doi.org/10.1080/0305215X.2013.823196>.
- Geissler, N., Byrnes, T., Lauer, W., Radermacher, K., Kotzsch, S., Korb, W. and Hölscher, U.M. (2013), “Patient safety related to the use of medical devices: A review and investigation of the current status in the medical device industry”, *Biomedizinische Technik*, available at:<https://doi.org/10.1515/bmt-2012-0040>.
- Gentner, A., Bouchard, C., Esquivel, D. and Favart, C. (2013), “Mapping a Multi-sensory Identity Territory at the Early Design Stage”, *International Journal of Affective Engineering*, available at:<https://doi.org/10.5057/ijae.12.191>.
- Gérard, M., Potéreau, J. and Hauser, M. (2019), *Les Préoccupations Des Français En Matière de Protection Sociale – Vague 2019*, available at: <https://harris-interactive.fr/wp-content/uploads/sites/6/2020/01/Rapport-Harris-Preoccupations-des-Francais-en-matiere-de-protection-sociale-2019-AG2R-La-Mondiale-V2.pdf>.
- Gibson, J.J. (1972), “A theory of direct visual perception”, available at: <https://philpapers.org/rec/GIBATO-2> (accessed 19 August 2020).
- Glérant-Glikson, A. and Amine, A. (2014), “Rôle du design dans la catégorisation des produits nouveaux hybrides (PNH): Cas du vin mélangé Ice Tropez”, available at: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01136169> (accessed 16 October 2020).
- Gonzalez, I., Val, E., Justel, D. and Iriarte, I. (2017), “A Framework For Product Design Based On Semantic Attribution Process”, *The Design Journal*, available at:<https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352983>.
- Green, A. and Chattaraman, V. (2019), “Creating an affective design typology for basketball shoes using kansei engineering methods”, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Vol. 774, Springer Verlag, pp. 355–361.
- Gregory, R.L. (1971), “The Intelligent Eye”, *Optometry and Vision Science*, available at:<https://doi.org/10.1097/00006324-197110000-00016>.
- Grimes, A. and Doole, I. (1998), “Exploring the Relationships Between Colour and International

- Branding: A Cross Cultural Comparison of the UK and Taiwan”, *Journal of Marketing Management*, available at:<https://doi.org/10.1362/026725798784867581>.
- Guerra, A.S. (2008), *Métriologie Sensorielle Dans Le Cadre Du Contrôle Qualité Visuel*, Université de Savoie.
- Guo, Y., Yang, M. and Zhou, M. (2018), “Persuasive semantics of aging health products based on AHP and Kansei engineering”, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Vol. 585, Springer Verlag, pp. 337–345.
- Hassenzahl, M. (2003), “The Thing and I: Understanding the Relationship Between User and Product”, available at:[https://doi.org/10.1007/1-4020-2967-5\\_4](https://doi.org/10.1007/1-4020-2967-5_4).
- Hassenzahl, M., Kekez, R. and Burmester, M. (2002), “The importance of a software’s pragmatic quality depends on usage modes”, *Proceedings of the 6th International Conference on Work With Display Units (WWDU 2002)*.
- Hassenzahl, M. and Tractinsky, N. (2006), “User experience - A research agenda”, *Behaviour and Information Technology*, Taylor & Francis Group , Vol. 25 No. 2, pp. 91–97.
- Hayes, A.F. and Krippendorff, K. (2007), “Answering the Call for a Standard Reliability Measure for Coding Data”, *Communication Methods and Measures*, available at:<https://doi.org/10.1080/19312450709336664>.
- Hsiao, S.W. and Chen, C.H. (1997), “A semantic and shape grammar based approach for product design”, *Design Studies*, available at:[https://doi.org/10.1016/s0142-694x\(97\)00037-9](https://doi.org/10.1016/s0142-694x(97)00037-9).
- Hsu, S.H., Chuang, M.C. and Chang, C.C. (2000), “A semantic differential study of designers’ and users’ product form perception”, *International Journal of Industrial Ergonomics*, available at:[https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(99\)00026-8](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(99)00026-8).
- IEC 62366-1. (2015), “ISO - IEC 62366-1:2015 - Dispositifs médicaux — Partie 1: Application de l’ingénierie de l’aptitude à l’utilisation aux dispositifs médicaux”, available at: <https://www.iso.org/fr/standard/63179.html> (accessed 3 September 2020).
- IISE. (2019), “What is Industrial Engineering?”, available at: <https://www.iise.org/details.aspx?id=43631>.
- INSEP and Ministère de la ville de la jeunesse et des sports. (2015), *La Pratique Des Activités Physiques et Sportives En France*, edited by Canneva, H. *La Pratique Des Activités Physiques et Sportives En France*, INSEP-Éditions, available at:<https://doi.org/10.4000/books.insep.796>.

- Institut National de la Jeunesse et de l'Éducation Populaire. (2019), "Poids économique du sport – Édition 2019", pp. 2016–2020.
- ISO 9241-210. (2010), *Human-Centred Design for Interactive Systems. Ergonomics of Human System Interaction Part 210 (ISO 9241-210)*, *Iso 9241210*, available at:<https://doi.org/10.1039/c0dt90114h>.
- Jablokow, K., Teerlink, W., Yilmaz, S., Daly, S., Silk, E. and Wehr, C. (2015), "Ideation variety in mechanical design: Examining the effects of cognitive style and design Heuristics", *Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference*, available at:<https://doi.org/10.1115/DETC2015-46334>.
- Jahanian, A. (2014), "Quantifying aesthetics of visual design applied to automatic design", *ProQuest Dissertations and Theses*.
- Jiang, H., Kwong, C.K., Liu, Y. and Ip, W.H. (2015), "A methodology of integrating affective design with defining engineering specifications for product design", *International Journal of Production Research*, Taylor and Francis Ltd., Vol. 53 No. 8, pp. 2472–2488.
- Jiao, J., Zhang, Y. and Helander, M. (2006), "A Kansei mining system for affective design", *Expert Systems with Applications*, available at:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2005.07.020>.
- Jordan, P.W. (1999), "Pleasure with Products: Human Factors for Body, Mind and Soul", *Human Factors in Product Design*, CRC Press, pp. 212–223.
- Jordan, P.W. (2003), *Designing Pleasurable Products : An Introduction to the New Human Factors*, Taylor & Francis e-Library.
- Karjalainen, T.M. (2007), "It looks like a Toyota: Educational approaches to designing for visual brand recognition", *International Journal of Design*.
- Karjalainen, T.M. and Snelders, D. (2010), "Designing visual recognition for the brand", *Journal of Product Innovation Management*, available at:<https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2009.00696.x>.
- Khalaj, J. and Pedgley, O. (2014), "Comparison of semantic intent and realization in product design: A study on high-end furniture impressions", *International Journal of Design*.
- Khalaj, J. and Pedgley, O. (2019), "A semantic discontinuity detection (SDD) method for comparing designers' product expressions with users' product impressions", *Design Studies*, available at:<https://doi.org/10.1016/j.destud.2019.02.002>.
- Kongprasert, N., Brissaud, D., Bouchard, C., Aoussat, A. and Butdee, S. (2008), "How to design and

- process brand identity through an integrated innovative approach”, *2008 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, IEEM 2008*, available at: <https://doi.org/10.1109/IEEM.2008.4737970>.
- Krippendorff, K. (2004), *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology (Second Edition)*, SAGE Publications, available at: <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.31.3460>.
- Krippendorff, K. (2005), *The Semantic Turn: A New Foundation for Design - CRC Press Book*, edited by Press, C., 1st ed., available at: <https://www.crcpress.com/The-Semantic-Turn-A-New-Foundation-for-Design/Krippendorff/p/book/9780415322201> (accessed 26 October 2019).
- Krippendorff, K. (2011), “Agreement and information in the reliability of coding”, *Communication Methods and Measures*, available at: <https://doi.org/10.1080/19312458.2011.568376>.
- Krippendorff, K. and Butter, R. (2008), “Semantics: Meanings and contexts of artifacts”, *Product Experience*, available at: <https://doi.org/10.1016/B978-008045089-6.50017-4>.
- Krueger, A., Witte, K. and Edelman-Nusser, J. (2006), “Approach of a model for the interaction between athlete, sports equipment and environment”, *The Engineering of Sport 6*, Vol. 3, Springer New York, pp. 17–22.
- Kujala, S., Roto, V., Väänänen-Vainio-Mattila, K., Karapanos, E. and Sinelä, A. (2011), “UX Curve: A method for evaluating long-term user experience”, *Interacting with Computers*, available at: <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2011.06.005>.
- Kujala, S., Roto, V., Väänänen-Vainio-Mattila, K. and Sinelä, A. (2011), “Identifying hedonic factors in long-term user experience”, *DPPI'11 - Designing Pleasurable Products and Interfaces, Proceedings*, available at: <https://doi.org/10.1145/2347504.2347523>.
- “La protection souple pour la tête Okyl® – SC Ergomedical”. (2020), , available at: <https://www.sc-ergomedical.com/projet/protection-souple-tete-okyl/> (accessed 20 August 2020).
- Lallemand, C. and Gronier, G. (2018), *Méthodes de Design UX - C.Lallemand, G.Gronier - 2ème Édition - Librairie Eyrolles*, edited by Eyrolles, 2eme ed., available at: <https://www.eyrolles.com/Informatique/Livre/methodes-de-design-ux-9782212673982/> (accessed 24 September 2019).
- Lallemand, C., Koenig, V., Gronier, G. and Martin, R. (2015), “Création et validation d’une version française du questionnaire AttrakDiff pour l’évaluation de l’expérience utilisateur des systèmes interactifs”, *Revue Européenne de Psychologie Appliquée*, Elsevier Masson SAS, Vol. 65 No. 5, pp. 239–252.

- Lee, S., Harada, A. and Stappers, P.J. (2000), “Pleasure with products: Design based on Kansei”, *Proceedings of the Pleasure Based Human Factors Seminar*, available at: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1201/9780203302279>.
- Li, X. (2018), “Quantitative research on product form based on Kansei engineering”, *Journal of Engineering Science and Technology Review*, available at: <https://doi.org/10.25103/jestr.111.10>.
- Lim, D. (2003), *Modélisation Du Processus de Conception Centrée Utilisateur, Basée Sur l'intégration Des Méthodes et Outils de l'ergonomie Cognitive : Application à La Conception d'IHM Pour La Télévision Interactive*, available at: <https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-00006623> (accessed 28 September 2019).
- Linsey, J.S., Clauss, E.F., Kurtoglu, T., Murphy, J.T., Wood, K.L. and Markman, A.B. (2011), “An experimental study of group idea generation techniques: Understanding the roles of idea representation and viewing methods”, *Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME*, available at: <https://doi.org/10.1115/1.4003498>.
- Lokman, A.M., Ishak, K.K., Razak, F.H.A. and Aziz, A.A. (2012), “The feasibility of PrEmo in cross-cultural Kansei measurement”, *SHUSER 2012 - 2012 IEEE Symposium on Humanities, Science and Engineering Research*, available at: <https://doi.org/10.1109/SHUSER.2012.6268780>.
- Lüthje, C. (2004), “Characteristics of innovating users in a consumer goods field: An empirical study of sport-related product consumers”, *Technovation*, Elsevier Ltd, Vol. 24 No. 9, pp. 683–695.
- MacDonald, E., Lubensky, A., Sohns, B. and Papalambros, P.Y. (2009), “Product semantics and wine portfolio optimisation”, *International Journal of Product Development*, available at: <https://doi.org/10.1504/IJPD.2009.022277>.
- Maleki, S., Amiri Aghdaie, S.F., Shahin, A. and Ansari, A. (2019), “Investigating the relationship among the Kansei-based design of chocolate packaging, consumer perception, and willingness to buy”, *Journal of Marketing Communications*, available at: <https://doi.org/10.1080/13527266.2019.1590855>.
- Mantelet, F. (2006), “Prise en compte de la perception émotionnelle du consommateur dans le processus de conception de produits”, *Http://Www.Theses.Fr*, Paris, ENSAM, available at: <http://www.theses.fr/2006ENAM0038> (accessed 19 August 2020).
- Marsac, E., Kim, K.O. and Takatera, M. (2018), “Japanese–French tastes in simulated women’s sportswear t-shirts”, *International Journal of Clothing Science and Technology*, available at: <https://doi.org/10.1108/IJCST-09-2017-0140>.

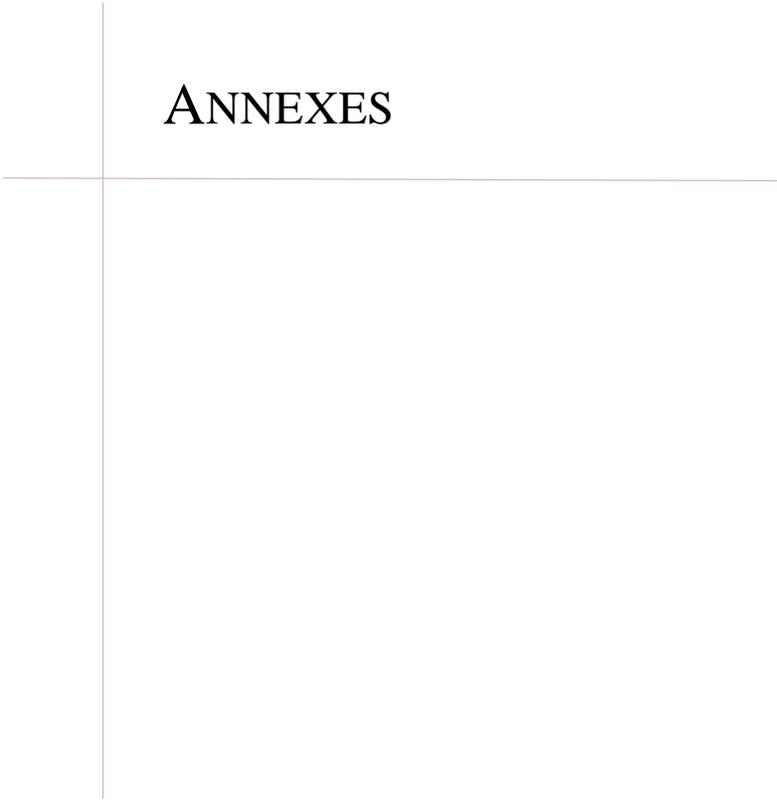
- Masagué, S.G. and Macià, J.L. (2015), “User-Centered Design for Emotion. A Case Study in Wellness Products”, *Complex Systems Design & Management*, Springer International Publishing, Cham, pp. 193–206.
- Maslow, A.H. (1943), “A theory of human motivation”, *Psychological Review*, available at:<https://doi.org/10.1037/h0054346>.
- Medina, L.A., Kremer, G.E.O. and Wysk, R.A. (2013), “Supporting medical device development: A standard product design process model”, *Journal of Engineering Design*, available at:<https://doi.org/10.1080/09544828.2012.676635>.
- MHRA. (2017), *Human Factors and Usability Engineering-Guidance for Medical Devices Including Drug-Device Combination Products Human Factors and Usability Engineering-Guidance for Medical Devices Including Drug-Device Combination Products MHRA*, available at: <http://www.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/> (accessed 3 September 2020).
- Ministère de l’Economie des Finances et de la Relance. (n.d.). “Traumatisme crânien”, available at: <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Securite/Accident-de-la-vie-courante/Situations-a-risques/Traumatisme-cranien> (accessed 22 August 2020).
- Ministère de la Ville de la Jeunesse et des sports. (2015), “Présentation des enjeux de l’économie du sport”, p. 2013.
- Moreau, C.P., Markman, A.B. and Lehmann, D.R. (2001), “‘What is it?’ Categorization flexibility and consumers’ responses to really new products”, *Journal of Consumer Research*, available at:<https://doi.org/10.1086/319623>.
- Morin, E. (1990), *Science Avec Conscience, Points Sciences*.
- Mosely, G., Wright, N. and Wrigley, C. (2018), “Facilitating design thinking: A comparison of design expertise”, *Thinking Skills and Creativity*, available at:<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.02.004>.
- Müller, M. (2011), *Enhancing Sport-Sports Technology Design in the Context of Sport Motive, Motion Task and Product Feature*, Munich.
- Nagamachi, M. (1989), “Kansei engineering approach to automotive”, *Journal of the Society of Automotive Engineers of Japan*, Vol. 43, pp. 94–100.
- Nelson, B.A., Wilson, J.O., Rosen, D. and Yen, J. (2009), “Refined metrics for measuring ideation effectiveness”, *Design Studies*, available at:<https://doi.org/10.1016/j.destud.2009.07.002>.
- Ngo, M.K., Piqueras-Fiszman, B. and Spence, C. (2012), “On the colour and shape of still and sparkling

- water: Insights from online and laboratory-based testing”, *Food Quality and Preference*, available at:<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.11.004>.
- Nielsen, J. (2004), “Usability engineering”, *Computer Science Handbook, Second Edition*, available at:<https://doi.org/10.1201/b16768-38>.
- “Nike Air Zoom Pulse - Nike News”. (2019), , available at: <https://news.nike.com/news/nike-air-zoom-pulse> (accessed 10 December 2019).
- Norman, D. (2016), *The Design of Everyday Things, The Design of Everyday Things*, available at:<https://doi.org/10.15358/9783800648108>.
- Norman, D., Miller, J. and Henderson, A. (1995), “What you see, some of what’s in the future, and how we go about doing it: HI at apple computer”, *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*.
- Norman, D.A. (2007), *Emotional Design : Why We Love (or Hate) Everyday Things*, edited by UK, H.
- Norman, D.A. and Ortony, A. (2003), “Designers and Users: Two Perspectives on Emotion and Design”, *Symposium on Foundations of Interaction Design*, available at:<https://doi.org/10.2307/2074241>.
- OMS. (1946), “Définition de la santé”, available at: <https://www.who.int/fr/about/who-we-are/frequently-asked-questions>.
- Ortíz Nicolás, J.C. and Aurisicchio, M. (2011), “A scenario of user experience”, *ICED 11 - 18th International Conference on Engineering Design - Impacting Society Through Engineering Design*.
- Osgood, C.E. (1952), “The nature and measurement of meaning”, *Psychological Bulletin*, Vol. 49 No. 3, pp. 197–237.
- Pahl, G. and Beitz, W. (2013), “Engineering design: a systematic approach”.
- Palierse, C. (2020), “Le sport : un business à plus de 90 milliards en France”, *Les Echos*, available at: <https://www.lesechos.fr/industrie-services/service>.
- Papalambros, P.Y. (2015), “Design Science: Why, What and How”, *Design Science*, Cambridge University Press, 1 July, available at:<https://doi.org/10.1017/dsj.2015.1>.
- Patterson, F. and Zibarras, L.D. (2017), “Selecting for creativity and innovation potential: implications for practice in healthcare education”, *Advances in Health Sciences Education*, available at:<https://doi.org/10.1007/s10459-016-9731-4>.

- Persson, J. (2017), “A review of the design and development processes of simulation for training in healthcare – A technology-centered versus a human-centered perspective”, *Applied Ergonomics*, available at:<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.07.007>.
- Petiot, J.F. and Yannou, B. (2004), “Measuring consumer perceptions for a better comprehension, specification and assessment of product semantics”, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 33 No. 6, pp. 507–525.
- Plutchik, R. and Kellerman, H. (1981), “Emotion: Theory, Research, and Experience. Vol. 1. Theories of Emotion”, *The American Journal of Psychology*, Vol. 94 No. 2, available at:<https://doi.org/10.2307/1422757>.
- van Rompay, T., Hekkert, P., Saakes, D. and Russo, B. (2005), “Grounding abstract object characteristics in embodied interactions”, *Acta Psychologica*, available at:<https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2005.02.001>.
- Rosa, V., Handgraaf, F., Sayeux, J., Pereyre, B. and Cordier, F. (2014), “The Ergomedical design : integrating a medical approach into the innovative design process”, *5th International Conference Ofn Applied Human Factors and Ergonomics*, Krakow, pp. 292–302.
- Roto, V., Law, E., Vermeeren, A. and Hoonhout, J. (2010), “User Experience White Paper: Bringing clarity to the concept of user experience”, ... *Seminar on Demarcating User Experience*.
- “Roue chromatique, un générateur de palettes de couleurs | Adobe Color”. (n.d.). , available at: <https://color.adobe.com/fr/create> (accessed 18 March 2020).
- de Rouvray, A. (2006), *INTEGRATION DES PREFERENCES EMOTIONNELLES ET SENSORIELLES DANS LA CONCEPTION DE PRODUITS D’AMEUBLEMENT : PROPOSITION D’UNE METHODE D’INGENIERIE AFFECTIVE*.
- Rowe, P. (1987), *Design Thinking*, MIT Press.
- Scherer, K.R. (2005), “What are emotions? and how can they be measured?”, *Social Science Information*, available at:<https://doi.org/10.1177/0539018405058216>.
- Schiffenstein, H.N.J. (2006), “The perceived importance of sensory modalities in product usage: A study of self-reports”, *Acta Psychologica*, available at:<https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2005.06.004>.
- Schütte, S. (2005), *Engineering Emotional Values in Product Design -Kansei Engineering in Development, Engineering*.
- Schütte, S., Eklund, J., Ishihara, S. and Nagamachi, M. (2008), “Affective meaning: The Kansei

- Engineering approach”, *Product Experience*, Elsevier Ltd, pp. 477–496.
- Shah, J.J., Vargas-Hernandez, N. and Smith, S.M. (2003), “Metrics for measuring ideation effectiveness”, *Design Studies*, available at:[https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(02\)00034-0](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(02)00034-0).
- Shannon, C.E. (1948), “A Mathematical Theory of Communication”, *Bell System Technical Journal*, available at:<https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>.
- Shieh, M.D. and Yeh, Y.E. (2015), “A comparative study on perceptual evaluations of sports shoe exterior”, *Color Research and Application*, John Wiley and Sons Inc., Vol. 40 No. 2, pp. 178–193.
- da Silva, O., Crilly, N. and Hekkert, P. (2015), “How people’s appreciation of products is affected by their knowledge of the designers’ intentions”, *International Journal of Design*.
- Da Silva, S.E.A. (2016), *Design, Technologie et Perception : Mise En Relation Du Design Sensoriel, Sémantique et Émotionnel Avec La Texture et Les Matériaux*, available at: <https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-01563158> (accessed 18 March 2020).
- Spence, C. and Gallace, A. (2011), “Multisensory design: Reaching out to touch the consumer”, *Psychology and Marketing*, available at:<https://doi.org/10.1002/mar.20392>.
- Starkey, E., Toh, C.A. and Miller, S.R. (2016), “Abandoning creativity: The evolution of creative ideas in engineering design course projects”, *Design Studies*, available at:<https://doi.org/10.1016/j.destud.2016.08.003>.
- Stefanyshyn, D.J. and Wannop, J.W. (2015), “Biomechanics research and sport equipment development”, *Sports Engineering*, Springer-Verlag London Ltd, Vol. 18 No. 4, pp. 191–202.
- Thakur, R., Hsu, S.H.Y. and Fontenot, G. (2012), “Innovation in healthcare: Issues and future trends”, *Journal of Business Research*, available at:<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2011.02.022>.
- Trujillo, J.L.H., Aviñó, A.M. i. and Millán, C.L. (2017), “User Evaluation of Neonatology Ward Design: An Application of Focus Group and Semantic Differential”, *Health Environments Research and Design Journal*, SAGE Publications Inc., Vol. 10 No. 2, pp. 23–48.
- Union Sport & Cycle. (2019), “LE MARCHÉ DU SPORT EN CROISSANCE POUR LA 9E ANNÉE CONSÉCUTIVE”, *Filière Sport*, available at: <https://www.filieresport.com/2019-03-12/le-marche-du-sport-en-croissance-pour-la-9e-annee-consecutive>.
- Vaucher, P. (2017), “Fiabilité d’un test, d’une mesure ou d’une procédure d’évaluation”, *Mains Libres*, No. June, pp. 49–55.
- Vermeeren, A.P.O.S., Law, E.L.C., Roto, V., Obrist, M., Hoonhout, J. and Väänänen-Vainio-Mattila,

- K. (2010), “User experience evaluation methods: Current state and development needs”, *NordiCHI 2010: Extending Boundaries - Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction*, available at:<https://doi.org/10.1145/1868914.1868973>.
- Walter, Aa. (2011), *Désign Emotionnel*, edited by Eyrolles.
- Wang, C.H. (2019), “Association rule mining and cognitive pairwise rating based portfolio analysis for product family design”, *Journal of Intelligent Manufacturing*, available at:<https://doi.org/10.1007/s10845-017-1362-y>.
- Warell, A. (2001), “Design syntactics: A functional approach to visual product form theory, models, and methods”, *Doktorsavhandlingar Vid Chalmers Tekniska Hogskola*.
- Warell, A. (2015), “Identity References in Product Design: An Approach for Inter-relating Visual Product Experience and Brand Value Representation”, *Procedia Manufacturing*, available at:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.350>.
- Wilkinson, C.R. and De Angeli, A. (2014), “Applying user centred and participatory design approaches to commercial product development”, *Design Studies*, available at:<https://doi.org/10.1016/j.destud.2014.06.001>.
- Wilson, N., Thomson, A. and Riches, P. (2017), “Development and presentation of the first design process model for sports equipment design”, *Research in Engineering Design*, Springer London, Vol. 28 No. 4, pp. 495–509.
- Won, S. and Westland, S. (2017), “Colour meaning and context”, *Color Research and Application*, available at:<https://doi.org/10.1002/col.22095>.
- Wu, T.Y., Li, Y.J. and Liu, Y. (2017), “Study of color emotion impact on leisure food package design”, *Communications in Computer and Information Science*, available at:[https://doi.org/10.1007/978-3-319-58753-0\\_86](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58753-0_86).
- Xue, L., Yi, X., Lin, Y.C. and Drukker, J.W. (2019), “An approach of the product form design based on gra-fuzzy logic model: A case study of train seats”, *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, available at:<https://doi.org/10.24507/ijicic.15.01.261>.
- Zhang, Z. and Zhu, Y. (2009), “Research on users’ and designers’ product color perception”, *ISCID 2009 - 2009 International Symposium on Computational Intelligence and Design*, available at:<https://doi.org/10.1109/ISCID.2009.73>.



ANNEXES

## ANNEXE 1 : ENSEMBLE DES IMAGES DE PRODUIT RETENUES POUR L'EXPERIMENTATION N°1

Tableau 26 : Echantillon d'images produit utilisé lors de l'expérience n°1

Catégorie produit sport		Catégorie produit santé		Catégorie produit sport-santé	
ImSport <sub>1</sub>		ImSanté <sub>1</sub>		ImSportSanté <sub>1</sub>	
ImSport <sub>2</sub>		ImSanté <sub>2</sub>		ImSportSanté <sub>2</sub>	
ImSport <sub>3</sub>		ImSanté <sub>3</sub>		ImSportSanté <sub>3</sub>	
ImSport <sub>4</sub>		ImSanté <sub>4</sub>		ImSportSanté <sub>4</sub>	
ImSport <sub>5</sub>		ImSanté <sub>5</sub>		ImSportSanté <sub>5</sub>	
ImSport <sub>6</sub>		ImSanté <sub>6</sub>		ImSportSanté <sub>6</sub>	
ImSport <sub>7</sub>		ImSanté <sub>7</sub>		ImSportSanté <sub>7</sub>	
ImSport <sub>8</sub>		ImSanté <sub>8</sub>		ImSportSanté <sub>8</sub>	
ImSport <sub>9</sub>		ImSanté <sub>9</sub>		ImSportSanté <sub>9</sub>	
ImSport <sub>10</sub>		ImSanté <sub>10</sub>		ImSportSanté <sub>10</sub>	

ImSport <sub>11</sub>		ImSanté <sub>11</sub>		ImSportSanté <sub>11</sub>	
ImSport <sub>12</sub>		ImSanté <sub>12</sub>		ImSportSanté <sub>12</sub>	
ImSport <sub>13</sub>		ImSanté <sub>13</sub>		ImSportSanté <sub>13</sub>	
ImSport <sub>14</sub>		ImSanté <sub>14</sub>		ImSportSanté <sub>14</sub>	
ImSport <sub>15</sub>		ImSanté <sub>15</sub>		ImSportSanté <sub>15</sub>	

ANNEXE 2 : ASSOCIATIONS DES IMAGES DE PRODUIT FAITES PAR LES PARTICIPANTS LORS DE L'EXPERIMENTATION N°1



Figure 101 : Nombre d'associations faites par les participants concernant les images produit de sport avec les différentes catégories

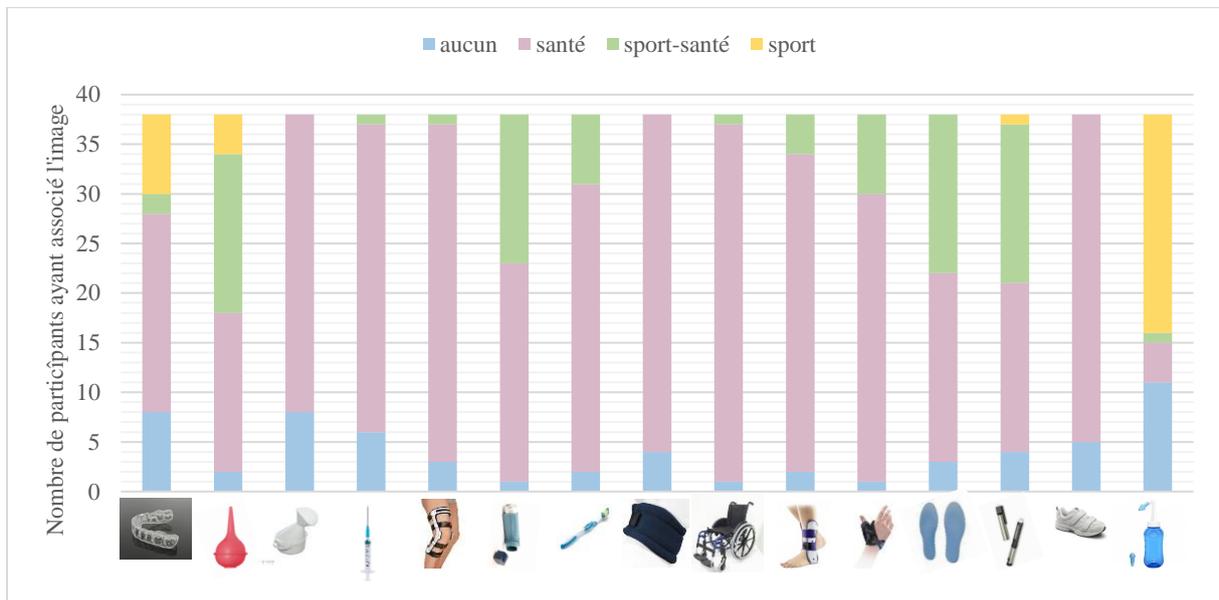


Figure 102 : Nombre d'associations faites par les participants concernant les images produit de santé avec les différentes catégories

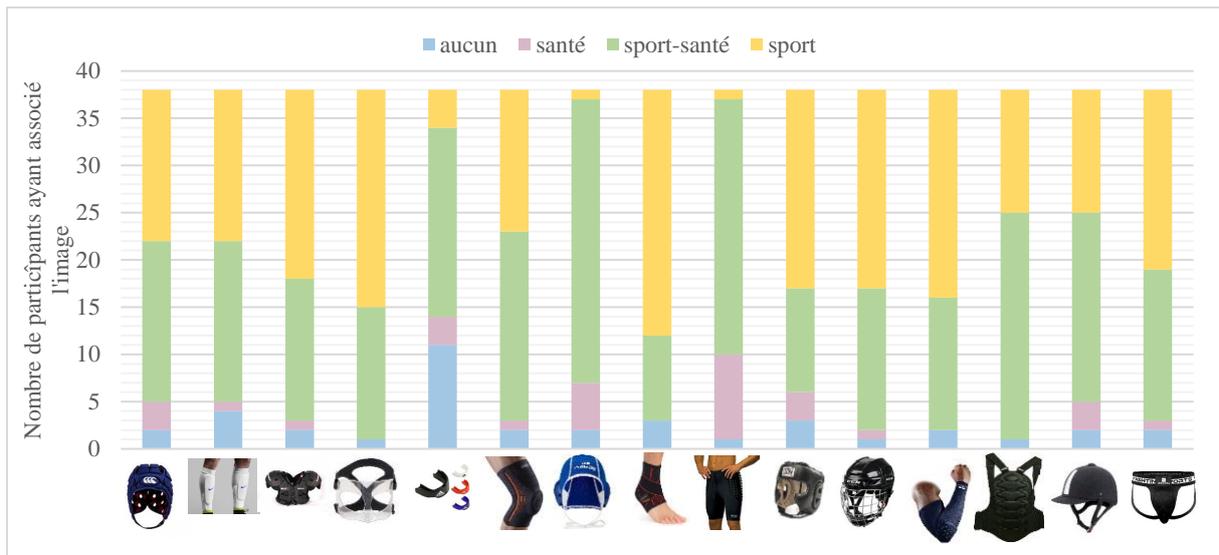


Figure 103 : Nombre d'associations faites par les participants concernant les images produit sport-santé avec les différentes catégories

ANNEXE 3 : ASSOCIATIONS DE DESCRIPTEURS SEMANTIQUES LORS DE L'EXPERIMENTATION N°1

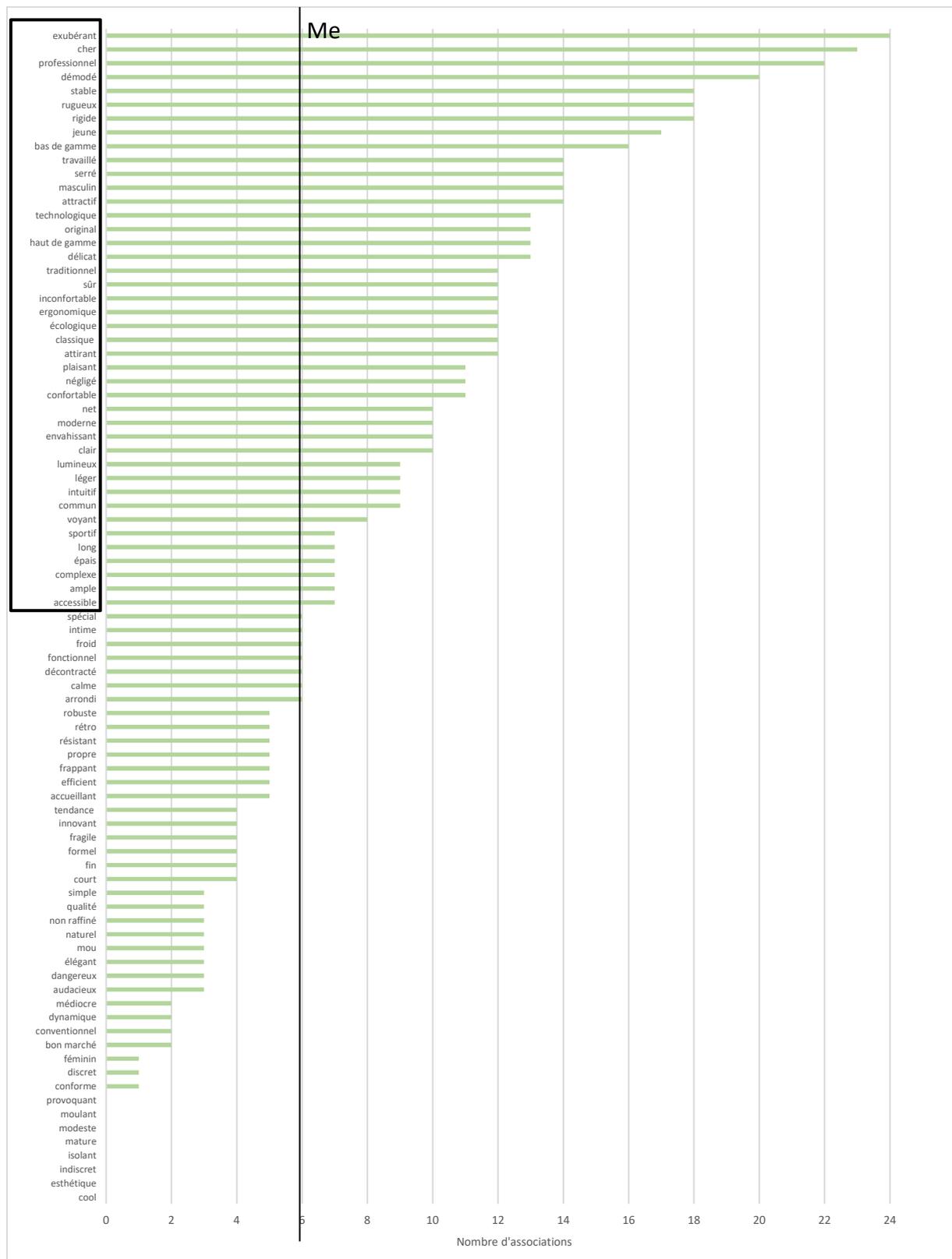


Figure 104 : Nombre d'associations des descripteurs sémantiques à la catégorie sport-santé avec l'échantillon sport-santé

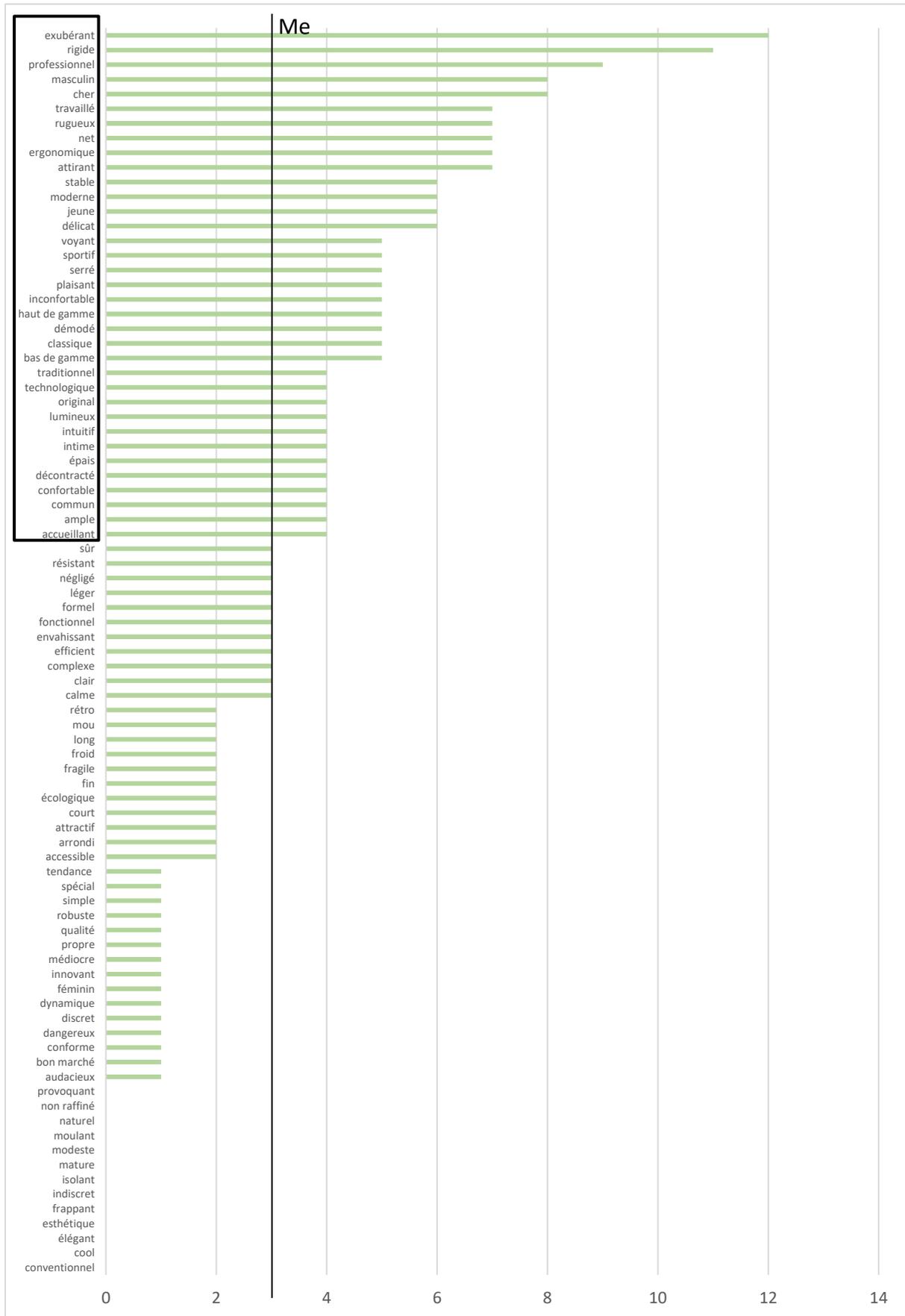


Figure 105 : Nombre d'associations des descripteurs sémantiques à la catégorie sport-santé avec l'échantillon réduit

## ANNEXE 4 : DESCRIPTEURS SEMANTIQUES ASSOCIES A LA CATEGORIE SPORT-SANTE LORS DE L'EXPERIMENTATION N°2

Tableau 27 : Descripteurs sémantiques associés à la catégorie sport-santé par les concepteurs, nombre de sélections, total, médianes et écart types des scores des évaluations

Descripteurs sémantique	Nombre de sélections	Total scores selon l'axe sport	Total scores selon l'axe santé	Médiane scores selon l'axe sport	Médiane scores selon l'axe santé	Ecart-T type scores selon l'axe sport	Ecart-T type scores selon l'axe santé
Accessible	3	9	12	3,00	5,00	1,00	1,73
Accueillant	3	9	12	3,00	5,00	1,00	1,73
Adaptable	2	3	9	1,50	4,50	0,71	0,71
Ample	1	2	4	2,00	4,00	-	-
Attirant	1	5	1	5,00	1,00	-	-
Attractif	2	10	8	5,00	4,00	-	1,41
Audacieux	1	3	5	3,00	5,00	-	-
Bas de gamme	2	8	5	4,00	2,50	1,41	0,71
Bon marché	1	4	2	4,00	2,00	-	-
Calme	1	1	5	1,00	5,00	-	-
Cher	2	10	4	5,00	2,00	-	1,41
Complexe	2	5	10	2,50	5,00	0,71	-
Confortable	6	20	22	3,50	3,50	1,21	1,21
Consommable	1	2	5	2,00	5,00	-	-
Cool	1	4	2	4,00	2,00	-	-
Décontracté	1	4	1	4,00	1,00	-	-
Délicat	2	4	8	2,00	4,00	1,41	1,41
Discret	2	3	8	1,50	4,00	2,12	1,41
Dynamique	2	9	5	4,50	2,50	0,71	0,71
Ecologique	2	2	10	1,00	5,00	1,41	-
Efficient	2	9	8	4,50	4,00	0,71	1,41
Epais	1	2	5	2,00	5,00	-	-
Ergonomique	5	19	23	5,00	5,00	1,79	0,89
Esthétique	3	13	8	5,00	4,00	1,15	2,31
Fashion	1	4	1	4,00	1,00	-	-
Fonctionnel	4	15	16	4,00	4,00	1,26	0,82
Formel	1	5	2	5,00	2,00	-	-
Fragile	1	4	1	4,00	1,00	-	-
Haut de gamme	1	3	3	3,00	3,00	-	-
Humain	1	2	5	2,00	5,00	-	-
Inconfortable	1	1	5	1,00	5,00	-	-
Innovant	5	21	21	4,00	4,00	0,84	0,84
Intime	2	2	9	1,00	4,50	1,41	0,71
Intuitif	4	15	11	4,00	2,50	0,50	0,96
Isolant	2	5	10	2,50	5,00	0,71	-
Léger	3	13	8	4,00	3,00	0,58	1,53
Médiocre	1	5	3	5,00	3,00	-	-
Moderne	4	10	18	2,50	4,50	1,29	0,58
Modeste	2	4	6	2,00	3,00	2,83	2,83
Mou	1	5	5	5,00	5,00	-	-
Moulant	3	12	9	4,00	3,00	1,00	-
Naturel	3	7	14	2,00	5,00	0,58	0,58
Original	2	8	5	4,00	2,50	1,41	2,12
Plaisant	2	5	6	2,50	3,00	0,71	2,83
Prevention	1	4	2	4,00	2,00	-	-
Professionnel	2	3	10	1,50	5,00	2,12	-
Propre	3	4	15	1,00	5,00	0,58	-
Qualité	3	13	15	5,00	5,00	1,15	-
Résistant	2	7	5	3,50	2,50	0,71	0,71
Rigide	1	5	5	5,00	5,00	-	-
Robuste	2	8	7	4,00	3,50	-	2,12
Sécurité	1	4	5	4,00	5,00	-	-
Serré	2	9	7	4,50	3,50	0,71	2,12
Simple	2	7	6	3,50	3,00	0,71	-
Soutien	1	1	5	1,00	5,00	-	-
Spécial	1	3	5	3,00	5,00	-	-
Spécifique	1	3	0	3,00	-	-	-
Sportif	2	8	5	4,00	2,50	1,41	3,54
Stable	1	5	5	5,00	5,00	-	-
Sûr	4	13	17	3,50	5,00	1,71	1,50
Technologique	5	20	20	5,00	5,00	1,41	1,41
Travaillé	3	10	12	4,00	4,00	1,15	-
Utile	1	4	2	4,00	2,00	-	-

## ANNEXE 5 : RESULTATS DES TESTS DU CHI<sup>2</sup> MENES LORS DE LA PHASE 1 DE L'EXPERIMENTATION N°3

Tableau 28 : Résultats des tests de Chi<sup>2</sup> selon les variables profil des participants (sexe, âge, niveau sportif, fréquence de la pratique sportive) et attributs produit (matériau, couleur, forme)

Critère profil des participants	Attribut produit	Contexte d'usage	Chi <sup>2</sup>	Ddl	P-value
Sexe	Matériaux	Ni sport ni santé	Non calculable	9	Non calculable
		Sport et santé	12.14	9	0.205
		Santé	10.97	9	0.277
		Sport	6.22	9	0.720
	Couleurs	Ni sport ni santé	10.64	13	0.642
		Sport et santé	1.63	13	0.999
		Santé	14.43	13	0.344
		Sport	5.52	13	0.962
	Formes	Ni sport ni santé	10.1	15	0.810
		Sport et santé	7.66	15	0.937
		Santé	11.64	15	0.706
		Sport	1.52	15	0.786
Age	Matériaux	Ni sport ni santé	Non calculable	27	Non calculable
		Sport et santé	12.59	27	0.991
		Santé	27.36	27	0.445
		Sport	22.57	27	0.710
	Couleurs	Ni sport ni santé	36.09	39	0.566
		Sport et santé	12.62	39	0.999
		Santé	54.74	39	0.048*
		Sport	26.36	39	0.996
	Formes	Ni sport ni santé	33.35	45	0.900
		Sport et santé	16.98	45	0.999
		Santé	25.65	45	0.991
		Sport	33.46	45	0.898
Niveau sportif	Matériaux	Ni sport ni santé	Non calculable	18	Non calculable
		Sport et santé	10.08	18	0.930
		Santé	19.35	18	0.371
		Sport	29.14	18	0.046*
	Couleurs	Ni sport ni santé	16.01	26	0.936
		Sport et santé	5.92	26	0.999
		Santé	23.21	26	0.621
		Sport	11.54	26	0.993
	Formes	Ni sport ni santé	21.13	30	0.884
		Sport et santé	10.94	30	0.999
		Santé	16.27	30	0.980
		Sport	37.07	30	0.175
Fréquence de la pratique sportive	Matériaux	Ni sport ni santé	Non calculable	36	Non calculable
		Sport et santé	16.55	36	0.998
		Santé	28.57	36	0.806
		Sport	26.35	36	0.881
	Couleurs	Ni sport ni santé	40.22	52	0.883
		Sport et santé	19.79	52	0.999
		Santé	48.22	52	0.623
		Sport	29.89	52	0.994
	Formes	Ni sport ni santé	42.11	60	0.962
		Sport et santé	23.15	60	0.999
		Santé	52.8	60	0.734
		Sport	60.87	60	0.444

\* signifie que p-value <  $\alpha$  avec  $\alpha=0.05$

## **Caractérisation de la perception d'un produit hybride intégrant des composantes issues d'univers produits contradictoires en conception : application aux produits sport-santé**

### **Résumé:**

L'objectif de notre recherche est de proposer une méthode permettant de caractériser la perception d'un produit hybride dit sport-santé.

En effet, l'expérience utilisateur liée à un produit est devenue, de nos jours, un facteur de différenciation majeur parmi la concurrence et peut grandement influencer le succès d'un produit. Les utilisateurs/consommateurs ne cherchent plus seulement un produit fonctionnel, mais aussi un produit simple à utiliser qui leur procure de la satisfaction tout au long de son usage. Ce dernier aspect, la satisfaction de l'utilisateur, est devenu un enjeu industriel important. L'objectif est de procurer la meilleure expérience possible à l'utilisateur et ainsi d'améliorer les chances de succès du produit. Cela dépend notamment de la façon dont le produit est perçu.

Néanmoins, dans certains cas, concevoir la façon dont est perçu un produit peut s'avérer complexe. C'est le cas notamment de produits hybrides qui mêlent des caractéristiques issues de domaines produits distincts. L'entreprise SC-Ergomedical a expérimenté cette difficulté en constatant que les produits hybride sport-santé développés n'étaient pas compris à leur juste valeur. En effet, ils étaient perçus soit comme des produits de sport soit comme des produits de santé, mais jamais de manière conjointe. Force est de constater que cela les rend moins acceptés par les utilisateurs/consommateurs. Cet écart de perception résulte à la fois de la nature dialogique des univers produits du sport et de la santé et que la perception de tels produits dépend de leurs contextes d'usages contraires mais aussi d'une sémantique manquante traduisant l'identité du dit produit hybride sport-santé.

Afin de réduire cet écart de perception et d'améliorer la compréhension des produits hybrides sport-santé, nous proposons dans cette thèse une méthodologie basée sur l'approche de l'Ingénierie Affective. Les résultats observés permettent alors de construire un espace de conception pour caractériser la perception d'un produit sport-santé. En effet, les deux premières expérimentations menées ont permis de définir une sémantique sport-santé ainsi que l'influence des contextes d'usages contraires qui conditionne la perception de ces produits. La troisième nous a permis de caractériser l'espace attributs des produits sport-santé et de le relier à l'espace sémantique prédéfini. L'ensemble des trois expérimentations, nous a conduit à la création de l'espace de conception caractérisant la perception d'un produit sport-santé.

Cet espace de conception fournit un guide aux concepteurs pour développer des produits hybrides sport-santé et réduire l'écart de perception constaté. En effet, via cet espace, il est alors possible de préconiser des attributs produit à partir d'une sémantique sport-santé dans un contexte d'usage du sport et/ou de la santé, d'évaluer les valeurs sport-santé d'une solution ou d'un produit final ou encore d'explorer des combinaisons d'attributs produit sport-santé et de visualiser les valeurs qui en résultent.

Ces différentes possibilités sont exploitables dans un outil d'aide à la conception pour des produits hybride comme celui que nous proposons dans ce manuscrit spécifique à la conception de produit hybride sport-santé.

**Mots clés :** Conception Centrée Utilisateur, Expérience Utilisateur, Ingénierie Affective, Produit hybride, Sport-Santé

**Title:** Characterization of the perception of a hybrid product integrating components from contradictory product universes in design: application to sport-health products

**Abstract:**

The aim of our research is to propose a method to characterize the perception of a so-called sport-health hybrid product.

Indeed, the user experience associated with a product has become, nowadays, a major differentiator among the competition and can greatly influence the success of a product. Users / consumers are no longer just looking for a functional product, but also a product that is easy to use and that gives them satisfaction throughout its use. This last aspect, user satisfaction, has become an important industrial issue. The aim is to provide the best possible user experience and thereby improve the chances of the product being successful. It depends in particular on how the product is perceived.

However, in some cases, designing the way a product is viewed can be complex. This is particularly the case with hybrid products that combine characteristics from different product areas. The company SC-Ergomedical experienced this difficulty by noting that the hybrid sports-health products developed were not fully understood. Indeed, they were perceived either as sports products or as health products, but never together. It is clear that this makes them less accepted by users / consumers. This perception gap results both from the dialogical nature of the product universes of sport and health and that the perception of such products depends on their contexts of contrary uses but also on a missing semantics reflecting the identity of the sport-health hybrid product.

In order to reduce this perception gap and improve the understanding of hybrid sport-health products, we propose in this thesis a methodology based on the Affective Engineering approach. The results observed then make it possible to build a design space to characterize the perception of a sport-health product. Indeed, the first two experiments carried out made it possible to define a sport-health semantics as well as the influence of contexts of contrary use which conditions the perception of these products. The third allowed us to characterize the attribute space of sport-health products and link it to the predefined semantic space. All three experiments led us to the creation of the design space characterizing the perception of a sport-health product.

This design space provides a guide for designers to develop hybrid sport-health products and reduce the perceived gap. Indeed, via this space, it is then possible to recommend attributes produced from a sport-health semantics in a context of use of sport and / or health, to evaluate the sport-health values of a solution or a final product or to explore combinations of sport-health product attributes and visualize the resulting values.

These different possibilities can be used in a design assistance tool for hybrid products like the one we propose in this manuscript specific to the design of hybrid sport-health products.

**Keywords:** User Centered Design, User Experience, Affective Engineering, Hybrid Product, Sport-Health

---

**Unité de recherche**

Institut de Mécanique et d'Ingénierie de Bordeaux - UMR 5295 I2M