



HAL
open science

Contribution à la caractérisation de produits complexes non anonymes - application à l'évaluation du confort de l'habitacle avant des véhicules automobiles

David Blumenthal

► **To cite this version:**

David Blumenthal. Contribution à la caractérisation de produits complexes non anonymes - application à l'évaluation du confort de l'habitacle avant des véhicules automobiles. Sciences de l'ingénieur [physics]. Ecole Nationale Supérieure des Industries Alimentaires (ENSI A); Science de l'aliment, 2001. Français. NNT: . tel-00343545

HAL Id: tel-00343545

<https://theses.hal.science/tel-00343545>

Submitted on 1 Dec 2008

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.

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES INDUSTRIES
AGRICOLES ET ALIMENTAIRES (E.N.S.I.A.)**

N° attribué par la bibliothèque

□□□□□□□□□□

THESE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR

Spécialité : Sciences Alimentaires

présentée et soutenue publiquement

par

David Blumenthal

Ingénieur en industries alimentaires de l'ENSIA

Le 11 décembre 2001

**CONTRIBUTION À LA CARACTERISATION DE PRODUITS
COMPLEXES NON ANONYMES**

**APPLICATION À L'ÉVALUATION DU CONFORT DE L'HABITACLE
AVANT DES VEHICULES AUTOMOBILES**

Directeur de thèse : Marc Danzart

JURY

M. Touraille, Président
Mme Dacremont, Rapporteur
M. Qannari, Rapporteur
M. Danzart, Examineur
M. Priez, Examineur

Avant propos

Le travail présenté dans ce document est principalement consacré à la mise en place d'une méthodologie pour décrire la notion de confort dans des véhicules automobiles. Il a été réalisé dans le cadre d'une bourse Cifre. L'industriel est le constructeur automobile Renault. Le laboratoire d'accueil universitaire est le laboratoire de Perception Sensorielle du département Sciences des Aliments de l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires (ENSIA) à Massy.

Ce travail fait suite à une étude réalisée lors d'un DEA sur le confort vibratoire de sièges automobiles. Cette étude avait montré l'intérêt d'une démarche de profil sensoriel et du recueil de préférences de consommateurs pour cette problématique.

Lorsque ce travail de thèse a débuté, l'analyse sensorielle n'en était qu'à ses balbutiements chez Renault qui avait à son actif quelques profils sensoriels sur des produits ou fonctions spécifiques mais qui ne disposait pas d'un panel régulier d'experts sensoriels.

Remerciements

Ce travail a été réalisé chez Renault, au sein de la Direction de la Recherche. Mes remerciements vont à ceux qui m'ont accueilli et ont mis à ma disposition les moyens nécessaires à la conduite de ce travail. Ils vont également à l'ENSIA à ceux qui ont rendu possible la poursuite de ce projet jusqu'à son terme.

Je tiens à remercier Marc Danzart, Alain Priez et Jean-Marc Sieffermann pour leur aide au cours de ce travail et pour la relecture de ce document. Je remercie également Madame et Messieurs les rapporteurs et examinateurs d'avoir accepté de juger ce travail.

Merci aux membres du panel sensoriel qui ont consacré une partie de leur temps et de leur énergie à la mise en place d'un profil sensoriel sur l'habitacle avant de véhicules automobiles.

Mes remerciements sont aussi destinés à ATD et en particulier à Victoire Dairou pour son amitié et ses conseils.

Merci, enfin, à Clarisse pour ses encouragements, ses conseils et tout le reste.

Table des matières

1	INTRODUCTION	7
1.1	POSITIONNEMENT DU PROBLEME	7
1.2	COMMENT SE DERoule UN PROCESSUS D'ACHAT ?	7
1.3	QUELS SONT LES DETERMINANTS D'UN ACHAT ?	9
1.4	COMMENT DECRIRE LE CONFORT ?	11
1.4.1	<i>La définition des ergonomes</i>	<i>11</i>
1.4.2	<i>L'étude du confort dans l'industrie automobile</i>	<i>13</i>
1.4.3	<i>L'approche de l'analyse sensorielle</i>	<i>16</i>
1.5	COMMENT TRAITER LES DONNEES ?	33
1.5.1	<i>Les données en analyse sensorielle</i>	<i>33</i>
1.5.2	<i>Les méthodes pour établir des liens entre plusieurs jeux de données</i>	<i>41</i>
1.6	QUELLES METHODES D'ANALYSE SENSORIELLE UTILISER POUR DECRIRE LE CONFORT ?	48
2	PROBLEMATIQUE.....	52
3	ETUDES PRELIMINAIRES	54
3.1	DESCRIPTION SENSORIELLE DE MATERIAUX DE PLANCHES DE BORD	54
3.1.1	<i>Matériels et Méthodes</i>	<i>54</i>
3.1.2	<i>Résultats</i>	<i>56</i>
3.1.3	<i>Conclusion</i>	<i>59</i>
3.2	ETUDE DE L'INFLUENCE DES CARACTERISTIQUES SENSORIELLES ET DE FACTEURS EXTERNES SUR L'APPRECIATION HEDONIQUE D'UN PRODUIT ALIMENTAIRE SIMPLE	60
3.2.1	<i>Matériels et méthodes</i>	<i>62</i>
3.2.2	<i>Résultats et discussion</i>	<i>68</i>
3.2.3	<i>Conclusion</i>	<i>74</i>
3.3	LA TRANSPOSITION A LA PROBLEMATIQUE DE CONFORT AUTOMOBILE	75
4	MATERIELS ET METHODES	77
4.1	LES PRODUITS	77
4.2	<i>PRESENSE : LA HIERARCHISATION DES ELEMENTS DE L'HABITACLE AVANT DES VOITURES</i>	<i>81</i>
4.2.1	<i>Les sujets</i>	<i>83</i>
4.2.2	<i>La salle</i>	<i>83</i>
4.2.3	<i>Le déroulement d'une évaluation</i>	<i>83</i>
4.2.4	<i>Le traitement des données</i>	<i>84</i>
4.3	<i>SENSE : LE PROFIL SENSORIEL DES HABITACLES AVANT DES VEHICULES</i>	<i>85</i>
4.3.1	<i>Les sujets</i>	<i>85</i>
4.3.2	<i>La salle</i>	<i>86</i>

4.3.3	<i>La mise en place du profil sensoriel</i>	86
4.4	<i>MARQUE : LA RECHERCHE DES DESCRIPTEURS DE L'IMAGE DE MARQUE</i>	95
4.5	<i>CONSO : LE RECUEIL DES AVIS DES CONSOMMATEURS</i>	97
4.5.1	<i>Les sujets</i>	97
4.5.2	<i>La salle</i>	98
4.5.3	<i>Le déroulement d'une évaluation</i>	98
4.5.4	<i>Le traitement des données</i>	101
4.6	<i>LA RECHERCHE DES LIENS ENTRE SENSO, MARQUE ET CONSO</i>	103
4.6.1	<i>La cartographie externe des préférences</i>	103
4.6.2	<i>Utiliser la régression progressive pour hiérarchiser les variables sensorielles</i>	104
4.6.3	<i>Utiliser la régression progressive pour quantifier l'influence des caractéristiques sensorielles des voitures et celles de leur image de marque sur les notes hédoniques des consommateurs</i>	104
5	RESULTATS ET DISCUSSION	106
5.1	PRESENSO	106
5.2	SENSO	108
5.2.1	<i>La mise en place du profil sensoriel</i>	108
5.2.2	<i>Le traitement des données</i>	111
5.3	MARQUE	122
5.4	ETUDE CONSOMMATEUR	124
5.4.1	<i>Les notes hédoniques</i>	124
5.4.2	<i>La perception de l'image de marque</i>	128
5.4.3	<i>La perception des prix de vente des voitures</i>	134
5.5	<i>LA RECHERCHE DES LIENS ENTRE LES DIFFERENTES APPROCHES</i>	135
5.5.1	<i>Utiliser l'analyse factorielle multiple pour expliquer les notes hédoniques par les caractéristiques sensorielles des produits</i>	135
5.5.2	<i>Utiliser la cartographie externe des préférences pour expliquer les notes hédoniques par les caractéristiques sensorielles</i>	136
5.5.3	<i>Utiliser la régression progressive pour hiérarchiser les variables sensorielles</i>	139
5.5.4	<i>Quantifier l'influence des propriétés sensorielles et de la perception de l'image de marque sur les notes hédoniques des consommateurs</i>	142
6	DISCUSSION GENERALE	146
6.1	LES CONTRAINTES DE L'ETUDE	146
6.1.1	<i>La complexité des produits</i>	146
6.1.2	<i>L'impossibilité d'évaluer des produits anonymes</i>	147
6.2	LA DESCRIPTION SENSORIELLE DES PRODUITS.....	147
6.2.1	<i>La recherche des facteurs de confort</i>	147
6.2.2	<i>Le profil sensoriel</i>	149
6.3	LE RECUEIL DES PREFERENCES.....	153
6.3.1	<i>La question posée aux consommateurs</i>	153

6.3.2	<i>La place de la Peugeot 307</i>	154
6.3.3	<i>L'utilisation de notes centrées-réduites</i>	154
6.4	L'ETUDE DE L'IMAGE DE MARQUE	155
6.5	LA QUANTIFICATION DE L'INFLUENCE DES PROPRIETES SENSORIELLES ET DE L'IMAGE DE MARQUE D'UN PRODUIT SUR SON APPRECIATION HEDONIQUE	156
7	CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	158

1 Introduction

1.1 Positionnement du problème

Le système de distribution de l'industrie automobile en vigueur en Europe consiste en une multitude de réseaux « monomarques » : chaque concession est affiliée à un constructeur et un seul. Ainsi, chaque concessionnaire automobile est obligé de vendre tous les modèles de l'unique constructeur dont il dépend. En novembre 2000, la Commission européenne a critiqué ce système de distribution, jugé trop favorable aux constructeurs, aux dépens des consommateurs (94). Avant la fin 2002, elle proposera des alternatives de distribution des voitures neuves. L'une de ces alternatives reçoit un accueil globalement positif du public : les concessions multimarques qui fonctionneraient comme celles d'aujourd'hui mais qui auraient l'agrément officiel de plusieurs marques. Ce mode de distribution, entré dans les mœurs aux Etats-Unis mais quasiment inédit dans la communauté européenne faciliterait la comparaison des offres disponibles et le processus d'achat (111).

Dans une concession multimarques, un acheteur potentiel pourra évaluer, dans un hall de présentation, plusieurs véhicules de plusieurs constructeurs différents. Après avoir essayé ces véhicules à l'arrêt, il pourra faire un essai sur route avec une, deux, voire trois voitures qui auront retenu son attention.

L'objectif d'un constructeur, dans un tel cadre, sera donc de rendre ses véhicules suffisamment attrayants pour qu'à l'issue de la première phase de comparaison statique, l'acheteur ait envie d'essayer l'un d'entre eux sur route, en dynamique, et qu'il l'achète.

Pour mieux agir sur le comportement de cet acheteur, il est nécessaire de comprendre quelle est la nature de son processus d'achat, quels sont les déterminants, les motifs qui conditionnent l'achat d'une voiture.

1.2 Comment se déroule un processus d'achat ?

Le but du marketing est de répondre aux besoins du marché. Comprendre le consommateur n'est jamais aisé. Les consommateurs peuvent très bien exprimer des désirs et ne pas s'y conformer, ou ne pas savoir ce qu'ils veulent précisément (45).

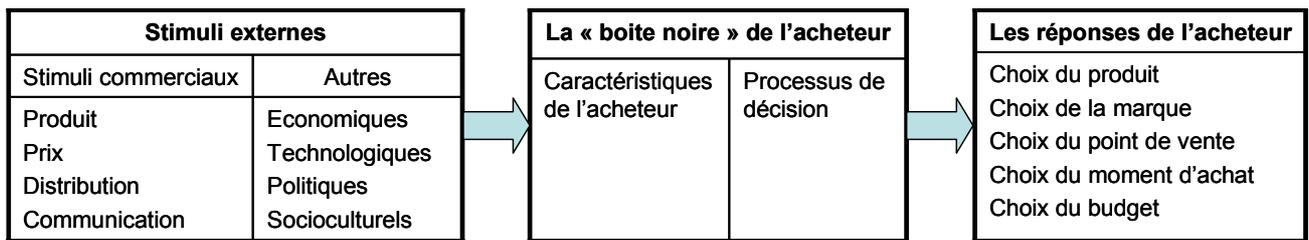


Figure 1 : Un modèle de comportement d'achat [91]

L'entreprise doit analyser les besoins, les perceptions et les préférences des clients ainsi que leur comportement d'achat. Dans un modèle de comportement d'achat relativement rudimentaire, le consommateur constitue une « boîte noire » dont il convient d'identifier le mode de fonctionnement. Cette « boîte noire » contient deux éléments : les caractéristiques de l'acheteur et le processus de décision lui-même (Figure 1).

Parmi les catégories de facteurs qui déterminent un achat, deux semblent particulièrement importantes (42) :

- La culture, les affiliations socioculturelles et l'appartenance de classe d'un consommateur influencent profondément ses décisions.

Un individu assimile très tôt le système de valeurs caractéristiques de sa culture. La classe sociale à laquelle il appartient joue également un rôle dans ses achats. Elle se définit par plusieurs variables comme la profession, le revenu, le patrimoine, la zone d'habitat ou le niveau d'instruction...

Les groupes de référence d'un individu comme sa famille, ses voisins, ses amis, ses collègues de travail mais aussi une association ou un club auxquels il appartient interviennent de plusieurs façons : ils lui proposent des modèles de comportement et de mode de vie, influencent l'image qu'il a de lui-même et engendrent des pressions en faveur d'une certaine conformité de comportement. La famille a un rôle majoritaire dans le comportement d'un acheteur. L'influence relative des époux sur la décision d'achat varie considérablement selon les produits : l'achat d'une voiture est ainsi, jusqu'à présent, dominé par le mari.

- Des facteurs personnels comme son âge, l'étape de son cycle de vie, sa profession, sa personnalité influent sur les décisions d'achat d'un individu.

Quatre mécanismes clés interviennent dans la psychologie d'un individu qui effectue un achat : la motivation, la perception, l'apprentissage et l'émergence de croyances et attitudes.

Pour que l'action intervienne, il faut que le besoin de l'individu ait atteint un niveau d'intensité suffisant pour devenir un mobile. Lorsque l'individu y est prêt, son action dépend de sa perception de la situation. Cette perception résulte du processus par lequel il choisit, organise et interprète les éléments d'information externe pour construire une image

cohérente du monde qui l'entoure. Les effets directs ou indirects des actes d'un individu influencent son comportement ultérieur, constituant son apprentissage. A travers l'action et l'apprentissage, l'individu se forge des croyances et développe des attitudes qui influencent son comportement.

1.3 Quels sont les déterminants d'un achat ?

Quatre situations d'achat se distinguent en fonction de l'intensité des différences entre les marques du produit acheté et le niveau d'implication de l'achat qui dépend de son montant et de sa fréquence, du niveau de risque perçu et de son caractère ostentatoire (Tableau 1).

Tableau 1: Les quatre situations d'achat (91)

	Niveau d'implication élevé	Niveau d'implication faible
Différences significatives entre les marques	l'achat complexe	l'achat de diversité
Peu de différences entre les marques	l'achat réduisant une dissonance	l'achat routinier

Plus l'achat est cher et complexe, plus la délibération peut-être longue et impliquer de nombreux intervenants. L'achat d'une voiture est considéré comme complexe. Pour une forte majorité d'Européens, c'est un acte réfléchi, l'objet d'un investissement affectif majeur car l'automobile est largement perçue comme « un objet de plaisir, un vecteur de l'image de soi ». Cet achat représente également un investissement financier important qui implique un fort besoin de réassurance, c'est-à-dire un fort besoin de se reconforter dans l'idée qu'il s'agit d'un bon achat (133).

Cinq étapes constituent le processus d'achat : la reconnaissance du problème, la recherche d'informations (famille, voisins, amis, publicité, tests comparatifs de revues de consommateurs, expérience), l'évaluation des alternatives, la décision d'achat et les sentiments après l'achat.

Dans l'évaluation des alternatives, un consommateur ne cherche pas seulement à savoir si un produit est intrinsèquement « bon » ou « mauvais » mais cherche également à savoir comment il se compare à d'autres. Dans le cas de l'automobile, à l'heure actuelle, cela implique de visiter plusieurs concessions affiliées à différentes marques.

La perception qu'un individu a des marques pour les critères qu'il estime essentiels et qui lui permettent de comparer les produits est également importante. Pour une marque donnée, l'ensemble de ces perceptions constitue son image.

Selon Helfer et Orsoni, un autre facteur intervient dans l'évaluation des alternatives, la fidélité à une marque (73). La fidélité à une marque peut provenir soit d'une très forte sensibilité aux différences entre les marques et une implication maximale, soit d'une sensibilité très médiocre et d'un désintérêt pour ces différences.

Cette notion d'image de marque est reprise plus en détail par Vandercammen et Guathy-Sinéchal (164). Ils la définissent comme l'ensemble des représentations affectives et rationnelles qu'un individu associe à une entreprise ou à une marque. Cette image est le reflet subjectif de la réalité. Elle est multidimensionnelle, et c'est l'interaction de ses représentations qui lui donne un sens. Ils ont développé une méthodologie pour étudier l'image de marque, basée sur des approches qualitatives préalables pour définir ses composantes : l'étude de la notoriété de la marque, la détermination de ses concurrents directs, l'évaluation de l'importance des composantes précédemment dégagées, l'analyse des points faibles et des points forts par cible de consommateurs. Ces études s'intéressent toutefois à la caractérisation de l'image d'une marque et d'une seule et non à la comparaison de plusieurs marques.

Deux types de déterminants influent dans l'achat d'une voiture :

- Des facteurs internes, intrinsèques au véhicule comme ses performances, son niveau de sécurité, son design, son confort...
- Mais aussi des facteurs externes au produit comme le prix qu'a fixé le constructeur, son image de marque, son service après-vente, les services qu'il propose...

Dans le cas de concessions multimarques, pour évaluer les alternatives dont il dispose, le client fera une première sélection parmi les véhicules présentés sur son évaluation en statique basée sur le design et le niveau de confort avant d'en essayer quelques-uns sur route.

Savoir comment est perçu le confort de ses voitures par les consommateurs et surtout comment elles se positionnent par rapport à leurs concurrents, est un atout majeur pour un constructeur automobile. Pour maîtriser ce facteur interne au produit, il est nécessaire de définir cette notion et de trouver les moyens de décrire le niveau de confort d'un ensemble de véhicules.

1.4 Comment décrire le confort ?

Le confort est défini dans le dictionnaire comme « tout ce qui contribue au bien-être matériel, à la commodité de la vie matérielle » (138). Cette définition très générale n'est pas satisfaisante pour appréhender, de manière opérationnelle, une notion si complexe.

1.4.1 La définition des ergonomes

Les ergonomes se sont beaucoup penchés sur le concept du confort et ont tenté de décrire plus précisément cette notion. Dans une étude bibliographique sur le confort des sièges, Leuder décrit le confort comme « état plaisant d'harmonie physiologique, psychologique et physique, entre un être humain et un environnement » (98).

Pour Shackel *et al.*, cet « état plaisant » implique l'idée d'une notion hédonique, liée au plaisir. Initialement, le confort et l'inconfort sont considérés comme des facteurs situés sur une même échelle de perception, ce qui implique que différents niveaux de confort et d'inconfort se trouvent de part et d'autre d'une position neutre (149).

En 1972, Hertzberg estime que le confort peut être défini par l'absence d'inconfort. Pour lui qui s'intéresse au siège, la seule manière d'augmenter le confort dans la conception des sièges est d'en diminuer l'inconfort (76).

Le confort apparaît jusqu'alors comme une notion monodimensionnelle. Toutefois, l'hypothèse qu'une baisse du confort se traduirait par une augmentation de l'inconfort est remise en cause par Branton pour qui, s'il existait un continuum, il irait d'une position neutre à une position d'inconfort (18). Pour lui qui ne définit pas le confort mais plutôt l'inconfort, cette notion est caractérisée par le fait que l'absence de douleur n'entraîne pas forcément la notion de plaisir.

Corlett reprend cette idée et l'enrichit. Le confort peut être défini comme la somme des sensations, de gênes dans ce cas, chacune ayant une répartition aléatoire. Plus précisément, dans une situation donnée, si la somme de toutes ces sensations n'attire pas l'attention de la personne, alors cette situation pourra être décrite comme étant dans une situation confortable (26). Un des critères éventuels de l'évaluation du niveau de confort pourrait être l'intensité de ces sensations de gêne.

Cette explication est compatible avec la vision de Herzberg qui estiment que l'insatisfaction des besoins physiques entraîne une situation inconfortable alors que la satisfaction des besoins intellectuels conduit à un état de confort (76). Cette hypothèse est confirmée par Michel lors d'une étude impliquant quatre-vingt quatre sujets interrogés sur la perception de confort et d'inconfort liée à la posture assise et au siège (112).

Comme ses prédécesseurs, Griffin considère qu'un stimulus est inconfortable s'il est perçu comme une source potentielle de douleur. Cependant, il enrichit cette approche en listant d'autres raisons pour lesquelles un stimulus peut être jugé comme inconfortable. Quand le stimulus est inattendu dans le contexte, il génère des sensations perçues comme inutiles et il est considéré comme gênant pour l'activité exercée (61). L'aspect de stimulus inattendu induit l'idée que la notion de confort est liée à un contexte.

Pour Foggini qui s'intéresse au confort de l'habitacle des voitures, le confort peut être défini comme l'état d'esprit d'un individu qui ne sait pas dans quel sens modifier son point d'équilibre quant aux paramètres qui l'entourent. Cet individu ne sait pas, par exemple, s'il doit monter ou baisser la température intérieure de son véhicule (54). Cette approche conduit à un autre critère potentiel d'évaluation du confort : la quantité et l'intensité de stimuli qui attirent l'attention de l'individu.

L'approche du confort par les ergonomes est essentiellement centrée sur le siège de bureau ou d'automobile. Pour évaluer le niveau de confort d'une automobile, cette approche n'est cependant pas complète car d'autres éléments ou fonctions que le siège peuvent interférer.

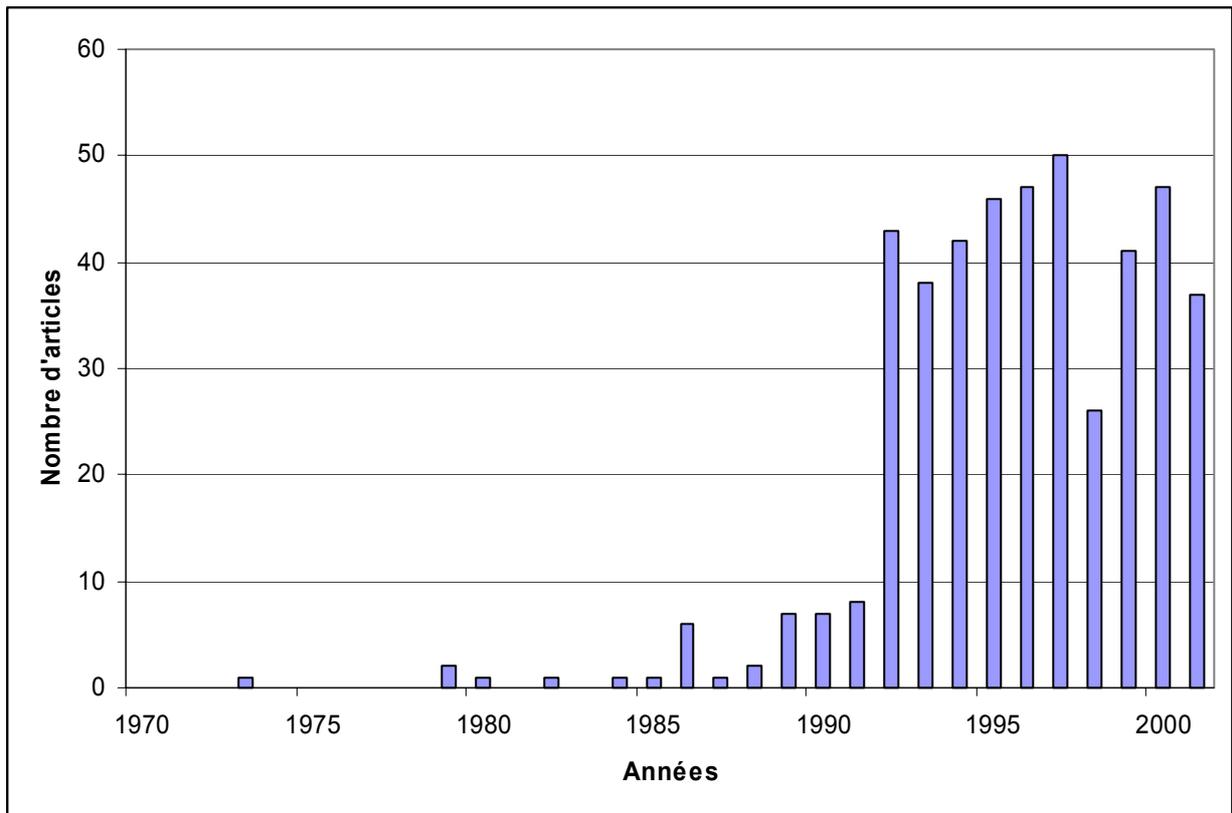


Figure 2 : Evolution du nombre d'articles ayant comme mot-clé « confort » dans la base de données de la Society of Automotive Engineers de 1970 à 2001

1.4.2 L'étude du confort dans l'industrie automobile

Le jugement global porté sur une automobile se décompose en plusieurs facteurs comme la qualité, les performances, la sécurité, le confort... Les niveaux de qualité, de performances, de sécurité des voitures sont en constante progression et le niveau de confort est un des facteurs prédominants dans la distinction des véhicules. Il est par ailleurs intéressant de constater l'importance croissante que prend le confort dans les publications scientifiques concernant l'automobile (Figure 2).

On distingue le confort statique du confort dynamique. Le premier concerne les aspects de la voiture qui la rendent agréable alors qu'elle est à l'arrêt ; le second les aspects qui la rendent agréable quand elle est en mouvement.

Que le véhicule soit à l'arrêt ou en mouvement, le confort se décompose de nouveau en confort d'assise, confort postural, confort thermique, confort acoustique, confort tactile, confort visuel... Cette segmentation est basée sur les différentes modalités sensorielles ou les différentes fonctions.

Généralement, le confort des voitures n'est étudié que modalité sensorielle par modalité sensorielle ou fonction par fonction. Ainsi, les études abondent sur le confort des sièges (71, 80, 113, 114, 120, 127, 130, 157, 166, 171), le confort thermique (4, 47, 70, 87, 104, 108, 139), le confort acoustique (12, 16, 163), les matériaux (161), le volant (56), les commandes (139, 169) ou même les phares (69)...

Dans une partie de ces publications, les sujets ne sont parfois que des moyens de procéder à des mesures instrumentales. Ils sont équipés de capteurs et ne sont pas invités à s'exprimer sur leur ressenti ou leurs préférences :

- Matsunaga *et al.* placent des individus dans une voiture dont la ventilation est en marche pendant quarante minutes puis à l'arrêt pendant la même durée. Ils mesurent leur température corporelle à intervalles réguliers (104).
- Lors d'une autre expérimentation, Park *et al.* cherchent à quantifier un indice de confort dynamique en mesurant sur trois conducteurs les accélérations en douze points de leur corps (126).

- Parenteau *et al.* font essayer à vingt sujets trois hauteurs différentes de pédalier dans une voiture. Il sont filmés pour évaluer la position de leurs bras et le contact éventuel de leurs genoux avec le volant (125).
- Tchernychouk *et al.* installent six sujets sur un siège mu par un banc vibrant et mesurent la transmission des vibrations du banc à leur corps (157).
- Kim *et al.* s'intéressent aussi à un indice de confort dynamique. Quatre sujets conduisent sept véhicules tandis que sont mesurées les vibrations de leur organisme (88).

Dans d'autres études, les sujets peuvent s'exprimer sur leurs impressions de confort ou leurs sensations. Bien que les auteurs s'intéressent à des aspects sensoriels, il ne s'agit essentiellement que de recueils de notes hédoniques :

- Dans une étude sur le confort des sièges, Habsburg et Middendorf font évaluer vingt produits par quarante sujets en utilisant les termes « dur », « long », « accommodant », « profond », « reposant », « confortable », « pour moi » (dans le sens où le siège est « fait pour le sujet »), « confortable pour les épaules » et en donnant une note globale de confort (67).
- Park et Kim s'intéressent au confort postural. Soixante-deux hommes essayent six sièges, en conduite et à l'arrêt. Des capteurs mesurent la pression exercée par leur corps sur le siège, corrélée par la suite aux évaluations de confort qu'ils font de ces produits (127).
- Vingt sujets évaluent le niveau de confort d'un siège sur une échelle de dix catégories allant de « très pauvre » à « très bon ». Ces notes hédoniques sont ensuite corrélées à des mesures de pression (24).
- Dix conducteurs évaluent le bruit provenant de la route et donnent une note de confort acoustique dans une étude de Van Auken *et al.* (163).
- Pour évaluer le confort dynamique, Matsui *et al.* font évaluer la notion de « sobre et majestueux » à des conducteurs (103).
- Pielemeier *et al.* font évaluer le niveau de confort dynamique de six voitures à trente sujets d'une part ; de trois voitures en comparaison par paires à seize individus d'autre part (131).

L'utilisation dans ces études d'êtres humains en nombre plus ou moins important indique que les chercheurs ont perçu l'importance des variations interindividuelles autant sur les perceptions des sensations que sur l'intensité du plaisir qui en découle.

Il existe peu d'études sur le **confort global** apportant une vue synthétique des différents facteurs de confort et il s'agit rarement d'approches quantitatives :

- Pour Willner et Scholzen, en plus des facteurs de confort cités précédemment, le niveau de confort global d'un automobiliste dépend du niveau de sophistication des commandes et de leur finition (169).
- Foggini détaille les facteurs qui, pour lui, contribuent à la notion de confort global : la température, la douceur du toucher, la couleur, la forme, le style, l'ergonomie, l'accessibilité, la simplicité d'utilisation, l'automatisation, la disponibilité de l'information sur la voiture et son environnement, la communication et la musique, l'atténuation des bruits et la visibilité (54).
- Dans une étude sur le confort des bus, deux cent cinquante personnes remplissent un questionnaire donnant une note globale et des notes sur plusieurs facteurs (le confort thermique, la qualité de l'air, les vibrations et le bruit) en utilisant une échelle à cinq points (4).

Le confort apparaît donc comme une notion complexe qui implique plusieurs modalités sensorielles mais aussi une notion hédonique liée au plaisir, au bien-être, à un état plaisant. L'expérience sensorielle d'un individu le conduit à avoir des idées, une opinion sur ce qu'il estime confortable ou inconfortable. Il décrira, par exemple, son idéal de siège confortable comme étant mou, enveloppant. La notion de plaisir dans cette description est implicite. Peu de personnes apprécient des objets qu'elles qualifient elles-mêmes comme étant non confortables.

L'industrie automobile cherche à mieux comprendre les facteurs qui contribuent au confort. Les démarches actuellement utilisées ont cependant plusieurs limites pour caractériser le niveau de confort global d'un véhicule parmi ses concurrents.

Les limites de ces approches

La rédaction de cahiers des charges est un point de passage nécessaire et indispensable dans une démarche industrielle. Ils permettent à une entreprise de communiquer sur des bases précises avec ses fournisseurs et ses clients et d'évaluer les dérives des produits au cours du temps. Cette communication n'est possible qu'au prix de données quantitatives pour caractériser les produits. Ces données quantitatives sont le plus souvent issues de mesures instrumentales.

Pour certains produits comme les matériaux de planche de bord d'une voiture, il n'existe pas ou pas encore de capteurs physiques permettant de décrire précisément leurs caractéristiques visuelles ou tactiles. C'est aussi le cas des sièges automobiles dont la caractérisation instrumentale n'est pas, en dynamique, corrélée au ressenti des consommateurs.

Des efforts ont été fournis pour mieux prendre en compte les modalités sensorielles composant la notion de confort. L'étude individuelle de ces différentes modalités n'est cependant pas suffisante pour comprendre la vision globale qu'a un consommateur d'un véhicule. C'est pourtant cette vision globale qui influence en partie un acheteur lorsqu'il essaye une voiture en statique comme en dynamique.

L'industrie automobile cherche à mieux comprendre, mieux décrire les facteurs qui contribuent à la perception du confort global. Pour cela, il est nécessaire de différencier les aspects descriptifs sensoriels des voitures d'une part, les avis hédoniques des clients, d'autre part.

Cette approche, séparant le descriptif de l'hédonique est celle de l'analyse sensorielle, appliquée avec succès dans l'industrie alimentaire depuis plus de cinquante ans.

1.4.3 L'approche de l'analyse sensorielle

L'analyse sensorielle se définit comme un ensemble de techniques destinées à étudier et à mesurer les caractéristiques d'un produit par les organes des sens de l'être humain. L'objectif principal de l'analyse sensorielle est d'utiliser les organes sensoriels de l'homme

comme instruments de mesure des perceptions sensorielles engendrées par les produits évalués (151).

Les tests sensoriels existent depuis longtemps ; depuis que les êtres humains ont évalué la qualité, bonne ou mauvaise de leur nourriture, leurs abris et tout ce qui peut être utilisé ou consommé. L'augmentation des échanges commerciaux a inspiré une plus grande formalité dans les évaluations sensorielles. Un acheteur, espérant qu'une partie représente l'ensemble, évaluait un échantillon d'une cargaison avant de l'acheter. Les vendeurs ont commencé à baser leurs prix sur la qualité de leurs produits. Les années 1900 voient l'apparition des testeurs professionnels et des consultants dans les industries alimentaires et cosmétiques. Une littérature se développe sur les « tests organoleptiques » concernant la mesure objective d'attributs sensoriels. En fait, les tests sont souvent subjectifs, les testeurs trop peu nombreux et les interprétations sujettes à caution. Ensuite, la seconde guerre mondiale a conduit les autorités à faire systématiquement des tests sensoriels pour améliorer la qualité organoleptique des rations fournies aux soldats américains. Les scientifiques ont, depuis, formalisé les techniques d'analyse sensorielle et proposé une méthodologie structurée et codifiée tout en continuant à développer de nouvelles méthodes et à affiner les précédentes (110).

Quelques notions de métrologie sensorielle

Utiliser des êtres humains pour mesurer les caractéristiques d'un produit ne permet pas de s'affranchir des qualités indispensables que doit posséder un instrument de mesure (101) :

- La **fidélité** est « l'aptitude à donner, dans des conditions d'utilisation définies, des réponses très voisines lors de l'application du même signal d'entrée ». De la fidélité découlent deux qualités de la mesure : la répétabilité (lorsque les conditions de la mesure sont les mêmes), la reproductibilité (lorsque certaines conditions varient d'une mesure à l'autre). Plus l'écart-type des mesures d'une même grandeur diminue, plus la fidélité est grande.
- La **justesse** qualifie un instrument dont la moyenne des mesures qu'il produit est très voisine de la valeur vraie de la grandeur à mesurer. Plus la différence entre la moyenne des mesures d'une même grandeur et la valeur vraie de cette grandeur tend vers zéro, plus la justesse est grande.

- L'**exactitude** d'un instrument est caractérisée par le fait qu'il donne des mesures individuelles très proche de la valeur vraie de la grandeur à mesurer. Plus la fidélité et la justesse sont grandes, plus l'exactitude l'est aussi.
- La **sensibilité** correspond au plus petit écart que l'instrument peut mesurer entre deux valeurs d'une grandeur ou à la plus petite valeur qu'il est capable de détecter.

Une réponse sensorielle est caractérisable par la nature du stimulus qui est une grandeur nominale (désignée par un nom particulier) et par l'intensité du stimulus qui peut être traitée comme une grandeur ordinale (classement) ou une grandeur rationnelle (nombre rationnel).

La mesure de l'intensité du stimulus se fait sur des échelles d'intensité :

- Les **échelles de catégories** sont constituées par des catégories définies par des chiffres, des mots ou des dessins arbitraires. Si les catégories sont ordonnées, ce sont des échelles de cotation.
- Les **échelles d'intervalle** sont des échelles de repérage dont l'origine est arbitraire et obéit au critère d'égalité des intervalles. Elles peuvent être structurées (constituées de catégories numériques) ou non structurées (constituées d'un segment de droite).
- Les **échelles proportionnelles** représentent le rapport entre deux sensations.

Strigler détaille les règles à respecter en analyse sensorielle, dans le cas de produits alimentaires, pour la présentation des échantillons à évaluer (155) :

- Les échantillons doivent être anonymes pour limiter la quantité d'informations données au sujet. Cela implique de présenter les produits dans des récipients neutres ou de camoufler l'emballage d'origine.
- Les échantillons doivent être codés pour que l'animateur repère les différents produits.
- Tous les facteurs extrinsèques au produit (température, quantité présentée, récipient) doivent être homogènes.
- Les échantillons doivent être présentés en se rapprochant le plus possible des conditions naturelles de consommation.

- Suivant le type d'épreuve, les échantillons peuvent être présentés en comparatif (les sujets reçoivent et évaluent tous les produits ensemble) ou en monadique (les sujets reçoivent et évaluent les produits un par un). Dans le cas d'une présentation monadique, l'influence de l'ordre dans lequel le sujet évalue les produits sur ses réponses doit être évitée en changeant cet ordre d'un sujet à l'autre et d'une répétition à l'autre pour un même sujet.

Plusieurs méthodes sont utilisables pour limiter l'influence de l'ordre de présentation. Le choix des ordres peut être fait au hasard, c'est la randomisation. La meilleure démarche reste un plan de présentation équilibré suivant un carré latin de Williams. Ces plans permettent de maîtriser les effets d'ordre (tous les produits sont évalués le même nombre de fois en $i^{\text{ème}}$ position) et les effets de report d'ordre 1 (chaque produit est évalué avant chaque autre produit le même nombre de fois).

1.4.3.1 L'approche psychophysique et neurophysiologique

Buser et Imbert distinguent la sensation, expérience subjective, et la sensibilité, réaction objectivement mesurable d'un organisme à l'application d'un stimulus. En effet, toute modalité de sensation implique nécessairement un dispositif de réception du stimulus correspondant et donc une certaine sensibilité. L'inverse n'est pas exact puisqu'il existe des sensibilités auxquelles aucune expérience consciente n'est associée et qui ne peuvent être identifiées que par leur action réflexogène (19).

L'analyse sensorielle s'intéresse exclusivement aux sensations puisqu'elle utilise les perceptions conscientes de sujets comme outil de mesure de stimuli.

Même si la classification des modalités de sensation n'est pas aisée, plusieurs catégories se dégagent (19) :

- Les sensations somesthésiques se différencient en trois niveaux :
 - le niveau extéroceptif qui correspond à la sensibilité superficielle de la peau
 - le niveau proprioceptif qui correspond au mouvement propre de l'organisme
 - le niveau intéroceptif qui correspond aux viscères profonds
- Les sensations téléceptives sont liées à des stimuli dont la source est éloignée (vision, audition, odorat)

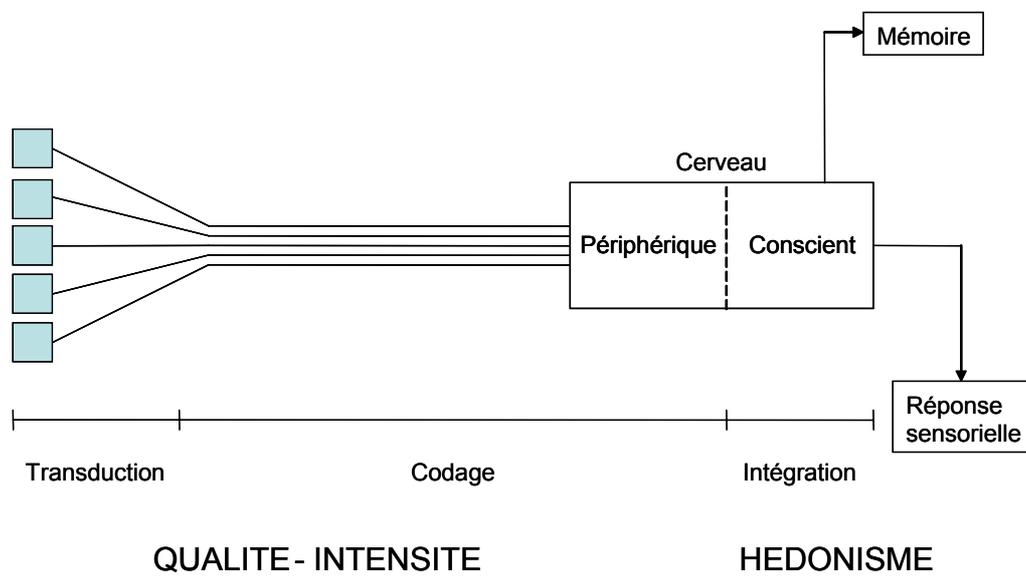


Figure 3 : Etapes physiologiques de la perception [99]

- Les sensations chemoceptives, comme le goût ou l'odorat, sont liées aux qualités chimiques des stimuli
- Les sensations labyrinthiques concernent la position et les mouvements de la tête dans l'espace.

Trois étapes sont nécessaires, quel que soit le système sensoriel considéré, pour traiter l'information sensorielle (Figure 3) :

- La transduction se situe au niveau des organes récepteurs sensoriels périphériques qui sont à l'interface entre un individu et son environnement. Il s'agit essentiellement de détection et d'amplification des stimuli au niveau cellulaire. L'information est ensuite transmise le long des fibres nerveuses jusqu'au cerveau sous forme d'impulsions électriques.
- L'information est codée en fonction de sa **qualité** et de son **intensité** (quantité) dès la partie la plus périphériques des canaux sensoriels.
- La sensation ne devient consciente que lorsqu'elle atteint le système intégrateur thalamo-cortical. Avant d'être qualifiée, l'image sensorielle neutre au départ est mise en mémoire et s'enrichit d'une connotation **hédonique** dépendant du vécu de l'être humain qui l'a ressentie et de facteurs culturels, psychologiques.

Cette composante hédonique n'a pas la stabilité des composantes qualitative et quantitative. Elle est liée à l'état du centre du plaisir au moment de la reconnaissance et elle est remise à jour à chaque évocation. C'est pour cette raison que l'analyse sensorielle étudie séparément les aspects hédoniques et les aspects qualitatifs et quantitatifs d'une sensation (151).

Les sens impliqués dans l'évaluation d'une voiture

- **Le sens visuel**

Le sens visuel est celui dont on connaît le mieux la physiologie sensorielle. C'est le seul sens pour lequel on peut définir un véritable observateur standard : un individu moyen, physiologiquement proche de tout être humain non atteint d'une défaillance particulière. Pourtant, il n'y a pas de termes sensoriels réellement adaptés à la description des couleurs qui se fait plutôt de manière prototypale (bleu ciel, blanc neige, jaune citron). L'évaluation

sensorielle, comme d'autres domaines, distingue les trois composantes de la couleur : la saturation, la chrominance et la luminosité.

- **Le sens olfactif**

Le petit nombre de termes sensoriels utilisés pour décrire les odeurs est à mettre en relation avec les quelques dix mille qualités olfactives de l'être humain. Cette difficulté est amplifiée par le fait que l'addition de deux qualités olfactives distinctes produit une nouvelle qualité, différente des deux composantes initiales.

La démarche la plus sûre pour échanger sans ambiguïté des informations sur les stimuli olfactifs est de s'appuyer sur des notions de ressemblance ou de dissemblance entre couples de stimuli (19).

- **Le sens auditif**

L'audition est très présente dans la voiture. Elle peut être associée à des nuisances mais elle est aussi une source d'informations pour le conducteur sur son véhicule ou la route empruntée.

- **La somesthésie**

Les sens somesthésiques sont très utilisés par les automobilistes pour percevoir leur environnement.

Buser et Imbert distinguent les sensibilités cutanées (sensations tactiles, sensibilités thermiques), les sensibilités profondes (la kinesthésie, perception du mouvement et la statesthésie, perception de la position) et les nocicepteurs (douleurs) (19).

En accord avec la terminologie employée chez Renault, nous distinguerons les sensibilités cutanées (sens tactile) des sensibilités profondes (somesthésie).

1.4.3.2 Recueil des mesures sensorielles

Trois types d'épreuves se distinguent en évaluation sensorielle : les épreuves discriminatives, les épreuves descriptives et les épreuves hédoniques.

Les **épreuves discriminatives** visent à détecter la présence ou l'absence de différences sensorielles entre deux produits. La caractéristique sensorielle sur laquelle portent les

éventuelles différences n'est généralement pas connue de l'expérimentateur et jamais des sujets. Ces méthodes sont faciles à mettre en œuvre et à interpréter mais leur objectif se limite à la question « les produits sont-ils perçus comme différents ? » et elles n'indiquent ni la nature, ni l'intensité des différences. Ces épreuves s'appliquent surtout lorsqu'on veut comparer deux ou plusieurs produits entre lesquels les différences sont inconnues et faibles. Plusieurs types d'épreuves sont détaillés par Touraille en 1998 (160).

Dans le cadre d'une approche sensorielle du confort global, les produits sont extrêmement différents, limitant l'intérêt de tests discriminatifs.

Les **épreuves descriptives** sont plus appropriées à cette démarche puisqu'elles concernent le cas où ce sont la nature et l'importance des différences effectivement perçues entre les produits étudiés qui doivent être évaluées. Ces épreuves, communément appelées profils sensoriels, ont trait à des méthodologies de recherche et de quantification de termes descriptifs pertinents. Pour Stone et Sidel, le profil sensoriel est une des méthodes les plus sophistiquées offertes aux professionnels de l'analyse sensorielle. Il apporte une description complète des sensations générées par un ensemble de produits et fournit une base pour la détermination des attributs sensoriels importants quant aux préférences de consommateurs (153).

Alors que les deux types précédents font appel uniquement aux perceptions sensorielles des sujets, les **épreuves hédoniques** concernent l'étude du caractère plaisant ou déplaisant des produits et dépendent des perceptions sensorielles des consommateurs mais aussi, et là réside la principale différence, à leur expérience et leur vécu. Ces épreuves seront décrites plus en détails dans le paragraphe 1.4.3.3.

Quelques ouvrages donnent l'historique des méthodes de profil sensoriel élaborées à partir des années quarante (95, 110, 153). Plusieurs méthodologies ont été mises en place au fil des années.

1.4.3.2.1 Le profil de flaveur

Le profil de flaveur a été développé par Arthur D. Little, Inc. à la fin des années quarante (20). Ils proposent une méthodologie pour analyser les caractéristiques qualitatives et quantitatives d'une flaveur complexe à l'aide d'un panel de quatre à six sujets.

Ces sujets sont sélectionnés sur la base de tests physiologiques de discrimination, de tests de discrimination de goût et d'odeur. Des entretiens individuels sont conduits pour déterminer l'intérêt, la disponibilité et le potentiel de chaque sujet à travailler en groupe.

Lors de l'entraînement, l'animateur propose aux sujets une large sélection d'échantillons du type de produit étudié. Les panélistes, avec l'aide de l'animateur, développent la terminologie commune qui sera utilisée par l'ensemble du groupe. Ils développent également une liste de références à utiliser avec une échelle de catégories à cinq points (Tableau 2).

Tableau 2: Echelle de catégories utilisées pour le profil de flaveur

0	none
(Threshold, just detectable
1	Slight
2	Moderate
3	Strong

Les sujets, assis à une même table, évaluent individuellement les produits, un échantillon à la fois. Ils notent les attributs, leurs intensités, leur ordre d'apparition. Les résultats individuels sont ensuite discutés en commun de façon à obtenir un consensus au niveau du groupe pour les intensités perçues des différents descripteurs. L'animateur gère les éventuels désaccords en vue d'obtenir un profil de flaveur unique pour un produit donné.

L'objectif est de permettre par une description détaillée de chaque produit, une comparaison complète des produits d'un même groupe. La méthode n'est pas conçue pour mesurer l'acceptation d'un produit, ni d'ailleurs une quelconque évaluation de la préférence de consommateurs. C'est la première véritable méthode sensorielle descriptive. Une des explications de son succès vient du fait que la technique représentait une alternative à l'expertise traditionnelle et que des résultats étaient obtenus rapidement.

Toutefois, de nombreuses critiques ont été émises. D'abord, il n'y a pas de corrélation entre les épreuves de sélection des sujets sur des solutions gustatives simples et leur

capacité à discriminer les produits effectivement testés. Les résultats individuels ne sont pas pris en compte puisque l'objectif de l'animateur est de parvenir à un consensus sur les évaluations. Le rôle important de l'animateur peut conduire à l'apparition d'un « effet leader ». L'échelle utilisée manque de précision et aucune méthode statistique n'est employée pour traiter les résultats.

1.4.3.2.2 Le profil de texture

Basé sur les principes du profil de flaveur, le profil de texture a été développé au General Food Research Center : cette méthodologie permet de décrire les caractéristiques de texture des aliments (17). Elle repose sur la création et l'utilisation d'échelles standard de notations d'intensité. Chaque catégorie de ces échelles est marquée par des produits de références.

A l'époque, l'avancée de cette méthode de profil est surtout marquée par le développement de définitions et de modes opératoires pour les descripteurs et l'utilisation d'échelles de notations avec des références.

Dans leur revue sur les méthodes descriptives, Stone et Sidel regrettent toutefois que la méthode nécessite, comme le profil de flaveur, d'obtenir un consensus sur les évaluations par la discussion. Ils émettent d'autres critiques qui concernent la variabilité et l'approvisionnement des produits de référence, le choix par l'animateur des termes qui seront finalement utilisés (certains termes importants peuvent avoir été négligés, d'autres peuvent ne pas être ressentis par les sujets), la séparation des caractéristiques de texture des autres modalités sensorielles (153).

1.4.3.2.3 L'analyse descriptive quantitative - QDA®

En 1974, Stone *et al.* présentent la méthode qu'ils intitulent QDA® pour Quantitative Descriptive Analysis (154). Plus qu'une amélioration du profil de flaveur, il s'agit d'une refonte complète de la démarche d'analyse descriptive, de la sélection des sujets jusqu'au traitement des données. L'objectif principal de la méthode est la description de l'ensemble des propriétés sensorielles de plusieurs produits pour pouvoir les comparer.

Le développement de la méthode est basé sur plusieurs points (153) :

- Prendre en compte toutes les propriétés sensorielles d'un produit

Une description complète de tous les attributs sensoriels d'un produit est indispensable pour caractériser toutes les similitudes et les différences des produits d'un même type. De plus, il semble impossible à Stone et Sidel de demander à des sujets de faire abstraction de certaines modalités sensorielles au profit d'autres.

- Faire participer un nombre limité de sujets à chaque test

La méthodologie recommande d'utiliser entre dix et douze sujets. Si moins de dix sujets font partie du groupe, la variabilité de chacun a une influence trop grande sur les évaluations de l'ensemble. A l'inverse, utiliser plus de douze sujets peut conduire à des contraintes d'organisation trop importantes (rendez-vous difficiles à trouver pour les séances de groupe par exemple).

- Utiliser des sujets qualifiés avant la construction du profil

Avant tout, les sujets doivent être disponibles, être des utilisateurs ou des utilisateurs potentiels du type de produits testés. En plus, ils doivent démontrer leur capacité à percevoir des différences entre des produits du type étudié. Durant l'élaboration du profil, après chaque test, la capacité de discrimination de chaque sujet peut être évaluée par analyse de variance.

- Etre capable d'évaluer de nombreux produits, en cabines individuelles

Selon Stone et Sidel, les sujets sont plus performants dans l'appréciation de différences relatives que de jugements absolus. Lors d'un même test, l'évaluation de plusieurs produits est donc privilégiée. Pour limiter l'influence d'un sujet sur un autre, les évaluations sont faites en cabines individuelles.

- Utiliser une génération de vocabulaire sans l'influence de l'animateur

Les sujets élaborent un langage, une liste de termes décrivant leurs sensations quand ils évaluent les produits. Ils utilisent ce langage développé de manière consensuelle comme une base pour différencier les produits. Pour être utilisable, les termes doivent être faciles à apprendre, être compréhensibles pour être transférés à d'autres services de l'entreprise ou pour être mis en relation avec des notes hédoniques de consommateurs.

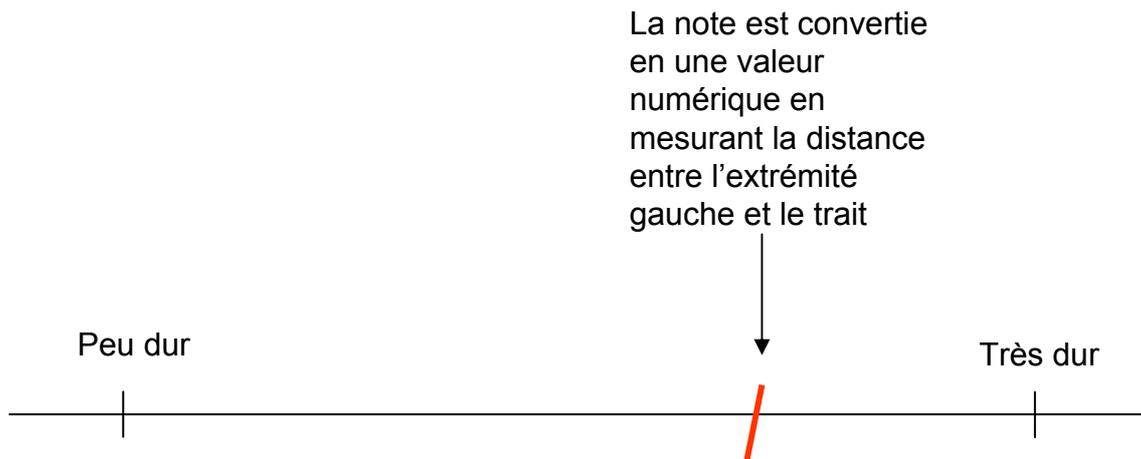


Figure 4 : Exemple d'une échelle continue non structurée utilisée pour obtenir une mesure d'intensité relative.

Recommandations de Stone et Sidel: longueur 15cm, points d'ancrage à 1.5 cm de chaque côté [153].

Les sujets doivent définir chaque terme et, avec l'aide de l'animateur, développer une procédure consensuelle d'évaluation. Ces définitions limitent les mauvaises interprétations ou les confusions entre les descripteurs durant les tests. Des stimuli de référence sont mis en place pour chaque descripteur pour faciliter la compréhension de chaque sensation.

Il n'y a pas de limites au nombre de termes mis en place tant que les sujets sont tous d'accord.

Le rôle de l'animateur est de faciliter la discussion entre les sujets pour éviter l'effet leader et permettre à chacun de s'exprimer. Il décide quand les discussions de groupe sont terminées et quand les évaluations des produits peuvent avoir lieu.

- Les évaluations doivent être quantitatives et utiliser un plan d'expérience pour les répétitions

Des mesures quantitatives sont indispensables au QDA®. Pour chaque terme, les produits sont évalués sur une échelle continue non structurée, c'est-à-dire un segment de droite avec des points d'ancrage de chaque côté sur lesquels le sujet positionne par un trait l'intensité de la sensation ressentie pour le descripteur en question (Figure 4). L'utilisation de telles échelles permet d'offrir au sujet une « infinité » d'emplacements pour indiquer cette intensité. De plus, elle évite des biais liés aux nombres (préférence ou rejet d'un sujet pour un chiffre particulier, changement d'un sujet dans son utilisation des nombres d'une répétition à une autre).

Des évaluations répétées des produits permettent d'évaluer les performances de l'outil de mesure mis en place. Stone et Sidel, par expérience, recommandent quatre évaluations d'un même produit.

- Utiliser les statistiques pour traiter les données

L'analyse de variance, calculée attribut par attribut, permet de tester la répétabilité et la capacité à discriminer les produits de chaque sujet et du groupe en entier. Elle permet également d'évaluer le consensus entre les individus sur les attributs sensoriels des produits.

Les profils des produits obtenus sont représentés sur des graphes de type radar (Figure 5).

Le QDA® est devenue la méthode de référence et est connue sous le nom de profil conventionnel.

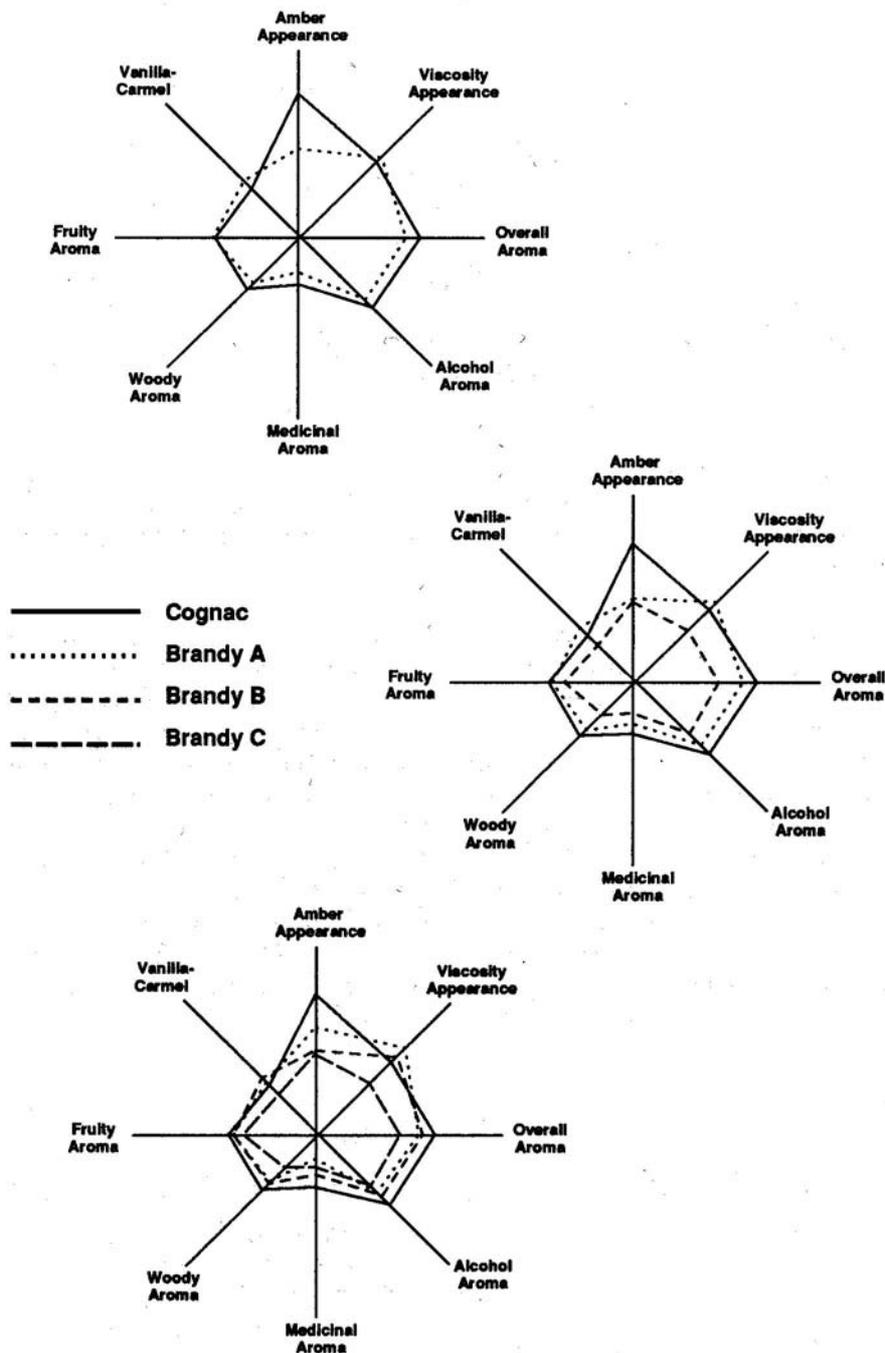


Figure 5 : Exemples de graphes en araignée proposés par Stone et Sidel pour représenter les données de profil sensoriel [153]

1.4.3.2.4 La méthode Spectrum®

Cette méthode de description sensorielle a été mise en place par Civille, utilisant plusieurs des idées inhérentes au profil de texture. La caractéristique principale de la méthode Spectrum® est que les sujets ne développent pas eux-mêmes la liste de descripteurs qu'ils utilisent. Ils évaluent les produits à l'aide d'un lexique standard de termes. Le langage utilisé pour décrire un type particulier de produits est choisi *a priori* et demeure identique pour tous les produits de ce type (110).

Les échelles sont standardisées et accompagnées de références pour les catégories. Les sujets sont entraînés à utiliser l'échelle de notation de façon identique. C'est pour cette raison que les auteurs de la méthode estiment que les résultats de ce type de profil sont absolus et non pas relatifs aux autres produits de l'espace produit comme pour le QDA®. Ainsi, il serait possible de conduire des tests qui ne comportent qu'un seul produit et de comparer les résultats obtenus à des études antérieures.

La sélection des sujets se fait, comme dans le profil de flaveur, par des tests d'acuités sensorielles, des tests de différences et des entretiens individuels pour s'assurer de leur motivation à participer aux tests.

L'entraînement des panélistes est beaucoup plus conséquent et l'animateur y joue un rôle plus directif que pour le QDA®. Les sujets sont exposés à une grande quantité de produits du type étudié. L'animateur les forme sur les aspects chimiques, rhéologiques, visuels et leurs liens avec les propriétés sensorielles pour la catégorie de produits étudiée. Il leur fournit également une liste pré-établie de termes dans laquelle ils choisissent ceux qu'ils utilisent.

Les sujets évaluent les produits en mettant des notes « dans l'absolu » sur des échelles de quinze catégories généralement. Les auteurs estiment, malgré les réserves émises par plusieurs chercheurs dont Lawless et Heymann (95), que les échelles sont équivalentes d'un descripteur à l'autre, pour l'odeur, l'arôme et le goût (l'intensité d'un « 5 » sur une échelle de sucré est la même que celle d'un « 5 » sur une échelle de salé par exemple).

Le traitement des données est identique à celui du QDA®.

Le principal avantage de la méthode est de disposer de notes dans l'absolu. Cependant, même si l'on considère que ce but peut être atteint, c'est au prix de nombreuses difficultés dans le développement et le suivi du groupe d'experts à entraîner.

La méthode Spectrum® représente une grande base de données fiable et directement utilisable d'exercices d'entraînements pour les sujets, de termes accompagnés de définitions et de matériaux de références applicables à des produits alimentaires.

1.4.3.2.5 Le profil par libre choix ou Free Choice Profiling

En 1984, Williams et Langron proposent le profil par libre choix (168). Cette méthode consiste également à la mise en place d'une liste de descripteurs quantifiés pour évaluer les propriétés sensorielles de produits. Toutefois, elle diffère sur deux points essentiels :

- La phase de génération de termes est innovante. La méthode requiert que chaque sujet crée tout seul la liste de termes qu'il va évaluer. La longue étape de recherche d'un consensus sémantique au sein du groupe n'est donc plus nécessaire. L'inconvénient de cette approche est que les termes utilisés par un sujet donné ne peuvent être compris que de lui. Comme pour le QDA® ou la méthode Spectrum®, les évaluations se font dans des boxes individuels et dans des conditions standardisées.
- Les données sont traitées en utilisant l'analyse procustéenne généralisée qui permet de trouver, à partir des configurations individuelles un éventuel consensus entre les sujets sur le positionnement relatif des produits *a posteriori* (après les évaluations).

Les séances de génération de termes se font individuellement. Le sujet reçoit tous les produits et doit lister les caractéristiques sensorielles qui lui permettront de les décrire. Chaque sujet doit être cohérent et toujours désigner une même perception par un même terme. L'animateur procède ensuite pour chaque sujet à une sélection des termes les plus pertinents, précis, et discriminants. Le sujet s'entraîne ensuite à noter l'intensité des produits pour chaque attribut généré par lui et sélectionné par l'animateur.

Pour les évaluations, les produits sont présentés de façon monadique séquentielle. L'ordre de présentation des produits est randomisé ou déterminé par un plan d'expérience afin d'éviter tout effet d'ordre et de report.

Le principal avantage de la méthode est de s'affranchir de la phase d'entraînement. Les tests sont conduits plus vite pour un coût moindre. De plus, les différences interindividuelles tant sémantiques que perceptives sont mieux respectées. En effet,

Williams et Langron pensent que la phase de génération de termes dans un profil classique est une perte de temps puisqu'ils estiment que chaque sujet a sa propre sensibilité et sa propre expérience empêchant l'obtention d'un réel consensus.

L'inconvénient principal du profil libre est la difficulté d'interprétation des résultats issus du consensus de l'analyse procustéenne. En effet, la signification des termes de chaque sujet n'est pas connue de l'animateur.

A cause de cette particularité, ce type de profil n'est pas un bon outil de communication avec les autres services d'une entreprise comme le Marketing. Il n'est pas non plus adapté à une démarche de contrôle et d'assurance qualité, ni de suivi de produit.

1.4.3.2.6 Le profil flash

Le profil flash est une méthode originale développée par le laboratoire de perception sensorielle de l'ENSIA. C'est une technique inspirée du profil libre de Williams et Langron et du profil libre comparatif (151). Comme pour le profil libre, chaque sujet définit seul la liste de termes qu'il utilise pour décrire les produits. Sa spécificité réside dans le fait que tous les produits sont évalués ensemble afin d'établir un classement pour chaque terme sensoriel.

Lors de la première séance, le sujet est confronté à tous les produits simultanément. L'animateur demande aux sujets de générer tous les termes qui permettront de différencier les produits et met en commun les termes générés par chacun. Il présente cette liste cumulée à chaque sujet lors de la deuxième séance afin que ceux-ci s'assurent de ne pas avoir oublié de notions sensorielles importantes.

Les évaluations sont des épreuves de classement. Les produits, présentés simultanément, sont classés par ordre d'intensité croissante ou décroissante pour chaque descripteur. Les avantages d'une épreuve de classement sont nombreux (143). Elle est facile à mettre en œuvre puisque aucun produit de référence n'est nécessaire. Elle est facile à comprendre même pour des sujets non entraînés. Elle est indiscutable sur le plan théorique et enfin elle est efficace. Par contre, les notes ainsi obtenues ne renseignent pas sur les positions absolues des échantillons sur une échelle d'intensité et ne donnent que des indications sur les différences d'ordre quant à l'intensité de la caractéristique spécifiée.

Le profil flash ne demande pas d'entraînement particulier ; la répétabilité et la validité des descripteurs sont vérifiées *a posteriori*. Comme dans le profil libre, une configuration moyenne consensuelle de tous les sujets est obtenue grâce à l'analyse procustéenne.

La procédure du profil flash nécessite une présentation simultanée des échantillons et une évaluation comparative de tous les produits. Plus on augmente le nombre de produits, plus les sujets ont de difficulté à comparer les produits entre eux essentiellement pour des problèmes de capacité de mémorisation des sensations. Cet inconvénient limitant la taille de l'espace produit n'est pas le seul. En effet, la difficulté d'interprétation sémantique, inhérente à toutes les démarches de libre choix des descripteurs, fait du Profil flash un outil inadapté à la communication au sein de l'entreprise.

L'efficacité du profil flash dans la description d'un espace produit a été validée par une comparaison entre le profil conventionnel et le profil flash dans la description d'un même espace produit (32). Le profil flash est apparu très efficace, rapide et économique pour décrire un espace produit.

1.4.3.3 Recueil des mesures consommateurs

Les informations apportées par des consommateurs interrogés lors d'une étude peuvent être de nature très diverses. Les questions ou les épreuves portent généralement sur deux catégories de phénomènes :

- Les **phénomènes mentaux** comme les opinions, les attitudes ou les intentions qui ne sont pas directement observables.
- Les **comportements**, théoriquement observables, mais plus pratiques et plus économiques à mesurer par des déclarations.

1.4.3.3.1 Les méthodes d'échantillonnage

Quels que soient les phénomènes observés, la population cible totale ne peut être interrogée dans son ensemble, le plus souvent à cause de sa taille. Les chercheurs ont donc recours à des procédures d'échantillonnage pour prélever une partie de taille raisonnable au sein de la population totale.

Helper et Orsoni opposent deux familles de méthodes de constitution d'un échantillon (73) :

- Les **méthodes probabilistes** qui consistent à choisir au hasard certains éléments de la population de base. Ces méthodes sont plus rigoureuses mais souvent coûteuses car l'échantillon peut être dispersé sur le plan géographique par exemple.
- Les **méthodes non probabilistes** pour lesquelles le hasard n'intervient plus. L'échantillon est constitué d'après un choix raisonné suivant un plan de sondage établi comme la répartition hommes/femmes, les classes d'âge, les catégories socioprofessionnelles.

Parmi les méthodes non probabilistes, on distingue plusieurs types :

La **méthode des quotas** où l'échantillon est représentatif de la population mère selon les critères qui ont été choisis. Il est proportionnel à la population. Les quotas peuvent être « **à la marge** » si les critères sont respectés un à un ou **croisées** si les proportions de chacune des sous catégories sont respectées (méthode plus rigoureuse mais plus coûteuse). Le problème majeur des quotas tient à l'existence éventuelle d'un lien passé inaperçu entre un critère non pris en compte et les réponses possibles. Par conséquent, un plan de sondage de ce type n'est valable que pour un produit ou une catégorie de produits.

La **méthode des itinéraires** permet de constituer un échantillon lorsque l'enquêteur dispose d'un quartier ou d'une ville comme base. Il permet d'éviter que des zones soient négligées (étage élevé sans ascenseur) en indiquant un itinéraire à suivre au préalable.

Enfin, les **échantillons de convenance** sont constitués au gré des efforts de l'enquêteur au détriment de la rigueur scientifique.

1.4.3.3.2 Les épreuves hédoniques

En analyse sensorielle, la mesure des comportements se fait par l'intermédiaire d'épreuves hédoniques. Köster distingue les épreuves en laboratoire des épreuves en situation, plus proches des conditions réelles d'usage du produit (90). Dans les deux cas, la mesure des préférences peut se faire par l'intermédiaire d'épreuves par paires, de classement, d'évaluation hédonique.

- Les épreuves de classement

Dans le cas de mesures hédoniques, ce type d'épreuve consiste à faire classer individuellement par les sujets des échantillons sur la base de leur caractère agréable.

- Les épreuves par paire

L'épreuve par paire est une épreuve de classement simplifiée puisqu'elle concerne deux échantillons. Elle présente l'avantage de demander au sujet quelque chose qui lui semble naturel, exprimer sa préférence entre deux produits.

- Les épreuves d'évaluation hédonique

Les échantillons sont présentés de façon monadique et le sujet doit exprimer son avis sur leur caractère agréable sur une échelle de catégorie ou sur une échelle d'intervalle.

1.4.3.3 L'élaboration d'un questionnaire

Que ce soit pour recueillir des informations ayant trait aux phénomènes mentaux comme aux comportements, un questionnaire est le plus souvent indispensable.

Evrard *et al.* détaillent précisément les étapes de l'élaboration d'un questionnaire (51). Quatre phases principales se succèdent : la définition des besoins d'information, la définition du type de questions à poser, le nombre et l'ordre des questions, la rédaction du projet de questionnaire.

Dans tous les cas, les questions posées doivent être facilement compréhensibles, stimulantes et précises. Elles peuvent être **fermées** et offrent ainsi le choix entre un nombre limité de réponses ou **ouvertes** et laissent une certaine liberté pour formuler les réponses. Les questions fermées permettent une codification facile et donc un dépouillement plus simple et moins onéreux que les questions ouvertes. En revanche, elles masquent fréquemment des biais – une des modalités de réponse a été oubliée par exemple – procurant une information relativement pauvre. L'analyse des questions ouvertes est plus difficile puisque le codage ne se fait qu'*a posteriori* en interprétant les réponses au travers d'une grille (73).

- Le nombre de questions posées, la longueur du questionnaire dépend à la fois du lieu d'interview et du sujet étudié. Ainsi, une personne sera disposée à consacrer du temps à un sujet par lequel elle se sent impliquée.
- Un *pré test* du questionnaire auprès d'un échantillon de la population étudiée est nécessaire pour en vérifier la qualité.

Il existe une grande variété d'échelles de notations utilisables pour recueillir des informations de consommateurs.

Evrard *et al.* attirent l'attention sur trois principaux effets liés à l'interaction entre les questions (51) :

- Les effets involontaires : l'**effet de halo** (un individu peut avoir tendance à répondre toujours de la même manière à des questions posées sous forme d'échelle orientées dans le même sens), l'**effet de contamination** (le fait d'avoir répondu à une question peut influencer les réponses aux questions suivantes),
- Les effets volontaires comme l'**effet de recouplement** (le chercheur pose des questions identiques sous des formes un peu différentes au cours du questionnaire pour vérifier ce que dit la personne interrogée).

1.5 Comment traiter les données ?

Les principes des différentes techniques statistiques présentées sont extraits des ouvrages de Danzart (35), de Foucart (55), de Lebart *et al* (96), de Saporta (142), de Tassi (156) et de Tomassone *et al.* (159).

1.5.1 Les données en analyse sensorielle

En analyse sensorielle, les méthodes statistiques sont nombreuses pour aider à l'interprétation des résultats. Danzart les sépare en deux grandes classes (35) :

- Les **statistiques descriptives** dont le but est de synthétiser, résumer et structurer l'information contenue dans les données (142). Elles utilisent pour cela des représentations des données sous forme de tableaux et de graphiques. Le rôle des statistiques descriptives est de mettre en évidence des propriétés de l'échantillon, de

suggérer des hypothèses. Les modèles probabilistes y jouent un rôle très restreint, voire nul. Elles sont **une aide à l'interprétation**. Les principales méthodes se divisent en deux groupes :

- Les méthodes de classification qui visent à réduire la taille de l'ensemble des individus en formant des groupes homogènes.
 - Les méthodes factorielles qui cherchent à réduire le nombre de variables en les résumant par un petit nombre de variables synthétiques.
- Les **statistiques décisionnelles** qui permettent de trancher entre deux hypothèses au vu des résultats d'un échantillon. Elles sont **une aide à la décision**.

Des rappels sur les statistiques élémentaires (moyenne, écart-type...) sont proposés par Danzart (35).

1.5.1.1 Les analyses factorielles

Les méthodes multidimensionnelles permettent de traiter d'importants tableaux de données se présentant sous la forme de matrice à n lignes représentant les individus (les produits en analyse sensorielle) et p colonnes correspondant aux variables de la mesure (les descripteurs sensoriels).

L'étude séparée de chaque colonne peut se révéler intéressante. Cependant, elle laisse de côté les liaisons qui existent entre elles et qui sont souvent l'aspect le plus important. Il faut donc analyser les données en tenant compte de leur caractère multidimensionnel.

1.5.1.1.1 L'analyse en composantes principales

C'est la technique la plus utilisée en analyse sensorielle. Elle traite des tableaux de données quantitatives et utilise usuellement la distance euclidienne. Dans la grande majorité des cas, comme dans le cadre de ce travail, l'analyse réalisée est appelée analyse en composantes principales normée. Cette analyse travaille sur les variables centrées-réduites et non sur les données brutes (chaque valeur de l'observation j par la variable i , x_{ij} est remplacée par $(x_{ij}-\mu_i)/\sigma_i$ où μ_i et σ_i sont respectivement la moyenne et l'écart-type de la variable i) pour donner le même poids initial à toutes les variables.

Le principe de cette analyse est de réduire le nombre de variables pour représenter le nuage de points en perdant le moins possible d'information en terme d'inertie globale. Pour cela, elle calcule un ensemble de sous-espaces optimaux emboîtés successifs de dimension 1, 2, 3... Chaque sous-espace, combinaison linéaire des variables initiales, est optimal dans la mesure où il traduit le plus fidèlement possible la dispersion des points du nuage réel pour la dimension réduite imposée. Plus le nombre de dimensions du sous-espace retenu est faible, plus la déformation du nuage est grande. Le pourcentage de dispersion expliqué par chaque sous-espace est fourni par l'analyse. Ce critère sert à choisir la dimension à conserver. Pour simplifier la représentation graphique, il faut faire un compromis entre deux objectifs contradictoires : prendre un espace de dimension faible et conserver un pourcentage explicatif important.

Au cours de l'interprétation des données, les plans factoriels et les cercles de corrélation contenant les positions des variables après calculs sont analysés. Les proximités entre les individus (les produits en analyse sensorielle) sont examinées en relation avec les variables (les descripteurs). L'analyse fournit également les contributions des individus et des variables, permettant de connaître le poids de chaque produit et de chaque descripteur dans la définition des sous-espaces.

Cette méthode est utilisée en analyse sensorielle pour représenter les produits tels qu'ils sont perçus par un sujet ou le panel en entier en fonction des descripteurs initiaux.

1.5.1.1.2 L'analyse factorielle discriminante

Cette analyse permet de caractériser les différences qui existent entre des groupes connus à l'avance (par exemple les produits en analyse sensorielle), au moyen de variables mesurées lors de l'étude. Elle peut être vue comme une analyse en composantes principales sur les points moyens des différents groupes mais en utilisant une distance particulière : la distance de Mahalanobis qui tient compte de la dispersion des individus à l'intérieur d'un même groupe. Elle peut également être vue comme une analyse de variance multidimensionnelle à un facteur, les différences entre les groupes sont testées statistiquement.

Cette analyse prend en compte l'information sur les groupes prédéfinis dans les données étudiées. Elle permet ainsi de modéliser l'appartenance à un groupe d'individus en fonction

des valeurs prises par les variables, puis de déterminer le groupe le plus probable auquel appartiendra un individu, connaissant uniquement les valeurs des variables qui le caractérisent.

Elle peut être utilisée, dans une démarche de profil sensoriel, pour vérifier le pouvoir discriminant des sujets individuellement ou en tant que panel ou pour expliquer les différences entre les produits. Elle est moins usitée que l'analyse en composantes principales mais a été utilisée pour plusieurs études d'analyse sensorielle (6, 75, 134, 136).

1.5.1.1.3 La classification ascendante hiérarchique

Lorsque l'objectif recherché est la constitution de groupes, les techniques de classification automatique peuvent être utilisées.

Parmi les techniques de classification existantes, la classification hiérarchique ascendante consiste à agréger progressivement les individus selon leur distance. L'algorithme commence par rassembler les couples d'individus les plus ressemblants, puis à agréger progressivement les autres individus ou groupes d'individus en fonction de leur ressemblance, jusqu'à ce que la totalité des individus ne forme plus qu'un seul groupe. Cette classification produit un arbre binaire de classification (dendrogramme), dont la racine correspond à la classe regroupant l'ensemble des individus. Ce dendrogramme représente une hiérarchie de partitions, une partition étant obtenue par troncature du dendrogramme à un certain niveau de ressemblance. La partition comporte alors d'autant moins de classes que la troncature s'effectue en haut du dendrogramme (c'est-à-dire vers la racine). A la limite, une troncature effectuée en dessous du premier nœud de l'arbre conduit à ce que chaque classe ne contienne qu'un individu (cette partition est l'assise du dendrogramme), et une troncature effectuée au delà du niveau de la racine du dendrogramme conduit à une seule classe contenant tous les individus.

Il existe plusieurs métriques et plusieurs critères d'agrégation lorsque l'algorithme forme des groupes. Dans ce travail, la classification sera utilisée avec une distance euclidienne et le critère d'agrégation de Ward dont Saporta recommande l'usage avec cette métrique (142).

Cette méthode peut être utilisée en analyse sensorielle pour créer des groupes parmi les produits (dans le cas de profils comme d'études hédoniques), parmi les variables (dans le cas de profils), parmi des consommateurs (dans le cas d'études hédoniques).

1.5.1.1.4 Le multidimensional scaling

Les analyses factorielles précédentes nécessitent que les individus aient été observés au moyen d'un certain nombre de variables définies par l'expérimentateur. Dans certains cas, une simple mesure de ressemblance ou de dissemblance est disponible pour caractériser les distances entre les individus.

Parmi les méthodes disponibles, on distingue les méthodes globales (où l'on travaille sur des distances moyennes des sujets – analyse factorielle d'un tableau de distances) et les méthodes individuelles (où la spécificité des différents sujets est prise en compte – *multidimensional scaling*).

Le *multidimensional scaling* est une méthode d'analyse d'une matrice de proximité (similarité ou dissimilarité) établie sur un ensemble d'individus. Elle a pour objectif de modéliser les proximités entre les individus de façon à pouvoir les représenter le plus fidèlement possible dans un espace de faible dimension (généralement 2 dimensions). Il existe différents algorithmes et plusieurs modèles de *multidimensional scaling*. Pour ce travail, l'algorithme à notre disposition est SMACOF (Scaling by MAjorizing a CONvex Function) et la métrique utilisée est la métrique absolue.

En analyse sensorielle, cette méthode peut être utilisée pour positionner, les uns par rapport aux autres, différents produits caractérisés uniquement par les distances qui les séparent. Elle peut être utilisée également pour positionner des consommateurs à partir d'un tableau de distances les caractérisant.

1.5.1.1.5 L'analyse procustéenne généralisée

L'analyse procustéenne généralisée (60) est une analyse principalement utilisée pour traiter les données de profil libre (168).

Elle compare les structures de proximités - éloignements entre les produits générées par les sujets. Le principe de l'analyse procustéenne est de faire coïncider au mieux les configurations initiales en utilisant des transformations géométriques (homothéties,

translations, rotations) qui ne modifient pas les positions relatives des produits. Les configurations individuelles sont ajustées à une configuration moyenne calculée lors de l'analyse.

Tout au long de l'analyse, la distance totale entre les différentes configurations est calculée. Cette statistique procustéenne peut être utilisée comme un indice du niveau de consensus entre les sujets en considérant sa valeur initiale et sa valeur finale après l'analyse. Cette valeur finale peut être aussi répartie suivant les différents sujets (pour savoir quels sont les sujets dont les configurations sont les plus proches ou les plus éloignés du consensus obtenu), suivant les différents produits (pour savoir quels produits sont évalués de manière consensuelle, quels sont les produits pour lesquels la perception des sujets diffère).

Plusieurs auteurs proposent des aides à l'interprétation des résultats de l'analyse procustéenne : des tables d'analyse de la variance (40, 41), un test de significativité du niveau de consensus atteint (167).

Dans le cas de profil sensoriel, l'analyse procustéenne généralisée permet de trouver un consensus éventuel entre des sujets de profil libre mais aussi de profil QDA® en comparant les configurations individuelles.

1.5.1.2 Les statistiques décisionnelles

Ces tests reposent sur la formulation par l'expérimentateur d'une hypothèse, puis sa vérification par les informations disponibles après un test en accord avec un risque choisi. Le choix des risques est déterminant pour tester l'hypothèse : le risque de première espèce α est celui de rejeter une hypothèse vraie, le risque de deuxième espèce β est celui d'accepter une hypothèse fautive. Dire qu'un test est significatif (pour un risque α donné) signifie que les résultats de l'expérience incitent à rejeter l'hypothèse faite au départ.

En analyse sensorielle, l'objectif de ce type de tests est de comparer des produits, des sujets pour déterminer s'ils sont significativement différents pour un risque donné.

Il existe plusieurs méthodes suivant que la comparaison concerne des données suivant une loi normale ou pas ; que deux ou plusieurs produits doivent être comparés ; que les

échantillons sont appariés (ce sont les mêmes sujets qui ont évalué tous les produits) ou non (des groupes de sujet différents ont évalué chacun un produit). Dans le cadre de ce travail, la comparaison porte sur plusieurs produits et les échantillons sont appariés.

Plusieurs hypothèses par ordre d'importance croissante doivent être faites préalablement à l'utilisation de ces tests : les données suivent une loi normale $N(\mu, \sigma^2)$, la variance de la mesure est indépendante de la mesure elle-même et les mesures sont indépendantes. Comme le remarque Henry-Bressollette, les expérimentateurs vérifient rarement ces hypothèses en analyse sensorielle (75). Pour Danzart, l'indépendance des mesures est indispensable. Par contre, il estime que tant que les variances des mesures ne sont pas trop dissemblables, les analyses fournissent des conclusions fiables. Enfin, c'est également le cas si les données ne suivent pas exactement une loi normale (35).

1.5.1.2.1 L'analyse de variance à un facteur

Dans le cas du facteur Produit, l'analyse de variance effectue un test global dit de comparaison des moyennes, avant d'aborder les comparaisons des produits deux à deux.

Si l'on note :

$y_{11}, y_{12}, \dots, y_{1n_1}$	Les n_1 résultats relevés pour le produit 1
$y_{21}, y_{22}, \dots, y_{2n_2}$	Les n_2 résultats relevés pour le produit 2
.....
$y_{p1}, y_{p2}, \dots, y_{pn_p}$	Les n_p résultats relevés pour le produit p

Chaque produit est caractérisé par sa moyenne y_i et par sa variance estimée σ_i^2 . La variance intrapopulation (CMR, carré moyen résiduel) est une référence pour comparer les moyennes entre elles. Elle est calculée par :

$$CMR = \frac{\sum_{i,j} (y_{ij} - y_i)^2}{n - p} \quad \text{avec } n = \sum_{i=1}^p n_i$$

La dispersion des différentes moyennes y_i , appelée variance inter population (CMP, carré moyen dû à l'effet Produit) exprime l'importance des différences entre les moyennes des produits. Elle est calculée par :

$$CMP = \frac{\sum_{i=1}^p n_i (y_i - \bar{y})^2}{p - 1}$$

La statistique utilisée pour tester l'existence éventuelle d'une différence significative entre les produits est la statistique de Fisher

$$F = \frac{CMP}{CMR}$$

Les résultats sont présentés sous la forme d'une table (Tableau 3).

Tableau 3: Exemple de table d'analyse de variance à un facteur

Source de variation	Somme des carrés	Degré de liberté	Carré moyen	Fisher
Produits	$SCP = \sum n_i (y_i - \bar{y}_{..})^2$	p-1	CMP	CMP / CMR
Résiduelle	$SCR = \sum (y_{ij} - y_i)^2$	n-p	CMR	
Totale	$SCT = \sum (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2$	n-1	CCT	

La statistique de Fisher doit être comparée à la valeur lue dans les tables de Fisher pour le risque choisi avec p-1 et n-p degrés de liberté. Si la valeur lue est supérieure à la statistique de Fisher calculée, la dispersion intragroupe est supérieure à la dispersion intergroupe : les produits sont identiques. Sinon, il y a globalement des différences entre les groupes pour le risque choisi. Les comparaisons deux à deux des produits permettent de mettre en évidence des différences significatives à l'aide du calcul de la valeur seuil appelée PPDS (plus petite différence significative) ou de différents tests (Tukey, Scheffé, Neuman-Keuls, Duncan...)

(35).

L'analyse de variance à un facteur peut être utilisée en analyse sensorielle pour tester les différences significatives entre des produits, descripteur par descripteur, lors de mesures de profil mais aussi dans le cas de recueil de préférences.

1.5.1.2.2 L'analyse de variance à deux facteurs

En analyse sensorielle, deux facteurs influent potentiellement sur les données : l'effet Produit et l'effet Sujet. L'objectif de l'analyse de variance à deux facteurs est de savoir si ces deux facteurs et leur interaction ont un intérêt explicatif pour les données.

Pour le modèle à deux facteurs avec interaction, on fait l'hypothèse d'une décomposition linéaire du résultat en cinq parties caractérisant la moyenne de l'échantillon, l'effet Sujet, l'effet Produit, l'interaction Sujet-Produit et l'erreur résiduelle.

La table de résultats ressemble à celle de l'analyse de variance à un facteur à la différence près qu'elle contient deux lignes de plus, une pour le facteur sujet, une pour l'interaction des deux effets (35).

En analyse sensorielle, l'analyse de variance à deux facteurs peut être utilisée sur des résultats de profil sensoriel pour étudier, descripteur par descripteur, la variation entre les sujets, entre les produits et l'interaction sujet-produit.

1.5.2 Les méthodes pour établir des liens entre plusieurs jeux de données

En analyse sensorielle comme dans d'autres domaines scientifiques, l'expérimentateur peut avoir à chercher des relations entre plusieurs jeux de données différents pour prédire à partir d'une série de données les données d'une autre. C'est par exemple le cas quand l'analyste sensoriel cherche à expliquer les préférences de consommateurs sur des produits (notes hédoniques) par la description sensorielle de ces produits issue d'un profil (notes sensorielles d'un groupe de profil sensoriel).

1.5.2.1 La régression linéaire

La régression linéaire vise à prédire une variable quantitative y en fonction d'une variable quantitative x par une relation affine. Lorsqu'il y a plusieurs variables prédictives, non nécessairement indépendantes, il est intéressant de choisir pour la prédiction un modèle linéaire de la forme :

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + \varepsilon \text{ où } \varepsilon \text{ suit une loi } N(0, \sigma^2)$$

Comme en analyse de variance, les calculs sont basés sur les sommes des carrés liés aux différentes sources de variation, la somme des carrés totale, la somme des carrés résiduels et le calcul de statistiques de Fisher.

Si la statistique de Fisher est significative, la table des coefficients β_i permet de juger de leur significativité dans le modèle complet.

Pour juger de la qualité de l'ajustement final, le coefficient de détermination R^2 , carré du coefficient de corrélation multiple peut être calculé : il est le rapport de la somme des carrés du modèle par la somme des carrés totale. Plus le R^2 est proche de 1, meilleur est l'ajustement. Son niveau de significativité peut être obtenu par calcul de la statistique de Fisher $F=R^2/(1-R^2)$.

Comme le rappelle Danzart, la régression multiple est un outil performant mais il peut s'avérer délicat à interpréter quand le nombre de variables prédictives est trop important. Pour pallier ce défaut, des méthodes d'introduction progressive des variables sont disponibles (35).

La régression progressive est une de ces méthodes. Plusieurs ouvrages traitent de cette technique et peuvent être consultés pour plus de détails (44, 158, 159). Le principe est le suivant :

- Etape 1 : la variable à introduire en premier est celle dont le coefficient de corrélation avec y est le plus fort en valeur absolue.
- Aux étapes suivantes, la variable qui permet la meilleure augmentation du coefficient de corrélation multiple est introduite. L'apport de cette nouvelle variable est testé par la statistique de Fisher. De plus, si l'apport de cette nouvelle variable est significatif, on teste la significativité des variables précédemment introduites pour éliminer éventuellement celles dont l'apport n'est plus significatif.

Il y a plusieurs critères d'arrêt possibles. Dans le cas de ce travail, l'algorithme s'arrête quand il n'y a plus de variables à introduire ou que l'apport d'une nouvelle variable au modèle n'est pas significatif.

La régression progressive peut être utilisée en analyse sensorielle pour prédire les notes de consommateurs à partir de la description sensorielle des sujets.

1.5.2.2 La cartographie externe des préférences

Parmi les méthodes permettant de relier une description sensorielle - objective et des notes hédoniques de consommateurs - subjectives, la cartographie des préférences a une place de plus en plus importante dans l'industrie.

Depuis, ces techniques ont été utilisées sur un large spectre de produits alimentaires : des pommes (31, 83), des légumes (9), des sauces de salade (170), des chips (145), des morceaux de poulet frits (5), des saucisses (74), des aliments fumés (8), des fromages et leurs emballages (7, 118, 124), des gelées de fraises (34), des chocolats (79, 107), des jus de fruits (27), des bières (63). A notre connaissance, la cartographie des préférences n'a été utilisée qu'à deux reprises dans l'industrie automobile : sur des systèmes de freinage (144) et sur des sièges (13).

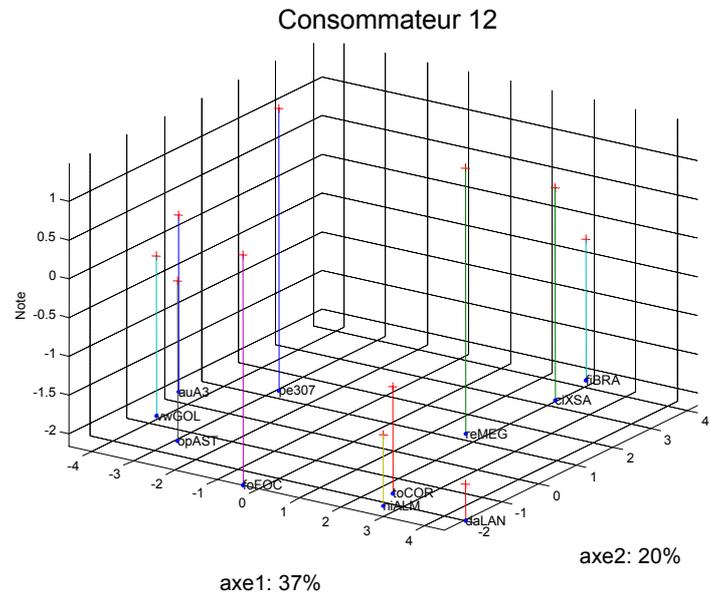
Les données sensorielles sont stockées dans une matrice où les lignes sont les produits évalués lors du profil sensoriel et les colonnes les descripteurs avec lesquels ils ont été évalués. Les données des consommateurs sont stockées dans une matrice où les lignes sont les mêmes produits que ceux du profil, et les colonnes, les consommateurs.

Deux types d'approches sont proposés :

- Pour la **cartographie interne** des préférences, la matrice des notes des consommateurs est traitée par analyse en composantes principales non normée et les descripteurs sensoriels sont projetés en variables supplémentaires sur la carte des consommateurs.
- Pour la **cartographie externe**, la matrice des données de profil est traitée le plus souvent par analyse en composantes principales normée et les préférences des consommateurs sont modélisées par les deux premiers axes résultants.

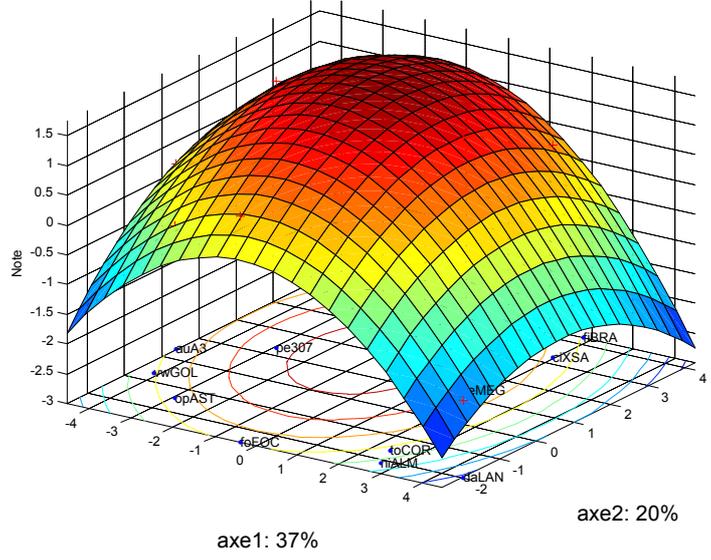
Dans le cadre de ce travail, seule la cartographie externe des préférences est utilisée. En effet, comme Marketo *et al.*, nous estimons que la cartographie interne n'est pas un bon outil quand il est nécessaire de considérer les consommateurs et leurs préférences individuellement (102).

A



Consommateur 12 modélisé par le modèle quadratique complet --> préférenceur

B



Consommateur 12 modélisé par le modèle quadratique complet --> préférenceur

C

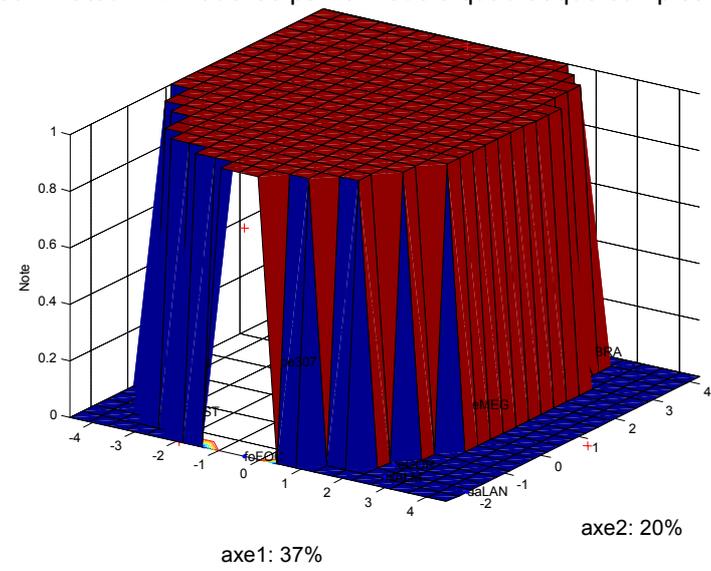


Figure 6 : Les trois étapes de la modélisation d'un consommateur par cartographie externe avec modèle quadratique
représentations tridimensionnelle des notes consommateurs en fonction de la carte sensorielle A
Modélisation de ces préférences par le modèle quadratique complet B
Discretisation des notes de préférences modélisées C

Les méthodes de cartographie externes reposent tout d'abord sur une carte sensorielle obtenue par analyse multidimensionnelle dont seul le premier plan est considéré. La carte obtenue décrit les positions relatives des produits perçues par les sujets du profil : deux produits proches se « ressemblent » sensoriellement sur la majorité des descripteurs ; deux produits éloignés, au contraire, possèdent des caractéristiques sensorielles très dissemblables. Le postulat de la cartographie externe est que si deux produits sont proches sur la carte sensorielle, un consommateur leur attribuera des notes à peu près égales (35).

La première étape de la cartographie des préférences est la modélisation des préférences de chaque consommateur. On associe un graphique à trois dimensions à chaque consommateur. Un point représente un produit. Les deux premières coordonnées (x,y) correspondent aux coordonnées des produits issues de l'analyse factorielle des mesures sensorielles. La troisième coordonnée z correspond aux notes de préférence du consommateur à modéliser (Figure 6A) La modélisation des préférences est représentée par une surface de réponse (Figure 6B). En utilisant ce graphe, on peut estimer la note de préférence qu'aurait mis *a priori* ce consommateur pour chaque produit de la carte sensorielle, même si ce produit n'existe pas ou si le sujet ne l'a pas évalué.

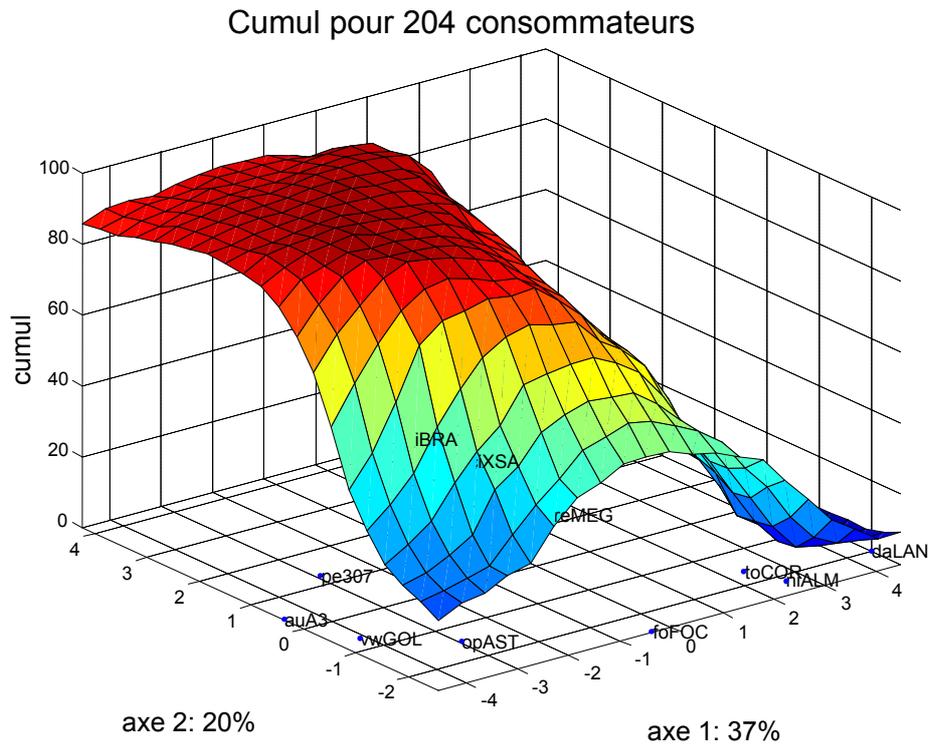
Plusieurs modèles peuvent être utilisés pour modéliser les préférences de chaque consommateur. Ils sont basés sur l'équation :

$$Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_1^2 + a_4x_2^2 + a_5x_1x_2$$

Dans cette équation, Y est le vecteur contenant les notes de préférences du consommateur considéré pour tous les produits. $(x_1;x_2)$ est la matrice de coordonnées de ces mêmes produits issues de l'analyse factorielle des données sensorielles.

Dans le modèle vectoriel, a_3 , a_4 et a_5 sont nuls : les préférences sont modélisées par un plan. Il faut au moins que quatre produits aient été évalués pour que le modèle soit applicable.

A



B

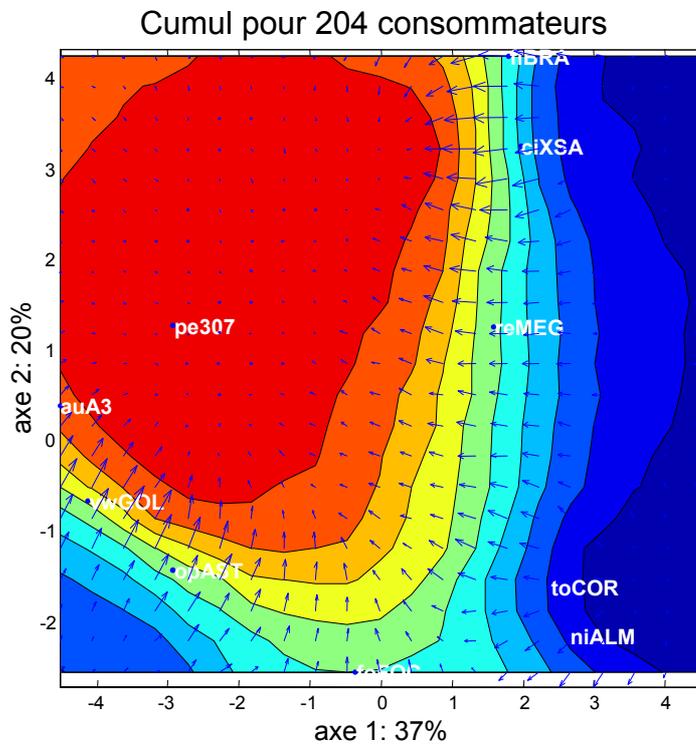


Figure 7 : Cumul des surfaces de réponse discrétisées de chaque consommateur dans la cartographie externe des préférences
Représentation tridimensionnelle A
Projection du cumul B

Le modèle quadratique correspond à l'équation complète : les préférences sont modélisées par des quadriques (36). Il faut au moins que sept produits aient été évalués pour que le modèle soit applicable. Trois types de consommateurs se dégagent :

- Certains expriment une préférence (modèle en forme de pain de sucre)
- Certains expriment un rejet (modèle en forme de pain de sucre retourné)
- Certains sont des éclectiques qui apprécient des produits opposés sur la carte sensorielle (modèle en forme de selle à cheval)

Le modèle quadratique nécessite l'évaluation de plus de produits que le modèle vectoriel mais il présente un avantage certain : il fournit des régions sensorielles précises de préférence maximale et non pas des directions de préférence. Danzart rappelle qu' «aimer un produit un peu plus sucré ne veut pas nécessairement dire que l'on souhaite acheter du sucre ! Il vient un moment où les caractéristiques sensorielles deviennent trop fortes » (35). Le modèle quadratique prend en compte cet aspect des préférences en traduisant éventuellement une augmentation puis une diminution des préférences.

La qualité du modèle, quel qu'il soit, pour un consommateur donné est mesurée par un coefficient de corrélation entre les notes réelles et les notes estimées pour les produits étudiés.

Dans le cas du modèle vectoriel, chaque consommateur est représenté par la droite de plus grande pente du plan qui le modélise.

Pour le modèle quadratique, sommer des surfaces de réponse de ce type ne présente pas d'intérêt. Pour résumer l'information issue de la modélisation de l'ensemble des consommateurs, Danzart propose de sommer des fonctions binaires issues de la modélisation de chaque consommateur (Figure 6C) (36) :

$$Pref(x, y) = \sum_{i=1}^n C_i(x, y) \text{ avec } C_i(x, y) = 1 \text{ si } F_i(x, y) \geq 0 \text{ et } C_i(x, y) = 0 \text{ si } F_i(x, y) < 0$$

$F_i(x, y)$ est la note de préférences modélisée pour le consommateur i

n est le nombre total de consommateurs

Cette sommation conduit à une graphe en trois dimensions représentant les préférences des consommateurs $Pref(x, y)$ (Figure 7A) et des courbes de niveaux correspondant à cette

surface (Figure 7B). Sur ces courbes, une région cotée 70 correspond à une zone où 70% des consommateurs estiment les produits meilleurs que la moyenne.

Schlich et McEwan estiment, en 1992, que cette méthode semble être un outil puissant de description des préférences malgré le faible recul dont ils disposent (145). Pour McEwan et Thomson, la cartographie est une méthode potentielle pour segmenter les populations de consommateurs (107). Guinard *et al.* estiment que la cartographie externe des préférences est un outil de valeur pour aider à la formulation de nouveaux produits parce qu'elle permet de bien prendre en compte la variabilité des préférences des consommateurs (63). Cependant, ces auteurs soulignent plusieurs inconvénients à cette méthode. Un nombre important de produits doit être évalué par les consommateurs pour utiliser les modèles les plus puissants ; ce qui va à l'encontre des méthodes traditionnelles de marketing qui ne font évaluer que deux ou trois produits à la fois. Cette remarque est aussi formulée par Helgesen *et al.* (74). Ils estiment aussi qu'une part non négligeable de consommateurs est souvent mal modélisée et donc non prise en compte pour des formulations futures de produits « à succès ». Enfin, ils pensent que cette formulation est rendue difficile par le fait que ce ne sont pas les descripteurs sensoriels qui sont les variables explicatives du modèle mais les composantes principales des analyses factorielles calculées à partir de ces descripteurs.

1.5.2.3 L'analyse factorielle multiple

L'analyse factorielle multiple proposée par Escofier et Pagès traite des tableaux dans lesquels un ensemble d'individus est décrit par plusieurs groupes de variables. Les variables peuvent être quantitatives ou qualitatives (mais de même nature au sein d'un groupe).

Introduire plusieurs groupes de variables en tant qu'éléments actifs dans une même analyse factorielle impose d'équilibrer leur influence *a priori* dans cette analyse. En effet, une analyse simultanée de plusieurs groupes dont les premiers facteurs seraient engendrés par un seul d'entre eux ne présenterait que peu d'intérêt. Chaque variable du groupe k est pondérée par $1/\sqrt{\lambda_1^k}$ où λ_1^k est la première valeur propre de l'analyse en composantes principales effectuées sur les variables de ce groupe k .

L'analyse factorielle multiple consiste en une analyse en composantes principales du tableau complet avec les variables pondérées.

L'analyse recherche ensuite les facteurs à la fois communs aux groupes de variables et représentant des directions de forte inertie de ces groupes. Enfin, elle projette les nuages partiels sur les axes principaux du nuage total.

En analyse sensorielle, l'analyse factorielle multiple peut être utilisée pour comparer le positionnement relatif des produits suivant les modalités sensorielles impliquées (les descripteurs sont regroupés par modalité sensorielle et forment autant de groupes de variables). Elle peut être aussi utilisée pour comparer le positionnement relatif de produits évalués d'une part par des sujets de profil et d'autre part par des consommateurs.

Les analyses factorielles discriminantes et les analyses de *multidimensional scaling* sont réalisées sous XLSTAT 5 d'Addinsoft. Les analyses factorielles multiples sont réalisées sous SPAD 4 de CISIA-CERESTA. Les analyses de variance, les analyses en composantes principales, les analyses procustéennes généralisées, les classifications ascendantes hiérarchiques, les cartographies des préférences et les régressions progressives sont réalisées par plusieurs programmes écrits, dans le cadre de ce travail, sous Matlab 6.1 de Mathworks (leurs résultats ont été validés par comparaison avec ceux de jeux de données issus d'ouvrages et d'articles).

1.6 Quelles méthodes d'analyse sensorielle utiliser pour décrire le confort ?

En agro-alimentaire, de nombreuses études de profil sensoriel ont été publiées sur des produits très variés mais tous assez simples, en comparaison à une voiture :

- des solutions alimentaires très simples : des échantillons de vanille (77, 78), des gels (135) des solutions mentholées (66)
- des liquides : des jus de fruits (27, 129), des eaux gazeuses (81), des bières (29, 63, 64), des vins (6, 53, 105), des whiskies (65), des cafés (37), des vinaigres (59), des sauces de salade (170)
- des aliments solides plus ou moins élaborés : des tomates (97), des carottes (68), des légumes (9), des pommes (31, 83), des chocolats (79, 107, 137), des gelées de fraises (34), des fromages à tartiner allégés (140) des fromages (7, 82, 118, 124), des pâtes (84), des bouillons de poulet (30), de la viande (10, 148), des morceaux de poulet frits (5), des saucisses (74), des aliments fumés (8), des petits pains suédois (75) des chips (145),

Dans l'industrie automobile, les méthodes de profil commencent à être appliquées, avec plus ou moins de rigueur. Plusieurs études sont référencées où les auteurs utilisent des techniques se revendiquant de l'analyse sensorielle :

- En 1989, Shimizu *et al.* décrivent l'intérieur de voitures. Ils commencent par générer une liste exhaustive de termes en compilant les données de journaux ou d'interviews de designers. En supprimant les synonymes et les antonymes, ils obtiennent une liste de soixante descripteurs classifiée en vingt-sept items. Trente et un étudiants évaluent des photographies de vingt deux véhicules pour l'ensemble des termes en utilisant une échelle à cinq points. Des analyses factorielles permettent de dégager des facteurs pour caractériser les habitacles. Plusieurs remarques peuvent être émises sur cette étude. Les termes n'ont pas été générés par les panélistes. Apparemment, aucune définition, aucun protocole n'ont été mis en place rendant difficile l'obtention d'un consensus sémantique. La liste complète des descripteurs n'est pas fournie mais certains termes évoqués semblent plus hédoniques que descriptifs : « attractif / non attractif », « impression de qualité »...

Enfin, les sujets n'ont évalué qu'une seule fois les photographies ce qui ne permet pas d'apprécier la répétabilité de l'outil de mesure mis en place (150).

- Par la suite, Jindo *et al.* conduisent une étude relativement similaire, également sur l'intérieur de voitures. Cette fois-ci, les produits sont de vraies voitures et non des photographies mais les remarques sur les descripteurs hédoniques et les répétitions restent les mêmes (86).
- Une étude ultérieure de Jindo et Hirasago reprend les mêmes bases méthodologiques. Les produits sont des photographies de cinquante-neufs volants, évalués par cinquante personnes. En conclusion, les auteurs soulèvent le problème du consensus sémantique évoqué précédemment : les termes gardent-ils la même signification pour les sujets d'un type de produit à un autre (85) ?
- Dans sa définition des grandes lignes de l'évaluation de la qualité de l'intérieur des véhicules, Bonapace introduit la notion de décomposition des attributs sensoriels des éléments de l'habitacle et propose de mettre en place des définitions pour caractériser les termes. Toutefois, le processus de génération des termes reste obscur et les sujets qui évaluent les produits sont des consommateurs sans entraînement et n'effectuant pas de répétitions (14).
- Sakakibara *et al.* analysent l'odeur de l'habitacle. Soixante-treize sujets décrivent les odeurs avec vingt-six termes sensoriels en donnant leur niveau d'accord sur une échelle de quatre catégories de « le terme est approprié » à « le terme n'est pas approprié ». Une fois de plus, il n'y a ni définitions, ni protocoles et les évaluations ne sont pas répétées (141).

Très récemment, l'analyse sensorielle, pratiquée selon les méthodologies mises en place par les analystes sensoriels a fait son entrée dans l'industrie automobile :

- Eloy *et al.* appliquent la méthode de profil sensoriel conventionnel à l'évaluation du toucher de planches de bord. Vingt matériaux de planche de bord sont évalués par un nombre non précisé de sujets sur huit descripteurs tactiles qu'ils ont générés. Aucune mention n'est faite sur d'éventuelles répétitions des évaluations (50).
- Dans une étude de Blumenthal *et al.* sur le confort des sièges automobiles, cinq sujets font trois évaluations de huit sièges soumis à des vibrations en utilisant entre huit et quatorze descripteurs. Soixante-sept consommateurs indiquent leurs préférences sur ces mêmes sièges. La cartographie des préférences permet ensuite

d'établir le lien entre les notes hédoniques et les attributs sensoriels des produits (13).

- Schlich et Chabanon utilisent également la cartographie des préférences dans le même objectif. D'une part, huit véhicules sont évalués par neuf pilotes de Renault sur dix-huit descripteurs sensoriels. A cause de problèmes de disponibilité, il n'y a pas de répétitions des évaluations. D'autre part, cent douze consommateurs donnent leurs notes hédoniques sur ces mêmes véhicules (144).
- Dans une étude sur les sensations thermiques, six sujets évaluent la température résultant du chauffage de leur peau par une lampe placée à quinze centimètres. Cette sensation se décompose en deux dimensions : « sensation immédiate de chaleur » et « sensation de chaleur cumulée ». Le panel est répétable et discriminant pour le premier facteur mais pas pour le second (119).
- Le profil libre est utilisé par des sujets non entraînés pour évaluer les odeurs de six mousses de sièges de voiture. Sur trois cent soixante trois termes générés, cent quarante deux sont sélectionnés au terme des cinq évaluations (115).
- Dairou *et al.* utilisent une méthode dérivée du profil libre pour caractériser le freinage de cinq voitures. Six sujets évaluent trois fois chaque freinage (33).
- Crochemore compare les résultats de deux profils libres : le premier sur huit volants et le second sur ces mêmes volants dans leur voiture respective. Le même panel de huit sujets évalue trois fois chaque produit pour les dix descripteurs (28).

L'analyse sensorielle met à notre disposition plusieurs méthodes de description sensorielle, de recueil des préférences de consommateurs. Toutefois, ces études, alimentaires et automobiles, conduisent principalement à deux réflexions.

- Quand il s'agit de méthodes de profil utilisées de manière rigoureuse, les produits analysés sont relativement simples dans la mesure où ils ne comportent pas de « sous-produits ».
- Dans toutes ces études, le postulat d'anonymat des produits est respecté.

Dans le cas de notre étude sur le confort, ces deux points soulèvent deux problèmes majeurs :

- D'une part, le confort doit être décrit sur des voitures qui se décomposent en une très grande quantité d'éléments (siège, planche de bord, commandes...) qui ont

chacun des propriétés sensorielles spécifiques. L'utilisation abrupte de méthodes « classiques » de profil sensoriel peut être trop coûteuse en temps si chaque élément doit être décrit individuellement. De plus, cette approche individuelle n'est pas satisfaisante puisque ce sont des descripteurs du confort considéré dans sa globalité qui sont recherchés.

- D'autre part, ce processus d'anonymisation est possible lorsqu'il s'agit de produits alimentaires, cosmétiques ou automobiles dans certains cas. Il permet d'éviter que des sujets entraînés reconnaissent les produits qu'ils évaluent dans le cadre d'un profil par exemple. Il permet aussi d'éviter des biais lors d'évaluation hédonique par des consommateurs. Dans le cas de voitures, l'anonymisation est impossible. Les logos, les identifiants des marques peuvent être camouflés mais les voitures restent tout de même reconnaissables par leur design extérieur ou intérieur.

2 Problématique

La caractérisation du confort global d'une voiture est un problème de plus en plus important pour l'industrie automobile. A l'heure actuelle, de nombreuses études, comme nous l'avons vu, s'intéressent à cette question. Ces études portent sur des préférences globales de consommateurs sans lien réel avec les propriétés sensorielles des voitures. D'autres s'intéressent aux différentes modalités sensorielles intervenant dans la perception du confort mais ces modalités ne sont considérées qu'individuellement et non pas d'une façon plus globale.

L'intrication des facteurs hédoniques et des facteurs sensoriels qui font qu'un automobiliste considère une voiture plus ou moins confortable globalement représente une difficulté qui n'a pas encore été abordée.

Cette difficulté a pourtant besoin d'être surmontée pour permettre aux constructeurs de mieux comprendre et décrire les facteurs sensoriels qui conduisent à l'acceptation ou au rejet d'un véhicule en ce qui concerne son confort. En effet, l'identification de ces facteurs, et la caractérisation des perceptions des consommateurs ciblés permettront de rédiger des cahiers des charges pour construire des voitures qui satisferont leurs attentes de confort.

Cette séparation, nécessaire, entre les facteurs hédoniques et les facteurs sensoriels du confort global nous a paru accessible par le biais de l'analyse sensorielle. Cependant, d'importants manques apparaissent dans les méthodes traditionnellement employées pour décrire les sensations que procure un produit dans le cadre de ce travail.

Premièrement, les voitures sont des produits extrêmement complexes, composés de plus d'une centaine de « sous-produits » aux propriétés sensorielles souvent indépendantes les unes des autres. La segmentation de la voiture en « sous-produits » qui seraient décrits individuellement par profil sensoriel n'est pas une solution satisfaisante. En effet, bien que les caractéristiques sensorielles individuelles de ces « sous-produits » soient intéressantes, c'est bien une prise en compte plus globale du véhicule qui nous intéresse.

Deuxièmement, l'anonymat des produits, précepte de base de l'analyse sensorielle, ne peut pas être respecté dans le cas de véhicules aisément reconnaissables par leur design intérieur ou extérieur alors même que toute trace du modèle ou de la marque a été camouflée.

Cet impossible anonymat pose un problème à la fois pour une étude de profil sensoriel et pour une étude consommateur. Alors qu'il est imaginable que des sujets de profil correctement formés fassent abstraction de la marque d'un véhicule quand ils l'évaluent, cela paraît complètement impossible dans le cas de consommateurs.

De plus, l'anonymat des produits nous paraît extrêmement éloigné des conditions réelles d'achat d'une voiture. Le recueil d'informations sur des facteurs externes au produit, comme par exemple son prix, l'image de sa marque, est une évidence dans le cas d'un achat aussi complexe qu'un véhicule automobile. Peu d'études, à notre connaissance, s'intéressent en analyse sensorielle à de tels facteurs externes, bien qu'ils soient indissociables du processus d'achat. L'image de marque de manière générale est souvent étudiée de manière tronquée : soit des consommateurs précis évaluent plusieurs images de manière hédonique, soit une image est caractérisée par un certain nombre de termes, de descripteurs. Peu de méthodologies permettent de positionner l'image d'une entreprise parmi celles de ses concurrents au moyen de descripteurs.

Dans le cadre de ce travail méthodologique, nous étudierons plusieurs solutions pour mieux décrire le confort global des voitures :

- Nous allons adapter les méthodes d'analyse sensorielle existantes pour décrire les caractéristiques sensorielles de produits extrêmement complexes qui ne peuvent pas être rendus anonymes.
- Pour pallier cette impossibilité d'anonymat lors d'études hédoniques, nous tâcherons de prendre en compte en plus des caractéristiques sensorielles des voitures, deux facteurs externes : l'image de marque et le prix.
- Une méthodologie de description de l'image de marque d'une entreprise et de ses concurrents devra être développée.
- Enfin, les préférences de consommateurs sur le confort devront être mises en relation avec les caractéristiques sensorielles des voitures d'une part et ces facteurs externes d'autre part.

3 Etudes préliminaires

Deux études préliminaires ont été conduites avant de s'intéresser au confort des voitures à proprement parler.

La première est une caractérisation de matériaux de planches de bord par profil sensoriel dont l'objectif est d'avoir un ordre de grandeur du nombre de sensations générées par un des éléments de l'habitacle d'une voiture.

La seconde étude reprend l'objectif de l'étude principale : évaluer l'impact de l'image de marque et des propriétés sensorielles sur les préférences de consommateurs. Cependant, elle porte sur un produit plus simple, des confitures de fruits rouges pour lesquels la comparaison entre présentation anonyme ou non est possible.

3.1 Description sensorielle de matériaux de planches de bord

3.1.1 Matériels et Méthodes

- Les produits

L'étude porte sur vingt et une planches de bord extraites de la gamme Renault Mégane ainsi que diverses propositions de fournisseurs. Des plaques de trente centimètres sur onze sont découpées dans les planches de bord complètes.

Ces plaques sont fournies par la Direction de l'Ingénierie et des Matériaux de Renault qui souhaitait positionner sensoriellement les produits de la gamme Mégane par rapport aux propositions de ses fournisseurs.

- Les sujets

Le panel est composé de sept sujets (cinq femmes, deux hommes). Ces sujets ont participé à l'établissement du profil et ont une expérience préalable de la description sensorielle.

• Le Profil Flash

L'objectif de cette étude n'est pas de communiquer sur les propriétés sensorielles des matériaux de planche de bord mais d'en obtenir une description en un temps restreint.

Le Profil Flash permet un gain de temps significatif pour les raisons suivantes :

- Les sujets qui participent à l'étude ont une expérience préalable de la description sensorielle. Ils ont l'habitude de verbaliser leurs sensations et connaissent les méthodes de profil. Un entraînement spécifique pour générer des termes discriminants, pertinents, descriptifs, n'est pas nécessaire.
- L'utilisation d'une échelle ordinale limite la nécessité de former les sujets à l'utilisation d'une échelle de mesure.
- Les produits utilisés pour l'entraînement des sujets sont ceux qui seront évalués par la suite. Par conséquent, le sujet connaît l'étendue des différences entre les produits quand il recherche les descripteurs qu'il va utiliser.
- Les produits sont présentés de manière comparative. Au lieu de présenter au sujet les produits un par un (monadique), il les évalue tous simultanément. Le comparatif permet de mieux appréhender les différences effectivement constatées sur la gamme de produits.

Les séances d'évaluation se déroulent en cabines individuelles. Ne disposant que d'un seul jeu de plaques, il n'y a pas de séances simultanées : les sujets, un par un, évaluent les produits. Chaque sujet dispose d'une matinée par séance. Les produits ont été rendus anonymes par un code à trois chiffres. L'évaluation concerne les aspects visio-tactiles des planches de bord qui n'étaient donc pas dissimulées dans des sacs comme dans le cas d'études uniquement tactiles.

Trois sujets ont évalué deux fois chaque produit. Les autres ont fait une seule évaluation. Le temps passé avec les produits varie d'un sujet à l'autre. Les sujets 1, 2 et 3 ont évalué les produits sur une durée totale de deux fois deux heures. Les sujets 4, 5, 6 et 7 ont consacré chacun deux heures à évaluer les produits. Le temps moyen nécessaire à la réalisation de la phase expérimentale de l'étude est d'environ trois heures par sujet.

Pour l'évaluation, on demande au sujet de classer les produits pour chacun des descripteurs qu'il a choisi d'utiliser. Les ex æquo sont autorisés.

- Analyse de données

Le positionnement relatif des produits est obtenu par analyse procustéenne généralisée qui pallie le fait que les sujets n'utilisent pas les mêmes descripteurs.

3.1.2 Résultats

- Liste des termes utilisés

Les sujets n'ont pas à fournir de définitions ou de protocoles pour leurs descripteurs. Bien que la signification réelle de chaque terme ne soit pas connue, il est intéressant d'opérer des rapprochements. Par exemple, *granuleux* et *granulosité* sont regroupés puisqu'ils concernent bien la même modalité sensorielle (le toucher dans le cas présent). Dans cette optique, il est intéressant de connaître quels descripteurs concernent le toucher et quels termes concernent la vue pour chaque sujet. Dans cette étude, la plupart des sujets classent les descripteurs de cette manière (colonne C du Tableau 4 : V pour Visuel, T pour Tactile, VT pour visio-tactile). Mis à part pour le descripteur *motif fin* du sujet 3 qui est difficilement classable, les regroupements sont possibles. Le Tableau 4 contient la liste des descripteurs après l'étape de regroupement.

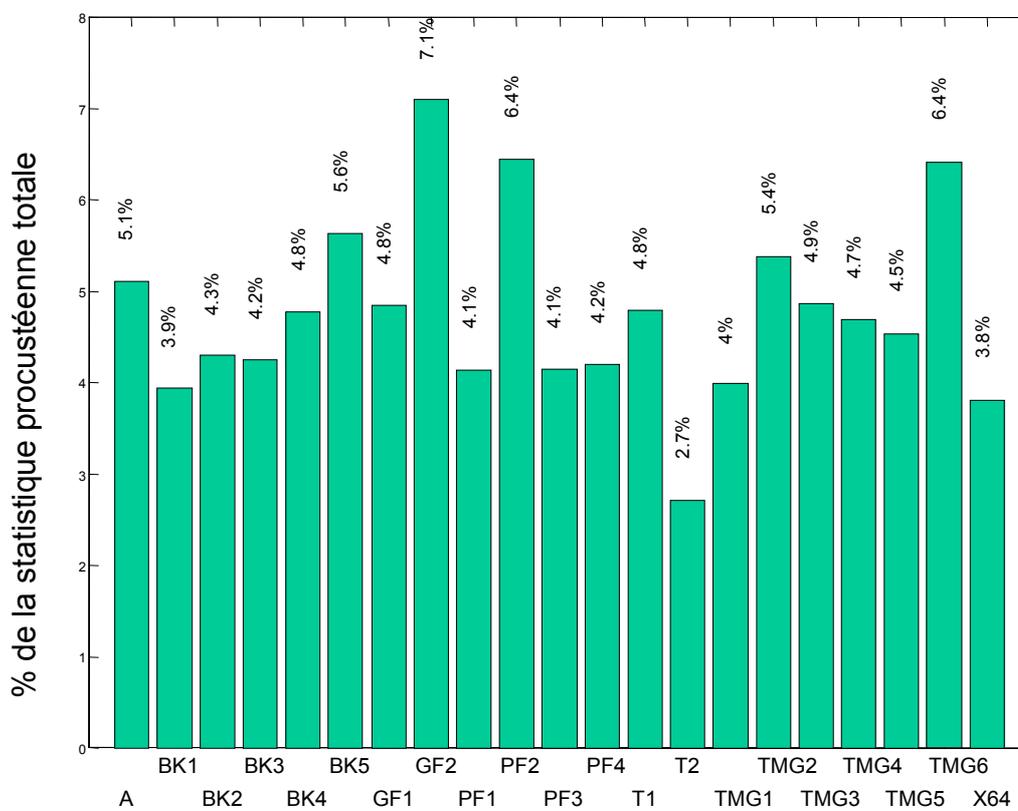


Figure 8 : Répartition de la statistique procustéenne résiduelle selon les planches de bord: T2 est le produit pour lequel le consensus est le plus fort, GF2 celui pour lequel il est le plus faible

Tableau 4 : Liste des descripteurs utilisés par les sujets (La colonne 1/2 comporte la liste des descripteurs utilisés par le sujet 1 pour sa deuxième évaluation)

Terme	1/1	1/2	2/1	2/2	3/1	3/2	4/1	5/1	6/1	7/1	C	Σ
Motif fin					x	x					?	1
Accrochant			x	x			x				T	2
Attache au doigt	x	x									T	1
Collant										x	T	1
Dur						x	x		x	x	T	4
Granuleux					x				x		T	2
Lisse							x				T	1
Motif gênant						x					T	1
Mou			x	x							T	1
Mousse								x			T	1
Rainures profondes	x	x									T	1
Rugosité	x	x	x	x	x	x		x		x	T	5
Sec								x			T	1
Spongieux	x	x									T	1
Cuir/plastique									x		VT	1
Brillance uniforme	x										V	1
Brillant	x	x					x			x	V	3
Grains marqués									x		V	1
Grandes cellules du réseau	x	x									V	1
Gros grains									x		V	1
Mat			x	x	x	x					V	2
Relief					x	x					V	1
Réseau de rainures organisé	x	x									V	1
Ridé								x			V	1
Teinte										x	V	1
Nombre de descripteurs utilisés	8	7	4	4	5	6	4	4	5	5		

Dans le cadre d'études futures, il serait intéressant de demander à chaque sujet de classer ses descripteurs selon leurs modalités sensorielles pour faciliter les traitements et les interprétations sensorielles.

Le nombre de descripteurs utilisés varie d'un sujet à l'autre (de quatre à huit). Les sujets n'ont pas utilisé les mêmes descripteurs : la colonne Σ indique, pour chaque terme, le nombre de sujets l'ayant utilisé. Les descripteurs les plus utilisés n'ont été choisis que par trois sujets sur six (Tableau 4).

Deux des trois sujets qui ont fait une répétition n'utilisent pas tout à fait les mêmes descripteurs d'une séance à l'autre. Par exemple, le sujet 3 n'utilise plus le descripteur *granuleux* et crée deux nouveaux termes *dur* et *motif gênant* pendant les séances suivantes.

L'analyse procustéenne généralisée fournit les relations existant entre les différentes termes des différents sujets, permettant de savoir si le *mat* des uns s'oppose au *brillant* des autres, ou si *granuleux* s'oppose à *lisse*.

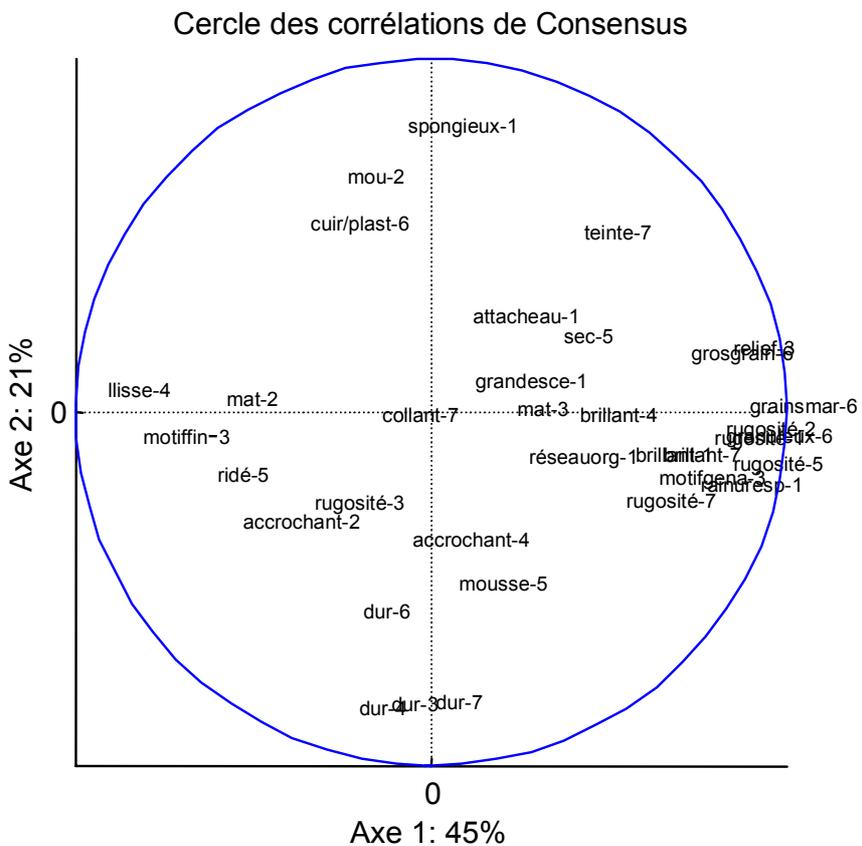
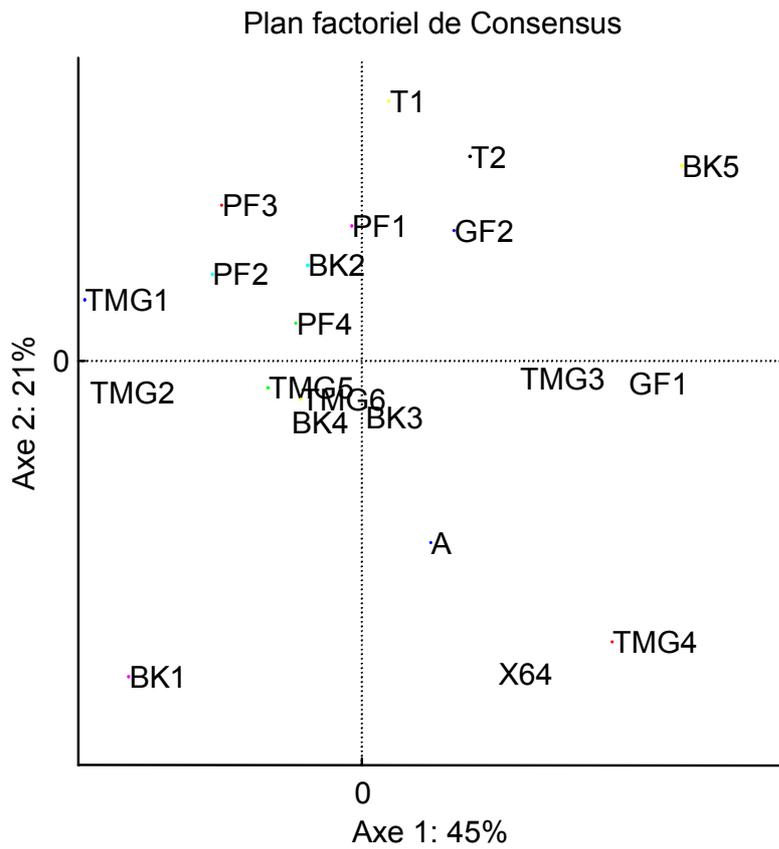


Figure 9 : Plan et cercle des corrélations 1-2 issus de l'analyse procustéenne des évaluations sensorielles des planches de bord (chaque descripteur est identifié par son nom et le numéro du sujet qui l'a utilisé)

- Résultats de l'analyse procustéenne

D'après la statistique procustéenne, les sept sujets ont évalué le produit T2 de la même façon (statistique procustéenne faible). Par contre, il y a de fortes différences entre leurs évaluations de GF2 (statistique procustéenne élevée) (Figure 8).

Le plan 1-2 représente les deux tiers de l'information de variance inter produits. Les positions des produits sont calculées à partir des évaluations de tous les sujets. Le cercle des corrélations représente l'ensemble des variables utilisées pour l'étude, tous sujets confondus (Figure 9). Il est possible d'opérer des regroupements de descripteurs pour faciliter l'interprétation.

L'axe 1 est caractérisé essentiellement par l'opposition, tant tactile que visuelle entre *rugueux, gros grains, granuleux, rainures profondes* et *lisse, motif fin*. Il y a aussi sur cet axe une opposition uniquement visuelle entre les produits *brillants* et les produits *mats*. L'axe 2 est caractérisé par une opposition tactile *mou, spongieux* et *dur*.

Sur l'axe 1 (près de la moitié de l'information sensorielle), les produits **BK5, GF1, TMG3** et **TMG4** sont caractérisés par des notes élevées pour les descripteurs *rugueux, gros grains, granuleux, rainures profondes, brillant* et des notes faibles pour les descripteurs *lisse, motif fin, mat*. En cela, ils s'opposent aux produits **TMG1, TMG2, BK1, PF2, PF3**. Les produits rugueux sont aussi *brillants* et les produits lisses sont aussi *mats*.

Sur l'axe 2 (près d'un quart de l'information), les produits **T1, T2** (*spongieux, mou*) s'opposent aux produits **BK1, X64, TMG4** (*dur*).

Le plan sensoriel du consensus indique plusieurs groupes de produits (Figure 9) :

X64, TMG4 et **A** (*dur, rugueux et brillant*) s'opposent à **T1, T2, PF1, PF2, PF3, PF4, TMG1, TMG2, TMG5, TMG6, BK3, BK4** et **GF2** (*mou, lisse et mat*)

BK1 (*dur, lisse et mat*) s'oppose à **BK5, TMG3, BK5** (*mou, rugueux et brillant*)

3.1.3 Conclusion

Le profil sensoriel des vingt et un produits a été établi : les planches de bord se différencient essentiellement par leur aspect *rugueux/lisse*, *mat/brillant* et secondairement *dur/mou*.

La durée totale de l'étude (hors traitement des données) est de vingt heures réparties sur deux semaines. Elle permet de trouver rapidement les caractéristiques majeures d'un espace produit, même s'il est vaste.

Les propriétés sensorielles de cet élément relativement simple, sorti de son contexte d'habitacle d'une automobile, sont assez riches puisque trois axes factoriels sont nécessaires pour couvrir 90% de l'information.

Pour d'autres éléments comme les commodos (commandes de phares, d'essuie-glaces), les propriétés visio-tactiles ne suffisent pas. En effet, dans le processus de conduite, ces éléments ne sont la plupart du temps pas regardés, ce sont leurs propriétés kinesthésiques (comme les efforts, le retour de force) qui sont importantes et qui permettent au conducteur de savoir que ses instructions sont bien prises en compte par la voiture.

A priori, un très grand nombre de termes sensoriels sont nécessaires pour obtenir une description sensorielle de l'ensemble des éléments de l'habitacle avant. De plus, certains éléments interagissent, augmentant d'autant le nombre de descripteurs. Il apparaît donc que les méthodes de description sensorielle classiques ne sont pas adaptées à l'évaluation de produits aussi complexes qu'un habitacle avant complet.

3.2 Etude de l'influence des caractéristiques sensorielles et de facteurs externes sur l'appréciation hédonique d'un produit alimentaire simple

La seconde étude a porté sur un produit plus simple : des confitures de fruits rouges. L'objectif principal est d'étudier l'influence relative des caractéristiques sensorielles et d'un facteur externe, l'image de marque sur les préférences de consommateurs.

Comme nous l'avons constaté précédemment, l'analyse sensorielle traditionnelle s'intéresse à des produits rendus anonymes. Il permet d'éviter que des sujets entraînés reconnaissent les produits qu'ils évaluent dans le cadre d'un profil par exemple. Il permet aussi d'éviter des biais lors d'évaluations hédoniques par des consommateurs. Ce processus d'anonymisation n'est pas toujours possible. Ainsi, l'anonymisation d'habitacles avant de voitures est impossible. Dans certains cas, on peut cacher tous les logos, les identifiants des marques... Toutefois, les voitures disponibles sur le marché français restent reconnaissables par leur design extérieur ou intérieur par des consommateurs français.

De plus, dans une situation réelle, les produits sont toujours identifiés par leur marque. Dans le cas de produits alimentaires, personne ne consomme un produit non identifié (39). Dans un processus réel d'achat, les consommateurs sont influencés par des facteurs intrinsèques au produit comme les propriétés sensorielles (si le produit a déjà été essayé) mais aussi par des facteurs externes comme l'emballage, l'image de marque, le prix, leurs attentes ou leurs origines socio-économiques.

Plusieurs études alimentaires ont montré l'influence de l'emballage sur les préférences des consommateurs (21, 162). Récemment, une étude sur les fromages a montré que la cartographie des préférences pouvait être utilisée pour évaluer les réponses consommateurs face à l'emballage du produit (118). Dans une autre étude, Guinard *et al.* montrent l'impact sur les notes hédoniques de bières d'une évaluation en aveugle et d'une évaluation avec l'emballage et le prix du produit (63).

L'influence du prix a été étudiée à plusieurs reprises et semble dépendre du type de produit. Ainsi, Moskowitz montre que le prix d'une pizza a une grande influence sur les préférences des acheteurs (116). De même, Bello Acebron et Calvo Dopico mettent en évidence que le prix est un des facteurs les plus influents dans les attentes sur les produits à base de bœuf (11). C'est également le cas du Cheddar dont le prix est un critère important de l'achat, même si son importance peut être surestimée (152). Toutefois, Dransfield *et al.* apportent une nuance dans le cas de steaks de bœuf : l'influence du prix dépend des consommateurs (43).

L'importance des attentes des consommateurs qui achètent un produit a été également étudiée. Dans une étude sur les jus d'orange évalués successivement en aveugle et avec des informations sur le type de produit et l'emballage, les auteurs s'intéressent au décalage entre les évaluations en aveugle et les attentes pour un produit donné. Lorsque le décalage est grand, les consommateurs changent leurs notes hédoniques pour les mettre en accord avec leurs attentes (93). Ces résultats confirment les conclusions d'une étude bibliographique portant sur les effets des attentes sensorielles sur les perceptions et les notes hédoniques (38). Le contexte socio-économique d'enfants d'écoles primaires écossaises a une influence sur leurs perceptions des légumes (9).

De nombreuses études ont conclu que l'influence de l'image de marque semble dépendre du type de produits (22, 23, 25, 52, 62, 165). Une étude récente sur les Champagnes montre que l'indication de la marque a une influence sur le prix que sont prêts à mettre des acheteurs dans un système d'enchères : quand la marque est présente, il y a une différence significative entre les prix des vins alors que ce n'est pas le cas quand seule l'évaluation sensorielle des produits à l'aveugle intervient (92).

Le but de cette étude est de développer une méthodologie innovante en vue d'évaluer l'importance relative, sur les notes hédoniques, des propriétés sensorielles et d'un facteur externe au produit, l'image de marque. Le facteur image de marque a été retenu car cette problématique concerne bien plus le milieu automobile que l'emballage.

Une étude de profil sensoriel sur des confitures avait été conduite peu de temps auparavant. Nous avons organisé et traité les données de deux études consommateurs (avec et sans emballage)¹ et une étude sur l'image de marque portant sur ces mêmes produits.

Trois types de données sont à distinguer :

- Les données de profil sensoriel QDA® (32).
- Les notes hédoniques de consommateurs sur des confitures dégustées en aveugle d'une part et avec leur emballage d'autre part.
- Les évaluations par des consommateurs des marques de confiture de l'espace produit au moyen de termes générés par un groupe de discussion.

3.2.1 Matériels et méthodes

• Les produits

Dix confitures et quatre gelées ont été initialement sélectionnées pour l'étude de profil. Il y a sept parfums différents et des produits allégés en sucre (Tableau 5).

Tableau 5 : Liste des produits (l'astérisque indique un produit allégé en sucres)

Code	Parfum	Type	Marque
ACFA	Fraise	Confiture	Andros
ACFA*	Fraise	Confiture	Andros
ACMY	Mûre	Confiture	Andros
AGGR	Groseille	Gelée	Andros
AGMU	Mûre	Gelée	Andros
BH4F	4 fruits rouges	Confiture	Bonne Maman
BCCE	Cerise	Confiture	Bonne Maman
BCMU	Mûre	Confiture	Bonne Maman
BGCA	Cassis	Gelée	Bonne Maman
BGFM	Framboise	Gelée	Bonne Maman
CCFA*	Fraise	Confiture	Cora
CCFM	Framboise	Confiture	Cora
HCFA	Fraise	Confiture	Héro
HCFM	Framboise	Confiture	Héro

Les produits sont commercialisés sous quatre marque françaises : AndrosTM, Bonne MamanTM, HéroTM et CoraTM, une marque distributeur.

¹ L'étude de profil a été conduite et ses données traitées par Victoire Dairou. Les études consommateurs ont été effectuées ensuite par Carlos Kachan et Christine Venturin sur les mêmes produits.

- Le profil conventionnel

Treize sujets participent à l'élaboration du profil conventionnel. Huit séances (individuelles et de groupe) ont été nécessaires à l'élaboration de la liste consensuelle d'attributs. L'entraînement des sujets s'est déroulé sur six séances de quarante-cinq minutes. Les échantillons ont été présentés de façon monadique selon un plan obtenu par randomisation. Les sujets ont utilisé une échelle continue non structurée. Il y a eu six séances d'évaluation de quarante-cinq minutes (trois répétitions).

Parmi les treize sujets qui ont commencé l'étude, neuf ont fait trois répétitions de leurs évaluations et ont été pris en compte.

Les évaluations ont eu lieu dans les cabines d'évaluation sensorielle du laboratoire de Perception sensorielle de l'ENSIA, à température ambiante (20-22°C).

Les échantillons de 60g ont été servis entre 8 et 10°C dans des coupelles en PET de 100ml sous un codage à trois chiffres. Les sujets ont rincé leur bouche à l'eau minérale entre les évaluations. Ils ont évalué les produits à leur rythme.

Le pouvoir discriminant et la répétabilité des sujets ont été testés par des analyses de variance et des analyses en composantes principales normées sur les répétitions de chaque sujet. Les relations entre les quatorze produits et leurs caractéristiques sensorielles ont été évaluées par analyse en composantes principales normée sur les notes moyennes (tous sujets et toutes répétitions confondus).

- Les études consommateurs

Deux études ont eu lieu successivement : pendant la première, les confitures étaient dégustées en aveugle (étude A) ; lors de la seconde, elles étaient accompagnées de leur pot avec étiquette (étude B).

Cent quarante-neuf personnes, consommateurs réguliers de confiture (1 à 6 pots de 350g par mois, 735g en moyenne), âgées de 19 à 70 ans (33 ans en moyenne) ont été sélectionnées parmi les étudiants et le personnel de l'ENSIA. Bien qu'ils aient déjà

participé à des tests consommateurs auparavant, ils étaient non entraînés et ne connaissaient pas le but spécifique de cette étude. Leur foyer comptait de une à six personnes (2.8 en moyenne) et consommait de la confiture une à cinq fois par semaine (2.6 fois en moyenne). Quatre-vingt-quatre consommateurs ont participé à l'étude A, soixante-cinq à l'étude B.

Le but de l'étude étant purement méthodologique, les consommateurs n'ont pas été choisis pour être représentatifs d'une population. Différentes contraintes ont imposé un délai de deux mois entre les études A et B rendant impossible l'utilisation des mêmes sujets dans les deux études. Toutefois, les échantillons ont été extraits de la même population à chaque fois, dans les mêmes conditions.

Evidemment, il aurait été plus intéressant d'avoir les mêmes consommateurs pour les évaluations avec et sans emballage mais cela n'aurait pas beaucoup changé le problème. Le consommateur peut changer d'avis sur des produits – on ne s'attend pas à ce qu'il soit répétable – comment savoir si les notes d'un consommateur ont changé parce que l'emballage est présenté ou parce que ses goûts ont changé ?

Les évaluations de l'étude A se sont déroulées dans les mêmes conditions que le profil sensoriel. Les échantillons étaient présentés de manière monadique en suivant un plan complet équilibré. Les notations se faisaient sur une échelle hédonique à neuf points (128). Dans le cas de l'étude A, sans emballage, les échantillons étaient présentés dans le même type de coupelles codées que pour le profil. Dans l'étude B avec emballage, les confitures étaient présentées dans leurs pots respectifs. Les consommateurs devaient se servir eux-mêmes du pot vers des coupelles en PET en utilisant des cuillères en plastique. Tous les pots étaient en verre et leurs étiquettes indiquaient clairement la marque, le type de produit et le parfum. Il n'y avait aucun contrôle de la quantité de produit pris par chaque sujet.

Les deux études ont été analysées séparément. Les notes moyennes et les écart-types ont été calculées pour chacun des quatorze produits. Les notes moyennes pour chaque marque ont aussi été calculées. Pour comparer les évaluations des deux études A et B, le niveau de significativité des différences des notes hédoniques de chaque produit et de chaque marque a été calculé. L'influence de l'emballage et de l'image de marque a été testée en comparant les notes moyennes pour un produit donné ou une marque donnée pour les évaluations avec

et sans emballage. Cette comparaison s'est poursuivie par la caractérisation des différences entre les zones de préférence maximale obtenues par cartographie des préférences.

- L'étude image de marque

Le but de cette partie était de décrire les jugements des consommateurs sur l'image de marque des confitures. Nous nous sommes inspirés des méthodes de génération de termes des profils sensoriels conventionnels et de la méthodologie du « repertory grid » pour qu'un groupe de discussion (62, 109) élabore une liste de critères à faire ensuite évaluer par les consommateurs pour chacune des marques de l'espace produit.

Il y a donc eu deux phases distinctes :

- Phase I : Un petit groupe de sujets connaissant bien les méthodes d'analyse sensorielle a développé un vocabulaire spécifique pour décrire les images des marques de l'étude. Un questionnaire a été élaboré à partir de ces descripteurs.
- Phase II : Les consommateurs qui ont évalué les confitures avec emballage ont rempli ce questionnaire pour juger les marques associées.

Phase I : développement d'une liste consensuelle de termes pour décrire l'image de marque des fabricants de confiture

Les sujets ont été sélectionnés parmi le personnel et les étudiants du laboratoire de Perception sensorielle de l'ENSIA. Ils étaient consommateurs réguliers de confitures et leur familiarité avec les méthodes d'analyse sensorielle descriptive assurait de leur habileté à générer un grand nombre de termes en accord avec le concept testé.

Séance 1 (deux heures) : Au début de la session, les sujets ont pris connaissance des objectifs de cette partie de l'étude et ont été informés de l'alternance de sessions de travail individuel et de travail en groupe.

- A) Les sujets ont d'abord listé individuellement toutes les marques de confiture qu'ils connaissaient. Les listes ont été mises en commun sur un tableau pour pallier d'éventuels oublis ou méconnaissances. En effet,

dans ce type de démarche, les consommateurs peuvent avoir à juger des marques qu'ils ne connaissent pas.

- B) Chaque sujet devait alors grouper les marques qu'il connaissait en deux ou trois groupes suivant leur image et chercher des termes qui caractériseraient les différences entre ces groupes. Les catégories et les termes ainsi développés par chaque sujet étaient inscrits au tableau. Les sujets ont réitéré ces processus de segmentation sur chaque groupe pour produire un vocabulaire plus riche.
- C) Tous les termes générés pendant cette séance ont été écrits sur le tableau puis les sujets ont groupé les termes en concepts.

Cette stratégie de divisions successives de l'espace produit s'apparente à la méthode du « repertory grid » : chaque sujet reçoit trois produits de l'espace à étudier et doit décrire les ressemblances ou les différences entre les trois échantillons devant l'animateur (106). Cette méthode est utilisée avec succès par Elmore *et al.* pour aider des sujets de profil libre à générer des termes sur des photographies de bières (48) ; par Scriven et Mak pour la génération de termes sur des noms de produits carnés par des consommateurs australiens et hongkongais (147) ; par Piggott et Watson lors d'une comparaison du « repertory grid » et du profil libre sur des cidres (132) ; par Baxter *et al.* pour faire générer des termes à des enfants sur des photographies de légumes ; par Murray et Delahunty sur des emballages de fromages (117).

Séance 2 (deux heures) : Tous les concepts ont été considérés un par un. Les sujets ont décidé si un concept devait être abandonné, fusionné avec un autre, divisé en deux sous catégories, ou conservé. Un terme générique a été trouvé pour qualifier chaque terme restant. Enfin, les sujets ont construit le questionnaire en choisissant l'ordre d'évaluation des concepts pour les consommateurs.

Phase II : évaluation des termes par des consommateurs

Cette phase a commencé en ne gardant que les quatre marques présentes dans l'étude de profil. Les soixante-cinq consommateurs qui avaient participé à l'évaluation des confitures avec leur emballage ont reçu un questionnaire de quatre pages. Chaque page concernait une des quatre marques et listait les attributs avec des échelles hédonique à neuf points.

- Traitement des données

Pour la phase I, un choix arbitraire de distances entre les marques a conduit à une représentation graphique des distances entre les marques (Tableau 6).

Tableau 6 : Choix des distances entre les marques

SI	Distance
deux marques n'ont jamais été regroupées	1
deux marques étaient dans le même groupe après la première segmentation mais pas après la seconde	0.5
deux marques étaient dans le même groupe même après la seconde segmentation	0

Les données obtenues ont été traitées par *multidimensional scaling*.

Pour la phase II, le tableau de données ressemble à celui d'un profil sensoriel [marque X attributs X sujets] à la différence près qu'il y a un grand nombre de sujets. Plutôt que de traiter individuellement les soixante-cinq consommateurs, l'objectif était de tester si plusieurs groupes se dégagèrent quant aux appréciations sur les marques.

Dans un premier temps, l'analyse procustéenne généralisée semblait permettre d'évaluer les perceptions de l'image de marque. De manière inattendue, l'analyse procustéenne généralisée a trouvé un très bon consensus entre tous les consommateurs. Cependant, il faut être prudent car des essais avec des notes prises au hasard ont montré qu'avec quatre produits l'analyse procustéenne généralisée trouvait toujours un consensus, pas toujours justifié.

Pour positionner les consommateurs en fonction de leurs opinions sur les images de marque, il a fallu calculer les distances qui les séparaient.

La méthode utilisée se rapproche de la méthode STATIS (96) d'analyse conjointe de plusieurs tableaux de données. Pour un individu donné parmi les n consommateurs, les $(n-1)$ coefficients de corrélation R_v entre son tableau de données [marque X attributs] et les tableaux de données similaires de tous les autres consommateurs considérés un par un sont calculés. Une matrice carrée $(n \times n)$, appelée D , est obtenue en itérant ce processus pour chaque consommateur. La matrice 1-D est le tableau de distances (en utilisant cette métrique particulière) des consommateurs.

Le *multidimensional scaling* sur 1-D fournit un positionnement relatif des consommateurs. L'hypothèse est que des consommateurs éloignés avaient des opinions différentes sur les marques de confitures.

3.2.2 Résultats et discussion

- Le profil conventionnel

Durant les deux premières séances, les sujets ont généré quatre cent cinquante trois termes différents. Le groupe a fait deux sélections qualitatives successives pour ne conserver que cent vingt cinq termes. Ensuite, cette liste a été réduite à cinquante-six termes en supprimant ceux qui n'étaient utilisés que pour un seul produit ou par un seul sujet. Enfin, les sujets ont noté entre 0 et 5 neuf des quatorze produits sur ces cinquante-six termes. La sélection alors basée sur les fréquences de citation et les corrélations entre variables sensorielles a conduit à une liste de quatorze attributs :

- Six termes d'apparence : *brillant, sombre, fibreux, présence de graines, morceau de fruits, translucide*
- Trois termes de texture : *collant, fermeté, élastique*
- Un terme d'impression en bouche : *grumeleux*
- Trois termes de goût : *sucré, acide, intensité de goût*
- Un terme d'arôme : *intensité d'odeur*

Les quatorze attributs ont été évalués trois fois par neuf sujets. Les résultats de l'analyse de variance ont montré que les échantillons étaient perçus différents pour tous les attributs (Tableau 7).

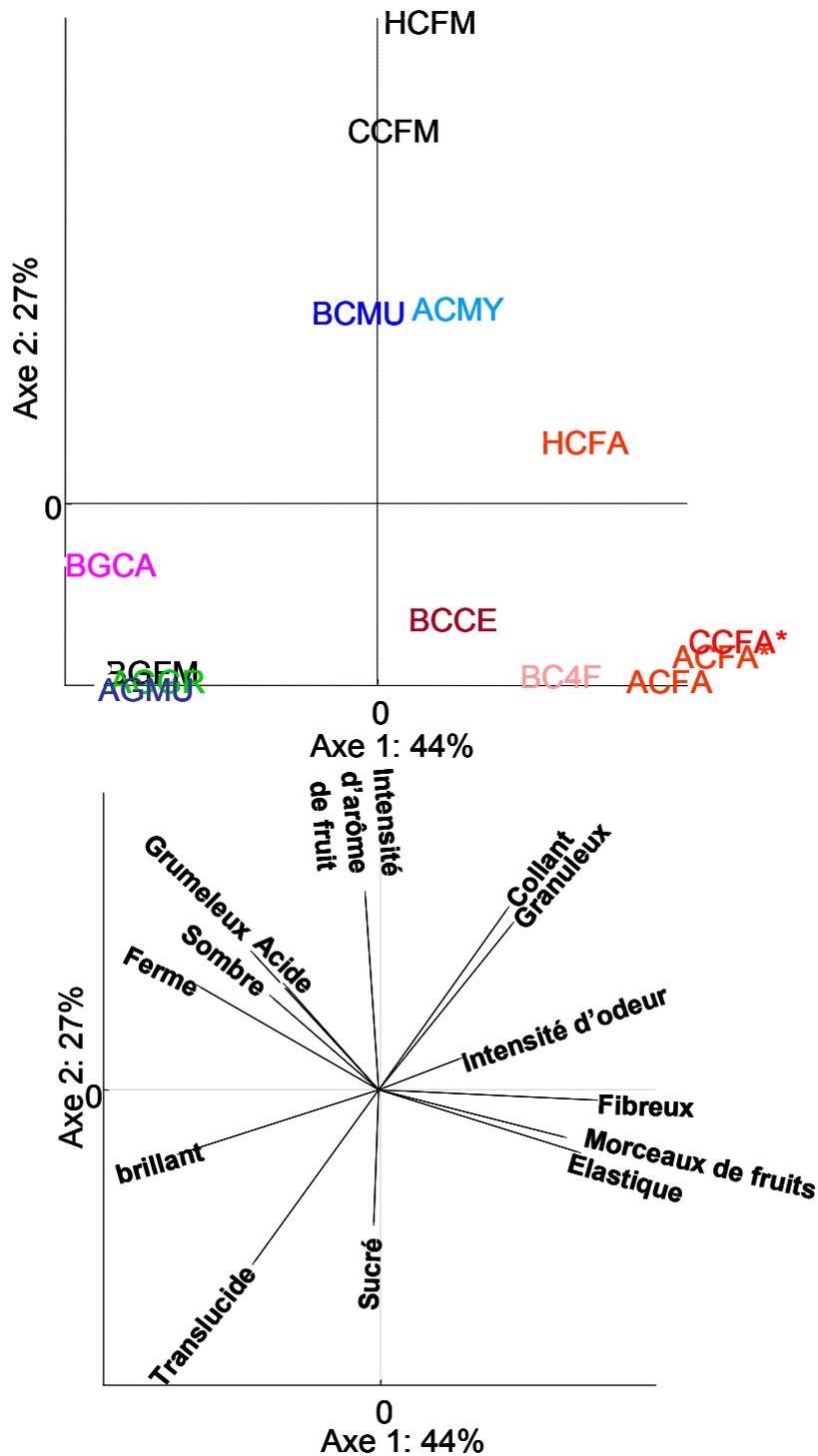


Figure 10 : Plan sensoriel issu de l'analyse en composantes principales des notes sensorielles moyennes des confitures [32]

Tableau 7 : Analyse de variance pour le facteur produit (32)

Terme	Sujet 1	Sujet 2	Sujet 3	Sujet 4	Sujet 5	Sujet 6	Sujet 7	Sujet 8	Sujet 9	total p<5%
Brillant	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0018	<0.0001	<0.0001	9
Fermeté	<0.0001	<0.0001	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	9
Elastique	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	9
Morceau de fruits	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	9
Collant	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	9
Sombre	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	9
Translucide	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	9
Fibreux	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	9
Présence de graines	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	9
Grumeleux	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.003	0.0324	<0.0001	<0.0001	<0.0001	9
Intensité d'odeur	0.0705	<0.0001	0.0007	0.480	0.1147	<0.0001	<0.0001	0.0169	<0.0001	6
Sucré	<0.0001	0.0546	0.0047	<0.0001	0.0006	0.3161	0.0001	0.324	0.0001	6
Acide	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.27	<0.0001	0.0004	<0.0001	0.001	<0.0001	8
Intensité de goût	0.2829	0.005	0.5049	0.034	<0.0001	0.1264	<0.0001	0.9325	0.0004	5
total p< 5%	12	13	13	12	13	12	14	12	14	

En général, les évaluations des sujets étaient répétables (Tableau 8).

Tableau 8 : Analyse de variance pour les facteurs sujet & produit (** niveau 10 %, * niveau 15 %, ns non significatif) (32)

Terme	sujets	produits	interaction
Brillant	ns	ns	ns
Fermeté	ns	**	ns
Elastique	ns	**	ns
Morceau de fruits	ns	**	ns
Collant	ns	*	ns
Sombre	ns	**	ns
Translucide	ns	**	ns
Fibreux	ns	**	ns
Présence de graines	ns	*	ns
Grumeleux	ns	ns	ns
Intensité d'odeur	ns	ns	ns
Sucré	ns	ns	ns
Acide	**	**	ns
Intensité de goût	ns	ns	ns

Sur les cartes sensorielles obtenues par analyse en composantes principales normée, il y a une opposition entre les gelées (notes plus élevées pour *translucide*, *brillant*) et les confitures (notes plus élevées pour *élastique*, *fibreux*). Parmi les confitures, il y a une progression de celles à la fraise (notes plus élevées pour *morceau de fruits*, *élastique*, *fibreux*, plus faibles pour *fermeté*) à celles à la mûre, myrtille et framboise (notes plus élevées pour *intensité de goût*, *présence de graines*, *collant*, plus faibles pour *translucide*).

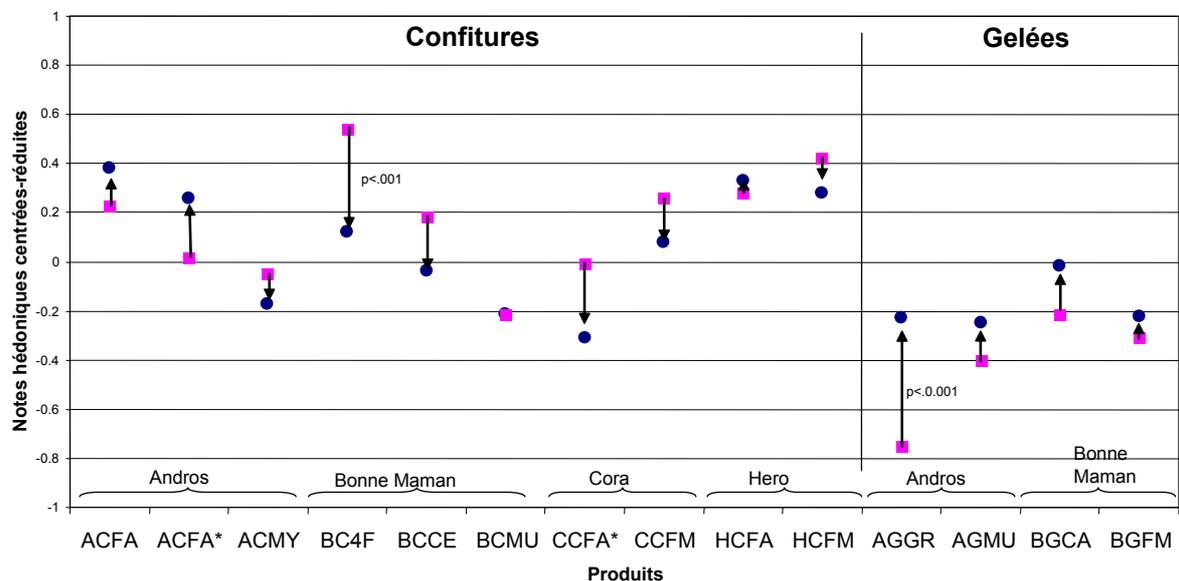


Figure 11 : Comparaison des évaluations des consommateurs avec (●) et sans (■) emballage pour les confitures – La flèche montre la progression des notes hédoniques entre l'évaluation sans et avec emballage

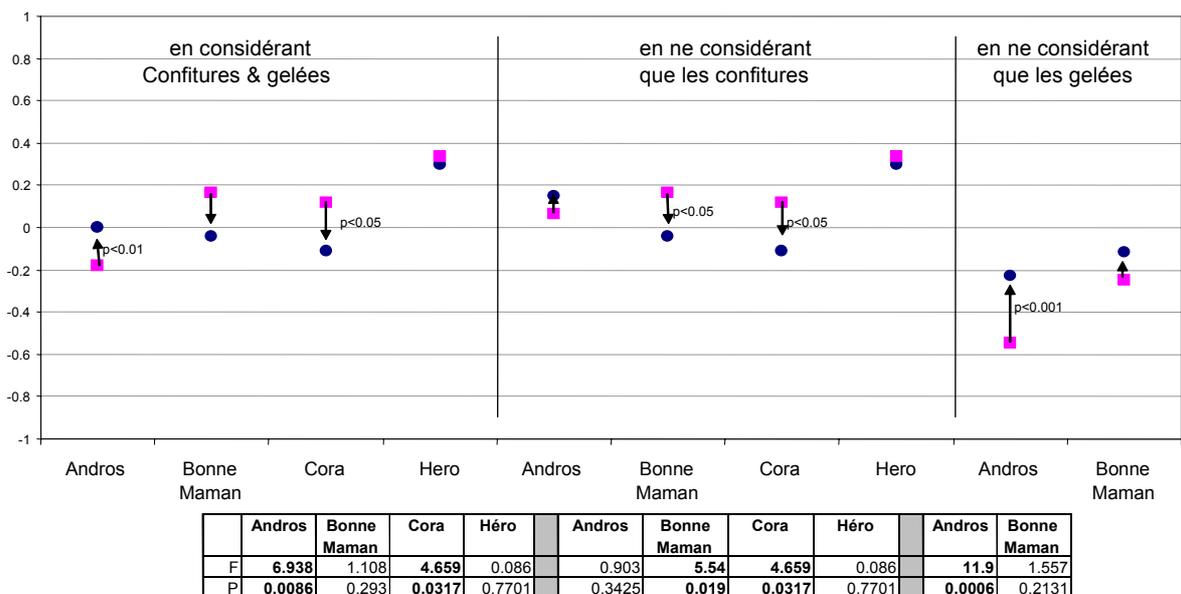


Figure 12 : Comparaison des évaluations des consommateurs avec (●) et sans (■) emballage pour les marques – La flèche montre la progression des notes hédoniques entre l'évaluation sans et avec emballage

Les gelées, comme trois des quatre confitures à la fraise, sont clairement regroupées (Figure 10).

- Les études consommateurs

Dans toutes les analyses de variance suivantes, un test est significatif si le risque encouru est inférieur à 5%.

- Etude A – en aveugle, sans emballage

Pour les analyses de variance et les tests PLSD de Fisher, le seuil de significativité est fixé à 5%.

Les gelées sont généralement moins appréciées que les confitures.

Il y a une différence significative entre les produits. Il n'y a pas de différences entre plusieurs confitures **ACFA**, **BH4F**, **BCCE**, **CCFM**, **HCFA**, et **HCFM** qui sont les produits les plus appréciés. De la même façon, il n'y a pas de différences entre plusieurs gelées **AGGR**, **AGMU**, et **BGFM**, qui sont les moins appréciés (Figure 11).

Il y a une différence significative entre les marques. Héro est la plus appréciée, puis viennent Bonne Maman, Cora et enfin, Andros (Figure 12).

Les gelées sont moins appréciées que les confitures. Or, seuls Andros et Bonne Maman ont eu des gelées évaluées. Si on ne considère que les confitures, il y a des différences significatives entre les marques. Un test PLSD de Fisher indique qu'il n'y a pas de différences entre Héro et Bonne Maman qui sont les marques les plus appréciées ni entre Andros, Cora, Bonne Maman (Figure 12).

- Etude B – avec emballage

Les gelées sont toujours moins appréciées que les confitures.

Il y a des différences significatives entre les produits. Un test PLSD de Fisher sépare les produits en deux groupes : les plus appréciés – **ACFA**, **ACFA***, **BH4F**, **CCFM**, **HCFA**, **HCFM** – et les autres, les moins appréciés (Figure 11).

Il y a des différences significatives entre les marques. Héro est la plus appréciée, viennent ensuite Andros, Bonne Maman et Cora (pas de différences significatives au test PLSD de Fisher) (Figure 12).

En ne considérant que les confitures, il y a encore des différences entre les marques. Héro et Andros sont les plus appréciées (pas de différence significative), Cora et Bonne Maman sont les moins appréciées (pas de différence significative) (Figure 12).

➤ Comparaison des études avec et sans emballage

Il n'y a pas de différences entre les confitures avec ou sans emballage quant aux notes hédoniques. Toutefois, il y a des différences pour les gelées pour lesquelles les notes sont supérieures en présence de l'emballage (Figure 12).

Il n'y a pas d'influence de l'emballage pour les confitures Andros, les confitures Héro et les gelées Bonne Maman.

Les confitures Cora et Bonne Maman sont plus appréciées sans l'emballage qu'avec. Au contraire, les gelées Andros sont plus appréciées avec leur emballage que sans (Figure 12).

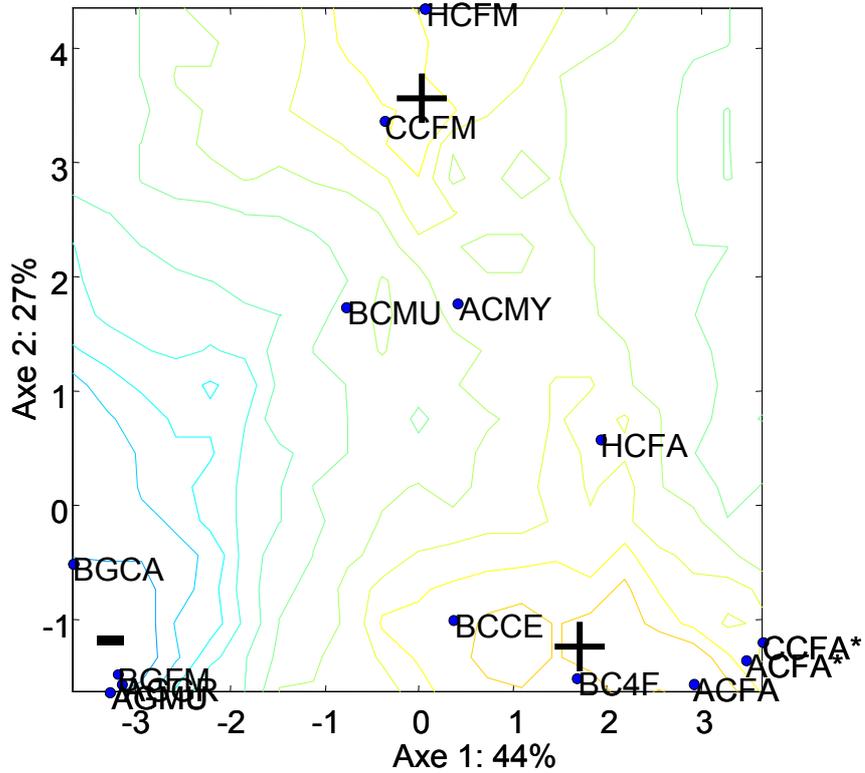
Les gelées sont plus appréciées avec emballage que sans. Il semble que quand les consommateurs sont sûrs que ce sont des gelées grâce à l'emballage, ils les considèrent différemment. Elles sont de toutes façons moins bien appréciées que les confitures. Dans cette étude, il n'y avait pas de gelées de marque Cora ou Héro. Pour enlever des biais potentiels dus à la présence de gelées sur les notes hédoniques, seules les confitures sont prises en compte.

Les consommateurs estiment que les marques distributeurs sont fiables. Toutefois quand les deux produits d'une marque distributeur et d'une marque moins générique sont au même prix, le produit de la marque moins générique est choisi, en accord avec son image de meilleure qualité (62). Bonne Maman et Cora sont moins appréciées avec emballage que sans. Cora est la seule marque distributeur de cette étude. Le fait qu'elle soit moins bien perçue quand elle est identifiée illustre cette particularité des marques distributeurs.

A

Cartographie des préférences sur les données de profil et les notes hédoniques de l'étude sans emballage

Sans emballage



B

Cartographie des préférences sur les données de profil et les notes hédoniques de l'étude sans emballage

Avec emballage

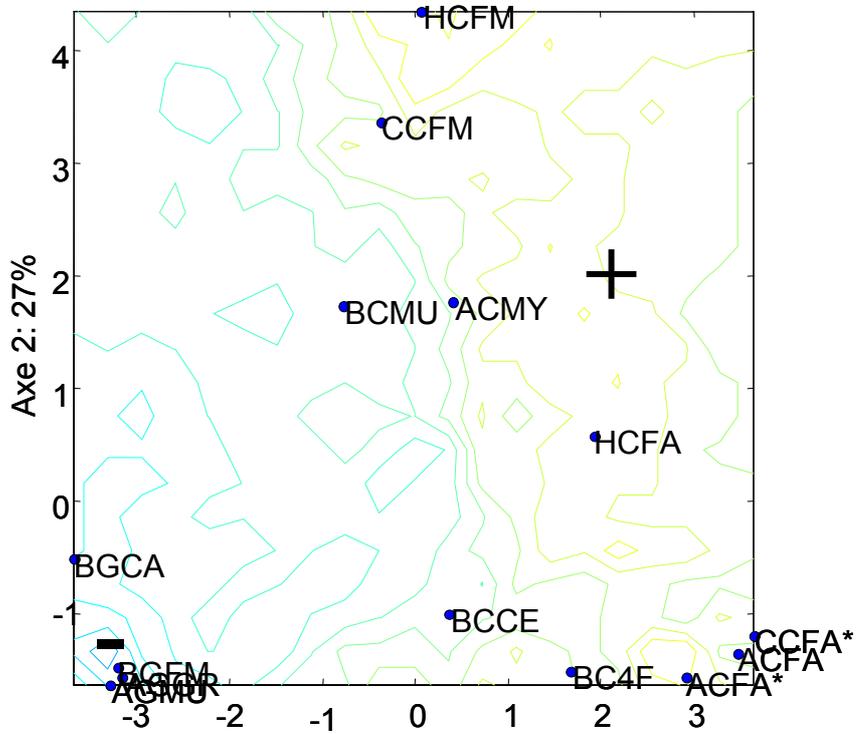


Figure 13 : Cartographie externe des préférences sans (A) et avec (B) emballage pour les confitures

➤ Cartographie des préférences

La cartographie indique deux zones de préférences maximales pour l'étude A en aveugle (représentées par un + sur la Figure 13A) :

- 1) les produits près de **BH4F** et **ACFA** i.e. avec des notes plus élevées pour *élastique et fibreux* que les autres produits
- 2) les produits près de **BCFM** et **CCFM** i.e. avec des notes plus élevées pour *intensité de goût, présence de graines, collant* que les autres produits

Il y a une zone de préférence minimale (représentée par un – sur la Figure 13A) incluant **AGGR**, **AGMU**, **BGCA**, **BGFM**. Ces gélées ont des notes plus élevées pour *translucide et brillant* que les autres produits.

Dans le cas de l'étude avec emballage, la zone de préférence maximale (représentée par un + sur la Figure 13B) couvre la partie droite de la carte, des produits **BH4F** et **ACFA** (notes élevées pour *élastique et fibreux*) aux produits **BCFM** et **CCFM** (notes élevées pour *intensité de goût, présence de graines et collant*).

La zone de préférence minimale (représentée par un – sur la Figure 13B) couvre la partie gauche de la carte : la bande verticale incluant **AGGR**, **AGMU**, **BGCA**, **BGFM** i.e. avec des notes plus élevées pour *translucide et brillant*.

Par conséquent, les pics de préférence maximale et minimale sont moins prononcés lorsque l'emballage est présent. L'influence de l'emballage et de l'image de marque est donc aussi visible dans les cartographies des préférences. Cette influence a conduit à étudier les images de marques de ces fabricants de confitures afin de comprendre et d'expliquer leur influence.

- L'étude image de marque

- Phase I

Les sujets ont mentionné quatorze marques de confitures dont plusieurs marques distributeurs (Tableau 9).

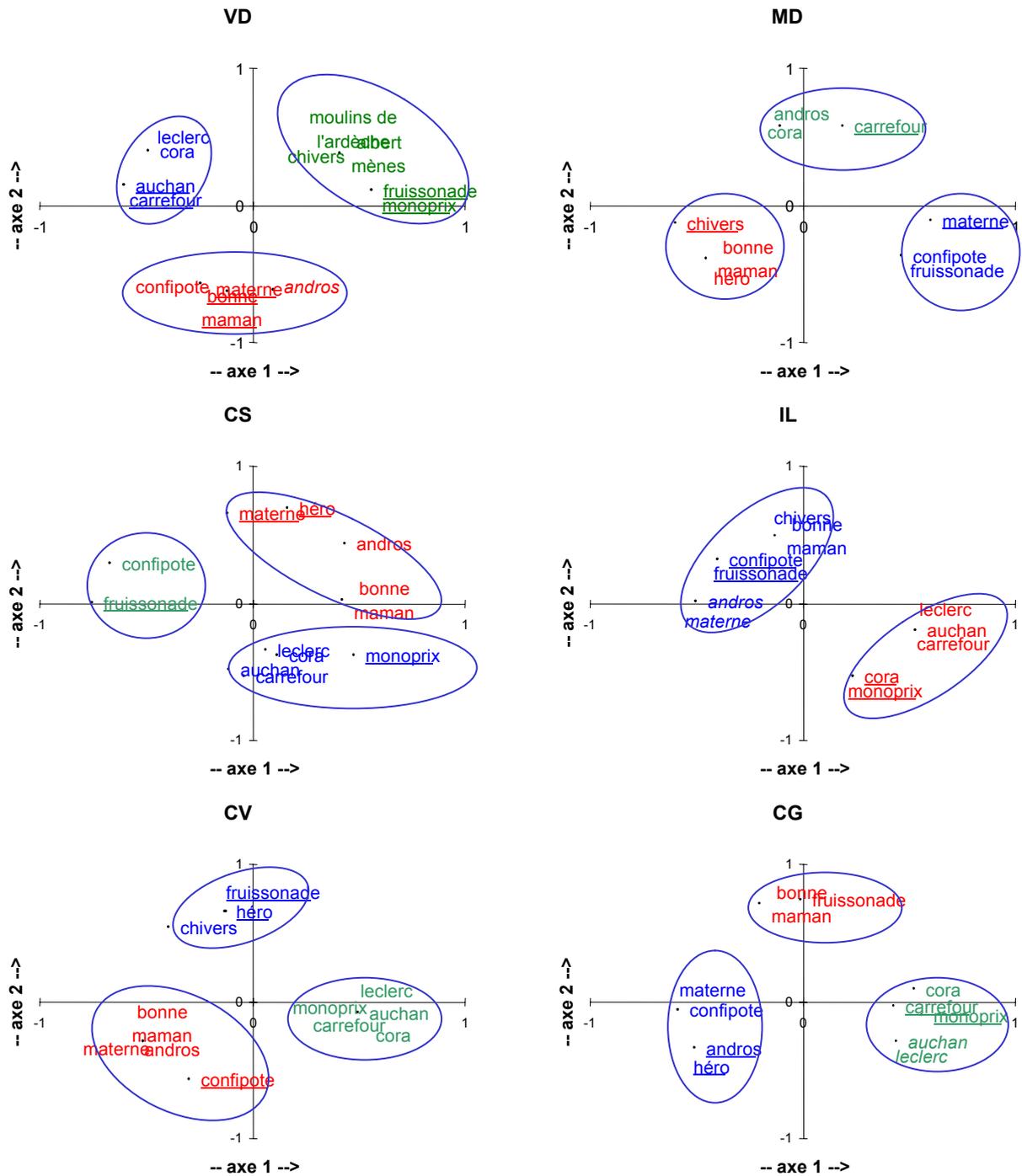


Figure 14 : Plans issus du *multidimensional scaling* pour chaque sujet lors de la génération des termes de l'image de marque des confitures - Les marques groupées à la première segmentation sont entourées d'une ellipse. Au sein d'une ellipse, les marques soulignées sont celles d'un même sous-groupe

Tableau 9 : Liste des marques citées – l'astérisque indique les marques distributeurs

Marque	Marque
Albert Ménès	Cora*
Andros	Fruissonnade
Auchan*	Héro
Bonne Maman	Leclerc*
Carrefour*	Materne
Chivers	Monoprix*
Confipote	Moulins de l'Ardèche

Cinq des six sujets ont créé trois groupes à la première segmentation, le sixième a créé deux groupes. A la seconde segmentation, les groupes initiaux ont été divisés en deux sous-groupes dans la majorité des cas.

Il est difficile de comparer les groupes créés par les sujets parce qu'ils ne connaissent pas les mêmes marques. Les marques distributeurs sont généralement groupées. Après la première segmentation, Andros, Bonne Maman et Materne étaient dans le même groupe pour quatre sujets. Pour le sujet MD, Andros était dans le groupe des marques distributeurs, Bonne Maman et Materne n'étaient pas dans le même groupe. Cette dernière observation est valide pour CG aussi (Figure 14).

Les quarante-cinq termes générés ont formé treize concepts. Chacun d'eux était caractérisé par une liste d'attributs (Tableau 10).

Tableau 10 : Les treize concepts d'image de marque développés au cours de la première séance

Diversité des produits	Publicité	Marque spécialisée dans les confitures	Produits sucrés
Plus de variété	Quantité de Publicité	Grande marque	Quantité de sucres
Etendue de la gamme	Effort sur l'emballage	Référence	Quantité de fruits
Originalité	Packaging original	Spécialiste	Pectine
Innovation	Beau packaging	Grande distribution	Doux
Innovation	Attrance	Marque récente	Allégé
Audace	Clientèle ciblée	Renommée	Présences de morceaux de fruits
Création	Ciblage	Tradition	Reconnaissance du fruit
Copie	Niche de population	Référence	Morceaux
Imitation	Spécialité	Historique	Homogène
Marché test	Facilité d'achat	Marque connue	Longue durée de conservation
Bon Marché	Niche géographique	Ancienneté	Conservation
Prix	Omniprésence géographique	Marque artisanale	Froid/frais
Haut de gamme	Urbain	Naturel/Artificiel	DLC
Luxe		Industriel/Artisanal	

Multidimensional scaling à partir des 1-Rv
 entre les notes consommateurs sur l'image de marque

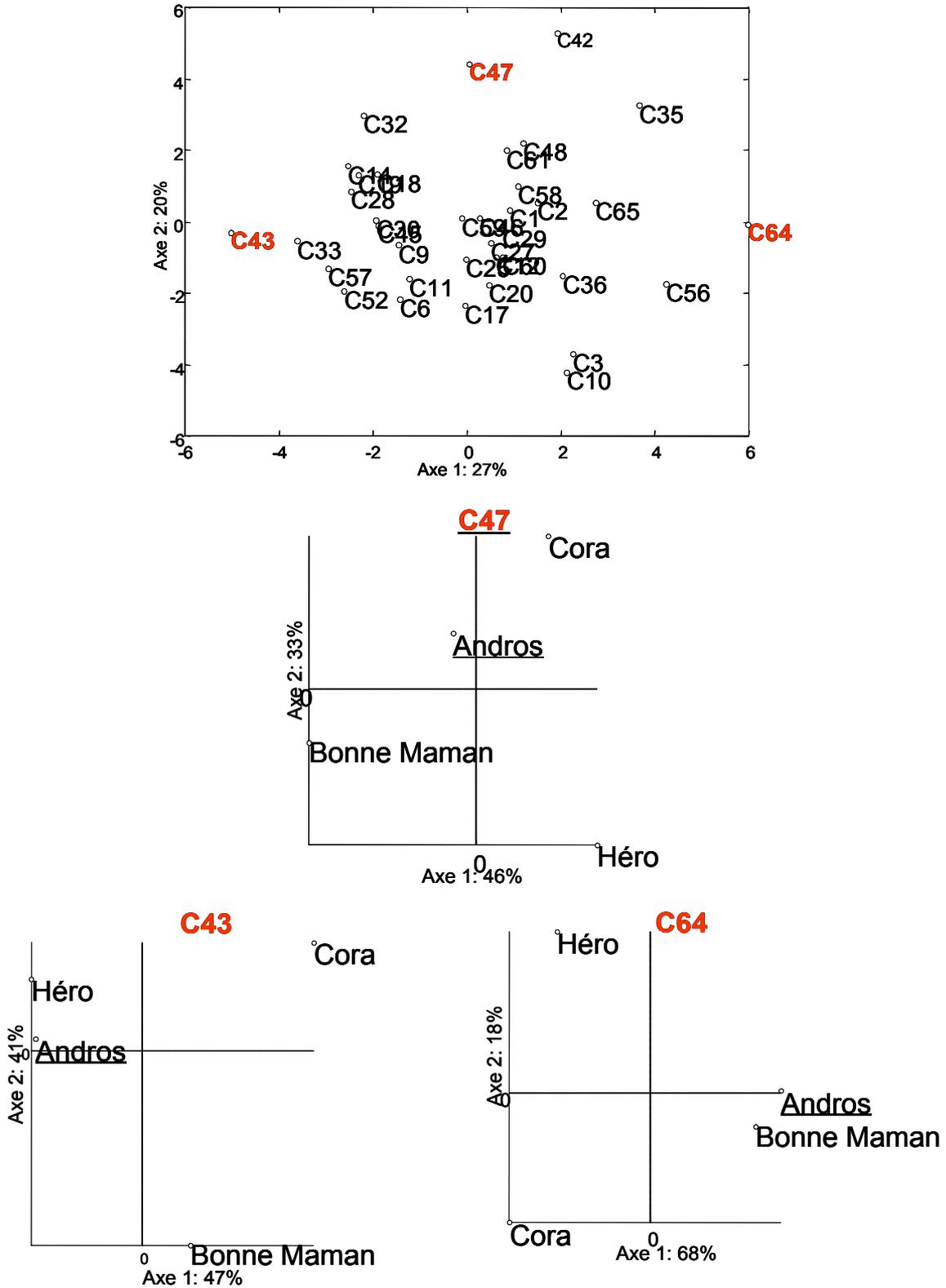


Figure 15 : Représentation des consommateurs en fonction de leur vision des images de marque des confitures

- Phase II

Trente-sept des soixante-cinq consommateurs ont répondu au questionnaire. Aucun groupe de consommateurs n'apparaît clairement sur le graphe (Figure 15). Des consommateurs éloignés sur le graphe devaient avoir des jugements différents sur les marques. Le calcul d'analyses en composantes principales normées sur les données individuelles d'image de marque de trois consommateurs très éloignés sur le plan 1-2 de l'analyse : H43, H47 et H64 a permis de tester cette hypothèse (Figure 15).

Pour ces consommateurs, il y a de fortes oppositions entre Bonne Maman (notes élevées pour *variété des produits, publicité, effort sur l'emballage, longue durée de conservation*), Cora (notes élevées pour *bon marché, sucré*, notes faibles pour *marque spécialisée dans les confitures*) et Héro (notes élevées pour *marque récente*, notes faibles pour *longue durée de conservation*).

La position d'Andros dans le triangle Bonne Maman – Cora – Héro est la différence principale. Andros est proche d'Héro pour le consommateur H43, proche de Bonne Maman pour le consommateur H64, proche de Bonne Maman et de Cora pour le consommateur H47.

Le nombre de descripteurs utilisés pour décrire l'image de marque indique à quel point il s'agit d'un concept complexe.

Le changement de position d'Andros parmi les autres marques est intéressant. Pour certains consommateurs, cette marque est perçue comme une marque distributeur, proche de Cora. Pour d'autres, elle est proche de Bonne Maman à l'image de marque plus traditionnelle. Pour les derniers, elle est proche d'Héro qui est une marque comportant des produits innovants. Cela confirme que l'image de marque est une notion hédonique.

3.2.3 Conclusion

Le profil sensoriel oppose d'une part, les gelées aux confitures et d'autre part, les confitures de fraise aux autres confitures. Que ce soit avec ou sans leur emballage, les gelées sont moins appréciées et les produits Héro sont les plus appréciés par les consommateurs.

La présence de l'emballage et donc de l'image de marque a une influence sur les préférences des consommateurs. Toutefois, cette influence dépend de la marque des

produits. Ce peut être expliqué par le fait que les quatre marques de l'étude ne véhiculent pas la même image auprès des consommateurs. De plus, l'image d'une marque donnée diffère d'un consommateur à l'autre.

3.3 La transposition à la problématique de confort automobile

Les produits étudiés dans cette étude sont des confitures et sont bien évidemment très différents de voitures. Parmi ces différences, plusieurs sont particulièrement importantes :

- Cette étude a montré des différences entre les marques de confiture dans l'image qu'elles véhiculent. Cependant, la notion d'image de marque semble bien plus marquée dans l'industrie automobile.
- La complexité de l'achat de confitures et de voitures est sans rapport. Les confitures correspondent à un achat routinier alors que les voitures correspondent à un achat complexe (Tableau 1). En effet, l'implication de l'acheteur est beaucoup plus importante dans le cas de la voiture (ne serait-ce que par la quantité d'argent investi) et les différences entre les marques semblent plus importantes.
- Les confitures, plus généralement les produits alimentaires, et les voitures sont différents du point de vue de la description sensorielle. Dans les études sensorielles citées au paragraphe 1.6, deux ou trois dimensions des analyses factorielles sont généralement suffisantes pour décrire les propriétés sensorielles des produits. Ceci est également le cas pour les matériaux de planches de bord qui ne sont qu'une infime partie des éléments qui composent un habitacle de voiture et qui doivent être pris en compte pour caractériser le confort.
- Du point de vue de l'expérimentateur, la différence de prix entre ces deux types de produits est également sans commune mesure. Un pot de confiture de quatre cents grammes coûte moins de quinze francs. A raison de soixante grammes de chaque confiture par séance pour chaque sujet, un profil sensoriel sur dix produits avec dix sujets nécessite environ cent kilogrammes de produit. Le coût d'achat des confitures pour le profil sensoriel est inférieur à quatre mille francs. Le coût d'achat de dix voitures de catégorie moyenne pour un profil est supérieur à un million de francs.

D'un point de vue méthodologique, cette étude préliminaire apporte plusieurs enseignements :

- Bien que quatorze produits aient été évalués, ils ne concernent que quatre marques différentes. Ce faible nombre de marques a limité les traitements disponibles pour étudier l'influence de l'image sur les préférences des consommateurs (cas de l'analyse procustéenne généralisée sur quatre produits).
- De plus, avoir plusieurs produits pour une seule marque complexifie la recherche de ces influences puisque des produits d'une même marque peuvent être appréciés différemment par les consommateurs.

Pour mener à bien l'étude de l'influence des propriétés sensorielles des voitures et de l'image de marque de leurs constructeurs sur la perception du confort qu'ont des consommateurs, il est important qu'une même marque ne soit représentée que par un seul produit.

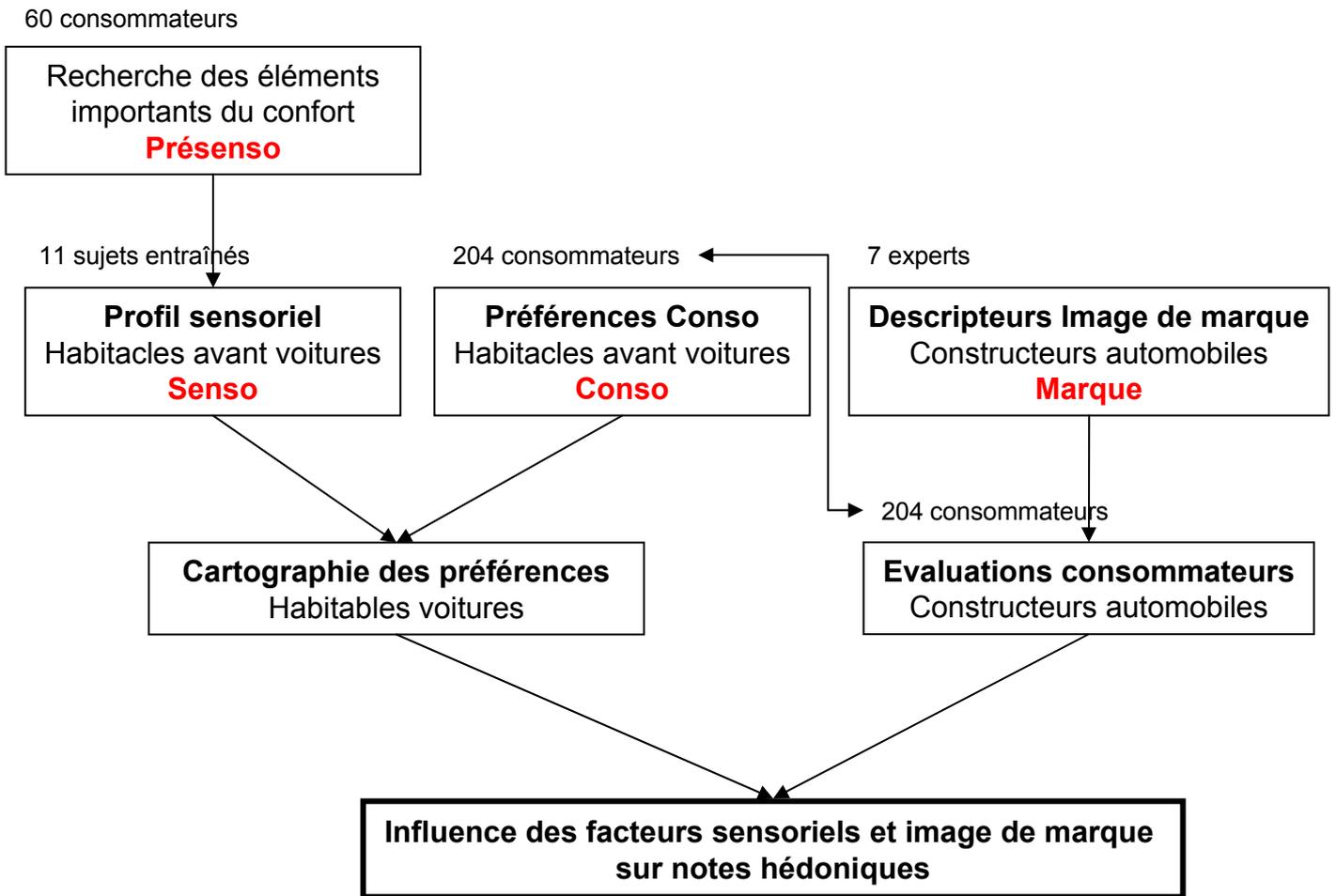


Figure 16 : Les études proposées pour la quantification de l'influence des facteurs sensoriels et image de marque sur les notes hédoniques des consommateurs

4 Matériels et méthodes

Dans le cadre de ce travail méthodologique, notre objectif est de mieux décrire le confort global des voitures. Nous avons choisi de limiter les produits à la partie avant de l'habitacle des voitures puisque c'est d'abord à la place conducteur qu'un acheteur potentiel s'installe quand il est dans le hall d'exposition d'un concessionnaire.

Pour pallier la complexité de l'habitacle avant, nous proposons afin de conduire le profil sensoriel de sélectionner les éléments, les fonctions, leurs interactions qui sont importantes dans la perception du confort pour les consommateurs. Cette phase, *Présenso*, sera suivie de l'étude de profil sensoriel, *Senso* (Figure 16).

La recherche de termes pour décrire de l'image de marque des constructeurs de l'espace produit sera conduite durant la phase *Marque*.

L'étude *Conso* est la phase de recueil des préférences des consommateurs ainsi que de leurs évaluations des descripteurs issus de *Marque*

4.1 Les produits

Les produits ne sont pas seulement les voitures mais aussi l'image de leur constructeur. La prise en compte de facteurs sensoriels mais également de prix et d'image de marque induit une difficulté supplémentaire dans le choix des produits.

Dans le cadre de ce travail méthodologique, le choix de l'espace produit est très important. Il ne doit être ni trop homogène pour éviter l'apparition de descripteurs trop discriminants ni trop hétérogène pour que des attributs ne soient pas spécifiques de quelques produits (151).

Pour pallier d'éventuelles différences d'usure entre les véhicules, ils doivent être neufs. Louer des voitures n'est pas rentable pour une durée d'étude estimée à six mois : elles doivent être achetées. L'espace produit est donc limité à dix véhicules pour des raisons de budget.

L'ensemble des véhicules du marché des véhicules non utilitaires se décompose en plusieurs "segments" (Tableau 11).

Tableau 11 : Segmentation du marché automobile

Segment	Exemple
I	Renault Clio, Volkswagen Polo, Fiat Punto
M1	Renault Mégane, Fiat Brava, Opel Astra
M2	Renault Laguna, Citroën Xsara, Ford Mondéo
S	Renault Safrane, Peugeot 607, Citroën XM
Monospace	Renault Espace, Fiat Ulysse, Citroën Evasion

La contrainte d'homogénéité en termes d'équipement et d'aspect nous impose de considérer un seul segment pour constituer l'espace produit.

Le segment I renferme une grande variété de modèles différents proposés par de nombreux constructeurs. En terme de volumes de ventes, I et M1 sont en tête. Cependant, les prix de ces voitures sont les plus bas du marché et limitent l'exigence de confort des clients au profit de la praticité. L'espace produit construit à partir de I ne présenterait pas un niveau de confort suffisant pour l'objectif de cette étude.

Le segment M1 est proche du segment I en termes de volumes de ventes et de variété de modèles. Toutefois, les véhicules sont plus chers ce qui implique que l'exigence de confort des clients soit plus importante. L'espace produit construit à partir de M1 présenterait une assez grande variété dans les modèles tout en proposant un niveau de confort suffisant pour l'objectif de cette étude.

Une grande quantité de constructeurs et donc de modèles différents sont présents sur le segment M2. Toutefois, les constructeurs proposent des véhicules qui se ressemblent beaucoup pour satisfaire une clientèle relativement conformiste. L'espace produit construit à partir de ce segment serait trop homogène en terme de confort.

Le segment S, à l'opposé, propose une offre très diversifiée mais chaque offre correspond à une population différente (S statuaire, S confort, S sportif). Chaque « sous catégorie » ne contient pas assez de voitures pour constituer un espace produit.

Les monospaces sont des voitures très spécifiques, conçues pour un usage familial. Cependant, l'offre n'est pas suffisamment large pour constituer un espace produit.

Le segment M1 semble donc être un bon choix tant par la diversité des modèles proposés que par les volumes de ventes qu'il représente. Sur ce segment, les constructeurs proposent des véhicules en trois, quatre ou cinq portes, en berline, en coupé, en monospace, en

cabriolet. Pour disposer d'un espace produit assez homogène, seules les berlines cinq portes ont été prises en compte.

Le choix des produits a été décidé en accord avec la Direction du Produit de Renault qui possède, à travers ses études, une très bonne connaissance du marché et des constructeurs automobiles. La répartition du marché de ce segment en France a eu une incidence sur les véhicules à prendre en compte (Tableau 12).

Tableau 12 : Répartition des premières ventes du segment M1 en France en 1999 en gras, les véhicules choisis pour l'étude

Modèle	Vente	Modèle	Vente	Modèle	Vente
Renault Mégane	27.1%	Palio Senia	1.5%	Mazda 323	0.4%
Peugeot 306	14.5%	Rover Rover 200	1.2%	Ford Puma	0.4%
Citroen Xsara	14.2%	Toyota Corolla	1.0%	Opel Tigra	0.4%
Volkswagen Golf	9.7%	Fiat Bravo	0.9%	Hyundai Accent	0.3%
Ford Focus	6.6%	Honda Civic	0.9%	Suzuki Baleno	0.3%
Opel Astra	6.4%	Skoda Felicia	0.8%	Demio	0.2%
Mercedes Classe A	2.2%	Volkswagen Bora	0.7%	Daewoo Nexia	0.2%
Audi A3	2.1%	Nissan Almera	0.7%	Alfa Romeo 146	0.2%
Ford Escort	1.7%	Daewoo Lanos	0.7%	Alfa Romeo 145	0.2%
Seat Cordoba	1.7%	VW Newbeetle	0.6%	Lancia Delta 93	0.1%
Fiat Brava	1.5%	BMW3 91	0.4%		

Les véhicules devaient être de conception relativement récente éliminant ainsi la Peugeot 306, la Seat Cordoba ou la Ford Escort, non marginaux en terme de vente et disponibles en version Berline cinq portes. La Mercedes Classe A ne pouvait être retenue à cause de sa structure de monospace.

Renault Mégane et **Nissan Almera** sont deux véhicules incontournables pour des raisons stratégiques évidentes pour Renault. L'**Audi A3**, la Seat Cordoba et la **Volkswagen Golf** sont trois véhicules du groupe VAG très proches mais avec des prix et des images de marque très différents. Il aurait été intéressant d'étudier l'influence de l'image de marque sur ces trois voitures, mais comme la Seat Cordoba est un peu ancienne, et pour ne pas sur représenter les véhicules allemands, seules l'Audi et la Volkswagen ont été prises en compte. La **Citroën Xsara**, la **Fiat Brava**, la **Ford Focus**, l'**Opel Astra** et la **Toyota Corolla** ont été sélectionnées pour leur volume de vente.

La **Daewoo Lanos** est un véhicule un peu marginal en terme de vente mais reste le véhicule coréen le plus vendu en France sur ce segment.

Pour un même modèle, les constructeurs proposent différents niveaux de finition ou d'équipement. Les politiques tarifaires variant d'une marque à l'autre, il était donc illusoire de se baser sur le prix pour choisir. La Direction du Produit désirait que l'équipement corresponde approximativement à celui qui sera disponible sur l'entrée de gamme du segment d'ici deux à trois ans et a alors proposé de sélectionner le milieu de gamme actuel avec la climatisation (qu'elle soit de série ou en option).

Afin d'éviter un biais trop important sur les consommateurs, les véhicules retenus sont tous de la même couleur, gris métallisé. Les couleurs intérieures dépendent le plus souvent de la teinte extérieure et n'ont donc pas été choisies.

A cause de délais non maîtrisables et de contraintes de livraisons, l'**Opel Astra** a été livrée avec beaucoup de retard. Elle n'a pas été intégrée à l'étude *Présenso*. De plus, l'**Audi A3** reçue à la livraison ne disposait pas d'un autoradio, pourtant commandé. Les onze véhicules sont donc homogènes en terme d'équipement, à cette nuance près.

La **Peugeot 307** est sortie à la fin du printemps 2001, juste avant la phase consommateurs de l'étude. Dès ce moment, un exemplaire a été loué pour quelques jours puis intégré à l'espace produit. Les sujets du profil sensoriel l'ont évaluée avec un mois de décalage par rapport aux autres véhicules (Tableau 13).

Tableau 13 : Espace produit des phases de l'étude

Modèle	Code	<i>Présenso</i>	<i>Senso</i>	Marque	Conso
Audi A3	auA3	Oui	Oui	Oui	Oui
Citroën Xsara	ciXSA	Oui	Oui	Oui	Oui
Daewoo Lanos	daLAN	Oui	Oui	Oui	Oui
Fiat Brava	fiBRA	Oui	Oui	Oui	Oui
Ford Focus	foFOC	Oui	Oui	Oui	Oui
Nissan Almera	niALM	Oui	Oui	Oui	Oui
Opel Astra	opAST	Non	Oui	Oui	Oui
Peugeot 307	pe307	Non	Juste pour une évaluation	Oui	Oui
Renault Mégane	reMEG	Oui	Oui	Oui	Oui
Toyota Corolla	toCOR	Oui	Oui	Oui	Oui
Volkswagen Golf	vwGOL	Oui	Oui	Oui	Oui

La spécificité de ces produits par rapport à des produits alimentaires ne se limitent pas à leur coûts à l'achat, aux délais de livraison très variables d'un constructeur à l'autre (jusqu'à deux mois) ou même des « surprises » à la réception des véhicules. En effet, s'intéresser à des voitures complexifie énormément les aspects logistiques de l'étude.

Ainsi, la surface minimum pour entreposer onze véhicules avoisine les cinq cent mètres carrés. De même, leur transport d'une salle d'exposition à l'autre nécessite la mise à disposition de deux semi-remorques.

4.2 Présenso : la hiérarchisation des éléments de l'habitacle avant des voitures

Il est nécessaire de décrire les facteurs sensoriels de la notion de confort. Les méthodes de profil sensoriel traditionnelles ne sont cependant pas bien adaptées à la description d'un produit tel que l'habitacle avant d'une voiture. La principale difficulté réside dans la complexité de la tâche descriptive. Un inventaire rapide indique plus d'une centaine d'éléments à décrire. L'étude préliminaire de description visio-tactile de planches de bord a permis d'appréhender la richesse sensorielle d'un de ces éléments. Faute de temps, des démarches de profil sur chaque élément ne pouvaient être entreprises. De plus, la "fusion" d'une centaine de profils sensoriels différents pour avoir une image globale des véhicules paraissait difficile. Enfin, cette démarche ne semblait pas pertinente dans la mesure où les renseignements fournis par Renault indiquaient que les interactions entre les différents éléments semblaient jouer un rôle primordial dans la perception que l'on peut avoir d'un poste de conduite.

Dans les méthodes de profil sensoriel traditionnelles, la hiérarchisation des entrées sensorielles s'opère d'elle-même durant la phase de génération et de sélection des termes. Les panélistes se focalisent sur les différences majeures entre les produits pour que le nombre de termes à évaluer soit raisonnable. Ainsi, dans le cas du profil conventionnel, un terme utilisé pour caractériser un nombre réduit de produits est supprimé dans le processus de sélection.

Malgré ce processus de sélection, il était nécessaire de limiter le nombre d'éléments à prendre en compte dans la description. Cette sélection aurait pu être effectuée par les sujets participant au profil, mais la baser sur l'avis de consommateurs, en nombre plus conséquent, semblait plus pertinent pour deux raisons. D'abord, la variabilité des opinions des clients est mieux représentée par des consommateurs. Ensuite, le profil sert de base à la

cartographie des préférences pour expliquer les avis des consommateurs. Recueillir leurs critères de confort avant d'entreprendre une démarche de profil semble donc indiqué.

L'objectif de cette étude est de dégager les éléments, les fonctions et leurs interactions, perçus comme importants pour juger du niveau de confort de l'habitacle avant d'une voiture. Cette hiérarchisation doit permettre d'éviter, lors de la recherche des descripteurs sensoriels, des dérives vers des éléments peu signifiants et des oublis d'éléments jugés importants pour expliquer les préférences des consommateurs.

Parmi les différents moyens d'interroger des consommateurs, nous avons étudié les possibilités de leur poser des questions à choix multiples, de leur faire cocher des éléments dans une liste ou de les laisser s'exprimer librement. Dans les deux premiers cas, il est nécessaire de construire une liste qui contient tous les éléments et toutes les fonctions dénombrables dans un habitacle avant de voiture.

L'utilisation d'une telle liste, de plus d'une centaine d'éléments (Annexe 1), construite pour l'occasion, présente plusieurs inconvénients :

- Sa longueur même implique, de la part du consommateur, un temps de lecture et un esprit de synthèse importants, préalablement à l'expression de son avis.
- La liste est basée sur la terminologie automobile en vigueur pour nommer chaque élément – cette terminologie va au-delà des connaissances d'un utilisateur standard de voitures (problème sémantique).
- Le risque qu'un consommateur se focalise sur un élément non décelé et donc non présent sur la liste n'était pas nul.
- Enfin, il est difficile de prendre en compte les interactions entre différents éléments comme c'est le cas pour la fonction "réglages du siège" qui requiert la manipulation de plusieurs commandes.

Devant ces inconvénients et bien que l'analyse d'un questionnaire libre soit beaucoup plus lourde, les consommateurs se sont exprimés librement.

Dans une étude préliminaire, cinquante consommateurs ont rempli un questionnaire. La question principale posée est : "quels sont les éléments qui contribuent à votre impression de confort ou d'inconfort dans l'habitacle avant d'une voiture ?". Le dépouillement des résultats est globalement décevant : les personnes interrogées indiquent principalement un

ou deux facteurs, le plus souvent le siège et le volant. A la lumière de cette étude, il semble nécessaire que les consommateurs, avant de se prononcer, soient en contact avec des voitures pour stimuler leur réflexion et pouvoir observer leurs comportements.

4.2.1 Les sujets

Pour simplifier les aspects logistiques de l'étude, les consommateurs ont été recrutés au sein de Renault, au Technocentre. Soixante-dix personnes ont participé à cette étude, dix pour le test de faisabilité, soixante pour l'étude à proprement parler. Ils ont été informés du recrutement et convoqués par courrier électronique. La moitié des personnes contactées a accepté de participer au test. Faire appel à des consommateurs recrutés en interne représente un biais faible (ils conduisent majoritairement des voitures Renault) compte tenu des objectifs de l'étude *Présenso* (ils doivent indiquer les critères qu'ils utilisent pour évaluer le confort et non pas évaluer le confort des véhicules qu'ils essaient).

4.2.2 La salle

Une salle d'au moins cinq cents mètres carrés est nécessaire pour entreposer les neuf véhicules utilisés dans cette phase. L'étude s'est déroulée au Technocentre, dans les ateliers du département Véhicules-Produits.

4.2.3 Le déroulement d'une évaluation

Les participants étaient convoqués individuellement toutes les deux heures, de huit heures à 18 heures. L'ordre de test des véhicules par les consommateurs est établi selon un plan de Williams équilibrant les effets d'ordre et de report.

A la suite des réflexions précédentes, le mot « confort » a été accompagné de quelques précisions. Le sujet arrive dans le show-room où il découvre les neuf véhicules et se fait expliquer le but de l'étude par la phrase suivante :

"Vous allez parcourir un show-room de neuf voitures. Chacun de ces véhicules va vous paraître plus ou moins confortable. Nous considérons le confort au sens large : esthétique, ergonomique, au niveau visuel, tactile, olfactif, auditif... Au fur et à mesure du parcours, vous allez avoir une idée plus précise des critères, c'est à dire des éléments, des fonctions... qui vous permettent d'évaluer le niveau de confort

d'une voiture. Ce sont ces critères qui nous intéressent et que nous souhaiterions connaître au terme de la visite. Vous pouvez utiliser toutes les commandes, modifier tous les réglages, mettre le contact sans toutefois démarrer les voitures."

Le sujet prend connaissance de la marche à suivre : il doit respecter l'ordre d'évaluation proposé. Muni de la clé de contact, le participant déverrouille la voiture, ouvre la porte, s'installe à la place conducteur et l'animateur à la place passager. Le sujet s'exprime librement et l'animateur prend en notes tout ce qu'il dit. Le processus est réitéré pour chaque voiture. Après la dernière évaluation, le sujet est invité à synthétiser les critères qui, après avoir vu les neuf véhicules, semblent contribuer à sa perception de confort ou d'inconfort. Dans un premier temps, l'animateur laisse le participant s'exprimer librement. Ce n'est qu'après que le sujet ait indiqué qu'il n'avait plus rien à dire que l'animateur le relance pour mieux comprendre sa pensée, ou pour soulever des incohérences entre ses propos et son comportement dans les voitures et sa synthèse le cas échéant. Enfin, le sujet répond à quelques questions sur son âge, le véhicule qu'il possède et ses habitudes de conduite.

Le même vocabulaire issu de la terminologie automobile a été utilisé d'un sujet à l'autre, dans la prise de notes pour limiter les ambiguïtés lors du dépouillement des données. L'objectif était, dans la mesure du possible, de bien cerner l'opinion de chaque consommateur. Enfin, les temps de séjour dans chaque véhicule et la durée de la synthèse pour chaque sujet ont été chronométrés.

4.2.4 Le traitement des données

Seules les phases de synthèse ont été prises en compte. Ne disposant pas de logiciels d'analyse lexicale performants, le dépouillement a été effectué en suivant leur mode de fonctionnement.

Pour chaque sujet, le texte de sa synthèse a été décomposé en idées simples. Pour chaque idée, le ou les éléments/fonctions correspondants, le ou les sens impliqués et éventuellement l'appartenance à une ou plusieurs catégories telles que "accessibilité", "design", "emplacement", "équipement", "espace", "interaction" ont été cochés dans la liste. Ces catégories ont été élaborées de manière empirique durant le dépouillement.

Enfin, la fréquence de citation des éléments/fonctions, des sens, des catégories impliquées, a été calculée pour l'ensemble des consommateurs.

4.3 Senso : le profil sensoriel des habitacles avant des véhicules

Les profils de flaveur et de texture ne sont pas du tout adaptés aux produits de cette étude. En effet, même si une adaptation de la méthode pour les modalités sensorielles impliquées dans l'automobile est envisageable, il s'agit essentiellement de méthodes qualitatives alors que cette étude nécessite une description quantifiée des propriétés sensorielles des habitacles.

La méthode Spectrum ne met pas non plus à disposition de ses utilisateurs de listes pré-établies de termes pour décrire l'habitable avant de véhicules.

Les méthodes de profil conventionnel et de profil libre sont donc les seules méthodes de description sensorielle réellement utilisables dans notre cas. Une précédente étude de cartographie des préférences à partir de données de profil libre souligne les difficultés à interpréter les cartographies avec des descripteurs dont la signification n'est pas connue (13). Dans la mesure où la mise en relation de données sensorielles et de notes hédoniques est un des objectifs de cette étude, le profil conventionnel semble être le plus adapté.

Le profil sensoriel sur les habitacles avant de voiture a été construit en respectant le plus possible la méthodologie du profil conventionnel (153), basée sur l'élaboration d'une liste consensuelle de descripteurs par un groupe de sujets et sous la responsabilité d'un animateur. Tout en gardant en tête le rôle de modérateur plus que de leader de l'animateur d'un profil conventionnel, les résultats de l'étude *Présenso* ont été pris en compte pour guider les experts lors de la génération de termes.

4.3.1 Les sujets

La méthodologie du profil conventionnel préconise de faire appel à un panel de dix à douze sujets (153). Onze sujets, six hommes et cinq femmes ont pris part à l'étude. Sur les onze, huit ont procédé à toutes les évaluations : trois répétitions pour les dix voitures de l'espace produit initial et une évaluation de la Peugeot 307 (un mois plus tard). Cinq des onze sujets possédaient une expérience préalable du profil sensoriel, trois d'entre eux

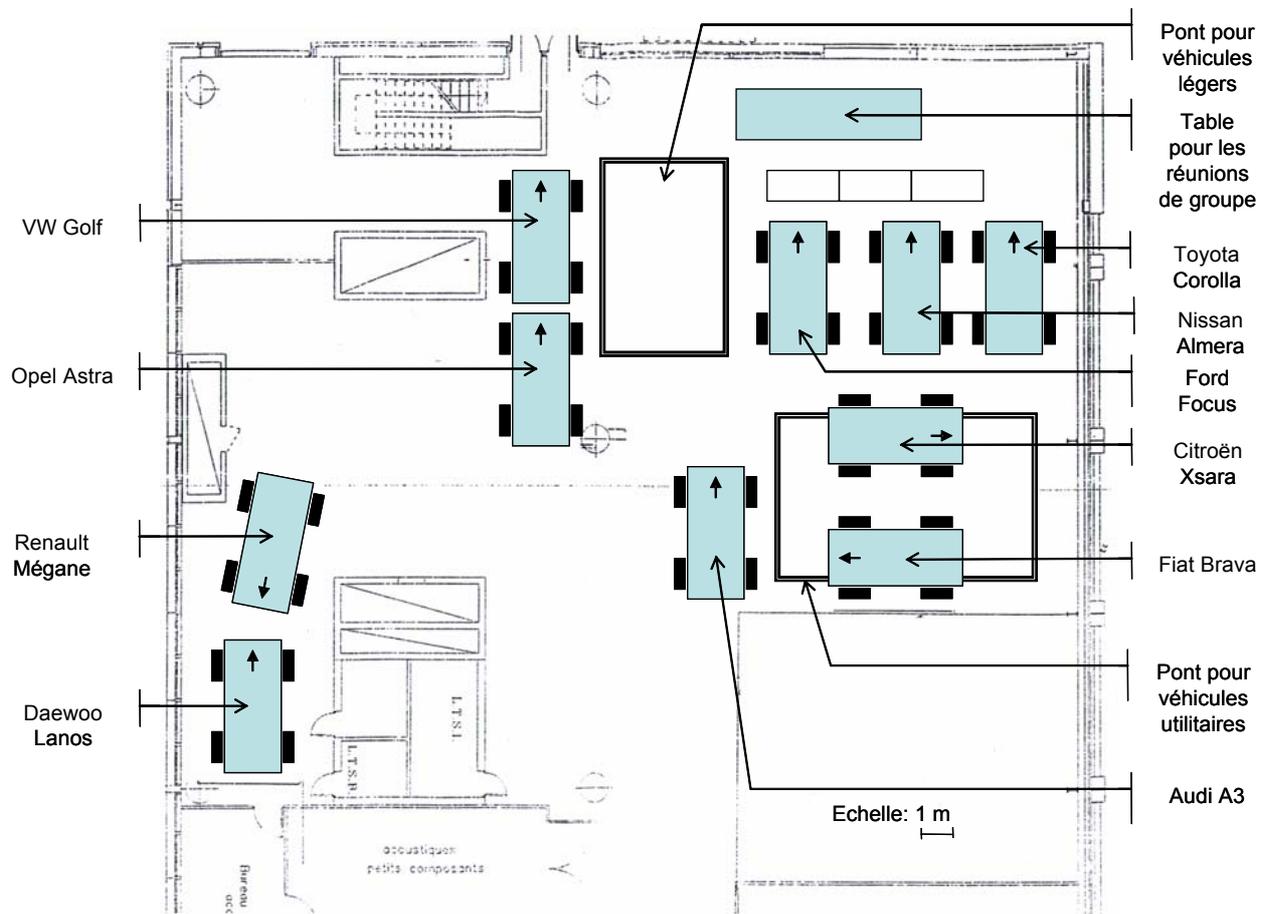


Figure 17 : Plan de la salle des études Présenso et Senso, au Technocentre

avaient participé à une étude de profil libre sur le confort vibratoire des sièges (13), les deux autres ont déjà été sujets ou organisateurs de profils. Les panélistes sont des salariés Renault (Direction du Produit, Direction de la Recherche, Direction de l'Ingénierie et des Matériaux, Centre d'Analyse de la Concurrence).

D'après Stone et Sidel, il y a certaines exigences pour qu'un sujet participe à la construction d'un profil : il doit être disponible, avoir passé les tests de sélection, être un utilisateur ou un utilisateur potentiel du produit. Pour des tâches descriptives, les sujets doivent avoir démontré leur habilité à percevoir des différences dans la classe de produits étudiée (153).

Pour cette étude, les panélistes ont été sélectionnés d'une part sur des critères de motivation à consacrer environ deux heures par semaine sur trois mois à l'étude de profil et d'autre part sur des critères de compréhension de la méthode du profil sensoriel. Leur aptitude à fournir des données répétables et discriminantes a été évaluée *a posteriori* à la fin des évaluations comme le suggère Sieffermann (151).

4.3.2 La salle

L'étude s'est déroulée dans la même salle que *Présenso*. La nature même de ces produits a fait que les normes de l'Afnor sur les locaux ne pouvaient pas être respectées (1). Les véhicules ont été entreposés en respectant les contraintes imposées par le personnel travaillant dans les ateliers (Figure 17). Les séances de groupe du profil sensoriel se tenaient au départ dans des salles de réunion. Les sujets ont préféré que les discussions aient lieu près des véhicules pour éviter une perte de temps en allées et venues, ils ont donc été installés autour d'une table dans l'atelier.

4.3.3 La mise en place du profil sensoriel

La méthode d'élaboration des termes sensoriels la plus couramment pratiquée est dérivée de celle proposée par Stone *et al.* (154) et reprise avec plus de détails par Stone et Sidel (153). Son principe est de faire développer par les sujets eux-mêmes, de manière consensuelle, la liste des descripteurs qui permettra l'évaluation de l'espace produit étudié.

Il est nécessaire de rappeler que les études descriptives d'analyse sensorielle sont rares dans l'industrie automobile. Toutes les méthodologies ont été développées pour l'industrie alimentaire et leur sont particulièrement adaptées. La spécificité de l'espace produit étudié

dans *Senso* a nécessité certaines modifications dans le protocole d'élaboration de la liste de descripteurs.

La démarche du profil conventionnel consiste en plusieurs étapes :

- L'élaboration d'une liste de termes descriptifs
- L'entraînement
- Les évaluations pour obtenir la quantification des descripteurs

4.3.3.1 La génération de la liste de descripteurs

Cette phase commence par la formation du jury. La séance 1 a permis d'expliquer les principes de l'analyse sensorielle.

Parmi ces principes, les sujets doivent comprendre la notion de descripteur. Mac Leod en rappelle les caractéristiques principales, les descripteurs doivent être (99) :

- **Pertinents** : ils doivent correspondre à une caractéristique sensorielle des produits étudiés.
- **Précis** : le sens de chaque terme ne doit pas être ambigu pour ne pas accroître le nombre d'interprétations sémantiques possibles.
- **Discriminants** : il faut que chaque terme ait un sens par rapport au produit étudié et permette une distinction significativement différente des caractéristiques sensorielles entre les produits quand ils sont perçus différents.
- **Indépendants** : les propriétés sensorielles sont nombreuses et complexes. L'exhaustivité de la description n'est atteinte qu'au prix d'un grand nombre de termes. Pour des raisons pratiques, il convient de minimiser ce nombre tout en restant exhaustif. Ainsi, il est nécessaire d'éviter les termes redondants. Cette redondance, lorsqu'elle est évidente peut être détectée pendant la génération de termes. Toutefois, les analyses multidimensionnelles permettent d'éliminer *a posteriori* les descripteurs redondants pour l'espace produit évalué.
- **Exhaustifs** : les termes doivent couvrir tous les aspects sensoriels des produits.

En 1990, Gazano indique que les descripteurs doivent être également **monodimensionnels** : ils doivent être choisis de façon à ce qu'ils ne soient ni équivoques, ni ambigus et qu'ils soient mesurables (58).

Lawless et Heymann hiérarchisent les propriétés que doivent avoir les descripteurs : discriminants (le plus important), indépendants, relatifs aux préférences ou aux rejets des consommateurs, relatifs à des mesures physiques ou instrumentales, monodimensionnels, précis et fiables, consensuels quant à leur signification, non ambigus, avoir des références faciles à obtenir, permettre la communication, relatifs à la réalité (95). La propriété relative aux préférences/rejets des consommateurs permet de faciliter l'interprétation des réponses hédoniques des consommateurs par les caractéristiques sensorielles des produits.

Pour eux, les termes multidimensionnels doivent être décomposés en termes recouvrant une seule dimension sensorielle. Les principales raisons sont les difficultés à interpréter et à comprendre ce type de termes. D'autre part, les personnes chargées du développement des produits ne savent pas, en cas de problème, sur quels axes travailler. Enfin, les sujets peuvent ne pas évaluer le descripteur de la même façon en hiérarchisant différemment les propriétés auxquelles correspond le terme.

Les termes ne doivent pas être du jargon de spécialistes pour être compris de tous les utilisateurs finaux des études descriptives.

Enfin, les termes ne doivent pas être hédoniques c'est à dire refléter une préférence ou un avis subjectif car ce type de termes n'est pas descriptif.

La norme AFNOR définit les étapes du développement d'un langage commun pour l'élaboration d'un profil conventionnel (3) :

① La génération ouverte d'un très grand nombre de descripteurs

Quand la génération de termes débute, les instructions données aux sujets sont d'utiliser tous les mots qu'ils souhaitent pour décrire les produits. Ils doivent utiliser des termes qu'ils comprennent et qu'ils peuvent expliquer aux autres membres du panel. Il n'y a pas de restrictions quant au nombre de mots utilisés. Ils sont invités à indiquer à quelles modalités sensorielles (aspect, odeur, flaveur en bouche et texture) éventuellement à quelles étapes de la dégustation (avant, pendant ou après la dégustation) ces termes s'appliquent. L'animateur recueille les formulaires d'évaluation des sujets à la fin de la séance.

② La réduction par tri qualitatif du nombre de termes

Le groupe, avec l'aide de l'animateur élimine les descripteurs hédoniques, les termes inadaptés, les synonymes évidents pour éviter les redondances.

③ La réduction par tri quantitatif du nombre de termes

Chaque sujet reçoit la liste complète des termes issus de l'étape ②. Ils doivent quantifier l'intensité de chaque descripteur (de 0 à 5) pour tous les produits évalués. Ensuite, les termes sont classés selon leur fréquence de citation et leur intensité globale de citation. Les termes les moins fréquemment utilisés et ceux qui ont le moins de poids sont retirés de la liste.

④ La réduction du nombre de termes par les méthodes d'analyse factorielle

Les méthodes d'analyse de données sont utilisées sur les tableaux de données résultant de l'étape précédente pour ne sélectionner que les descripteurs discriminants, indépendants et monodimensionnels.

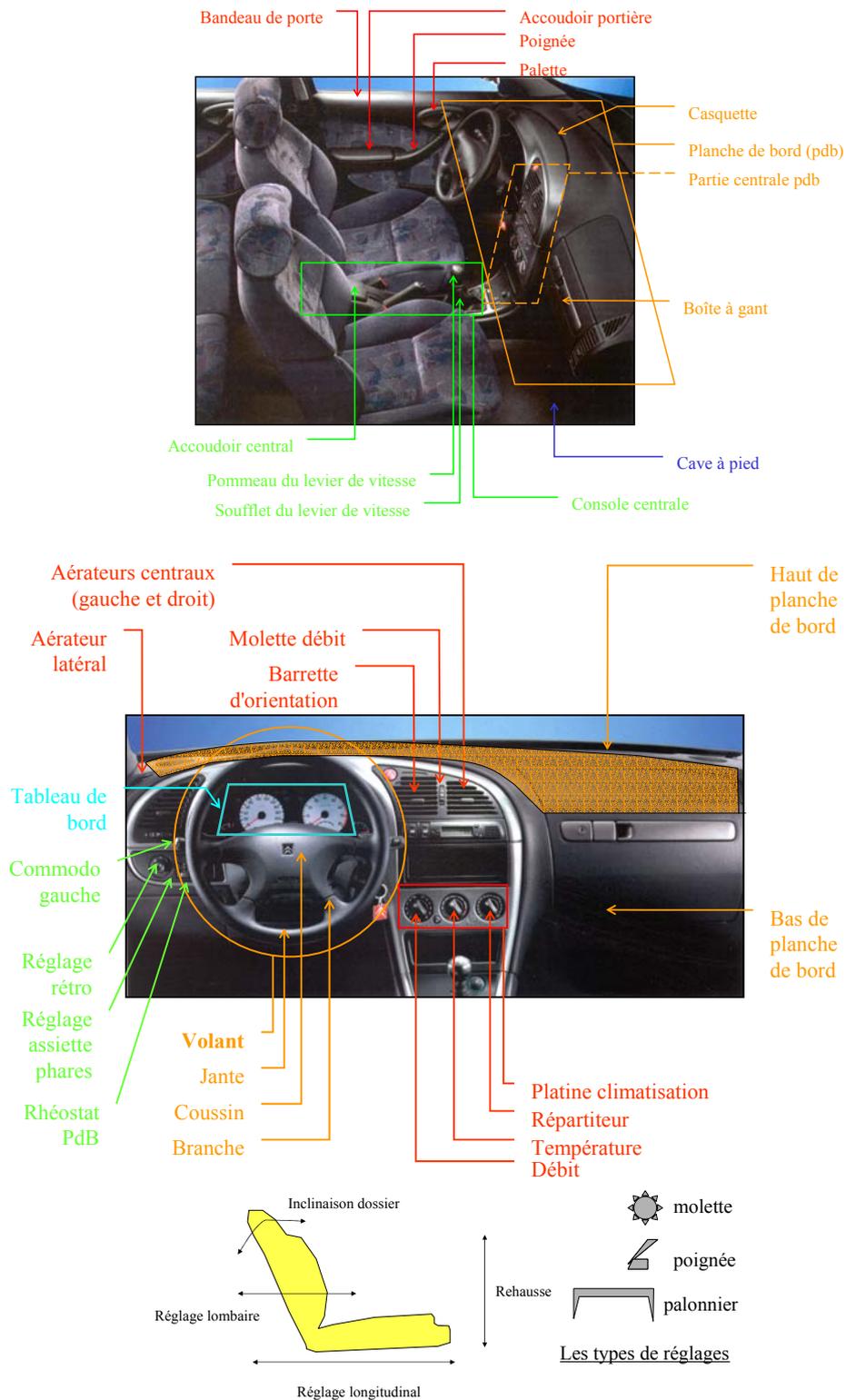
Ensuite, chaque terme doit être défini et associé à un protocole d'évaluation et des références. La combinaison des définitions et des références est importante pour le processus de développement d'un langage, surtout quand il s'agit d'entraîner de nouveaux sujets. Enfin, le groupe doit construire une procédure consensuelle d'évaluation (153).

4.3.3.2 L'entraînement

La phase d'entraînement a plusieurs objectifs. En notant les produits, le groupe se familiarise avec les procédures d'évaluation. L'animateur peut ainsi vérifier que les sujets maîtrisent l'usage des termes et des échelles de notation. De plus, il peut s'assurer que tous les sujets ont la même définition sémantique de chaque descripteur. Enfin, il peut mesurer les qualités de répétabilité et de discrimination de chacun des sujets (151).

4.3.3.3 L'évaluation des produits

Les échantillons sont présentés de façon monadique suivant un plan complet équilibré. Les sujets utilisent une échelle continue non structurée de 15 cm telle que le recommandent Stone et Sidel (153) pour évaluer la liste de descripteurs (Annexe 2).



Au plafond:
 Pavillon
 Plafonnier: spot, éclairer
 Pare-soleil: miroir de courtoisie (volet ou glissière), lumière
 Poignée de maintien

Ceinture: pédoncule, boucle, enrouleur, réglage en hauteur

Figure 18 : Noms des éléments de l'habitacle des voitures choisis par le groupe de profil sensoriel de l'étude Senso

4.3.3.4 Les spécificités de *Senso*

Dix-huit séances ont été nécessaires à l'élaboration du profil : neuf séances de groupe de deux heures pour l'élaboration de la liste de descripteurs, quatre séances individuelles de deux heures pour l'entraînement, trois séances d'évaluation individuelles d'une heure et une dernière évaluation, un mois après, pour la **Peugeot 307** quand elle a été disponible. Elle n'a donc contribué ni à l'élaboration de la liste de descripteurs, ni à l'entraînement.

En analyse sensorielle, les tests sont presque toujours conduits en aveugle. L'identité du produit est masquée (95). La contrainte la plus importante de cette étude est l'impossibilité de rendre les produits anonymes. Bien que l'espace produit soit homogène, les véhicules sont aisément reconnaissables, de l'extérieur comme de l'intérieur. Masquer les logos, les noms des marques n'a donc aucun sens.

Rendre les produits anonymes a pour principal objectif d'éviter les phénomènes de mémorisation des notes par les sujets et les biais liés à l'image du produit et de sa marque. Le fait que les produits ne soient pas anonymes ne doit pas laisser penser que la mesure de répétabilité est faussée. En effet, le sujet aurait à mémoriser deux cent soixante quatre notes sensorielles d'une épreuve à l'autre pour paraître répétable.

Dans le cadre de cette étude, les panélistes ont été informés des risques liés à l'influence éventuellement inconsciente de la présence de la marque sur leurs notes. Cette influence est difficile à évaluer. Si les sujets ont des images différentes des marques, le niveau de consensus entre les sujets permettra de tester, *a posteriori*, s'ils se sont laissés influencer. En effet, le cas échéant, le consensus sera moins bon. Par contre, si le fait qu'ils soient salariés du même constructeur induit que toutes les marques ont pour eux la même image, l'influence de cette image sera difficile à détecter.

L'habitacle avant des voitures est un produit extrêmement complexe, tant par la multitude de ses éléments ou de ses fonctions que par la richesse sensorielle de chacun d'entre eux. Une nomenclature a été mise en place pour s'assurer du consensus sémantique sur les noms des éléments (Figure 18).

La génération de termes (séances 2, 3, 4)

① La génération ouverte d'un très grand nombre de descripteurs

Les modalités sensorielles et les étapes de la « dégustation » impliquées pour *Senso* sont différentes de celles impliquées pour des produits alimentaires. Les modalités sensorielles utilisés pour classer par les sujets pour classer leurs descripteurs sont : l'ouïe, la vue, le toucher, l'odorat, la somesthésie (hors toucher). De même, les étapes de l'évaluation de la voiture sont : avant l'ouverture de la porte, à l'ouverture de la porte, avant la montée en voiture, à la montée, après la montée et en sortie de véhicule. Ces étapes de l'évaluation de la voiture ont découlé de l'expérience acquise durant *Présenso* et correspondent aux différentes phases de la prise de connaissance du véhicule par les consommateurs.

L'étude *Présenso* a donc été particulièrement utile durant la génération des termes descriptifs. Deux exemples sont significatifs :

- Durant les premières séances, les sujets se sont focalisés sur les éléments et les fonctions et n'ont pas cité le terme *espace* dont les résultats de *Présenso* indiquent pourtant qu'il est un facteur important dans la perception du confort. L'animateur a alors proposé aux sujets de s'intéresser à des facteurs plus globaux en se concentrant moins sur des points précis. Le terme *espace* a ainsi été proposé par les panélistes.
- Un des sujets est un spécialiste de l'embrayage et de la boîte de vitesses. Il a donc généré un grand nombre de termes sur ces deux éléments en soulignant leur importance auprès des autres sujets. L'expérience acquise lors de *Présenso* a permis de relativiser cette importance et ainsi de ne sélectionner que les aspects principaux de ces deux éléments.

Certains sujets étaient novices en analyse sensorielle et étaient inquiets à l'idée de ne pas générer des termes adaptés à la démarche de profil. Lors de la génération exhaustive de termes de *Senso*, deux heures étaient nécessaires à chaque sujet pour « visiter » une seule voiture. Pour accélérer ce processus et rassurer les sujets, le groupe a pris connaissance, avant la séance 3 de tous les termes générées lors de la séance 2.

La norme AFNOR recommande plusieurs séances individuelles de génération de termes avant l'organisation de séances de groupe et de mise en commun des descripteurs (3). Il semble que la démarche optée pour *Senso* ne pose pas de problèmes d'influence d'un sujet

sur l'autre dans la mesure où chaque panéliste, avant la mise en commun des termes a vu une voiture différente.

Au terme de la génération exhaustive, chaque sujet a « visité » au moins sept véhicules.

② La réduction par tri qualitatif du nombre de termes (séances 3 et 4)

Cette phase s'est fait au fur et à mesure de la génération exhaustive de termes. Trois cent trente termes ont été conservés.

③ La réduction par tri quantitatif du nombre de termes (séances 5, 6, 7)

Le temps nécessaire à l'évaluation des véhicules dans l'optique du tri quantitatif des descripteurs était trop important à cause du grand nombre de termes. Les sujets ont sélectionné en deux séances de deux heures les termes utiles pour décrire deux voitures. Toutes les voitures ont été évaluées deux fois en tout. Le tri quantitatif s'est fait par les fréquences de citation.

④ La réduction du nombre de termes par les méthodes d'analyse factorielle

Les sujets n'ont pas évalué les descripteurs en mettant une note de 0 à 5 limitant d'autant l'intérêt de l'utilisation de l'analyses en composantes principales comme le suggère l'AFNOR (3).

La liste définitive est composée de vingt-quatre descripteurs.

Entraînement

L'entraînement a commencé avec une échelle de notation classique chez Renault (note de 0 à 10, décimales autorisées) pour ne pas perturber les sujets. Au cours de cette phase, les échelles continues non structurées ont été présentées. Les sujets s'y sont familiarisés en utilisant les exercices de notation sur échelle proposés par Meilgaard *et al.* (quantification du pourcentage de surfaces noircies de figures géométriques) (110).

Il n'y a pas eu de références pour les descripteurs évalués car elles étaient difficiles à mettre en œuvre et elles semblaient superflues puisque existait déjà un consensus entre les sujets sur les produits extrêmes pour chaque descripteur.

La liste avec les définitions et les protocoles ainsi que la procédure d'évaluation a été élaborée par les sujets au cours de l'entraînement, avant les évaluations définitives.

Evaluations des produits

L'évaluation individuelle des produits (sauf la **Peugeot 307**) s'est déroulée durant les séances 15 à 17, réparties sur trois semaines. Les échantillons ont été présentés de façon monadique suivant un plan complet équilibré. Les séances d'évaluation ont duré une heure chacune.

La séance 18 a eu lieu environ un mois plus tard ; elle a consisté en l'évaluation de la **Peugeot 307** uniquement avec les mêmes feuilles d'évaluation.

Au terme de l'élaboration du profil, le bilan sur la participation des sujets a été contrasté. Certains ont suivi avec régularité les séances, d'autres ont été moins présents (Tableau 14). Sept sujets ont fait les trois évaluations de dix véhicules de l'espace produit initial et celle de la **Peugeot 307**. De manière générale, cette étude a confirmé la difficulté de faire participer un panel interne à l'entreprise quand l'élaboration du profil s'ajoute à la charge de travail des volontaires.

Tableau 14 : Participation des sujets à l'élaboration du profil (en gras, les sujets qui ont fait les trois évaluations des dix véhicules et celle de la Peugeot 307)

	Génération										Entraînement				Evaluations				Total
	08/12/2000	14/12/2000	18/12/2000	09/01/2001	17/01/2001	24/01/2001	01/02/2001	08/02/2001	21/02/2001	26/02/2001	08/03/2001	14/03/2001	23/03/2001	30/03/2001	1	2	3	P. 307	
S1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	18
S2	X	X	X	X	X	X	X	X		X				X	X	X	X	X	14
S3	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	16
S4	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	17
S5		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	17
S6	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		16
S7	X	X	X	X	X	X		X			X	X	X	X	X	X		X	14
S8											X	X	X		X	X	X	X	7
S9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	18
S10	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				14
S11	X	X	X	X	X	X	X	X		X				X	X	X		X	13

S8 a pris part à la démarche de profil après la phase de génération. Ceci permet d'évaluer la qualité du travail d'élaboration des définitions et des protocoles et donc, tester la possibilité de rajouter un sujet par la suite.

4.3.3.5 Les performances individuelles

Une première étape, sur les données individuelles, permet d'évaluer, *a posteriori*, les performances de répétabilité et de discrimination de chaque sujet. Des analyses de variance à un facteur, d'abord le facteur produit puis le facteur séance, sont calculées individuellement pour chaque sujet ayant fait trois évaluations de l'espace produit. La **Peugeot 307** n'est pas prise en compte dans ces calculs puisqu'elle n'a été évaluée, au plus, qu'une fois par chaque sujet.

Afin d'évaluer la répétabilité et la discrimination des sujets qui n'ont pas fait trois répétitions, des analyses en composantes principales normées sur leurs notes individuelles pour les évaluations sont effectuées.

4.3.3.6 Les performances du panel

Dans un premier temps, les performances du panel sont testées sur l'espace produit sans la **Peugeot 307** (évaluée une seule fois par chaque sujet).

Des analyses de variance à deux facteurs (produit * sujet), avec interactions calculées pour chaque descripteur, permettent d'évaluer le pouvoir discriminant et l'homogénéité du groupe dans ses évaluations des produits.

La comparaison des visions de l'espace produit des panélistes avec l'analyse procustéenne généralisée permet d'évaluer le niveau de consensus entre les sujets. L'analyse factorielle discriminante (entre les véhicules) permet de juger la cohérence des évaluations entre les sujets et les distances entre les produits, comme l'ont fait Henry-Bressolette sur des petits pains suédois (75) ou Daget et Guion sur des bouillons de poulets (30). L'utilisation de l'analyse factorielle discriminante permet de prendre en compte les descripteurs dans leur ensemble et non pas séparément les uns des autres.

Le consensus sur la **Peugeot 307** a été évalué en effectuant une seconde analyse factorielle discriminante, prenant en compte l'espace produit au complet. La manière dont s'intègre au profil déjà établi, cette voiture évaluée un mois plus tard est un critère de validation de la démarche complète. En effet, si les évaluations du panel sont proches pour cette voiture alors le consensus sémantique obtenu au terme du profil est bon.

4.3.3.7 Les cartes sensorielles

Les positions relatives des produits sont obtenues par analyse en composantes principales normée sur les notes moyennes des produits en prenant en compte toutes les évaluations de tous les sujets. La classification des voitures et des descripteurs est produite par classification ascendante hiérarchique (distance euclidienne, méthode de Ward).

4.4 Marque : la recherche des descripteurs de l'image de marque

L'objectif de ce travail est de positionner différents constructeurs automobiles en terme d'image de marque. Deux hypothèses ont été émises à cet effet. Premièrement, l'image de marque est-elle une notion multidimensionnelle, décomposable en une suite de facteurs ? Deuxièmement, existe-t-il un consensus entre les consommateurs sur la perception qu'ils ont des images de marque ?

L'étude, qui reprend les étapes de la description de l'image de marque des confitures (§3.2.1), s'est décomposée en deux parties distinctes :

- D'abord une **phase descriptive**, de créativité, pour trouver une liste d'une quinzaine de descripteurs afin de caractériser l'image.
- Ensuite une **phase consommateurs** où des clients vont attribuer individuellement une note pour chaque marque et chaque descripteur. La **phase consommateurs** est décrite dans le paragraphe 4.5.

L'objectif est de définir une liste de termes pour décrire l'image de marque de constructeurs automobiles. Cette liste doit être utilisée avec des consommateurs, utilisateurs standard de voitures. Cette liste ne doit donc pas être trop longue : le nombre maximum de termes a été fixé arbitrairement à quinze. Les descripteurs choisis ne doivent pas être trop complexes car ils doivent être compris par des personnes néophytes, non spécialistes de l'automobile. Comme le suggèrent Stone et Sidel (153), le profil conventionnel peut être utilisé pour évaluer des produits matériels, tangibles mais aussi des idées. Les principales étapes de la création d'une liste de descripteurs ont été reprises.

Sept personnes, quatre hommes et trois femmes ont participé aux séances de groupe sur l'image de marque. Le panel était constitué de cinq experts automobiles, tous salariés Renault (Direction de la Recherche, Direction du Produit, Centre d'Analyse de la Concurrence, Direction de l'Ingénierie et des Matériaux, Direction de la Qualité et des Valeurs Clients) et de deux enseignants chercheurs de l'ENSIA, experts en analyse sensorielle.

Les experts automobiles ont été choisis pour leur vision transversale du marché, englobant plusieurs segments, plusieurs constructeurs. Les deux experts de l'ENSIA ont, eux, été sélectionnés pour leur parfaite maîtrise des techniques descriptives de l'analyse sensorielle et pour leur regard de néophytes sur le travail commun, nécessaire à l'obtention d'un outil utilisable par des consommateurs.

Six séances ont été nécessaires à l'obtention d'une liste consensuelle de descripteurs pour caractériser l'image de marque des constructeurs automobiles. Ces rencontres ont eu lieu entre le 10 mars et le 15 mai 2000 et duraient entre deux heures et deux heures et demie.

Spécificité de Marque

Les produits ne sont pas réels puisqu'il s'agit de l'image des marques de constructeurs automobiles.

Pour initier le processus de génération de termes, les sujets ont créé des groupes parmi les marques qu'ils connaissaient. Les descripteurs ont été générés en fonction des différences ou des similitudes entre les groupes, de la même façon que pour l'étude portant sur les confitures.

Les sujets n'ont pas évalué les descripteurs pour chaque marque dans l'étape de tri quantitatif de l'élaboration de la liste. En effet, les évaluations du panel pouvaient ne pas être représentatives de l'ensemble ou de groupes de consommateurs, utilisateurs finaux des termes. La sélection s'est faite sur les fréquences de citation.

Pour pallier une des principales difficultés rencontrées dans le cas des confitures, c'est à dire prendre en charge l'animation, la transcription des résultats au tableau et la prise de notes sur les discussions entre les sujets, deux consultants psychologues ont participé à l'étude en support d'animation.

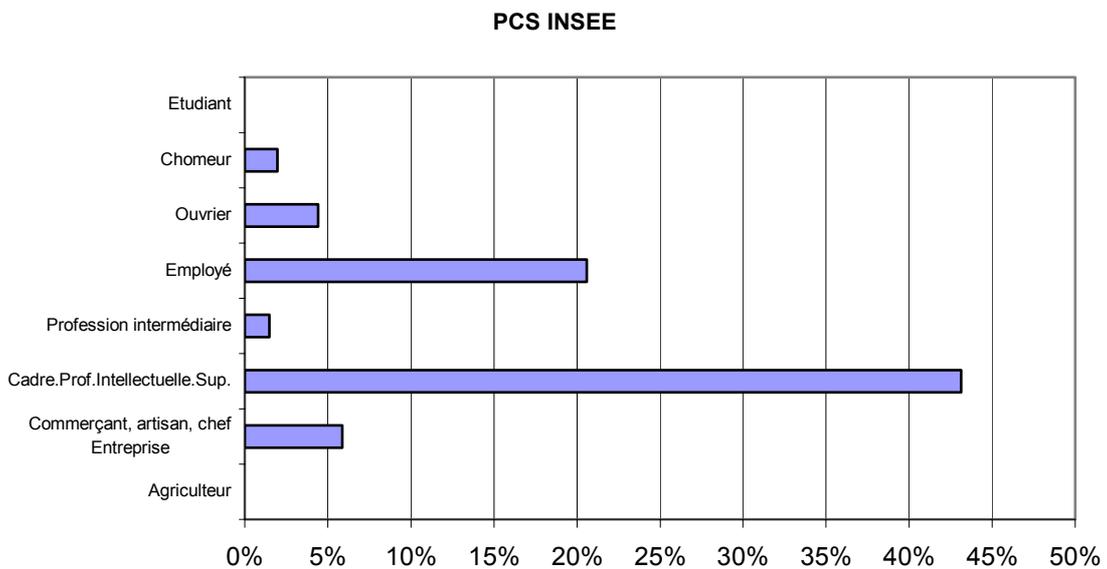
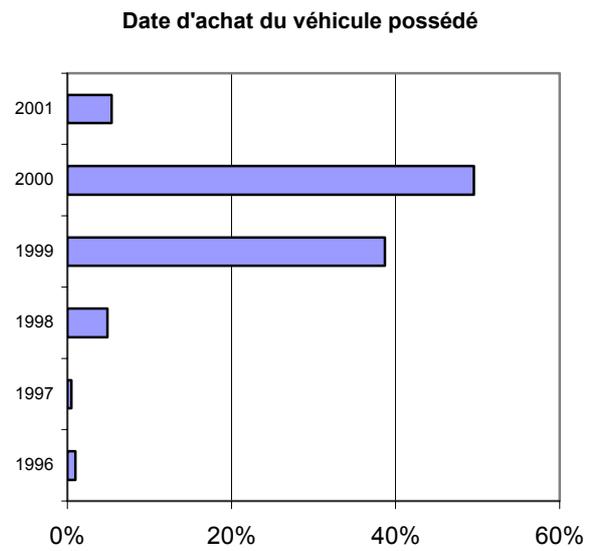
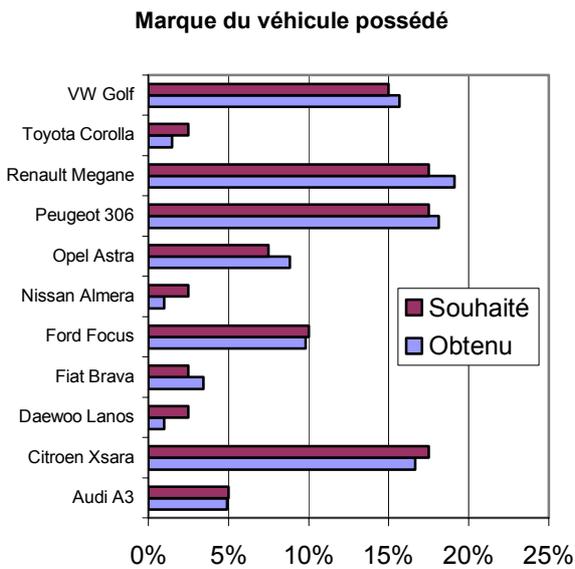


Figure 19 : Répartition des consommateurs de l'étude Conso en fonction de la marque, de la date d'achat du véhicule possédé et de la profession

4.5 Conso : le recueil des avis des consommateurs

Cette phase a deux objectifs : recueillir les notes hédoniques des consommateurs sur l'espace produit d'une part et leur perception de l'image des marques étudiées d'autre part.

4.5.1 Les sujets

Les consommateurs interrogés doivent répondre à plusieurs critères. Ils doivent être possesseurs et utilisateurs d'un véhicule du segment M1. En effet, des clients d'un segment inférieur, comme le segment I, pourraient être moins critiques à l'égard de l'espace produit puisqu'ils possèdent un véhicule plus petit et moins bien équipé ; et inversement pour des clients d'un segment supérieur au M1. Les consommateurs sélectionnés doivent avoir acheté leur véhicule il y a moins de deux ans afin de ne pas posséder un véhicule de conception trop ancienne. Enfin, ces clients doivent avoir participé à un processus d'achat réel lors de leur acquisition pour avoir eu réellement le choix entre plusieurs modèles. C'est pourquoi, ils ne devaient ni avoir accès à des réductions par leur métier (salarié d'un constructeur automobile...), ni être des experts de l'industrie automobile (journalistes...).

La population française est la cible de l'étude pour des raisons de simplification de logistique évidentes. La répartition des différents modèles s'est faite en fonction du marché français en 2000. Il est pertinent d'envisager une étude similaire dans d'autres pays.

Une entreprise s'est chargée du recrutement des consommateurs. Il a été fait en fonction des critères choisis. La taille de cet échantillon ne permet pas de respecter les données du marché pour le sexe, l'âge, en particulier en fonction du véhicule possédé. Par ailleurs, cette entreprise a été aussi chargée de l'achat des cadeaux destinés aux sujets.

Deux cent cinq personnes ont participé au test. L'un des sujets avait des difficultés à comprendre les questions et le déroulement de l'enquête ne permettait pas de l'assister dans cette tâche. Seuls ses résultats n'ont pas été pris en compte.

Le questionnaire fourni aux sujets à leur arrivée sur le lieu du test a permis de les caractériser et de vérifier, *a posteriori*, qu'ils respectaient les critères (Figure 19). Les consommateurs, cent cinquante cinq hommes et quarante-neuf femmes, ont entre 23 et 74 ans (47.7 ans en moyenne), ont déjà possédé de 1 à 21 voitures (6.4 en moyenne), de 1 à 11

marques différentes (3.2 en moyenne), et roulent entre 1000 et 80000 Km par an (19475 Km par an en moyenne) (Annexe 3).

4.5.2 La salle

Les sujets doivent évaluer les véhicules dans une salle privée de toute trace éventuelle de l'identité du commanditaire de l'étude. Cette phase s'est déroulée dans une salle d'exposition de mille mètres carrés à la Cité des Sciences et de l'Industrie à Paris, louée pour quatre jours. Cette salle est divisée en deux zones séparées par des cloisons hautes : la première contient un accueil et une douzaine de tables et chaises pour que les sujets remplissent leur questionnaire. La seconde est réservée à l'évaluation hédonique des voitures, disposées en arc de cercle.

4.5.3 Le déroulement d'une évaluation

Les consommateurs sont convoqués toutes les deux heures de neuf à dix-neuf heures par groupes de onze personnes.

Chaque groupe est accueilli, l'objectif de l'étude leur est expliqué par l'animateur : recueillir leurs perceptions de l'image de marque des onze constructeurs de l'espace produit et indiquer leurs préférences sur onze voitures du segment M1.

Les sujets commencent par remplir le questionnaire sur leurs caractéristiques personnelles (âge, catégorie socioprofessionnelle, véhicule possédé, date d'achat, habitudes de conduite) puis sur leur perception des marques. Une échelle à cinq points est utilisée pour la notation des descripteurs de *Marque*. Les marques sont présentées par ordre alphabétique pour chaque terme. Les questionnaires sont ramassés au terme de cette phase qui dure environ une demi-heure.

L'heure suivante est consacrée à l'évaluation des voitures. Les sujets doivent suivre l'ordre indiqué sur la deuxième partie du questionnaire qui leur est distribuée à ce moment. Ils doivent être assis en place conducteur et sont libres de faire ce qu'ils veulent pour évaluer les véhicules sauf mettre en marche le moteur. Ils attribuent une note entre 0 et 10 (ex aequo et décimales autorisés) à chaque voiture en fonction de leurs préférences – sans tenir

compte des autoradios puisque l'**Audi A3** n'en a pas. Ils peuvent modifier les notes au cours de la visite mais pas revenir dans un véhicule déjà évalué.

Les évaluations suivent un plan complet équilibré. C'est pourquoi, il est important que les sujets soient en phase, que tous commencent ensemble et restent à peu près le même temps dans les voitures.

Le groupe retourne dans la zone où se trouvent les tables. En échange de la deuxième partie du questionnaire, ils reçoivent la troisième. Ils doivent évaluer, en fonction des prix des véhicules indiqués et des essais des voitures, s'ils estiment que le prix de chaque véhicule est raisonnable ou exagéré. L'évaluation se fait sur une échelle à cinq points.

Dès que le questionnaire est rempli et que l'animateur a vérifié qu'aucune réponse n'a été omise dans une des trois parties, le sujet reçoit un cadeau pour sa participation.

Les notes hédoniques et les notes de perception de l'image de marque sont deux types d'information différents demandés aux sujets. L'ordre dans lequel les consommateurs sont interrogés est particulièrement important.

Quelques auteurs se sont intéressés à l'ordre des questions dans les enquêtes. Ainsi, dans une étude sur des biscuits apéritifs, les auteurs notent une différence entre les notes hédoniques des consommateurs suivant qu'ils doivent ou non évaluer des descripteurs sensoriels sur les produits. Si c'est le cas, les notes de préférences sont supérieures en moyenne si l'évaluation hédonique apparaît avant les questions sensorielles (46).

Dans le cas de *Conso*, les évaluations hédoniques et descriptives ne portent pas sur les mêmes produits. Des raisons logistiques, de gestion des retards de consommateurs ont orienté le choix vers une évaluation des marques avant de tester les voitures (Tableau 15).

Tableau 15: Avantages et inconvénients de l'ordre d'évaluation des voitures et de l'image de marque

Recueil des perceptions image de marque	Avantages	Inconvénients
Par courrier, avant le jour de l'étude	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de perte de temps le jour de l'étude 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de contrôle de la personne qui remplit effectivement le questionnaire • Moins de spontanéité
Avant l'évaluation hédonique	<ul style="list-style-type: none"> • Permet de diminuer les conséquences du retard d'un ou plusieurs individus • Evaluation spontanée des images de marque, pas d'influence des voitures de l'espace produit 	<ul style="list-style-type: none"> • Les sujets peuvent être influencés dans leur jugement hédonique par leurs déclarations sur les marques
Après l'évaluation hédonique	<ul style="list-style-type: none"> • Les sujets ne sont pas influencés dans leur jugement hédonique par leurs déclarations sur les marques 	<ul style="list-style-type: none"> • Les sujets peuvent être influencés par ce qu'ils viennent de voir des voitures pour évaluer les marques • le retard d'un ou plusieurs sujets déséquilibre le plan d'évaluation des voitures

Au vu des réflexions précédentes, les consommateurs ne sont pas interrogés directement sur le confort. L'énoncé du questionnaire est : « en considérant le confort, l'esthétique, l'ergonomie (tout ce qui est visuel, tactile, olfactif, auditif...), donner votre appréciation des places avant des véhicules suivants ».

Développée par Peryam et Girardot (128), l'échelle hédonique à neuf points est la plus utilisée dans l'étude des préférences (57, 110, 153). Cette échelle verticale possède neuf catégories de « inacceptable » en bas à « excellent » en haut, transcrite respectivement en notes entre 1 et 9.

Le principal avantage de cette échelle est la facilité de son utilisation. Toutefois, elle a plusieurs inconvénients résumés par Schutz et Cardello (146). Les intervalles définis par les catégories sémantiques ne sont pas équivalents et les résultats doivent être pris en compte comme des rangs. La présence d'une catégorie neutre diminue son efficacité car elle encourage une complaisance dans les jugements, les produits marginaux sont évalués dans cette catégorie. Enfin, il y a une sous utilisation des extrémités de l'échelle réduisant le nombre de points à sept au lieu de neuf.

Dans le cas de *Conso*, ce dernier point est un inconvénient majeur. En effet, si un sujet estime que ses préférences sur les onze voitures sont différentes, il ne peut pas le transcrire sur l'échelle qui n'a que neuf points, dont sept vraiment utilisés.

Pour pallier ce défaut, les consommateurs ont noté les voitures entre 0 à 10, échelle qui rappelle des notations scolaires connues de tous. L'utilisation de notes décimales permet

une évaluation plus précise. A titre d'anecdote, plusieurs consommateurs ont mis des notes sur plusieurs facteurs pour chaque voiture et ont utilisé une calculatrice pour calculer les moyennes. Cette échelle remplit les principaux critères dégagés par Evard *et al.* : la facilité de réponse, la capacité de discrimination, la capacité de transmission de l'information (51).

4.5.4 Le traitement des données

Les consommateurs fournissent trois jeux de données différents, en plus de leurs caractéristiques de conducteur :

- Leurs perceptions de l'image des constructeurs de l'espace produit avant d'avoir vu les voitures
[204 consommateurs X 11 marques X 15 descripteurs]
- Leurs notes hédoniques sur les voitures évaluées
[204 consommateurs X 11 véhicules]
- Leurs impressions sur les prix des véhicules après les avoir évalués
[204 consommateurs X 11 prix de véhicules]

La démarche suivie est la même pour ces trois jeux de données.

1. Le calcul d'analyse de variance avec le facteur Produit ou Marque suivant le cas permet de déterminer si l'ensemble des consommateurs différencient les voitures ou leurs constructeurs
2. La classification des consommateurs permet de faire émerger des groupes dans la population initiale en fonction de leurs préférences sur les voitures, de leurs avis sur les marques ou les prix.

Cette étape conduit à trois segmentations de la population totale : une pour les notes hédoniques sur les voitures, une pour la perception de l'image des constructeurs, une pour les impressions sur les prix des véhicules. Pour simplifier la lecture, les noms des groupes générés sont précédés respectivement de H (comme notes Hédoniques), IDM (comme évaluations Image de Marque) et P (comme perception du Prix).

3. Le calcul d'analyse de variance avec le facteur Produit ou Marque suivant le cas permet de déterminer des points communs ou des différences d'évaluation entre les groupes de consommateurs.

4. La mise en relation des groupes formés pour chaque jeu de données avec les données descriptives des consommateurs (véhicule possédé, âge, sexe, département de résidence, catégorie socioprofessionnelle) permet de rechercher d'éventuelles influences de ces facteurs sur les avis des consommateurs.

Pour chaque segmentation, les données sont traitées brutes, centrées et centrées-réduites, afin de mesurer l'impact de ces traitements préliminaires.

Les aménagements de la démarche

Pour les préférences ou l'impression de prix, les données sont de type vectoriel alors que pour l'image de marque, elles sont de type matriciel.

Les données de l'image de marque sont apparentées à celles de profil sensoriel [sujets X produits X descripteurs]. Toutefois, la principale différence, difficulté supplémentaire, est due à la taille relativement importante du tableau de données. Ce ne sont pas une dizaine de sujets de profil, dont la démarche vise à avoir des jugements relativement proches qui ont évalué les produits, mais deux cent quatre consommateurs pour lesquels le consensus d'opinion n'est qu'une hypothèse éventuelle.

Les analyses de variance sont donc calculées, comme pour un profil sensoriel, sur chaque descripteur de l'image. Pour classifier les consommateurs, la procédure basée sur les R_v et le *multidimensional scaling* a été reprise (§ 3.2.1). Enfin, la recherche d'un consensus par analyse procustéenne permet de savoir si les groupes ainsi définis ont des jugements similaires sur les marques.

4.6 La recherche des liens entre Senso, Marque et Conso

Plusieurs méthodes sont disponibles pour établir des relations entre les jeux de données de profil sensoriel, d'image de marque et de préférences. Parmi ces méthodes, nous utilisons l'analyse factorielle multiple et la cartographie externe des préférences pour expliquer les préférences des consommateurs par les attributs sensoriels des produits.

4.6.1 La cartographie externe des préférences

Pour expliquer les préférences des consommateurs par les attributs sensoriels des produits, la cartographie externe des préférences est une des méthodes les plus utilisées dans l'industrie alimentaire.

Le socle de la cartographie externe des préférences, le plan sensoriel issu du profil, est généralement le plan 1-2 de l'analyse en composantes principales des notes sensorielles moyennes des experts. Pour cette étude, les consommateurs sont modélisés avec le modèle complet, c'est-à-dire le modèle quadratique.

Nous proposons plusieurs variations de ce schéma initial pour améliorer la qualité de la modélisation des consommateurs :

- Quitte à ne conserver que le plan 1-2 de l'analyse factorielle, l'analyse factorielle discriminante peut se substituer à l'analyse en composantes principales. Ainsi, le plan 1-2 conservera seulement les descripteurs pour lesquels il y a un consensus entre les experts. En effet, il est probable que si un descripteur est flou pour les experts, il le soit aussi pour les consommateurs et participe peu à l'expression de la préférence (35).
- Un des avantages de la cartographie externe des préférences est de prendre en compte la variabilité des avis des consommateurs. Pour mieux prendre en compte cette variabilité, une segmentation des consommateurs est envisageable (tant que les groupes ne sont pas d'effectifs trop faibles pour que la cartographie garde un sens). La cartographie est ensuite appliquée à chaque groupe issu de la classification ascendante hiérarchique sur les notes hédoniques centrées-réduites

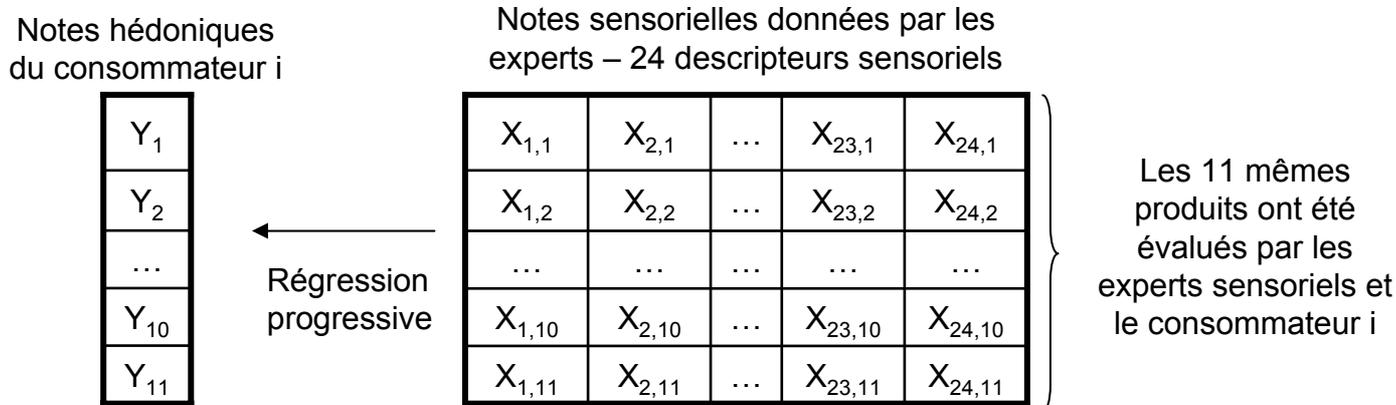


Figure 20 : Régression progressive sur les notes hédoniques d'un consommateur avec les descripteurs sensoriels comme variables prédictrices

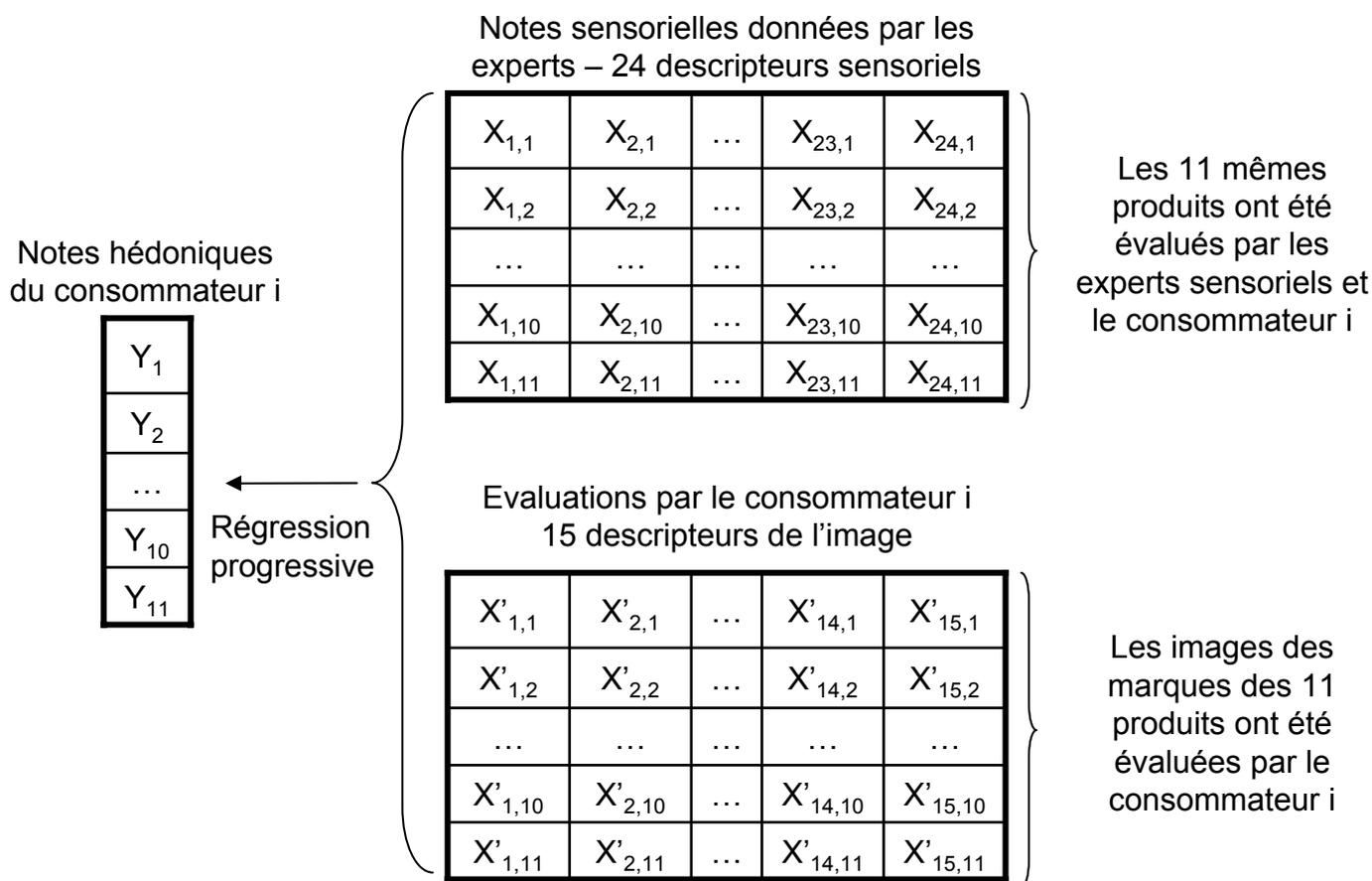


Figure 21 : Régression progressive sur les notes hédoniques d'un consommateur avec les descripteurs sensoriels et son évaluation individuelle des marques comme variables prédictrices

4.6.2 Utiliser la régression progressive pour hiérarchiser les variables sensorielles

Utiliser la cartographie externe des préférences avec les deux premiers axes d'une analyse factorielle (même l'analyse factorielle discriminante) comme variables prédictrices revient à faire l'hypothèse que toutes les variables sensorielles qui participent à l'expression de la préférence des consommateurs contribuent à ces deux axes. Il est pourtant envisageable que la description sensorielle de certains produits nécessite plus de deux axes indépendants.

Pour pallier ce défaut souligné également par Guinard *et al.* (63), il peut être intéressant de sélectionner pour chaque consommateur quels sont les variables sensorielles qui ont du poids dans ses préférences.

Pour cela, il est possible de calculer les corrélations des notes hédoniques de chaque consommateur avec les descripteurs sensoriels et de sélectionner les termes les plus corrélés.

Nous avons plutôt choisi d'utiliser la régression progressive afin de modéliser individuellement les notes hédoniques de chaque consommateur (Figure 20). Ainsi, à chaque sujet correspond la liste de descripteurs et leurs coefficients de régression qui permet la meilleure modélisation de ses notes de confort. En considérant l'ensemble des consommateurs, une liste des descripteurs sensoriels les plus utilisés dans la modélisation, et donc des plus pertinents pour comprendre leur perception du confort, est obtenue.

4.6.3 Utiliser la régression progressive pour quantifier l'influence des caractéristiques sensorielles des voitures et celles de leur image de marque sur les notes hédoniques des consommateurs

La régression progressive est utilisée sur chaque consommateur individuellement. Dans ce cas, ce ne sont plus les descripteurs sensoriels seuls qui sont les variables prédictrices mais les variables sensorielles et les évaluations des images de marques qu'a faites le consommateur. La variable à prédire reste le vecteur des notes hédoniques de ce consommateur (Figure 21).

Ainsi, pour chaque consommateur, la régression fournira la liste des variables sensorielles et d'image de marque qui modélisent le mieux ses notes hédoniques. La part du jeu de variables sensorielles et du jeu de descripteurs de l'image de marque permettra de savoir si ce consommateur est plus influencé par ce qu'il perçoit dans les voitures ou par ce qu'il connaît des marques de ces véhicules.

5 Résultats et discussion

5.1 Présenso

Existe-t-il des éléments ou des fonctions de l'habitacle avant des voitures auxquels les consommateurs prêtent plus attention quand il s'agit de leur confort ?

Présenso a pour but de hiérarchiser les éléments ou fonctions de l'habitacle avant d'une voiture en fonction de l'importance que des consommateurs leur accordent dans leur perception du confort.

Les comportements ont été très différents d'un consommateur à l'autre. Laissés sans consignes précises dans les voitures, une partie des consommateurs a réglé son siège ou bouclé sa ceinture. Ainsi, un biais non quantifiable est apparu au cours de l'étude. En effet, les consommateurs qui ont réglé leur siège ont pu évaluer les différences entre les voitures sur ce point et prendre en compte ce facteur pour la construction de leur liste de critères de confort. A l'opposé, les sujets qui n'ont pas réglé leur siège ont pu oublier ce facteur qu'ils auraient estimé important. Pour mieux prendre en compte ce biais, il aurait été intéressant de filmer les consommateurs ou d'avoir une liste des actions possibles à cocher au fur et à mesure. La phase de synthèse a duré entre deux et dix minutes, cinq minutes en moyenne.

Dans la majorité des cas, après avoir vu un ou deux véhicules, les sujets regrettaient de ne pas avoir fait attention à tel ou tel point dans les voitures précédentes. Ce comportement montrait qu'ils avaient la plupart du temps besoin de stimuli, positifs ou négatifs, pour prendre conscience de critères auxquels ils attachent de l'importance sans l'avoir vraiment réalisé. Cela a confirmé l'idée que les consommateurs avaient besoin d'être en contact avec les produits pour se forger une opinion sur leurs critères de confort.

Les sujets, dans l'ensemble, étaient cohérents entre leur discours dans les voitures et lors de la synthèse. Un exemple est toutefois frappant : un sujet a dans chacun des dix véhicules fait fonctionner systématiquement l'essuie-glace arrière en vérifiant dans le rétroviseur l'étendue de la surface de nettoyage. Après sa synthèse et une relance, il a indiqué que cela n'avait aucune importance pour lui.

Les sujets ont cité entre quatre et dix-neuf éléments/fonctions, un peu plus de huit en moyenne. Ces chiffres sont à mettre en relation avec la centaine d'éléments présents dans l'habitacle avant des voitures. Cette liste initiale d'éléments a donc été réduite pour simplifier l'affectation des idées émises lors des synthèses. Cette simplification est discutable puisque arbitraire, toutefois les résultats ont confirmé qu'un équilibre entre une trop grande réduction de la liste et un foisonnement d'éléments avait été atteint.

Pour chaque idée, l'affectation est faite en fonction de ce qu'elle renferme. Par exemple, la phrase « les commandes d'ouverture et de fermeture de ventilation doivent être agréables à la vue et au toucher » correspond à des modalités sensorielles : la vue et le toucher ; à une prestation : la climatisation ; et à des objets : les commandes. « Il doit y avoir des lève-vitres électriques à l'arrière » correspond à la catégorie « équipement ». « Il doit y avoir une bonne odeur » est affecté à l'odorat et à la voiture en général.

La vue, le toucher et la somesthésie (hors toucher) sont les sens majoritairement impliqués. Le niveau d'équipement et l'accessibilité des éléments/fonctions ont une importance primordiale dans la recherche des critères de confort. Le siège et ses réglages, les commandes (boutons de réglages, d'activation de fonctions) en général, le volant, les matériaux utilisés, la planche de bord, le tableau de bord, les rangements, les portes, la radio sont davantage cités par rapport à la moyenne (Tableau 16).

Tableau 16 : Nombre de citations des éléments/fonctions pour les critères de confort

Sens	Nb Cit.	Eléments (1/2)	Nb. Cit.	Eléments (2/2)	Nb. Cit.
visuel	79	Siège	45	levier de vitesses	4
tactile	48	commandes	31	accoudoir latéral	3
somesthésie	39	volant	23	pare-soleil	3
auditif	13	voiture	22	ceinture de porte	2
olfactif	10	matériaux	20	climatisation	2
		planche de bord	16	frein à mains	2
		réglages sièges	15	klaxon	2
		tableau de bord	14	plafonnier	2
		rangements	12	réglage intensité lumineuse du tableau de bord	2
		portes	10	visibilité	2
		radio	10	appui-tête	1
		pommeau	7	bandeau bas de caisse	1
		réglages rétroviseur	7	boîte de vitesses	1
		lève-vitres	6	ceinture de sécurité	1
		clé	5	clignotants	1
		console centrale	5	couleur tableau de bord	1
		télécommande	5	pédales	1
		réglages volant	5	serrures	1
		accoudoir central	4		

Cette étude apporte deux types de renseignements :

La hiérarchisation des éléments, ou des fonctions, importants pour la perception du confort pour les consommateurs interrogés permettra de vérifier que des dimensions n'étaient pas négligées ou que certains points prenaient trop d'importance dans la recherche des descripteurs sensoriels.

Ensuite, l'expérience d'avoir passé près de cent heures à écouter des clients d'automobile s'exprimer sur le confort permet de formuler un certain nombre de points à ne pas négliger dans la construction du profil :

- Même dans des conditions de show-room où ils ne conduisent pas les voitures, les consommateurs ne s'intéressent pas seulement aux aspects purement statiques du confort tels que le siège, la présence d'accoudoir... Ils imaginent la manière dont ils vont conduire le véhicule, dont ils vont interagir avec lui quand ils rouleront. Cela se traduit par des réflexions sur les commandes, les réglages, la visibilité. Ils imaginent aussi leur vie dans le véhicule, ce qui implique de s'intéresser à l'espace, aux rangements...
- Ils s'arrêtent également sur des points qui ne font pas partie intégrante de l'habitacle avant comme les clés, la condamnation des serrures, les bruits des portières qui se ferment.

5.2 Senso

5.2.1 La mise en place du profil sensoriel

La liste contient finalement vingt-quatre descripteurs (Tableau 17). Onze descripteurs relèvent de la somesthésie (hors toucher), sept sont visuels, quatre tactiles et trois auditifs. Il y a neuf descripteurs concernant le poste de conduite, sept sur les commandes, quatre sur le siège et quatre en rapport avec les portières. On retrouve la même segmentation que dans *Présenso* : des descripteurs caractérisent l'habitacle de la voiture à l'arrêt alors que d'autres correspondent à l'extrapolation des perceptions en statique à la conduite réelle.

Tableau 17 : Liste définitives des descripteurs pour le profil sensoriel
(O=Ouïe, V=Vision, S=Somesthésie, T= Toucher)

Descripteur	Définition	Protocole	Bornes - / +	Élément	Sens
Bruit de fermeture de portière	Tonalité du bruit de fermeture de la portière conducteur	Etre assis en position conducteur, fermer la portière, évaluer la tonalité du bruit de fermeture	Très mat Très aigu	Portière	O
Temps de réglage du siège	Impression de temps nécessaire pour trouver une position de conduite optimale	S'asseoir en position conducteur, régler le siège (longitudinal, hauteur, inclinaison dossier) et le volant pour trouver sa position optimale de conduite	Très court Très long	Siège	S T Temps
Fermeté de l'assise	Niveau d'enfoncement du corps dans l'assise	Rebondir sur l'assise	Non ferme Très ferme	Siège	S
Fermeté du dossier	Niveau d'enfoncement du corps dans le dossier	Pousser avec les pieds pour s'enfoncer dans le siège	Non ferme Très ferme	Siège	S
Siège enveloppant	Pourcentage du corps collé au siège	Considérer le siège avec l'appui tête	Non enveloppant Très enveloppant	Siège	S
Notion d'espace	Impression d'espace aux places avant	Evaluer la distance entre le conducteur et le bas du pare-brise côté passager	Non spacieux Très spacieux	Poste de conduite	V
Homogénéité visuelle	Nombre de couleurs et de matières différentes de la porte avant gauche à la porte avant droite	Balayer tout l'espace – ne pas prendre en compte les sièges	Peu homogène Très homogène	Poste de conduite	V
Lisibilité du tableau de bord	Facilité à trouver une information sur le tableau de bord	Allumer le tableau de bord, régler l'intensité au maximum, regarder à l'infini, regarder le tableau de bord et évaluer la rapidité à trouver une information	Non lisible Très lisible	Poste de conduite	V
Accessibilité aux fonctions	Accès aux différentes fonctions	Evaluer la distance ente le conducteur et les fonctions Warning, Dégivrage arrière et Lève-vitre conducteur	Non accessible Très accessible	Commandes	V
Bruit des commandes	Intensité sonore provoquée par la manipulation des différentes commandes	Evaluer l'intensité sonore des commandes aux places avant – ne pas prendre en compte le bruit de la fonction	Non bruyant Très bruyant	Commandes	O
Homogénéité de l'effort au débrayage	Homogénéité de l'effort pendant la course	Débrayer puis embrayer plusieurs fois de suite sans tenir compte des embrayages. Evaluer l'homogénéité de l'effort au débrayage	Non homogène Très homogène	Commandes	S
Grosesse du pommeau	Encombrement du pommeau de levier de vitesses dans la main droite	Prendre le pommeau de levier de vitesses en main, évaluer le volume occupé par le pommeau dans la main	Non volumineux Très volumineux	Commandes	T
Précision de la boîte de vitesses (difficulté à trouver les vitesses)	Faculté de trouver facilement les vitesses	En débrayant, passer toutes les vitesses sauf la marche arrière, évaluer les difficultés à passer les vitesses ou à trouver la bonne vitesse	Trouve facilement Trouve très difficilement	Commandes	S
Diamètre du volant	Place prise par le volant	Evaluer l'épaisseur de la jante par rapport à la surface des espaces vides à l'intérieur du volant	Très petit Très grand	Commandes	V
Mobilité de la main sur la jante	Glissement de la main sur le volant malgré la texture ou les protubérances	Poser la main sur la jante à 12:00, évaluer le caractère "glissant" en terme d'effort jusqu'à 15:15 en agrippant bien le volant	Non mobile Très mobile	Commandes	T
Grosesse du frein à main	Diamètre du frein à main à son extrémité	Evaluer le diamètre du frein à main en le serrant, pouce posé sur le bouton	Très petit Très grand	Commandes	T
Effort pour utiliser le frein à main	Force nécessaire pour serrer le frein à main	Relever le frein à main sans appuyer sur le bouton, évaluer l'effort nécessaire pour la manipulation	Très faible Très important	Commandes	S
Difficulté à lire une carte routière	Quantité de lumière fournie par le plafonnier	Evaluer la capacité du plafonnier à permettre au conducteur de lire une carte routière	Très facile Très difficile	Poste de conduite	V
Solidité du cendrier	Soin de fabrication apporté au cendrier	Evaluer les jeux du cendrier ouvert	Très fragile Très solide	Poste de conduite	S
Solidité de la boîte à gants	Résistance de la boîte à gants aux ouvertures / fermetures	Ouvrir la boîte à gants, évaluer la solidité des charnières	Très fragile Très solide	Poste de conduite	S
Impression de volume des rangements	Volume total disponible proposé par les bacs de rangements	Evaluer le volume total de tous les rangements des places avant avec les portes fermées	Non spacieux Très spacieux	Poste de conduite	V
Effort sur la palette et la porte pour l'ouverture	Somme des forces à exercer sur la palette et sur la porte pour ouvrir	Evaluer les efforts à fournir pour ouvrir la porte conducteur	Très faible Très important	Portière	S
Difficulté pour obtenir l'ouverture souhaitée de la porte	Capacité à maintenir la porte ouverte à un angle donné	Ouvrir la porte conducteur à l'angle juste nécessaire pour pouvoir sortir. Evaluer la facilité à maintenir la porte à cet angle	Très facile Très difficile	Portière	S
Bruit de condamnation	Evaluer la notion "est ce qu'on sait, au bruit, si la voiture est fermée ?"	Tourner le dos à la voiture, actionner la télécommande, évaluer l'intensité sonore	Non informatif Très informatif	Portière	O

Pour la plupart de ces descripteurs, l'intégration est une sommation. Ainsi, l'*accessibilité aux fonctions* correspond à la somme des distances perçues entre le conducteur et plusieurs

fonctions représentatives de l'usage qu'on fait d'un véhicule, sans utiliser un descripteur pour chaque fonction. *L'impression de volume des rangements* est la somme des volumes des différents rangements de l'habitacle avant. *L'effort sur la palette et la porte à l'ouverture* correspond à la somme de ces deux efforts. Pour le *bruit des commandes*, il s'agit de la somme des bruits générés par les commandes. De même, le terme *homogénéité visuelle* correspond à un décompte des différentes couleurs et matières aux places avant.

Pour d'autres, le phénomène d'intégration est un peu différent. Pour le *temps de réglage des sièges*, le sujet ne dispose pas d'un chronomètre ; au mieux peut-il utiliser l'horloge de la voiture – il s'agit donc d'une estimation plus que d'une mesure. Il semble que cette estimation de temps soit proportionnelle aux difficultés liées à l'accessibilité et à l'usage des commandes de réglages. Au cours de la génération de termes et de l'entraînement, les sujets ont été beaucoup en contact avec ces réglages et certains pensaient que, l'expérience aidant, le temps de réglage finirait par être le même pour tous les sièges. L'hypothèse était que même si le temps de réglage allait diminuer, il permettrait quand même de discriminer les voitures. Au début de chaque évaluation, les sièges étaient complètement déréglés pour ne pas fausser la notation. Quand la position de conduite optimale ne peut pas être trouvée, le sujet doit noter la voiture comme ayant un temps de réglage de sièges maximal.

Malgré les recommandations exprimées par Gazano (58) et Lawless et Heymann (95), la liste comporte plusieurs descripteurs multidimensionnels qui nécessitent un processus d'intégration de plusieurs sensations par le sujet. Ce processus d'intégration a été facilité par la mise en place de protocoles précis permettant de procéder à la mesure sans ambiguïtés.

Dans le cas de *Senso*, la richesse sensorielle des places avant de voiture a conduit à la génération exhaustive de plus de cinq cents termes. C'est donc pour garder un nombre de descripteurs raisonnables qu'il a été nécessaire de conserver tels quels certains termes multidimensionnels.

En effet, l'objectif n'est pas de décrire dans le détail tous les aspects qui différencient les voitures de l'espace produit mais d'obtenir une "photographie" sensorielle proche des perceptions qu'en ont des consommateurs néophytes. Le caractère discriminant d'un descripteur et la répétabilité du panel semblent des critères suffisants pour déterminer si le travail de description sensorielle a été fait correctement. En effet, si le panel surmonte les difficultés de mesure de termes multidimensionnels, rien n'interdit de les prendre en considération, compte tenu des objectifs de l'étude.

Si nécessaire et pour en avoir une approche plus précise, ce type de termes peut être décomposé en descripteurs monodimensionnels comme l'ont fait Helander *et al.* pour *temps de réglage des sièges* en évaluant l'accessibilité, la force nécessaire à l'emploi et la facilité de manipulation des commandes de réglages de vingt sièges (72). Cette nouvelle étude perdrait la notion d'interactivité entre différents confort et différentes zones du confort mais permettrait en revanche d'obtenir un cahier des charges quantifié pour caractériser les sièges ou tout autre élément dans un contexte donné.

Certains descripteurs comme la *solidité du cendrier* ou de la *boîte à gants* peuvent paraître hédoniques. Toutefois, il semble que le consensus sur ces descripteurs et leur capacité à différencier les produits soient les critères qui permettent de décider s'ils doivent être rejetés ou conservés.

Aucun descripteur d'odeur n'a été retenu. En effet, l'évaluation d'un terme d'intensité d'odeur est assez complexe d'un point de vue pratique. En effet, « l'odeur de neuf » des véhicules s'estompait rapidement lors des séances d'évaluation, ce que soulignent également Sakakibara *et al.* (141). Il fallait que les voitures restent fermées plus d'un jour entier pour qu'elle réapparaisse. A moins de complexifier beaucoup le mode opératoire en espaçant les séances, les sujets ne pouvaient donc pas évaluer les mêmes produits en terme d'odeur.

5.2.2 Le traitement des données

Les panélistes distinguent-ils les produits pour chaque descripteur ?

Pour dix-neuf des vingt-quatre descripteurs, tous les sujets distinguent les produits au seuil de 5% (Tableau 18).

Les descripteurs *temps de réglage des sièges* et *diamètre du volant* ne sont pas discriminants pour trois sujets. Ce sont deux descripteurs difficiles à évaluer ; le premier parce qu'il sous-entend que le sujet évalue correctement l'écoulement du temps sans chronomètre, le second parce que les produits sont très proches instrumentalement

Tableau 18 : Tableau synthétique des résultats (F de Fisher et probabilité associée) de l'analyse de variance pour le facteur Produit (11 produits, 8 sujets, 3 répétitions) sur les vingt-quatre descripteurs du profil *Senso* – en grisé, les différences non significatives à 5%

	S1		S2		S3		S4		S5		S6		S8		S9	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Bruit Ferm. Portière	4.72	0.00	11.73	0.00	26.44	0.00	28.11	0.00	4.44	0.00	6.84	0.00	7.85	0.00	7.76	0.00
Temps régl. Siège	1.98	0.10	6.05	0.00	3.51	0.01	2.31	0.06	6.93	0.00	0.98	0.48	2.41	0.05	12.74	0.00
Fermeté assise	35.13	0.00	20.57	0.00	19.11	0.00	8.09	0.00	4.73	0.00	9.87	0.00	6.92	0.00	8.51	0.00
Fermeté dossier	16.26	0.00	23.74	0.00	20.66	0.00	10.10	0.00	11.32	0.00	9.39	0.00	12.08	0.00	10.03	0.00
Siège enveloppant	19.74	0.00	4.43	0.00	14.06	0.00	20.40	0.00	6.22	0.00	9.79	0.00	4.40	0.00	3.60	0.01
Espace	5.06	0.00	4.75	0.00	5.10	0.00	5.31	0.00	4.30	0.00	4.82	0.00	5.47	0.00	2.59	0.04
Homog. Visuelle	29.58	0.00	20.36	0.00	14.16	0.00	25.00	0.00	11.37	0.00	16.30	0.00	20.95	0.00	11.97	0.00
Lisibilité tabl. de bord	9.14	0.00	8.83	0.00	3.61	0.01	6.03	0.00	10.21	0.00	4.42	0.00	3.74	0.01	21.48	0.00
Access. Fonctions	14.16	0.00	8.13	0.00	12.10	0.00	2.41	0.05	8.86	0.00	4.38	0.00	37.58	0.00	13.92	0.00
Bruit commandes	24.14	0.00	5.17	0.00	10.97	0.00	8.63	0.00	3.53	0.01	4.26	0.00	4.72	0.00	4.86	0.00
Homog. effort déb.	9.89	0.00	18.81	0.00	27.15	0.00	14.36	0.00	8.88	0.00	9.69	0.00	6.01	0.00	7.70	0.00
Gros pommeau	8.75	0.00	4.79	0.00	14.50	0.00	7.34	0.00	17.52	0.00	12.58	0.00	4.07	0.00	16.99	0.00
Diff. trouver vitesses	4.81	0.00	10.58	0.00	2.01	0.09	2.42	0.05	17.30	0.00	1.33	0.28	3.54	0.01	13.84	0.00
Diamètre volant	7.38	0.00	1.04	0.44	10.27	0.00	2.07	0.08	3.04	0.02	1.56	0.19	14.40	0.00	3.79	0.01
Mobilité main jante	3.74	0.01	4.34	0.00	3.06	0.02	2.53	0.04	7.11	0.00	5.42	0.00	4.80	0.00	10.59	0.00
Gros FAM	8.51	0.00	9.56	0.00	19.13	0.00	10.85	0.00	34.44	0.00	19.70	0.00	3.24	0.01	10.88	0.00
Effort FAM	16.26	0.00	11.19	0.00	53.80	0.00	6.06	0.00	29.61	0.00	41.98	0.00	1.03	0.45	45.71	0.00
Difficulté lire carte	1.40	0.25	0.54	0.83	34.61	0.00	12.70	0.00	12.46	0.00	6.07	0.00	8.35	0.00	4.50	0.00
Solidité cendrier	27.23	0.00	52.96	0.00	56.79	0.00	119.62	0.00	62.06	0.00	12.24	0.00	7.27	0.00	10.39	0.00
Solidité boîte à gants	51.28	0.00	14.90	0.00	11.26	0.00	4.74	0.00	12.07	0.00	4.99	0.00	11.18	0.00	30.70	0.00
Volume rangements	4.45	0.00	2.30	0.06	2.34	0.05	4.83	0.00	5.86	0.00	6.64	0.00	8.57	0.00	15.71	0.00
Effort palette	10.95	0.00	20.95	0.00	7.79	0.00	17.88	0.00	16.15	0.00	9.51	0.00	13.67	0.00	9.74	0.00
Diff. Obt. angle porte	2.23	0.06	4.63	0.00	3.57	0.01	3.50	0.01	56.27	0.00	2.92	0.02	6.38	0.00	362.78	0.00
Bruit condamnation	31.82	0.00	30.16	0.00	8.94	0.00	25.09	0.00	14.21	0.00	23.98	0.00	9.58	0.00	18.12	0.00

Les analyses de variance individuelles pour le facteur Produit indiquent une très bonne discrimination des voitures pour tous les descripteurs et tous les sujets.

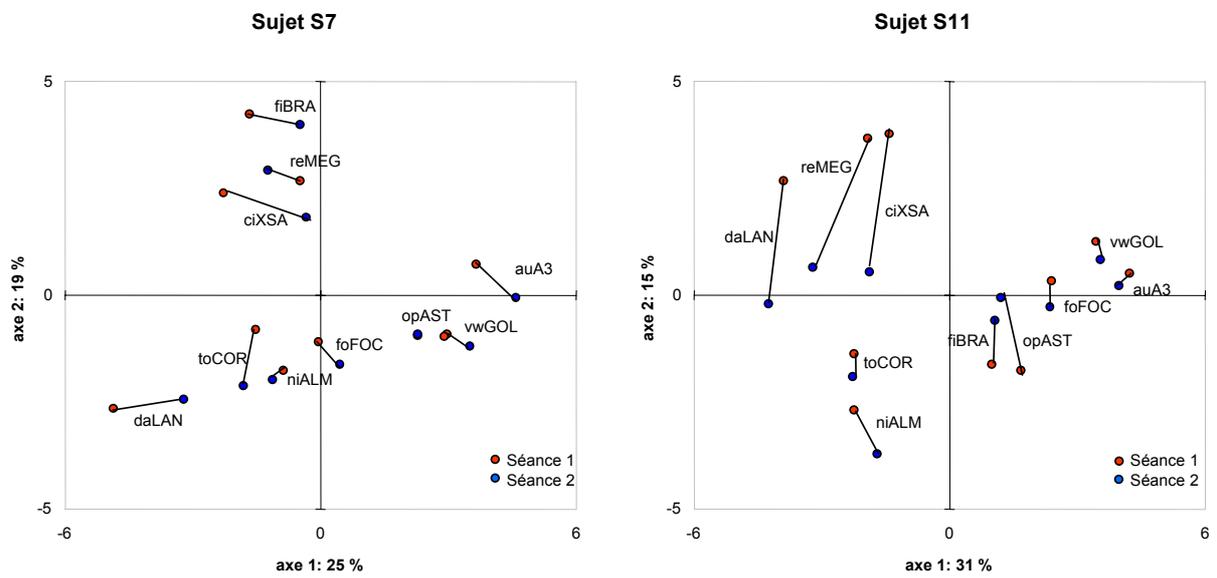


Figure 22 : Représentation des voitures pour les panélistes n'ayant fait que deux évaluations lors de Senso. Plan principal obtenu par analyse en composantes principales sur les 2 répétitions de chaque sujet (reliées par un trait)

Les panélistes sont-ils répétables ?

Seuls deux sujets ont un descripteur non répétable au seuil de 5% (Tableau 19).

Tableau 19 : Tableau synthétique des résultats (F de Fisher et probabilité associée) de l'analyse de variance à un facteur (séances) (11 produits, 8 sujets, 3 répétitions) sur les vingt-quatre descripteurs du profil *Senso* – en gris, les différences significatives à 5%

	S1		S2		S3		S4		S5		S6		S8		S9	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Bruit Ferm. Portière	0.83	0.45	0.14	0.87	0.10	0.91	0.02	0.98	1.44	0.25	1.57	0.23	0.52	0.60	0.66	0.53
Temps régl. siège	0.21	0.81	0.72	0.49	0.08	0.93	1.73	0.20	0.02	0.98	1.39	0.27	4.16	0.03	0.14	0.87
Fermeté assise	0.07	0.93	0.12	0.89	0.13	0.87	0.19	0.83	0.57	0.57	0.23	0.80	0.12	0.89	0.31	0.73
Fermeté dossier	0.01	0.99	0.04	0.96	0.07	0.93	0.03	0.97	0.46	0.63	1.04	0.37	0.65	0.53	0.46	0.64
Siège enveloppant	0.49	0.62	0.74	0.49	0.84	0.44	0.38	0.69	0.09	0.92	0.47	0.63	0.04	0.96	2.32	0.12
Espace	0.69	0.51	0.20	0.82	0.22	0.80	0.16	0.86	0.43	0.65	2.23	0.13	0.24	0.79	0.41	0.67
Homog. visuelle	0.01	0.99	0.26	0.77	0.01	0.99	0.30	0.74	0.47	0.63	0.00	1.00	0.21	0.81	0.22	0.81
Lisibilité tabl. de bord	0.28	0.76	0.01	0.99	0.45	0.64	0.38	0.68	0.07	0.93	1.00	0.38	1.10	0.35	0.27	0.77
Access. fonctions	0.29	0.75	0.10	0.90	0.08	0.93	0.24	0.79	0.27	0.77	0.00	1.00	0.01	0.99	0.11	0.90
Bruit commandes	0.08	0.93	0.25	0.78	1.11	0.34	0.35	0.71	1.79	0.19	1.06	0.36	1.00	0.38	0.09	0.92
Homog. effort déb.	0.63	0.54	0.13	0.88	0.43	0.65	0.28	0.76	0.13	0.88	0.60	0.55	0.83	0.45	0.22	0.81
Gros pommeau	0.54	0.59	0.22	0.80	0.01	0.99	0.96	0.39	0.37	0.70	0.13	0.88	0.46	0.64	0.08	0.92
Diff. trouver vitesses	1.53	0.24	0.30	0.75	0.16	0.85	0.34	0.71	0.42	0.66	0.39	0.68	0.05	0.95	0.08	0.93
Diamètre volant	0.01	0.99	2.48	0.10	0.48	0.62	0.00	1.00	0.44	0.65	0.93	0.41	0.03	0.97	1.65	0.21
Mobilité main jante	0.23	0.80	0.47	0.63	3.64	0.04	2.04	0.15	0.95	0.40	0.70	0.51	1.03	0.37	0.06	0.94
Gros FAM	0.27	0.76	0.06	0.95	0.20	0.82	0.81	0.46	0.25	0.78	0.11	0.89	0.82	0.45	0.10	0.91
Effort FAM	0.20	0.82	0.21	0.81	0.01	1.00	0.70	0.51	0.14	0.87	0.26	0.77	0.22	0.80	0.01	0.99
Difficulté lire carte	1.55	0.23	1.27	0.30	0.07	0.94	0.39	0.68	0.01	0.99	1.20	0.32	0.02	0.98	1.46	0.25
Solidité cendrier	0.13	0.88	0.01	0.99	0.09	0.92	0.01	0.99	0.07	0.93	0.39	0.68	0.16	0.85	0.74	0.49
Solidité boîte à gants	0.04	0.96	0.07	0.93	0.18	0.84	0.24	0.79	0.07	0.94	2.73	0.08	0.11	0.89	0.36	0.70
Volume rangements	1.01	0.38	2.36	0.11	0.03	0.97	1.27	0.30	0.14	0.87	0.72	0.50	0.15	0.86	0.40	0.68
effort palette	0.07	0.93	0.21	0.81	0.23	0.80	0.06	0.94	0.25	0.78	0.37	0.69	0.53	0.60	0.64	0.54
Diff. Obt. angle porte	0.89	0.42	2.87	0.07	0.08	0.92	0.11	0.90	0.04	0.97	0.13	0.88	0.48	0.63	0.00	1.00
Bruit condamnation	0.02	0.98	0.48	0.62	2.06	0.15	0.16	0.85	0.72	0.50	0.51	0.61	0.21	0.81	0.48	0.63

Les analyses de variance individuelles pour le facteur Séance indiquent une très bonne répétabilité des sujets pour chaque descripteur.

Les sujets S7 et S11 n'ont évalué les produits que deux fois ; il n'est donc pas possible d'effectuer des analyses de variance sur leurs données. Pour évaluer leur répétabilité et leur capacité à discriminer les produits, leurs données sont traitées par analyses en composantes principales individuelles. L'étude des plan 1-2 des analyses en composantes principales calculées à partir de leurs notes individuelles sur les deux séances indique que ces deux sujets discriminent bien les produits : les traits joignant deux évaluations d'un même produit ne se coupent pas et sont bien séparés. Toutefois, le sujet S11 semble moins répétable que S7 : ses traits, plus longs, indiquent de plus grandes différences dans les évaluations des produits d'une séance à l'autre (Figure 22). La position des produits évalués par le sujet S7 est identique d'une séance à l'autre sur l'axe 1. Par contre, les écarts entre les positions des différentes voitures sur l'axe 2 sont plus faibles pour la séance 2 que pour la séance 1 : la discrimination des produits est moins forte.

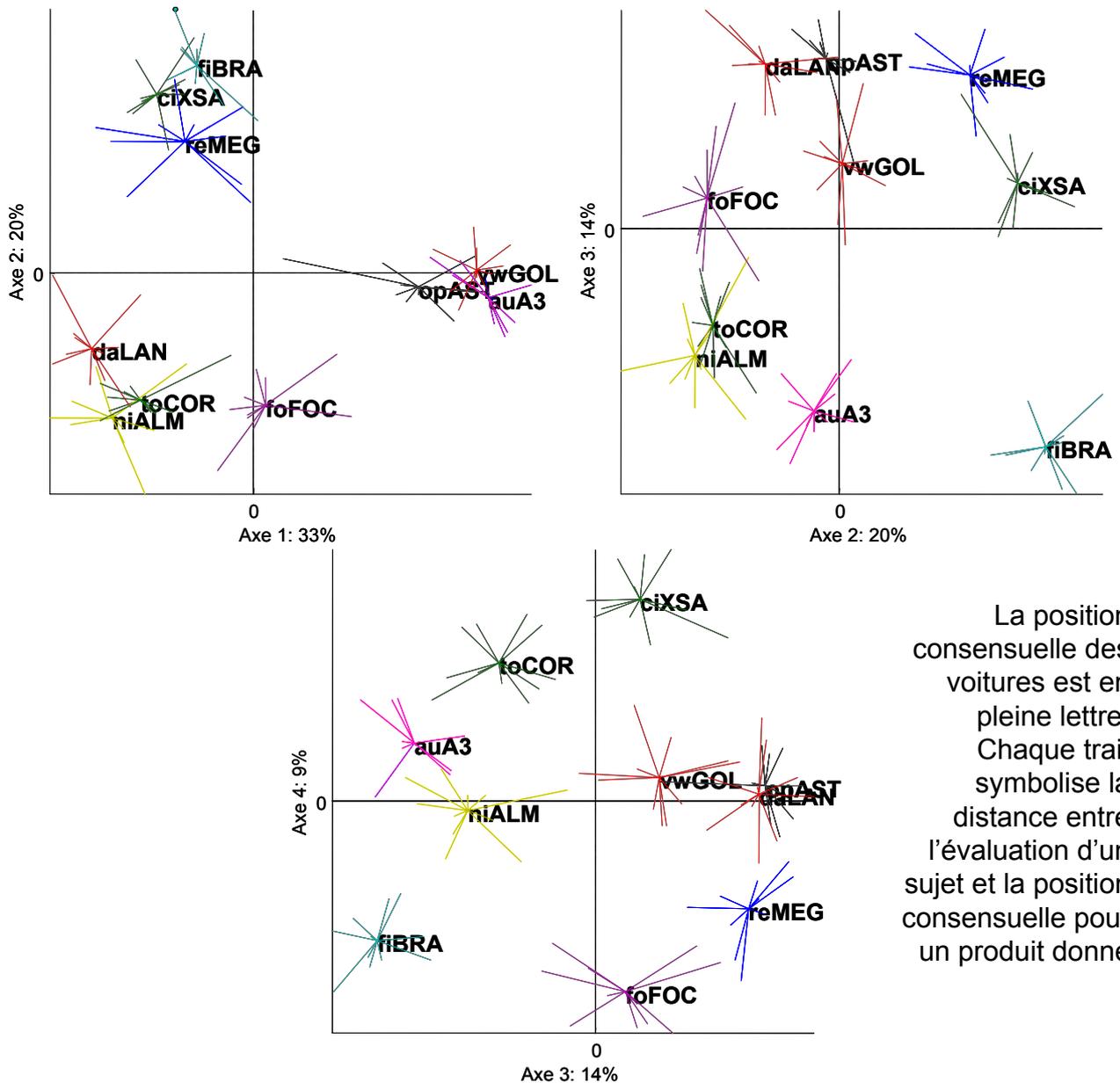
Le sujet S10 n'a fait qu'une évaluation. L'évaluation de son pouvoir discriminant et de sa répétabilité est donc impossible à évaluer. Sa proximité au consensus dans l'analyse procustéenne des données de tous les sujets permet de vérifier la cohérence de sa notation par rapport au groupe.

Existe-t-il un consensus entre les panélistes dans l'évaluation des produits ?

Dans un cas « idéal » de profil sensoriel, l'analyse de variance à deux facteurs (Produit X Sujet) avec interactions, pour chaque descripteur, doit indiquer :

- qu'il y a un effet Produit significatif (le groupe différencie les produits)
- que l'effet Sujet n'est pas significatif (les sujets utilisent l'échelle de notation de la même façon),
- que l'interaction sujet/produit n'est pas significative (les sujets classent les produits dans le même ordre).

Dans le cas de **Senso**, il y a un effet Produit fort pour tous les descripteurs mais il y aussi un fort effet Sujet et des interactions importantes entre produits et sujets (Tableau 20). Ces résultats, peu satisfaisants, indiquent qu'il n'y a pas un consensus fort entre les sujets quand on considère les descripteurs un par un. L'utilisation de descripteurs multidimensionnels peut être la cause de ce résultat. Une prise en compte de tous les descripteurs dans leur ensemble permettra de juger du consensus entre les sujets.



La position consensuelle des voitures est en pleine lettre. Chaque trait symbolise la distance entre l'évaluation d'un sujet et la position consensuelle pour un produit donné

Figure 23 : Espace produit obtenu après analyse procustéenne sur les évaluations sensorielles de tous les sujets pour Senso

Tableau 20: Tableau synthétique des résultats (F de Fisher et probabilité associée) de l'analyse de variance à deux facteurs Produit - Sujet avec interaction (11 produits, 8 sujets, 3 répétitions) sur les vingt-quatre descripteurs du profil *Senso* (en grisé, les différences non significatives à 5%)

	Produit		Sujet		Interaction	
	F	P	F	P	F	P
Bruit Fermeture Portière	54.41	0.00	8.63	0.00	1.53	0.02
Temps réglages siège	11.75	0.00	3.84	0.00	2.46	0.00
Fermeté assise	66.86	0.00	10.23	0.00	2.02	0.00
Fermeté dossier	78.73	0.00	3.85	0.00	2.44	0.00
Siège enveloppant	47.79	0.00	17.80	0.00	2.7375	0.00
Espace	16.66	0.00	13.87	0.00	3.18	0.00
Homogénéité visuelle	100.12	0.00	6.92	0.00	5.63	0.00
Lisibilité tableau de bord	17.49	0.00	15.75	0.00	6.82	0.00
Accessibilité fonctions	49.60	0.00	15.45	0.00	3.15	0.00
Bruit commandes	34.65	0.00	4.39	0.00	2.36	0.00
Homogénéité effort débrayage	54.31	0.00	4.77	0.00	3.82	0.00
Gros pommeau	54.18	0.00	6.86	0.00	3.35	0.00
Difficulté trouver vitesses	21.85	0.00	11.85	0.00	2.79	0.00
Diamètre volant	12.60	0.00	4.11	0.00	2.64	0.00
Mobilité main jante	12.05	0.00	1.30	0.25	3.56	0.00
Gros FAM	65.64	0.00	8.66	0.00	2.37	0.00
Effort FAM	65.98	0.00	8.49	0.00	2.99	0.00
Difficulté lire carte	31.79	0.00	7.01	0.00	2.11	0.00
Solidité cendrier	120.97	0.00	17.01	0.00	4.76	0.00
Solidité boîte à gants	46.09	0.00	33.84	0.00	6.58	0.00
Volume rangements	27.22	0.00	17.46	0.00	3.19	0.00
effort palette	58.00	0.00	8.62	0.00	5.20	0.00
Difficulté obtenir angle porte	18.95	0.00	15.14	0.00	6.38	0.00
Bruit condamnation	126.62	0.00	8.95	0.00	2.23	0.00

Pour vérifier que l'effet Produit détecté par les analyses de variance n'est pas uniquement lié à l'interaction entre les sujets, la somme des carrés liés à l'interaction est ajoutée à la somme des carrés résiduels. Les statistiques F de Fisher pour l'effet Produit et l'effet Sujet sont recalculées (122, 153). Pour tous les descripteurs, la différence entre les produits reste significative à moins de 1%. L'effet Produit est donc bien dû aux différences entre les produits.

L'analyse de variance apporte une vision monodimensionnelle, descripteur par descripteur, de l'information sensorielle. L'analyse procustéenne effectuée à partir des fichiers moyens (10 produits, 24 descripteurs) des résultats des onze sujets permet de visualiser le niveau de consensus obtenu quand on considère tous les descripteurs en même temps (Figure 23).

L'analyse procustéenne ne confirme pas les résultats de l'analyse de variance à deux facteurs. En effet, l'obtention de ce consensus fort tend à montrer que le positionnement respectif des produits varie peu d'un sujet à l'autre.

Toutefois, la répartition entre les sujets de la statistique procustéenne au terme de l'analyse indique que les sujets S8 et S11 s'éloignent davantage du consensus avec respectivement 16% et 13.6% par rapport à une valeur moyenne de 7% pour les autres sujets. Une des explications envisageables est que la signification sémantique des descripteurs a été mal comprise par le sujet S8 qui n'a pas participé à la phase de génération de termes ; et par le sujet S11 dont l'emploi du temps l'a empêché de participer à trois des quatre séances d'entraînement et à deux des trois évaluations (Tableau 14). **Renault Mégane**, **Ford Focus** et **Opel Astra** sont les trois véhicules pour lesquels la statistique procustéenne résiduelle est plus élevée que la moyenne ; ils sont donc évalués de manière moins consensuelle que les autres.

Faut-il écarter des panélistes, trop peu répétables, trop peu discriminants ou trop éloignés du consensus sur les cartes sensorielles ?

Pour évaluer l'intérêt de conserver les notes des sujet S8 et S11 (dont la répétabilité est sujette à caution ou qui sont plus éloignés du consensus fort obtenu par analyse procustéenne), une analyse factorielle discriminante est calculée sur toutes les données brutes (tous sujets, toutes répétitions, toutes voitures sauf la **Peugeot 307**) avec les voitures comme variable explicative.

Le taux d'erreur de reclassement de l'analyse factorielle discriminante est inférieur à 3%. Sur les deux cent quatre vingt dix observations (chaque observation est l'évaluation d'un produit par un sujet lors d'une répétition), seules sept ne sont correctement attribuées à leur groupe initial. Quatre d'entre elles proviennent des évaluations de S8 et de S11.

Ce résultat ne paraît pas justifier la suppression des notes des sujets S8 et S11 qui sont donc prises en compte par la suite.

Comment la **Peugeot 307**, évaluée un mois après les autres voitures, s'intègre-t-elle à l'espace produit ?

A notre connaissance, il est difficile de savoir si les sujets ont changé leur façon d'évaluer les descripteurs durant cette période d'un mois dans la mesure où il n'était pas possible de leur faire évaluer de nouveau une des voitures de l'espace produit initial. Toutefois, s'il existe un consensus entre les sujets sur le positionnement de la **Peugeot 307** parmi les

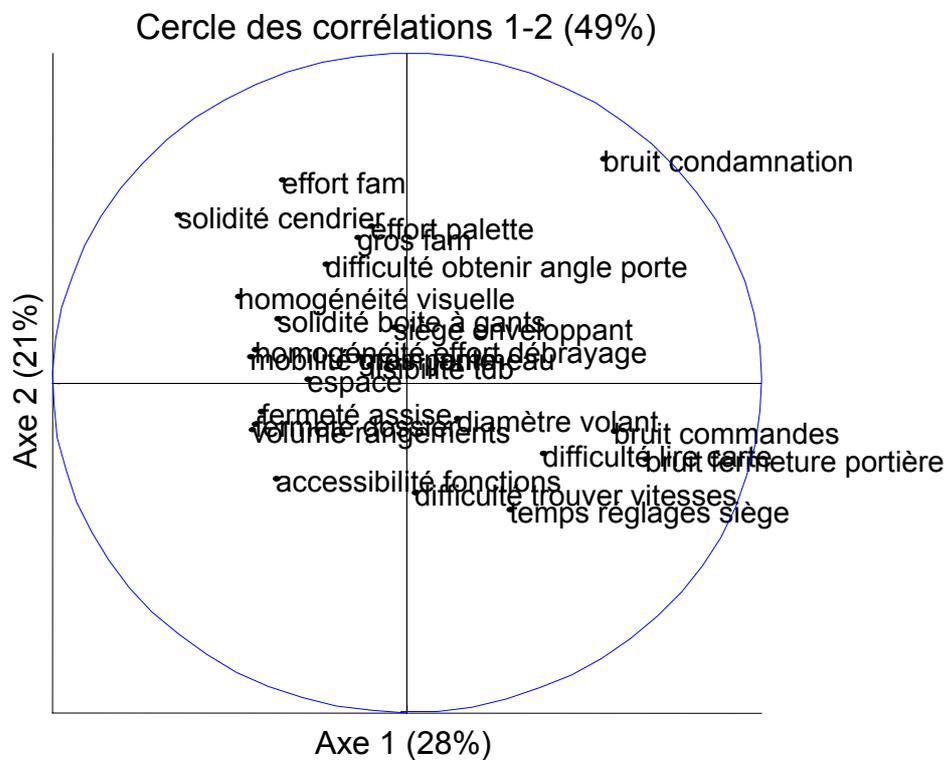
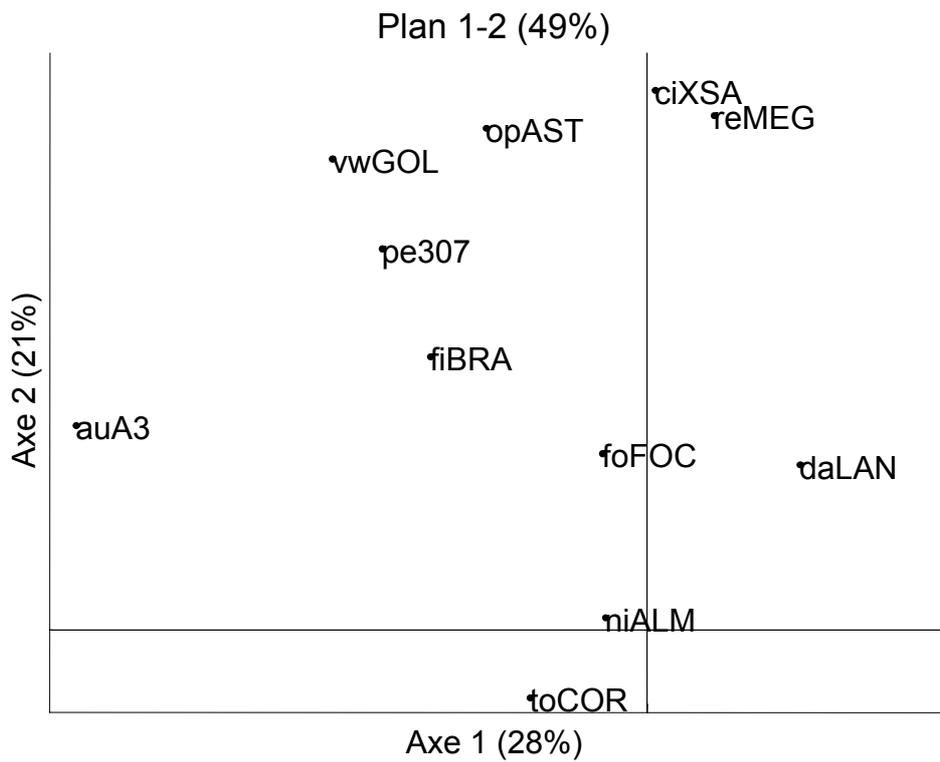


Figure 24 : Plan 1-2 de l'analyse factorielle discriminante calculée à partir des notes de toutes les répétitions des 11 sujets sur les 24 termes pour les 11 voitures lors de Senso

autres alors qu'elle est évaluée avec un moins de retard, la dérive de notation doit être minimale.

Pour évaluer la position de la **Peugeot 307**, une analyse factorielle discriminante sur toutes les données brutes (tous sujets, toutes répétitions, toutes voitures dont la **Peugeot 307**) avec les voitures comme variable explicative est calculée.

La **Peugeot 307** est située sur le plan 1-2 au milieu du segment de droite délimité par les positions de la **Fiat Brava** et de la **Volkswagen Golf**. Elle est donc partie intégrante de l'espace produit évalué initialement pour les descripteurs générés (Figure 24). La **Peugeot 307** ne faisaient pas encore partie de l'espace produit quand les sujets du profil ont généré les termes sensoriels. Il est possible que, dans le cas contraire, des termes supplémentaires auraient pu être proposés. Toutefois, cela paraît peu probable puisque aucun sujet ayant évalué cette voiture n'a fait part de termes manquants pour la positionner par rapport aux autres.

Le taux d'erreur de reclassement de l'analyse factorielle discriminante, extrêmement bas est égal à 3%.

La **Peugeot 307** est dans tous les cas correctement réaffectée par l'analyse factorielle discriminante à son groupe d'origine, ses évaluations ne sont donc pas sujettes à caution et sont prises en compte pour les traitements de données à suivre. Le consensus sémantique entre les sujets de *Senso* est satisfaisant.

L'analyse factorielle discriminante sans **Peugeot 307** indique que tous les produits sont significativement différents au seuil de 5%. Cette même analyse en prenant en compte la **Peugeot 307** indique que les produits sont significativement différents au seuil de 5% sauf **Peugeot 307** et **Opel Astra** d'une part, et **Peugeot 307** et **Volkswagen Golf** d'autre part (Tableau 21).

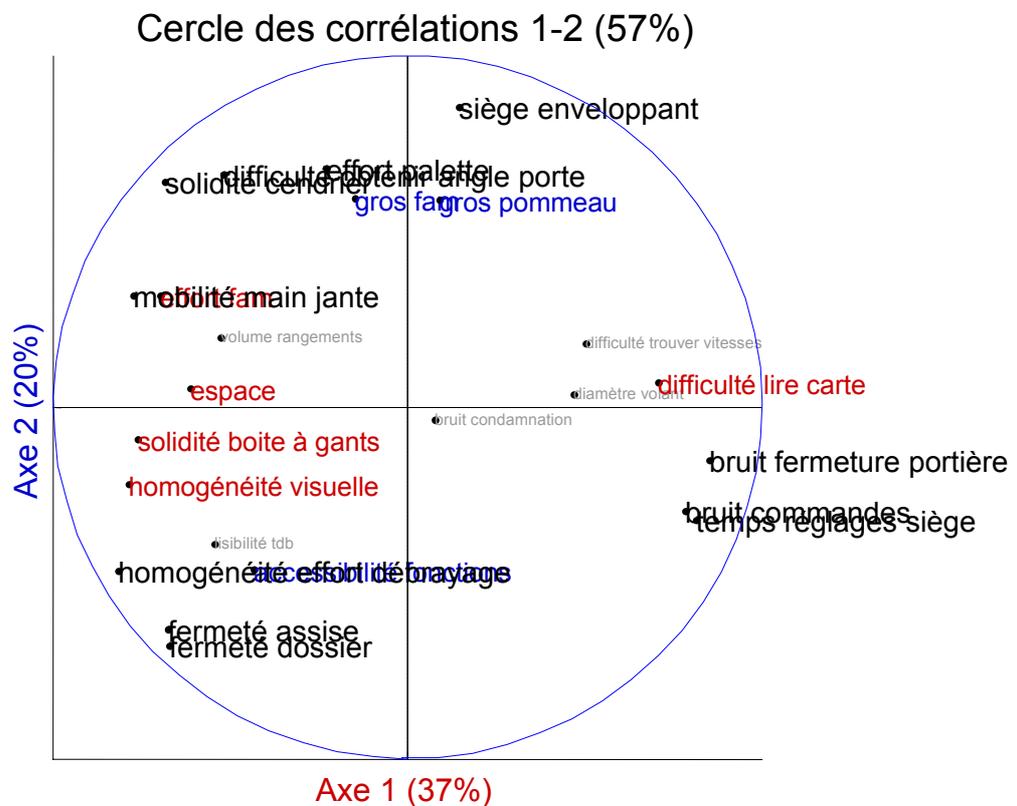
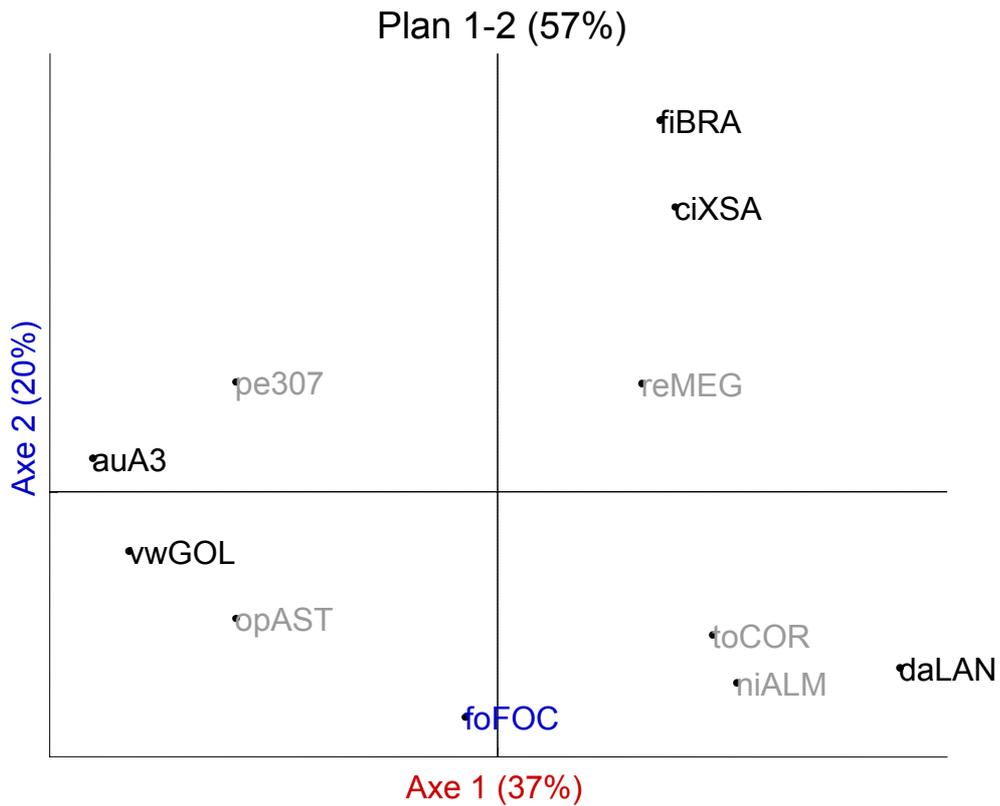


Figure 25 : Plan 1-2 de l'analyse en composantes principale calculée à partir des notes des 11 sujets sur les 24 termes pour les 11 voitures lors de Senso
 Les produits ou descripteurs en gris ne contribuent pas au plan, en rouge ils contribuent à l'axe horizontal, en bleu à l'axe vertical, en noir au plan,

Tableau 21 : Probabilités associées au test de Fisher de différenciation des groupes de l'analyse factorielle discriminante (tous sujets, toutes répétitions, toutes voitures dont la Peugeot 307)

	auA3	ciXSA	daLAN	fiBRA	foFOC	niALM	opAST	pe307	reMEG	toCOR	vwGOL
auA3	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	0%
ciXSA	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%
daLAN	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
fiBRA	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
foFOC	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	1%	0%	0%	0%
niALM	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	3%	0%	0%	0%
opAST	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	15%	0%	0%	0%
Pe307	4%	3%	0%	0%	1%	3%	15%	100%	1%	1%	7%
reMEG	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	100%	0%	0%
toCOR	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	100%	0%
vwGOL	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	100%

Le produit ciblé par Peugeot lors de la conception de la 307 est la Volkswagen Golf (15). Il semble que du point de vue des descripteurs sensoriels utilisés pour *Senso*, l'objectif soit atteint.

Comment se positionnent les voitures les unes par rapport aux autres en termes de description sensorielle ?

L'information fournie par l'analyse en composantes principales effectuée sur l'ensemble des notes et des produits de *Senso* est extrêmement riche.

Le *scree-test* de Cattell² incite à retenir les cinq premiers axes (142). La prise en compte de cinq axes principaux est nécessaire pour expliquer 85% de la variance.

Tableau 22: Valeurs propres, pourcentages de variance et de variance cumulée obtenus par l'analyse en composantes principales des évaluations de tous les sujets sur toutes les voitures

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Valeur propre	8.8	4.7	3.0	2.2	1.7	1.4	0.9	0.6	0.5	0.2
% variance	36.8	19.7	12.6	9.0	7.2	5.9	3.7	2.5	1.9	0.7
% cumulé	36.8	56.5	69.1	78.1	85.2	91.2	94.9	97.4	99.3	100.0

Le plan 1-2 représente 57%, soit un peu plus de la moitié de l'information. Quatre groupes de voitures contribuent³ à ce plan et s'y opposent (Figure 25) :

- L'**Audi A3** et la **Volkswagen Golf** sont caractérisées par des notes supérieures à la moyenne pour les descripteurs *effort frein à main, espace, fermeté assise, fermeté*

² On calcule les différences premières des valeurs propres : $\lambda_k - \lambda_{k+1} = \epsilon_k$ puis les différences secondes : $\epsilon_k - \epsilon_{k+1} = \delta_k$. On retient alors les valeurs propres $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k, \lambda_{k+1}$ telles que $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_k$ soient tous positifs.

³ Dans le cas de *Senso*, un produit contribue à un axe si sa contribution est supérieure à la moyenne des contributions des produits. De même, un descripteur contribue à un axe si sa contribution est supérieure à la moyenne des contributions des descripteurs.

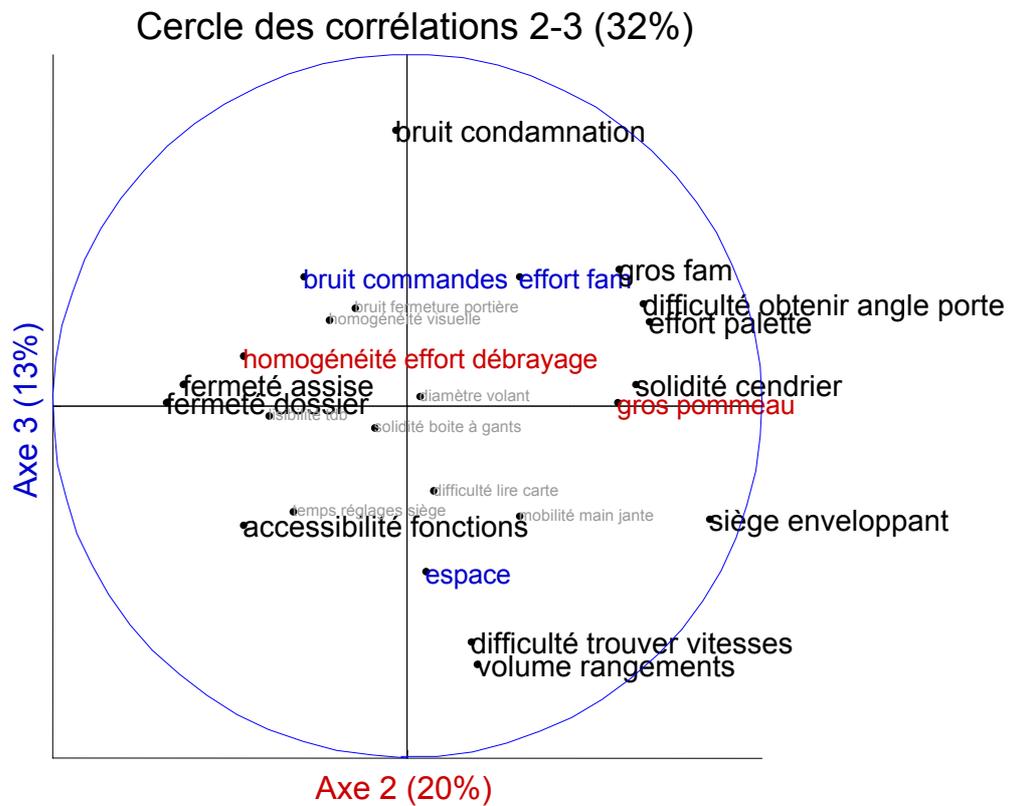
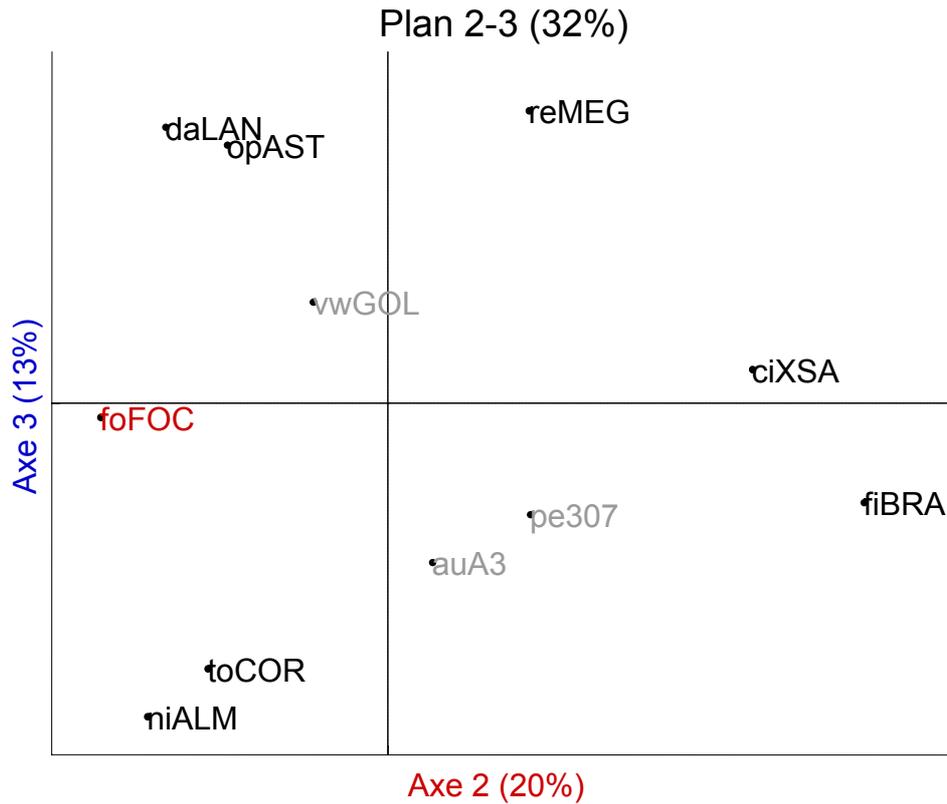


Figure 26 : Plan 2-3 de l'analyse en composantes principale calculée à partir des notes des 11 sujets sur les 24 termes pour les 11 voitures lors de Senso
 Les produits ou descripteurs en gris ne contribuent pas au plan, en rouge ils contribuent à l'axe horizontal, en bleu à l'axe vertical, en noir au plan,

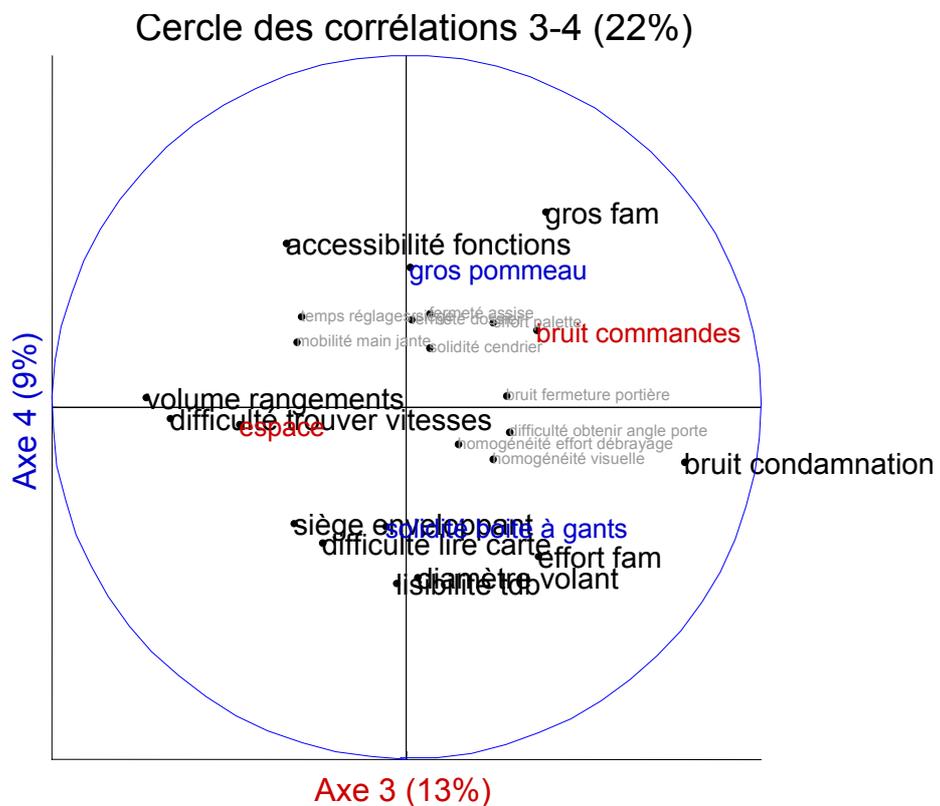
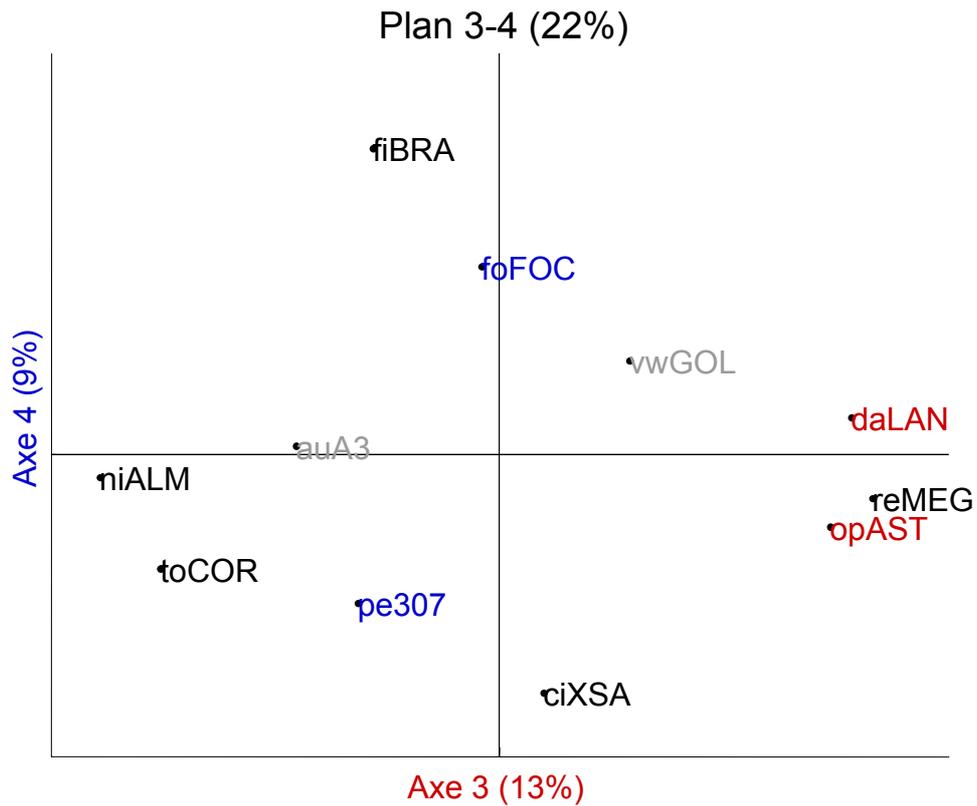


Figure 27 : Plan 3-4 de l'analyse en composantes principale calculée à partir des notes des 11 sujets sur les 24 termes pour les 11 voitures lors de Senso
 Les produits ou descripteurs en gris ne contribuent pas au plan, en rouge ils contribuent à l'axe horizontal, en bleu à l'axe vertical, en noir au plan,

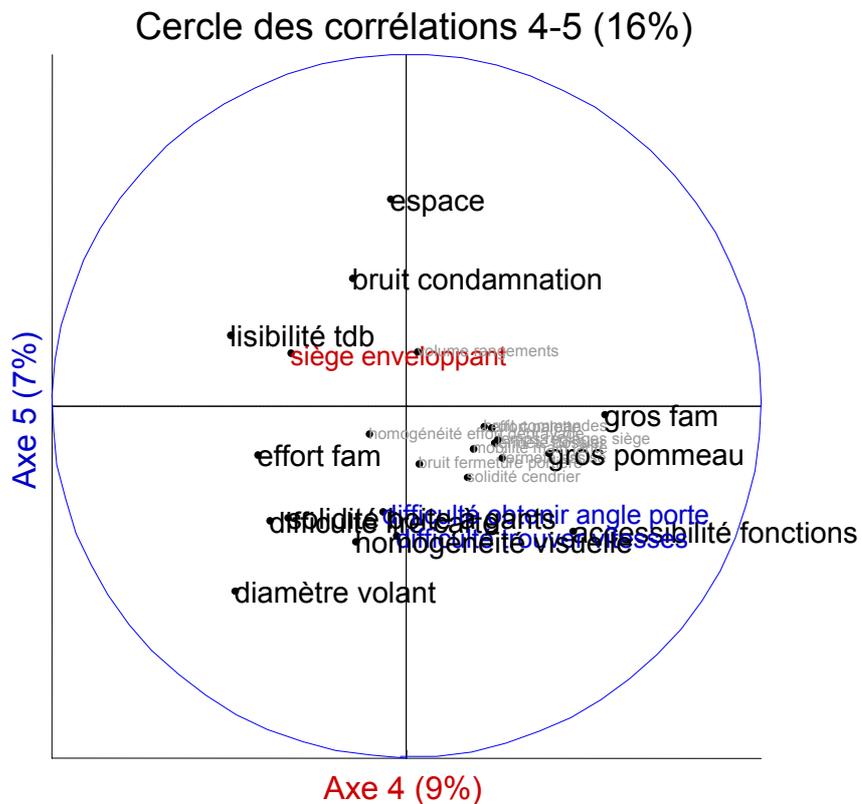
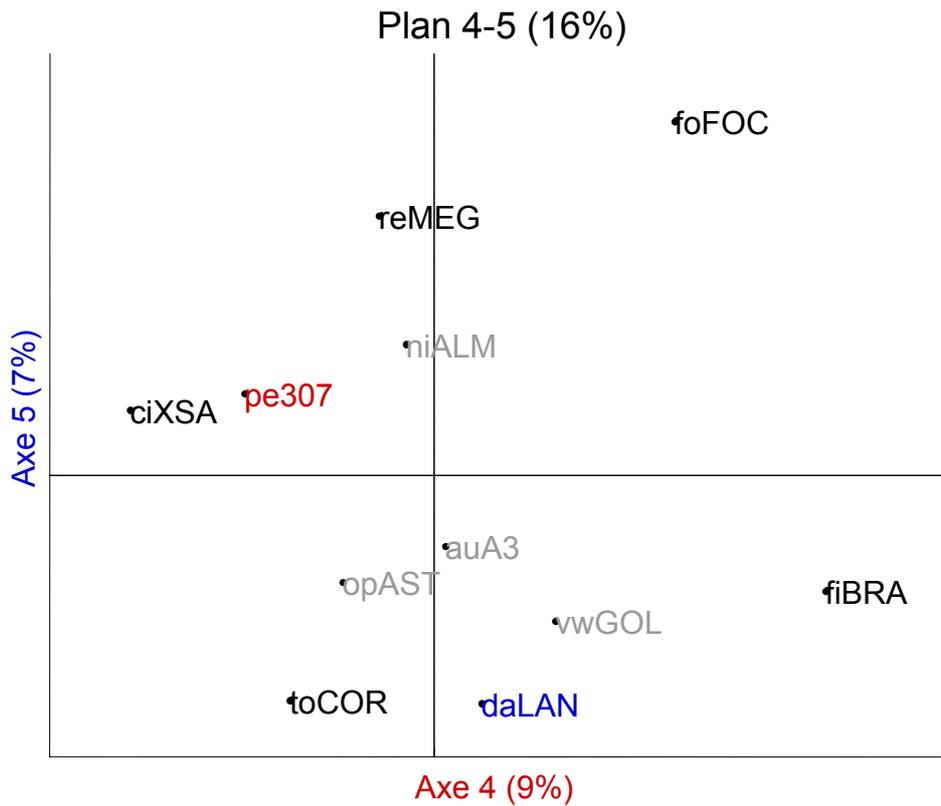


Figure 28 : Plan 4-5 de l'analyse en composantes principale calculée à partir des notes des 11 sujets sur les 24 termes pour les 11 voitures lors de Senso
 Les produits ou descripteurs en gris ne contribuent pas au plan, en rouge ils contribuent à l'axe horizontal, en bleu à l'axe vertical, en noir au plan,

dossier, homogénéité effort débrayage, homogénéité visuelle, mobilité main jante, solidité boîte à gants, solidité cendrier et des notes inférieures à la moyenne pour *bruit commandes, bruit fermeture portière, difficulté lire carte, temps réglages siège*.

- La **Daewoo Lanos** s'oppose sur l'axe 1 au groupe précédent avec des caractéristiques sensorielles opposées.
- La **Fiat Brava** et la **Citroën Xsara** sont caractérisées par des notes supérieures à la moyenne pour *siège enveloppant, gros frein à main, gros pommeau* et inférieures à la moyenne pour *fermeté assise, fermeté dossier, homogénéité effort débrayage*.
- La **Ford Focus** est caractérisée par des notes supérieures à la moyenne pour *accessibilité fonctions, fermeté assise, fermeté dossier*.

Le plan 2-3 représente un tiers de l'information de variance (Figure 26). La **Renault Mégane** est caractérisée par des notes supérieures à la moyenne pour *bruit condamnation*. La **Citroën Xsara** et la **Fiat Brava** s'opposent à la **Ford Focus** par leurs notes supérieures à la moyenne pour *gros frein à main, difficulté obtenir angle porte, effort palette, solidité cendrier, gros pommeau, siège enveloppant*. La **Daewoo Lanos** et l'**Opel Astra** sont caractérisées par des notes inférieures à la moyenne pour *siège enveloppant, difficulté trouver vitesses, volume des rangements*. La **Toyota Corolla** et la **Nissan Almera** sont caractérisées par des notes supérieures à la moyenne pour *accessibilité aux fonctions*.

Le plan 3-4 apporte quelques informations supplémentaires mais ne contient que 22% de la variance projetée (Figure 27) : la **Peugeot 307** et la **Citroën Xsara** sont caractérisées par des notes supérieures à la moyenne pour *lisibilité tableau de bord, diamètre volant, difficulté lire carte, siège enveloppant, solidité boîte à gants*. La **Daewoo Lanos** et l'**Opel Astra** se rapprochent de la **Renault Mégane** pour *bruit de condamnation*. La **Nissan Almera** et la **Toyota Corolla** ont des notes supérieures à la moyenne pour *volume des rangements, difficulté trouver vitesses et espace*.

Le plan 4-5 n'apporte pas d'information particulière hormis que la **Ford Focus** se dégage un peu pour sa note élevée pour *espace* (Figure 28).

En résumé, les voitures ont les caractéristiques sensorielles suivantes :

Pour la sellerie, l'**Audi A3**, la **Ford Focus**, l'**Opel Astra**, la **Volkswagen Golf** ont des sièges fermes et s'opposent à la **Citroën Xsara** qui a des sièges mous et enveloppants.

Pour le poste de conduite, l'**Audi A3**, la **Ford Focus** et la **Peugeot 307** se distinguent pour l'impression d'espace qu'elles procurent. L'**Audi A3** et la **Peugeot 307** sont caractérisées par une grande homogénéité visuelle et s'opposent en cela à la **Daewoo Lanos**. La boîte à gants paraît solide sur l'**Opel Astra**, la **Peugeot 307**, et la **Volkswagen Golf**. L'**Audi A3**, la **Fiat Brava** et la **Volkswagen Golf** ont un cendrier qui paraît solide contrairement à la **Daewoo Lanos**, la **Nissan Almera** et la **Toyota Corolla**. Les rangements de la **Peugeot 307** paraissent volumineux. Les plafonniers de l'**Audi A3** et de la **Ford Focus** produisent beaucoup de lumière.

Les fonctions sont particulièrement accessibles sur la **Fiat Brava**, la **Nissan Almera**, l'**Opel Astra**, la **Toyota Corolla** et la **Volkswagen Golf**. L'**Audi A3**, silencieuse et la **Daewoo Lanos**, bruyante, s'opposent sur le bruit des commandes. La **Fiat Brava** s'oppose à la **Nissan Almera** par son gros frein à main et son gros pommeau de levier de vitesses. Les vitesses de la **Ford Focus** passent sans difficulté. La course de la pédale d'embrayage est homogène pour l'**Audi A3** et la **Volkswagen Golf**, contrairement à la **Fiat Brava**. Le frein à main de la **Citroën Xsara** et de l'**Opel Astra** nécessite des efforts importants dans leur manipulation.

La porte de la **Toyota Corolla** nécessite peu d'effort pour son ouverture contrairement à celle de la **Fiat Brava**. Le bruit de fermeture de portière est fort pour la **Daewoo Lanos** alors qu'il est faible pour l'**Audi A3** et la **Volkswagen Golf**. Le bruit de condamnation est fort et informatif sur l'**Opel Astra** et la **Renault Mégane** contrairement à l'**Audi A3** et la **Toyota Corolla**.

Le nombre de descripteurs est bien supérieur au nombre de produits. La principale conséquence est que des descripteurs peuvent être corrélés ou anti-corrélés à cause de l'espace produit choisi et sa taille. Ainsi, *mobilité main jante* est corrélé significativement avec *bruits commandes*. Cette corrélation *a priori* surprenante ne doit pas conduire à la suppression d'un de ces deux termes pour gagner du temps dans une étude de profil ultérieure qui utiliserait les mêmes descripteurs. L'évaluation d'autres véhicules peut modifier le niveau de corrélation des termes.

5.3 Marque

Parmi les cinquante-quatre descripteurs générés, quinze sont retenus pour décrire l'image de marque des constructeurs automobiles de l'espace produit (Tableau 23).

Tableau 23 : Liste définitive des termes décrivant l'image de marque

Terme	Énoncé	Borne -	Borne +	Code
Rapport Qualité/Prix	Le rapport Qualité/Prix de cette marque vous semble	Très mauvais	Très bon	qualiteprix
Confort	Le niveau de confort des véhicules de cette marque vous semble	Très bas	Très élevé	confort
Fiabilité/Robustesse	Le niveau de fiabilité est de robustesse des véhicules de cette marque vous semble	Très bas	Très élevé	fiabilité
Soin de fabrication	Le niveau de soin apporté à la fabrication des véhicules de cette marque vous semble	Très bas	Très élevé	soinfab
Innovation	La capacité d'innovation de cette marque vous semble	Très basse	Très élevée	inno
Présence médiatique	La présence médiatique de cette marque vous semble	Très basse	Très élevée	media
Coûts	Les coûts liés à l'achat et à l'utilisation des véhicules de cette marque vous semblent	Très bas	Très élevé	coûts
Sécurité	Le niveau de sécurité des véhicules de cette marque vous semble	Très bas	Très élevé	sécurité
Marque connue	Pour la population française, cette marque vous semble	Très méconnue	Très connue	connu
Lignes originales	La ligne des véhicules de cette marque vous semble	Très classique	Très originale	lignesorig
Qualité des services	La qualité des services de cette marque vous semble	Très mauvaise	Très bonne	services
Densité du réseau	La densité du réseau de cette marque vous semble	Très faible	Très élevée	réseau
Performances des moteurs	Les performances des moteurs de cette marque vous semblent	Très mauvaises	Très bonnes	moteur
Affiche un niveau social élevé	La phrase "les conducteurs des véhicules de cette marque affichent un niveau social élevé" vous semble	Très peu adaptée	Très adaptée	social
Esthétique	D'un point de vue esthétique, vous trouvez les véhicules de cette marque	Très laids	Très beaux	esth

Dans l'ensemble, des notions hédoniques sont sous-jacentes dans les définitions et les bornes des descripteurs. Cela n'est pas une limite pour l'étude des images de marque puisque l'intérêt est de connaître les opinions et les idées préconçues des consommateurs.

A la suite de ce travail, il est intéressant de synthétiser l'ensemble des descripteurs générés par le groupe en les classant. Pour faciliter la lecture de ce classement, les termes sont

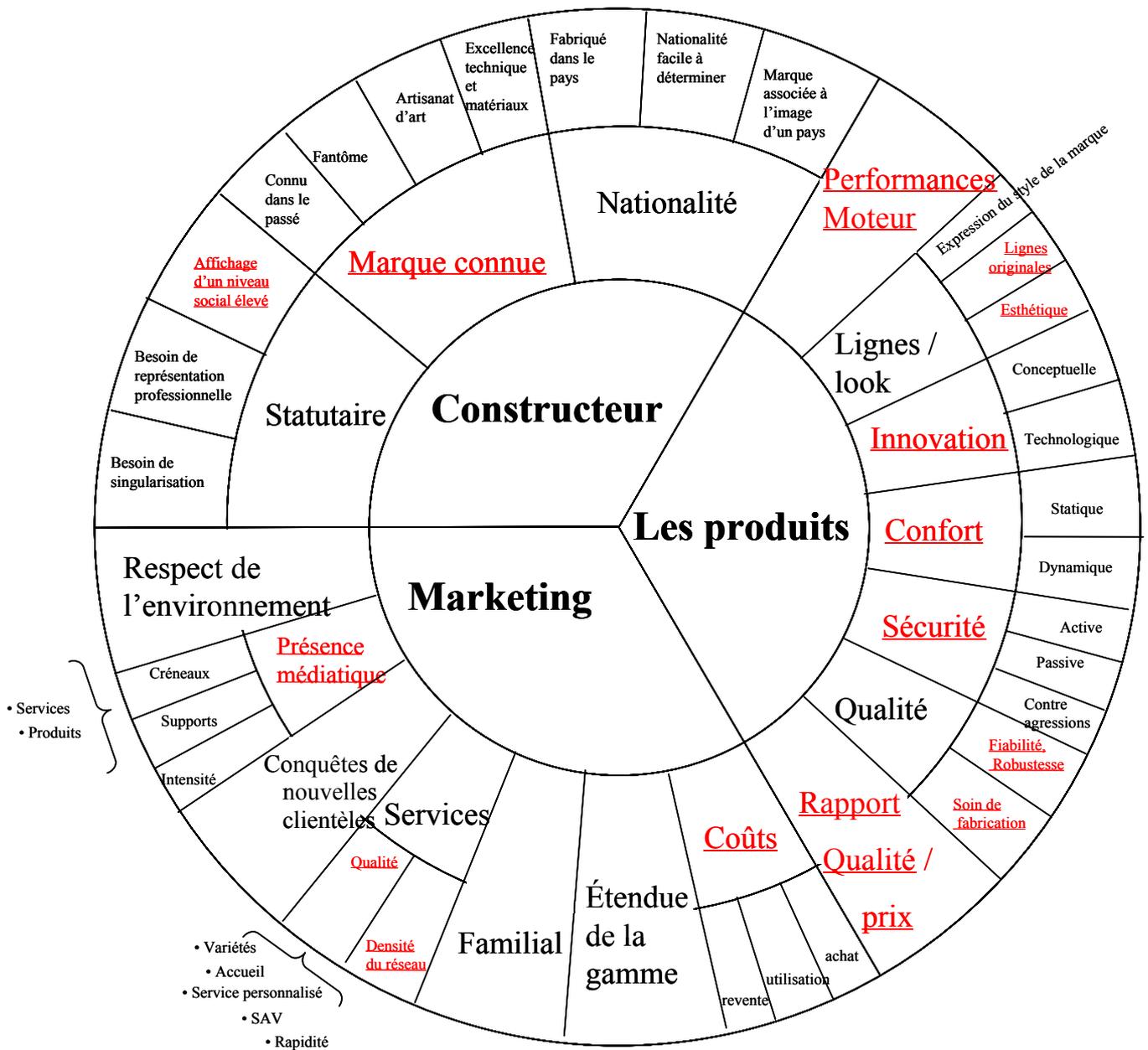


Figure 29 : Roue descriptive de l'image de marque des constructeurs automobiles
 Marketing est un terme de niveau 1, Présence médiatique de niveau 2, Créneaux de niveau 3... (en rouge, les termes retenus pour Marque)

organisés sur une roue contenant plusieurs niveaux de détail, comme peuvent être organisés les termes de l'arôme du vin (121).

Le premier niveau se divise en trois grandes catégories :

- 1 *Constructeur* contient les descripteurs qui caractérisent le constructeur proprement dit
- 2 *Marketing* contient les descripteurs qui correspondent aux efforts du constructeur pour façonner son image
- 3 *Les produits* contient les descripteurs qui correspondent aux caractéristiques des véhicules vendus.

Chaque catégorie se décompose elle-même en sous catégories et ce, sur trois niveaux en tout (Figure 29). Cette segmentation est arbitraire et certains descripteurs comme les *coûts* ou le *rapport qualité/prix* sont à la frontière entre deux catégories, ici le *marketing* et *les produits*. Cet outil est intéressant car il permet de choisir le niveau de détail que l'on souhaite avoir pour une éventuelle étude. On peut choisir de faire une enquête sur l'image de marque en général en prenant des descripteurs de niveau 2 ou faire une enquête sur un point en particulier. Dans le cas présent, le groupe a sélectionné des termes appartenant à différents niveaux.

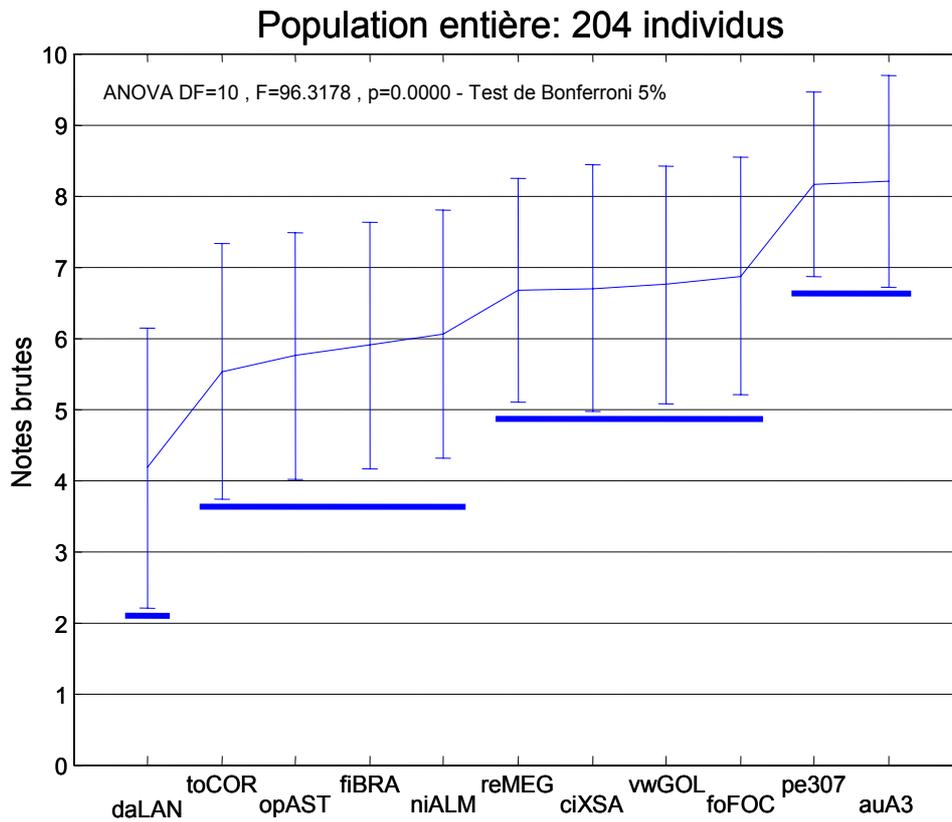


Figure 30 : Moyennes et écarts-types des notes hédoniques brutes données par les deux cent quatre consommateurs aux onze véhicules de l'espace produit pour Conso
 Un trait relie les voitures dont la différence de notation n'est pas significative à 5%

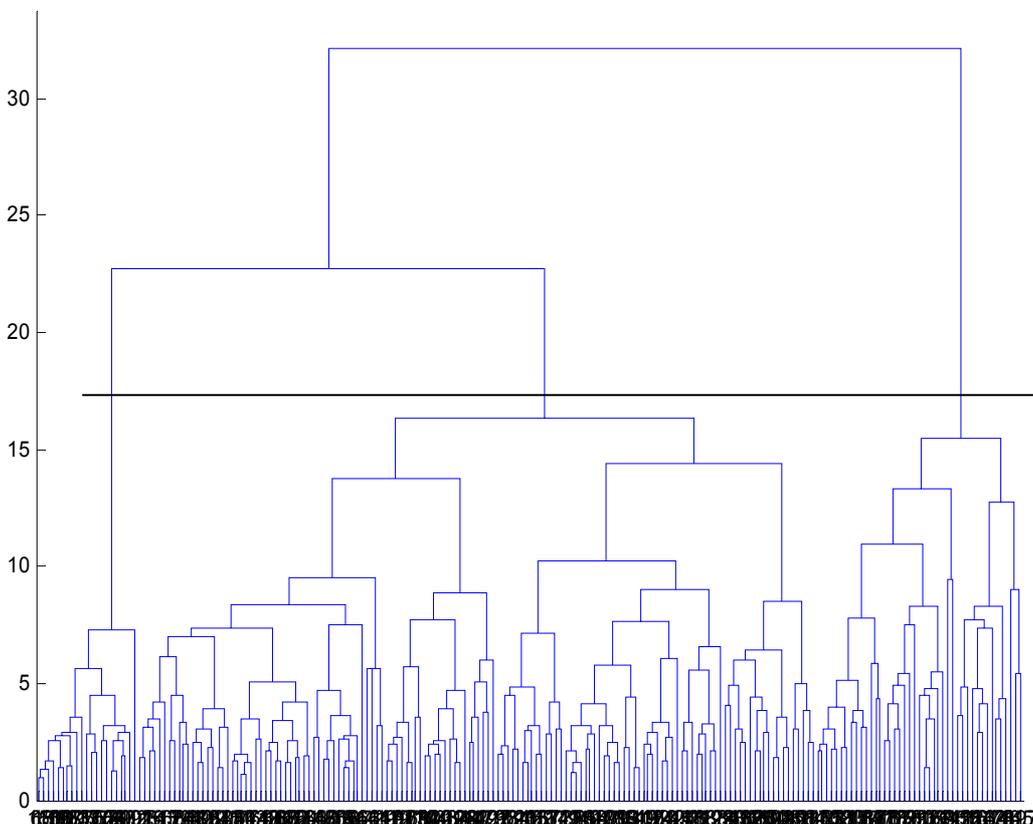


Figure 31 : Classification ascendante hiérarchique (distance euclidienne, méthode de Ward) des consommateurs à partir des notes hédoniques brutes attribuées à l'espace produit pour Conso

5.4 Etude consommateur

Les résultats de deux cent quatre consommateurs sont pris en compte dans le traitement des données, décomposé en trois phases : l'analyse des notes hédoniques, des perceptions de l'image de marque et des impressions sur les prix des voitures de l'espace produit.

5.4.1 Les notes hédoniques

Les produits sont-ils évalués différemment par les consommateurs ?

L'analyse de variance pour le facteur Produit (onze notes hédoniques pour chacun des deux cent quatre consommateurs) indique une différence significative entre les onze voitures.

L'**Audi A3** et la **Peugeot 307** sont les voitures les plus appréciées, puis viennent **Citroën Xsara**, **Ford Focus**, **Renault Mégane**, **Volkswagen Golf** (pas de différence significative à 5%) et **Fiat Brava**, **Nissan Almera**, **Opel Astra**, **Toyota Corolla** (idem). La voiture la moins appréciée est la **Daewoo Lanos** (Figure 30).

L'écart entre les notes des voitures les plus appréciées et celles des voitures qui le sont le moins est assez important. Les préférences des consommateurs sont tranchées.

Faut-il utiliser les notes consommateurs brutes ou centrées-réduites ?

Trois groupes de consommateurs se distinguent après la classification ascendante hiérarchique sur les notes hédoniques brutes attribuées à l'espace produit (Figure 31). Le graphe où chaque consommateur est représenté par un point dont l'abscisse est la moyenne des notes hédoniques brutes qu'il a données aux voitures et dont l'ordonnée est l'écart type de ces notes permet d'apprécier les différences d'utilisation d'échelle des sujets interrogés (Figure 32). Les groupes produits par la classification sont essentiellement caractérisés par l'utilisation de l'échelle de notation des sujets qui les composent. La moyenne et l'écart-type des notes hédoniques brutes sont respectivement 6.5 et 0.5 pour le groupe 1, 8.0 et 0.4 pour le groupe 2 et 5.3 et 0.8 pour le groupe 3. Les sujets mettent donc des notes

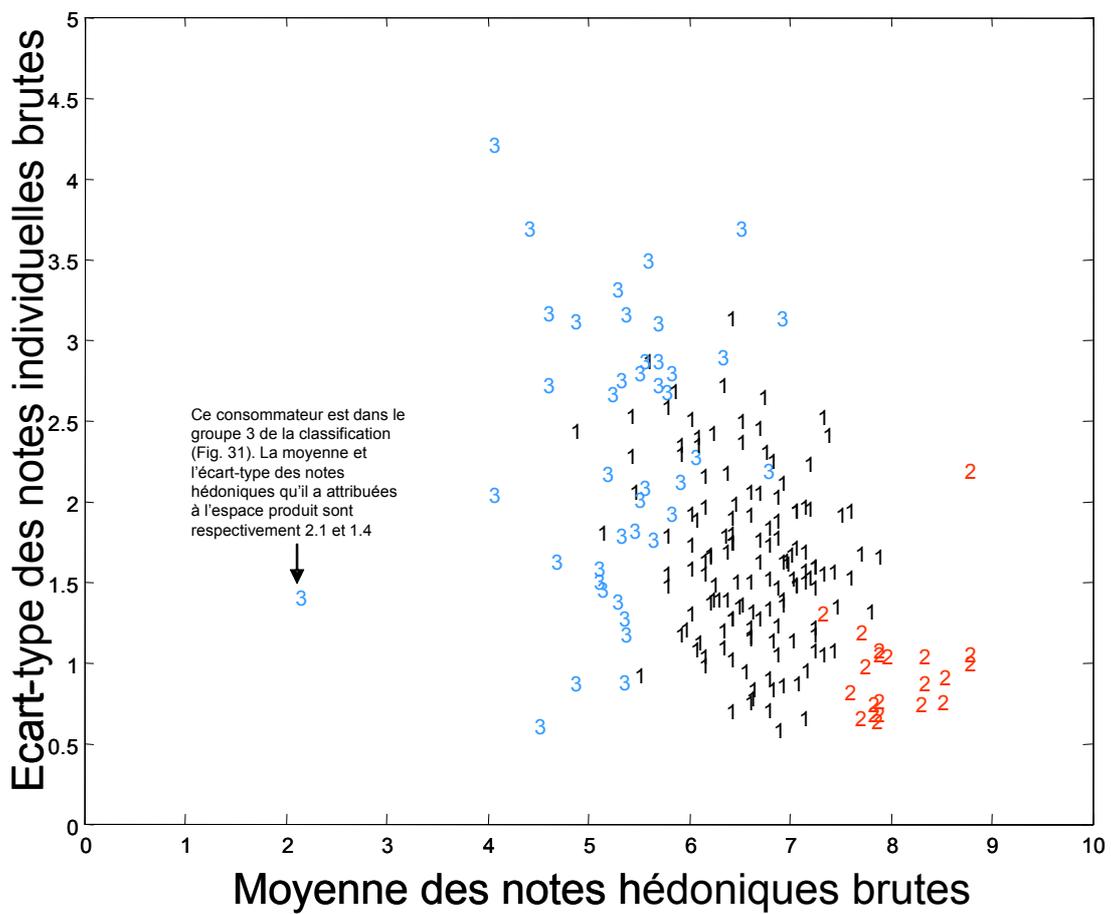


Figure 32: Ecart-type en fonction de la moyenne des notes hédoniques brutes attribuées à l'espace produit par chaque consommateur pour Conso
 Les sujets sont repérés par le numéro de leur groupe issu de la classification de la Figure 31

généralement supérieures à la moyenne mais le groupe 3 « sous note » alors que le groupe 1 « sur note » les voitures.

Pour pallier ces différences d'utilisation de l'échelle, les notes hédoniques sont centrées-réduites pour les traitements ultérieurs.

Dans le cas des données centrées-réduites, le classement des voitures est relativement similaire à celui des données brutes. La seule différence est la scission du groupe **Fiat Brava**, **Nissan Almera**, **Opel Astra**, **Toyota Corolla** : la **Nissan Almera** est significativement plus appréciée que la **Toyota Corolla** (Figure 33).

Existent-il une influence de la marque du véhicule possédé, du département d'habitation, du sexe, de l'âge, de la catégorie socioprofessionnelle sur les évaluations hédoniques des consommateurs ?

Pour aucun de ces facteurs, l'analyse de variance n'indique d'influence sur les notes hédoniques avec un risque de 5%.

Combien de groupes de consommateurs se dégagent de la population interrogée ?

La segmentation la plus marquée à l'issue de la classification ascendante hiérarchique des notes centrées-réduites est en quatre groupes : deux groupes de taille importante (plus de soixante-dix sujets) et deux groupes d'effectif moindre (moins de trente consommateurs). Une classification en six groupes est aussi possible (Figure 34). Elle permet d'homogénéiser la taille des groupes tout en conservant des distances interclasses supérieures aux distances intergroupes qu'une classification plus fine proposerait. L'avantage est d'équilibrer les points des différentes classes. Cependant, les classes 1 et 2, comme les classes 3 et 4 peuvent avoir des comportements proches.

Six groupes H1, H2, H3, H4, H5 et H6 sont donc retenus, de tailles respectives : cinquante-deux, vingt-sept, quarante et un, trente, trente et vingt-quatre consommateurs.

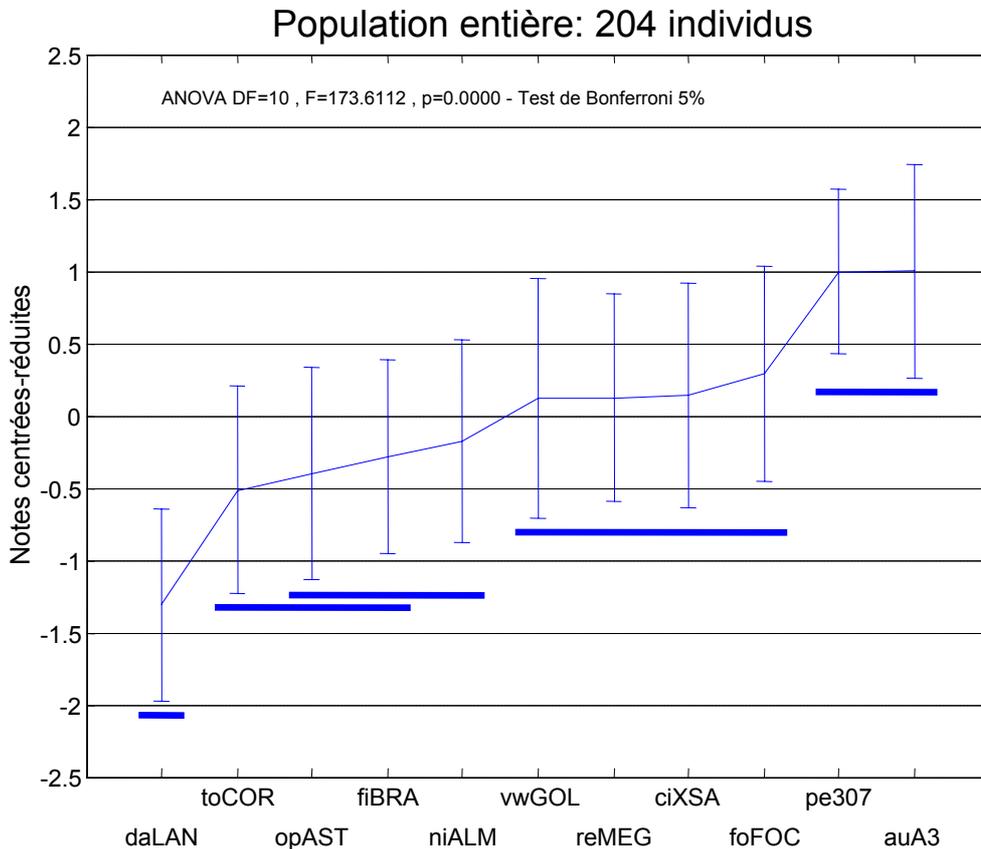


Figure 33 : Moyennes et écarts-types des notes hédoniques centrées-réduites données par les deux cent quatre consommateurs aux onze véhicules de l'espace produit pour Conso
 Un trait relie les voitures dont la différence de notation n'est pas significative à 5%

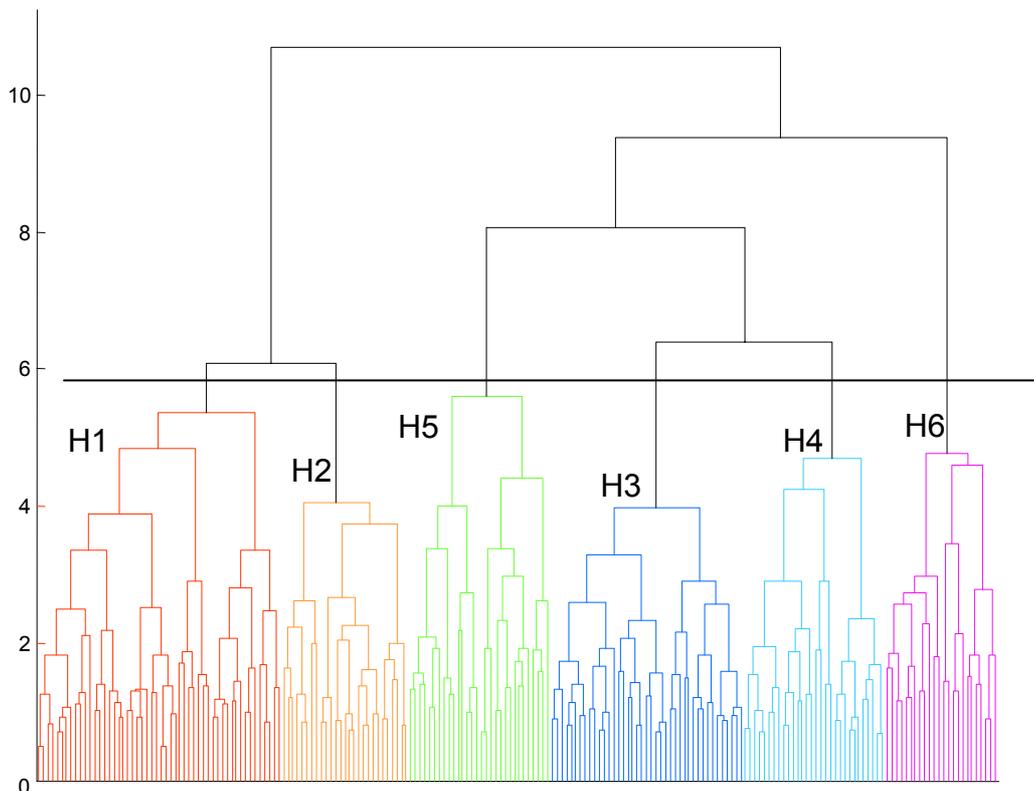


Figure 34 : Classification ascendante hiérarchique (distance euclidienne, méthode de Ward) des consommateurs à partir des notes hédoniques centrées-réduites attribuées à l'espace produit pour Conso

Quelles sont les différences dans l'évaluation hédonique des voitures d'un groupe à l'autre ?

Le nombre de regroupements de voitures dont les notes ne sont pas significativement différentes varie d'un groupe à l'autre de cinq à sept (Figure 35). Des points communs et des différences apparaissent dans le classement des voitures par les consommateurs :

- Il y a un consensus qui persiste malgré la segmentation sur le classement de la **Daewoo Lanos** (la moins appréciée) et de la **Peugeot 307** (toujours en tête des voitures les plus appréciées) (Tableau 24).
- A l'opposé, la **Volkswagen Golf** est dans les premières pour quatre des six groupes alors que c'est l'inverse pour les deux autres. L'**Audi A3** est première pour cinq groupes alors qu'elle est parmi les dernières pour le groupe H6, même si ces préférences sont moins marquées. Un phénomène identique se produit pour la **Citroën Xsara**, peu appréciée par le groupe H2 et bien acceptée par les autres.

Tableau 24: Premières et dernières voitures classées en fonction des notes hédoniques centrées-réduites attribuées par les consommateurs

Groupe	Voitures les moins appréciées	Voitures les plus appréciées
H1	Daewoo Lanos	Audi A3
H2	Daewoo Lanos	Audi A3 Peugeot 307
H3	Daewoo Lanos Toyota Corolla	Audi A3 Peugeot 307
H4	Daewoo Lanos Opel Astra Renault Mégane Toyota Corolla	Audi A3 Ford Focus Peugeot 307
H5	Daewoo Lanos Volkswagen Golf	Audi A3 Citroën Xsara Peugeot 307
H6	Daewoo Lanos	Ford Focus Nissan Almera Renault Mégane Peugeot 307

Quel que soit leur groupe, il y a un consensus fort entre les consommateurs sur les voitures les plus appréciées (**Peugeot 307** et **Audi A3**) et la voiture la moins appréciée (**Daewoo Lanos**). Au-delà de ce consensus apparaissent des différences sur le classement des autres véhicules.

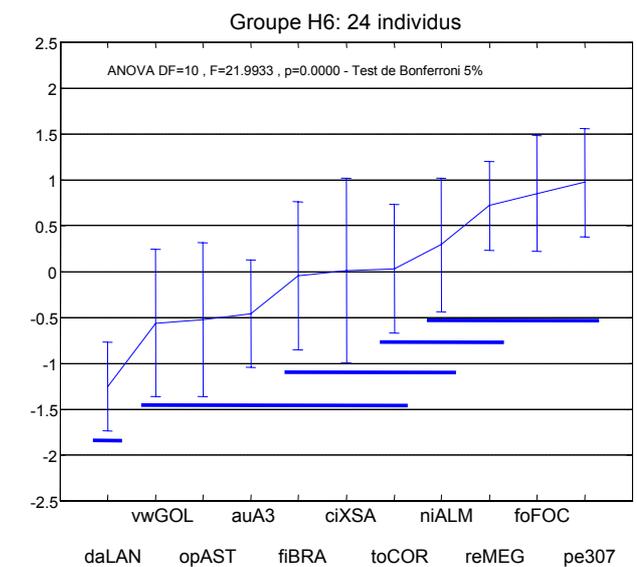
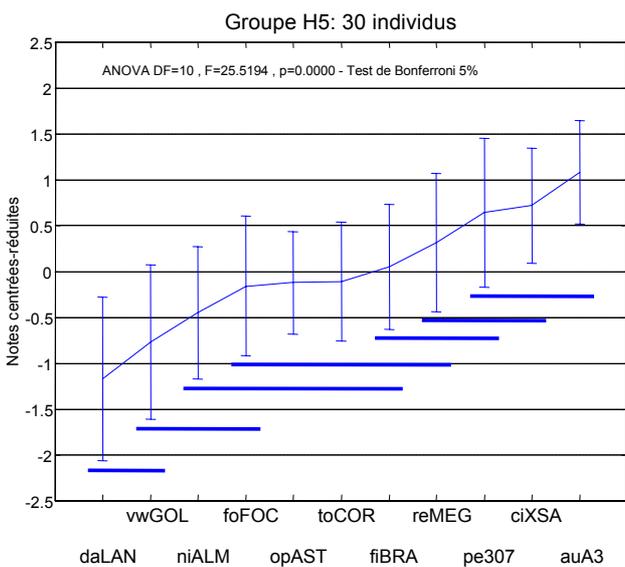
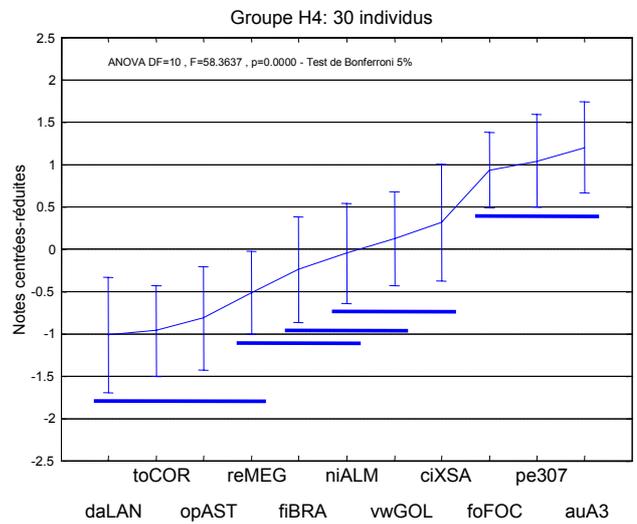
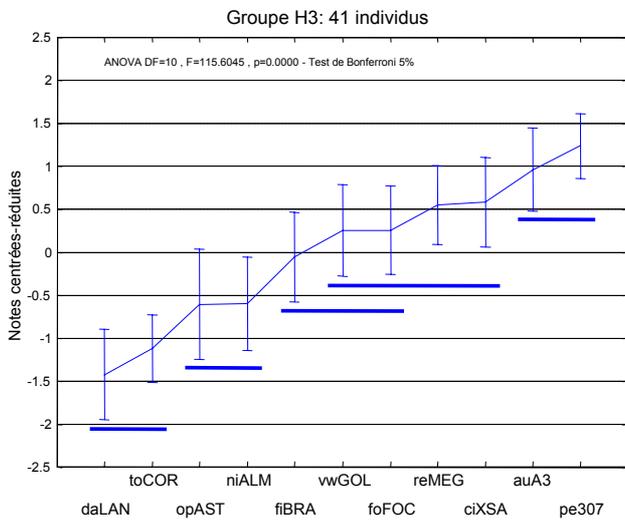
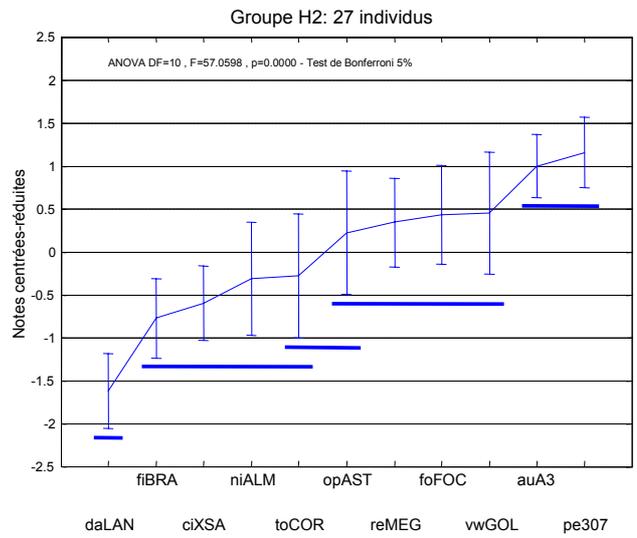
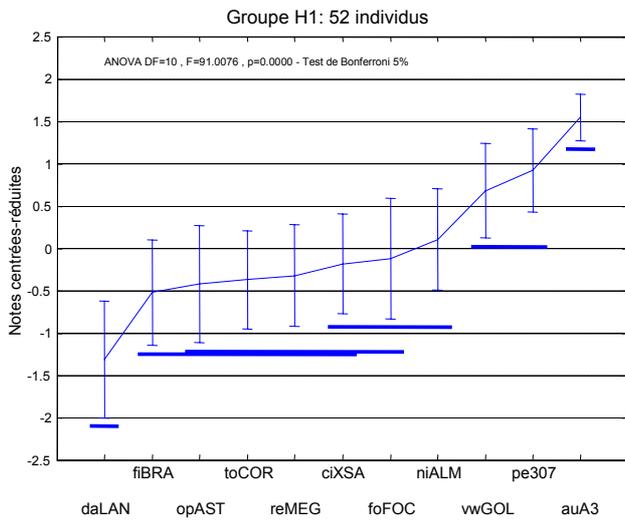


Figure 35: Moyennes et écarts-types des notes hédoniques centrées-réduites données par chaque groupe de consommateurs aux onze véhicules de l'espace produit pour Conso

Un trait relie les voitures dont la différence de notation n'est pas significative à 5%

Les consommateurs « sur notent-ils » le véhicule qu'ils possèdent durant le test ?

Pour vérifier qu'une variable suit bien une loi donnée, on effectue un test d'ajustement comme le test du Chi-deux. Il s'agit de comparer les effectifs réels de différentes classes obtenues à partir d'un histogramme des données avec les effectifs prévus par la loi théorique testée. Dans le cas présent, il permet de savoir si les possesseurs d'une marque donnée sont sur ou sous représentés dans un des groupes.

Les possesseurs d'**Audi A3** et de **Volkswagen Golf** sont surreprésentés dans le groupe H1 mais cela n'a pas d'incidence sur le classement de ces deux voitures, respectivement première et deuxième du classement général et du classement de ce groupe. Les possesseurs d'**Opel Astra** sont surreprésentés dans le groupe H2, cela explique peut-être que cette voiture soit mieux évaluée par ce groupe que par la population totale. Les possesseurs de **Citroën Xsara** sont sous-représentés dans le groupe H2 pour lequel cette voiture est moins appréciée que lorsque l'ensemble des consommateurs est considéré. Le cas identique se présente pour les possesseurs de **Volkswagen Golf** dans le groupe H5 (Tableau 25).

Tableau 25: Répartition des marques possédées par les consommateurs de Conso en fonction du groupe auquel ils appartiennent (* test du khi² significatif au seuil 5%, ** 1%)

	Groupe H1	Groupe H2	Groupe H3	Groupe H4	Groupe H5	Groupe H6
Audi A3	7 (**)	0	2	1	0	0
Citroën Xsara	9	0 (*)	12	6	4	3
Daewoo Lanos	0	0	0	1	1	0
Fiat Brava	1	0	1	0	3	2
Ford Focus	3	4	1	6	2	4
Nissan Almera	0	1	0	0	1	0
Opel Astra	4	7 (**)	1	3	1	2
Peugeot 306	6	4	8	7	9	3
Renault Mégane	6	4	9	3	9	8
Toyota Corolla	2	0	0	0	0	1
VW Golf	14 (*)	7	7	3	0 (*)	1

Dans la mesure où la **Citroën Xsara** et de **Volkswagen Golf** sont moins appréciées dans des groupes où leurs possesseurs respectifs sont moins présents, il est envisageable que les propriétaires d'un véhicule aient tendance à « sur noter » la voiture qu'ils possèdent mais ce phénomène de réassurance est peu marqué.

Dans le même ordre d'idée et bien qu'il y ait un déséquilibre hommes/femmes dans la population générale, les hommes sont surreprésentés dans le groupe H1 et sous-représentés dans les groupes H2 et H3 mais l'effet ne semble pas perceptible sur les préférences. Aucune catégorie socioprofessionnelle, aucune tranche d'âge, aucun département de résidence n'est sur ou sous-représenté dans ces groupes de consommateurs.

5.4.2 La perception de l'image de marque

Les marques sont-elles perçues différemment par les consommateurs pour chaque descripteur de leur image ?

Quel que soit le descripteur, l'analyse de variance pour le facteur Marque (onze notes pour chacun des deux cent quatre consommateurs) indique une différence significative entre les onze voitures.

Toutefois, les différences entre les marques ne sont pas aussi marquées d'un descripteur à l'autre (plus la statistique de Fisher est élevée, plus les différences sont marquées) (Tableau 26). En effet, les descripteurs *Marque connue* et *Densité du réseau* sont les plus discriminants. Ce résultat n'est pas surprenant puisque cette information ne nécessite pas *a priori* d'avoir eu une expérience avec tel ou tel constructeur. A l'opposé, les descripteurs *Confort*, *Qualité des services* ou *Rapport Qualité/Prix* nécessitent que les consommateurs aient été en contact avec les constructeurs et leurs produits, ce qui explique que leur statistique de Fisher soit plus basse. La statistique de Fisher pour le descripteur *Lignes originales* est la plus basse : les marques se différencient moins bien sur ce critère. Plusieurs hypothèses sont envisageables : soit les consommateurs estiment qu'aucun constructeur de l'espace produit ne conçoit des voitures aux lignes vraiment originales, soit les sujets n'identifient pas dans leur vie courante les marques des voitures dont ils estiment que les lignes sont originales .

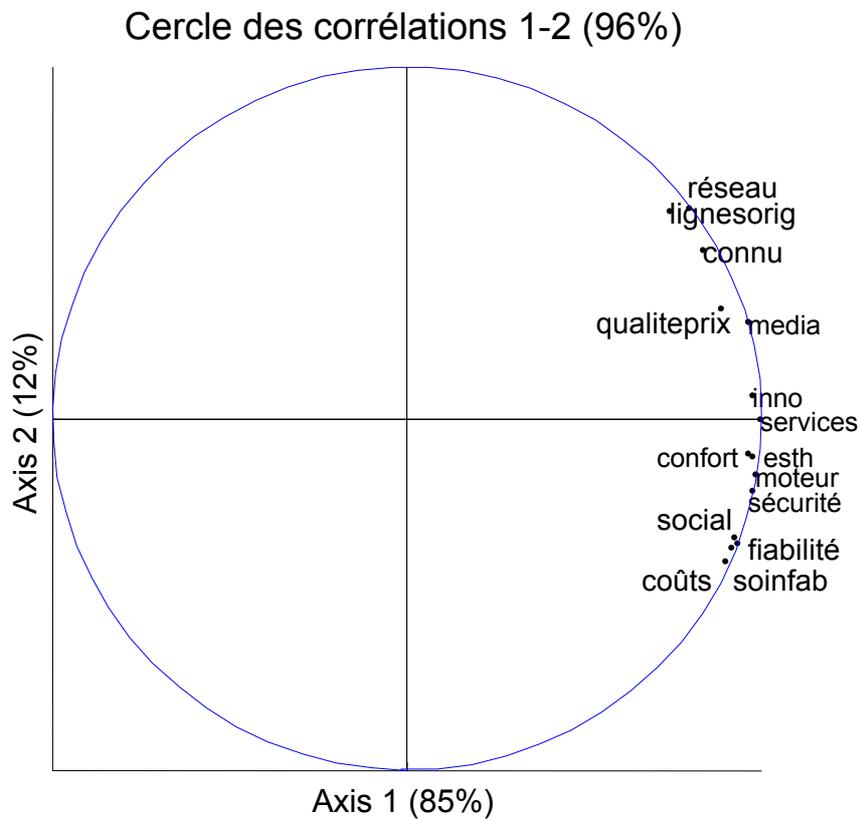
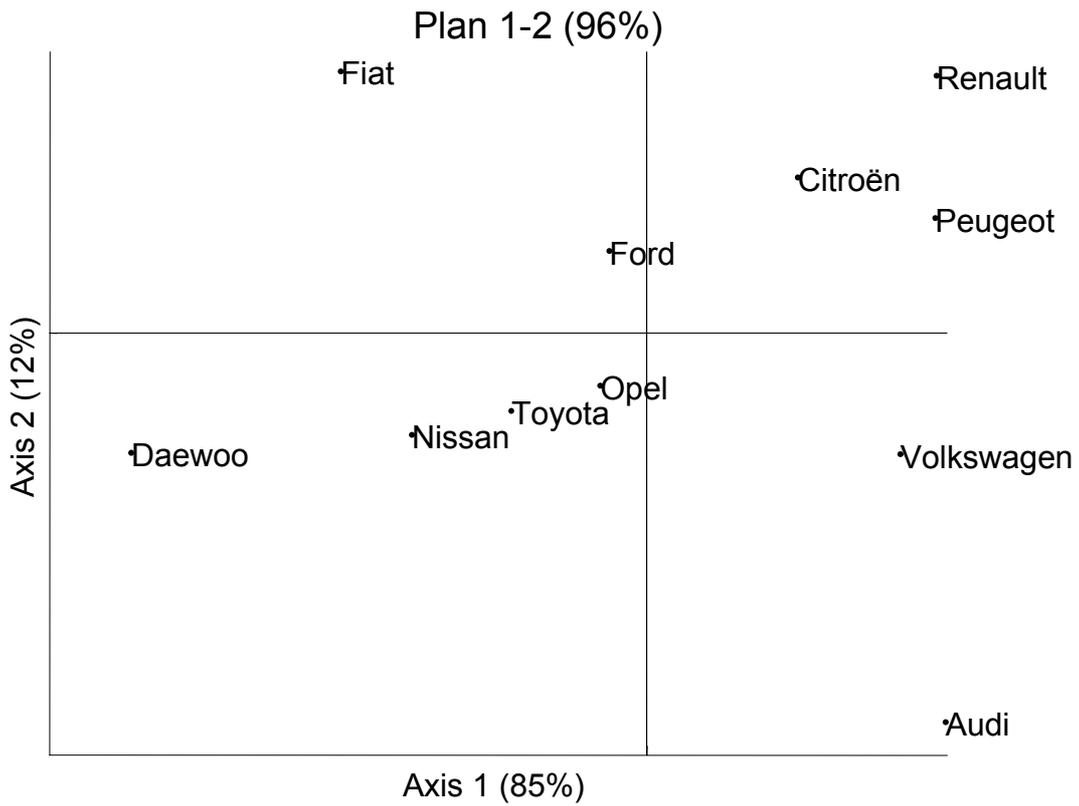


Figure 36 : Plan 1-2 de l'analyse en composantes principale calculée à partir des notes des 204 consommateurs sur les 15 termes pour les 11 marques lors de Conso

Tableau 26 : Tableau synthétique des résultats (F de Fisher et probabilité associée) de l'analyse de variance à un facteur (marques) (11 marques, 204 consommateurs) sur les quinze descripteurs de l'image de marque

Descripteur	F	P
Marque connue	246.9569	0.00
Densité du réseau	238.6598	0.00
Performances des moteurs	132.6239	0.00
Sécurité	128.8919	0.00
Fiabilité/Robustesse	117.2888	0.00
Affiche un niveau social élevé	116.4379	0.00
Présence médiatique	116.4071	0.00
Soin de fabrication	103.6645	0.00
Innovation	87.6777	0.00
Coûts	86.4922	0.00
Esthétique	84.7723	0.00
Confort	78.1054	0.00
Qualité des services	68.026	0.00
Rapport Qualité/Prix	17.459	0.00
Lignes originales	11.3452	0.00

Les analyses de variance, calculées à partir des notes brutes et des notes centrées-réduites par consommateur et par descripteur, conduisent à des résultats très similaires. Les traitements ultérieurs sont appliqués sur les notes brutes.

L'image de marque est-elle une notion réellement multidimensionnelle ?

Le groupe de sujets de l'étude *Marque* estime que quinze descripteurs sont nécessaires et suffisants pour décrire l'image de marque des constructeurs de l'espace produit. L'étude des corrélations, à la suite d'une analyse en composantes principales normée (moyenne des évaluations des consommateurs pour les onze marques sur les quinze descripteurs) de ces descripteurs permet de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse.

Globalement, les variables sont très corrélées : seuls les couples de variables (*marque connue, coûts*), (*lignes originales, fiabilité/robustesse*), (*lignes originales, soin de fabrication*), (*lignes originales, coûts*), (*lignes originales, sécurité*), (*lignes originales, affiche un niveau social élevé*), (*densité du réseau, fiabilité/robustesse*), (*densité du réseau, soin de fabrication*), (*densité du réseau, coûts*), (*densité du réseau, affiche un niveau social élevé*) ne sont pas significativement corrélés (test bilatéral 5%).

Les marques les mieux représentées sur le plan 1-2 sont des marques européennes, plus connues, Audi, Citroën, Fiat, Peugeot, Renault, Volkswagen et Daewoo, marque moins connue mais pour laquelle les préjugés peuvent être plus marqués. Par opposition, les

Configuration dans le plan Dim1 × Dim2

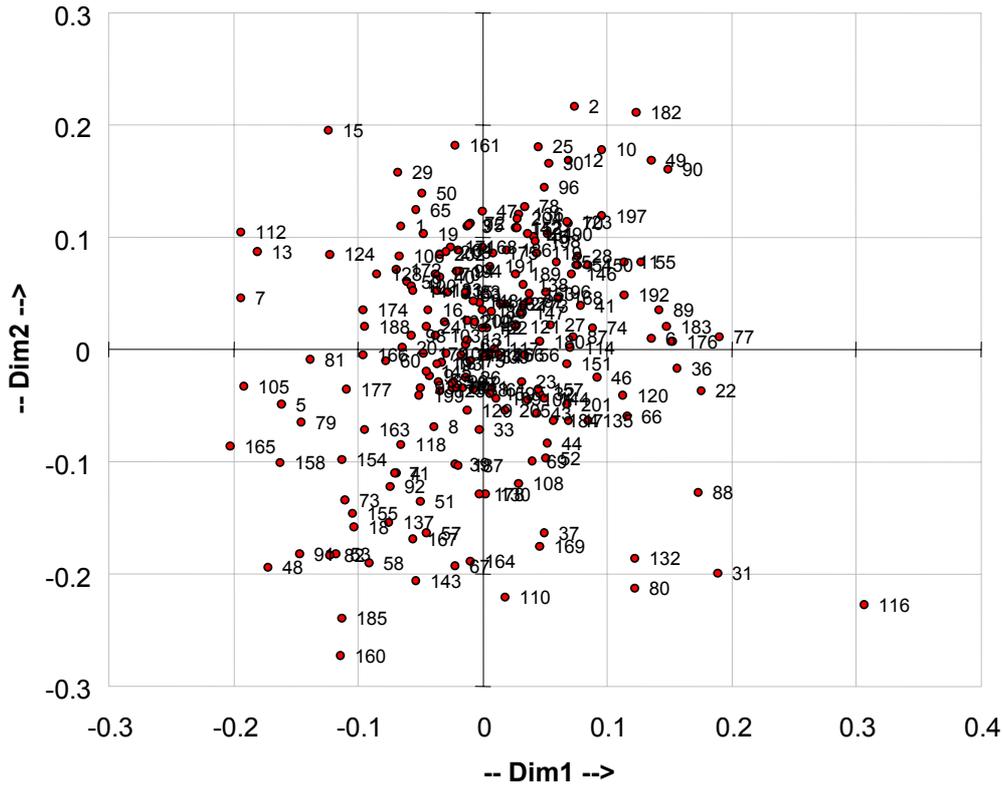


Figure 37: Plan principal issu du *multidimensional scaling* calculé à partir des corrélations, sujet par sujet, des évaluations des images de marque de l'espace produit

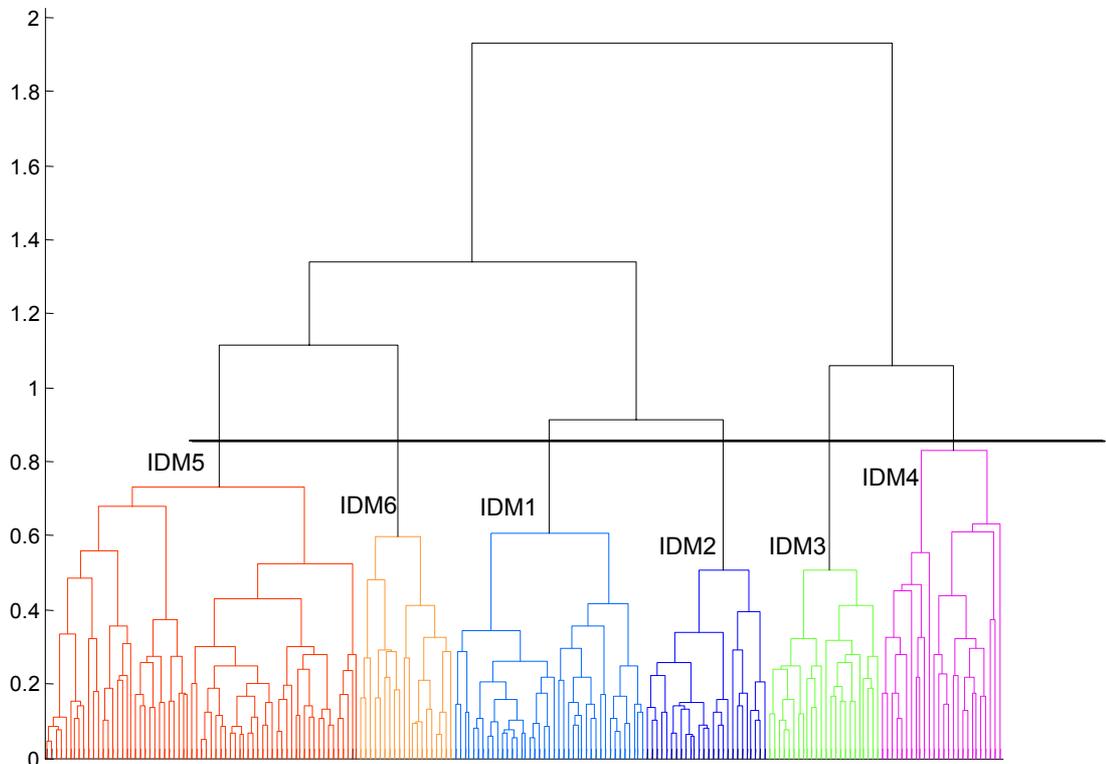


Figure 38: Classification ascendante hiérarchique (distance euclidienne, méthode de Ward) des consommateurs à partir des évaluations des images de marque de l'espace produit

constructeurs situés au centre de la carte ont des notes moyennes pour tous les descripteurs, signe de l'hésitation ou de la méconnaissance des consommateurs sur ces marques (Figure 36).

L'axe 1 (92% de l'information) oppose les marques Audi, Citroën, Peugeot, Renault, Volkswagen à Daewoo et Fiat. Ces premières ont des notes supérieures à la moyenne pour tous les descripteurs. Le positionnement des descripteurs, tous orientés dans la même direction, et le pourcentage d'information porté par l'axe 1 sont caractéristiques d'évaluations hédoniques séparant des produits appréciés et des produits rejetés. L'image de marque apparaît donc comme une notion monodimensionnelle, liée aux préférences des consommateurs.

Toutefois, l'axe 2 (12%) segmente les groupes initiaux. Citroën, Peugeot, Renault et Fiat, dans une moindre mesure, sont perçues comme des *marques connues* produisant des véhicules aux *lignes originales* et avec un *réseau dense* alors que Audi est perçue comme une marque qui apporte un plus grand *soin de fabrication*, produisant des voitures *fiabiles et robustes* mais *coûteuses*.

L'image de marque est donc, pour l'espace produit étudié, une notion globalement hédonique avec deux dimensions supplémentaires : la notoriété, la présence en France (densité du réseau) d'une part et le soin de fabrication qui induit des coûts plus élevés mais une fiabilité accrue d'autre part.

Ce résultat montre l'intérêt de conduire des études similaires dans d'autres pays.

Combien de groupes de consommateurs se dégagent de la population interrogée quant à leurs perceptions des marques ?

Le calcul des coefficients R_v sur les données individuelles de chaque couple de consommateurs conduit à un tableau de distances analysé par multidimensionnal scaling. Le plan principal fourni par cette analyse met en évidence un « noyau » central et des groupes de consommateurs périphériques (Figure 37)

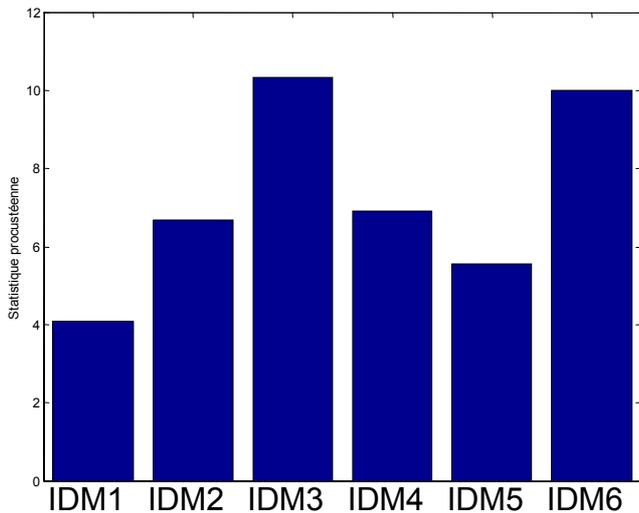


Figure 39 : Répartition de la statistique procustéenne résiduelle entre les groupes IDM1-IDM6

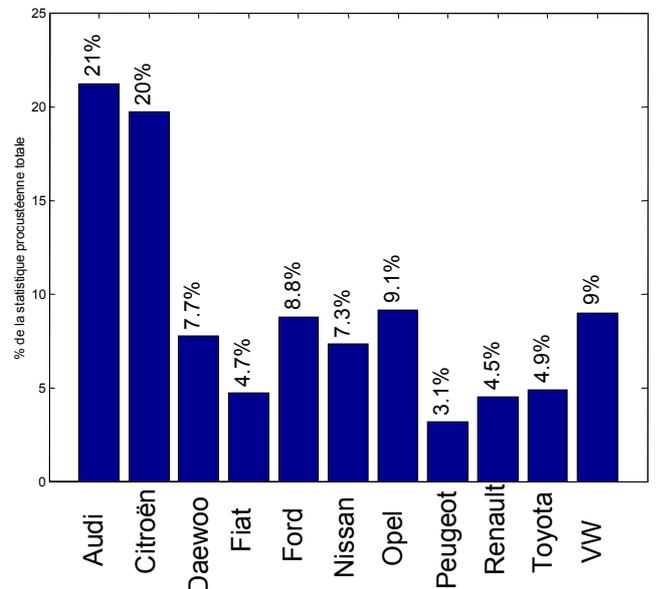


Figure 40 : Répartition de la statistique procustéenne résiduelle entre les marques de Conso

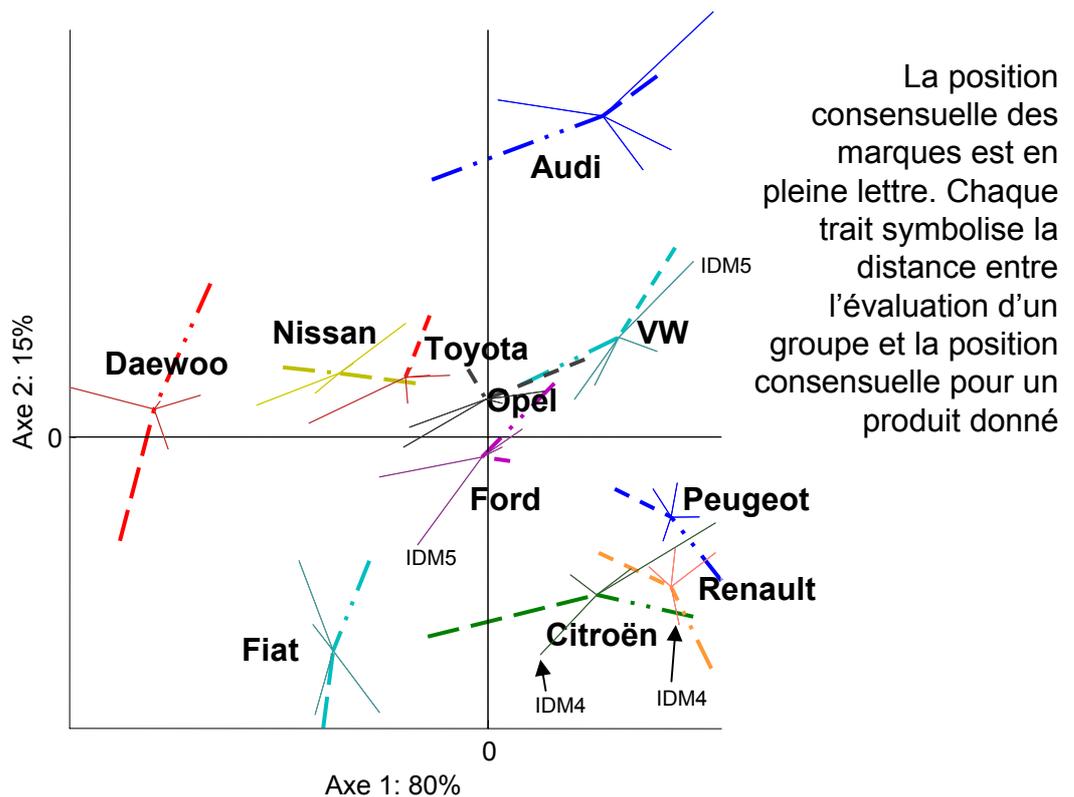


Figure 41: Espace produit obtenu après analyse procustéenne sur les évaluations des images de marque par les groupes IDM1-6
IDM3 et IDM6, les groupes les plus éloignés du consensus sont identifiés par

- · · · — IDM3
- · — · — IDM6

Les coordonnées des sujets à l'issue de l'analyse factorielle du tableau de distances sont traitées par une Classification Ascendante Hiérarchique pour segmenter la population des consommateurs en fonction de leurs évaluations des images de marque. Plusieurs segmentations sont envisageables. Pour des raisons similaires à la segmentation des notes hédoniques, la population est scindée en six groupes (Figure 38).

Les six groupes IDM1, IDM2, IDM3, IDM4, IDM5, IDM6 contiennent respectivement quarante et un, vingt-six, vingt-quatre, vingt-six, soixante-sept et vingt consommateurs.

Quelles sont les différences dans la perception de l'image des marques d'un groupe à l'autre ?

L'analyse procustéenne permet de trouver un éventuel consensus entre les différents groupes. Le consensus obtenu n'est pas très bon : la statistique procustéenne résiduelle après l'analyse procustéenne généralisée vaut 60% de la statistique procustéenne initiale.

Le consensus obtenu est très proche de l'analyse en composantes principales obtenue sur les notes moyennes, tous sujets confondus.

Deux groupes IDM3 et IDM6 s'éloignent particulièrement du consensus (Figure 39). De même, deux marques, Audi et Citroën ne sont pas évaluées de manière consensuelle par les groupes (Figure 40).

Sur le consensus, Citroën, Peugeot et Renault sont regroupées alors que IDM6 rapproche Citroën de Fiat (notes pour *Soin de fabrication*, *Fiabilité/Robustesse* inférieures à la moyenne) (Figure 41). De la même façon, sur le consensus, Audi se distingue des autres marques alors que IDM3 rapproche Audi et Nissan de Daewoo (notes inférieures à la moyenne pour *Densité de réseau*, *Lignes originale*, *Rapport Qualité/Prix*).

Durant le test, les consommateurs évaluent-ils différemment la marque du véhicule qu'ils possèdent ?

Les possesseurs de **Volkswagen Golf** sont surreprésentés dans le groupe IDM5 (Tableau 27). Par rapport au consensus de l'analyse procustéenne, Volkswagen se rapproche d'Audi en se différenciant des autres marques pour ce groupe et est perçue plus sûre, plus fiable, plus coûteuse, et affichant un niveau social élevé.

Les possesseurs de **Ford Focus** sont surreprésentés dans le groupe IDM6 et ont tendance à rapprocher Opel de Volkswagen, sans lien avec leur propre véhicule.

Les possesseurs de **Citroën Xsara** sont surreprésentés dans le groupe IDM2 et rapproche Citroën de Peugeot en la positionnant comme une marque plus connue avec un meilleur rapport qualité/prix, des véhicules aux lignes plus originales et un réseau plus dense que ne le perçoit le consensus.

Les possesseurs de **Citroën Xsara** sont sous-représentés et ceux de **Renault Mégane** surreprésentés dans le groupe IDM4 qui éloigne Renault de Citroën en rapprochant le premier de Peugeot et le second de Fiat. Par rapport au consensus, Renault est perçue comme une marque plus connue, plus médiatique avec un réseau plus dense alors que Citroën est perçue comme faisant des voitures aux lignes plus originales.

Tableau 27 : Répartition des marques possédées par les consommateurs de Conso en fonction du groupe d'image de marque auquel ils appartiennent (* test du khi² significatif au seuil 5%, ** 1%, * 0.1%)**

	IDM1	IDM2	IDM3	IDM4	IDM5	IDM6
Audi A3	3	0	0	0	6	1
Citroën Xsara	8	11 (**)	8	0 (*)	7	0
Daewoo Lanos	0	0	1	0	1	0
Fiat Brava	0	1	2	3	1	0
Ford Focus	6	0	0	5	1 (*)	8 (***)
Nissan Almera	0	0	0	0	1	1
Opel Astra	5	1	1	3	5	3
Peugeot 306	7	7	5	4	12	2
Renault Mégane	8	5	7	10 (*)	8	1
Toyota Corolla	0	0	0	0	3	0
VW Golf	4	1	0	1	22 (***)	4

Il y a une légère influence du véhicule possédé sur la perception de sa marque. Quand ils sont surreprésentés, les consommateurs ont tendance à « sur noter » la marque du véhicule qu'ils possèdent, lui attribuant ainsi une valeur plus positive que ne le fait la population entière.

Ces consommateurs ont peut-être acheté le véhicule qu'ils possèdent lors du test parce qu'ils ont une bonne image de sa marque.

Aucun des deux sexes, aucune catégorie socioprofessionnelle, aucune tranche d'âge, aucun département de résidence, n'est sur ou sous-représenté dans les groupes IDM.

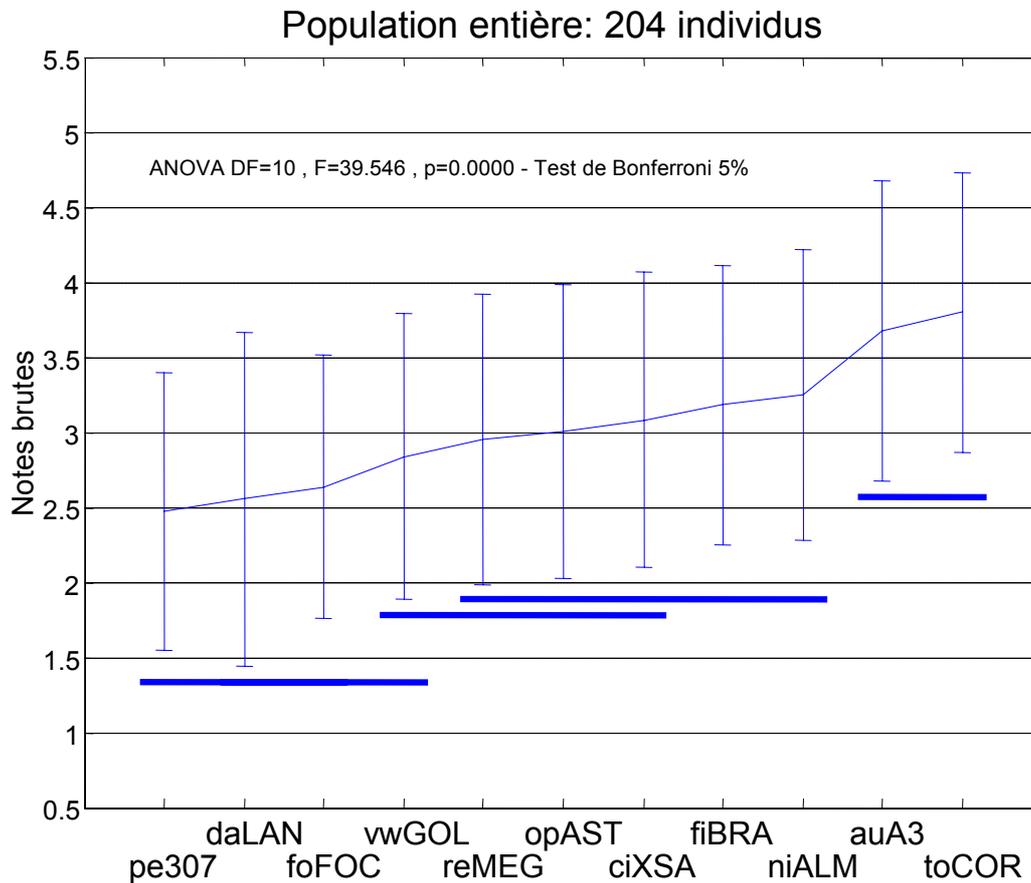


Figure 42 : Moyennes et écarts-types de la perception des prix des deux cent quatre consommateurs aux onze véhicules de l'espace produit pour Conso
 Un trait relie les voitures dont la différence de notation n'est pas significative à 5%

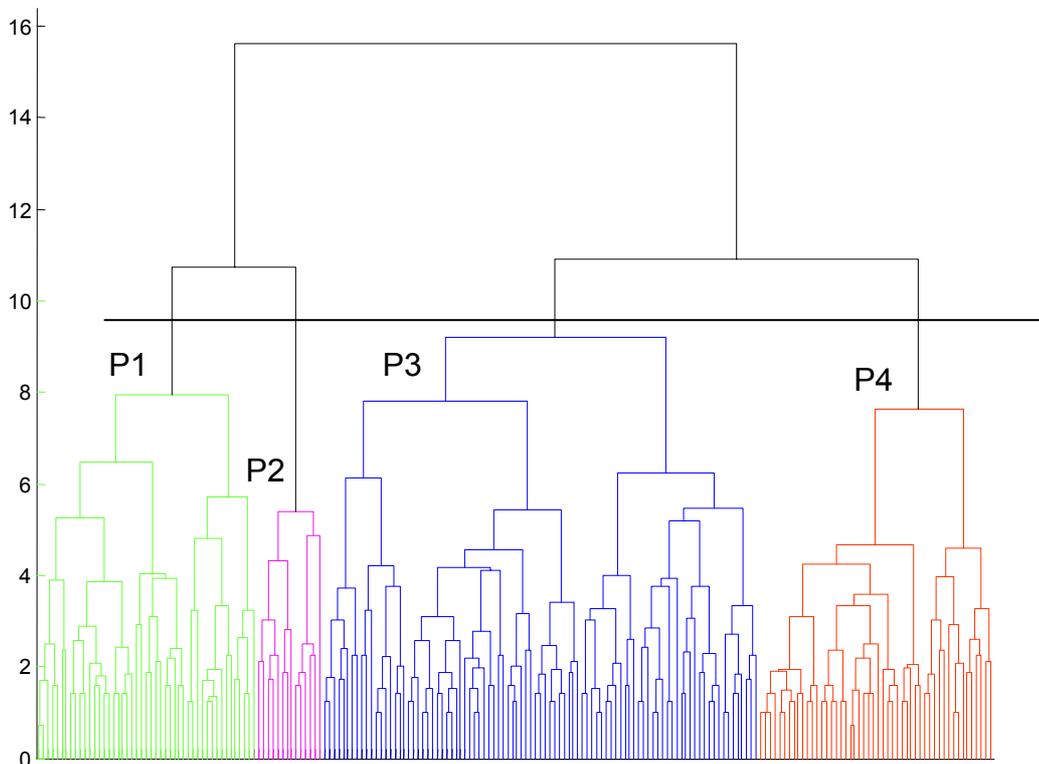


Figure 43 : Classification ascendante hiérarchique (distance euclidienne, méthode de Ward) des consommateurs à partir de la perception des prix attribuée à l'espace produit pour Conso

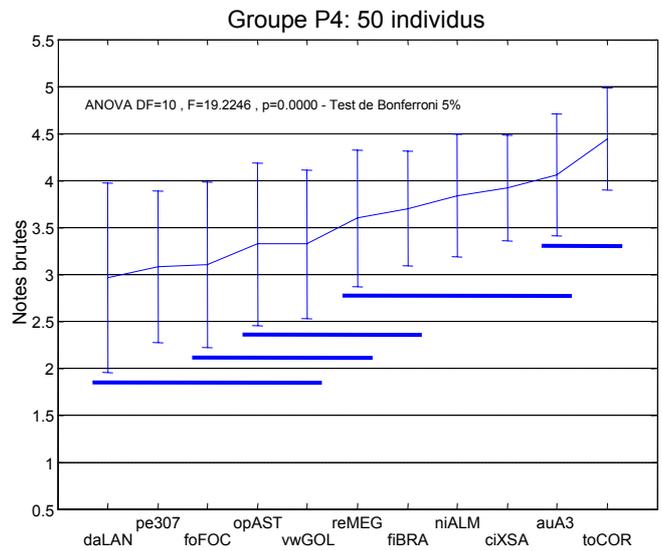
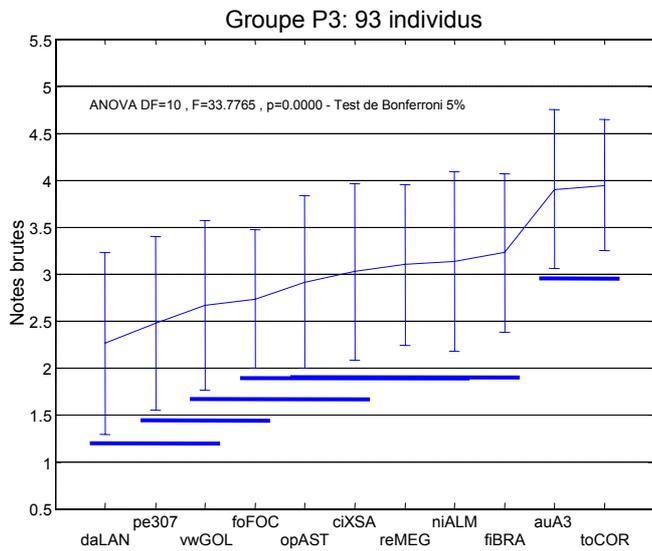
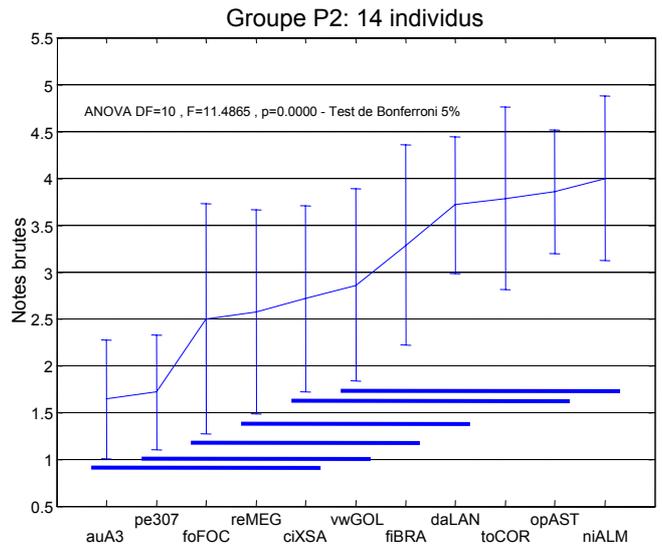
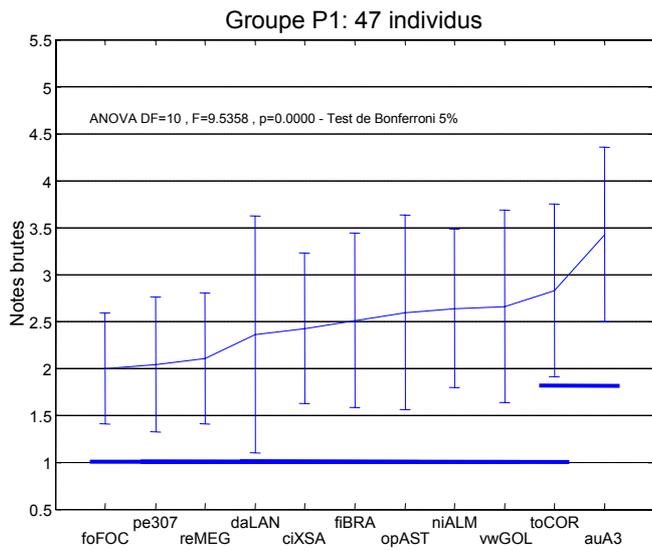


Figure 44 : Moyennes et écarts-types des perceptions de prix des quatre groupe de consommateurs pour les onze véhicules de l'espace produit
 Un trait relie les voitures dont la différence de notation n'est pas significative à 5%

5.4.3 La perception des prix de vente des voitures

Certains prix sont-ils perçus plus raisonnables ou plus exagérés que d'autres par les consommateurs ?

L'analyse de variance sur le facteur Voiture met en évidence une différence significative entre les prix évalués par les consommateurs.

Les prix de la **Daewoo Lanos**, la **Ford Focus**, la **Peugeot 307** et la **Volkswagen Golf** sont perçus comme étant les plus raisonnables. A l'opposé, les prix de l'**Audi A3** et de la **Toyota Corolla** sont perçus comme étant les plus exagérés (Figure 42).

Combien de groupes de consommateurs se dégagent de la population interrogée quant à leur vision des prix ?

Après plusieurs essais, la segmentation qui paraît la plus intéressante en termes d'homogénéité des avis intragroupes se fait en quatre classes (Figure 43).

Les quatre groupes P1, P2, P3 et P4 contiennent respectivement quarante-sept, quatorze, quatre vingt treize et cinquante consommateurs.

Quelles sont les différences dans la vision des prix des voitures d'un groupe à l'autre ?

Malgré la segmentation, il reste un consensus fort entre les groupes : les prix de la **Daewoo Lanos**, de la **Ford Focus** et de la **Peugeot 307** sont perçus comme étant plus raisonnables alors que ceux de l'**Audi A3**, de la **Toyota Corolla** sont perçus comme étant plus exagérés (Figure 44).

Pour P1, contrairement aux autres groupes, la différence entre les prix n'est pas très marquée. Les prix de l'**Audi A3** et la **Toyota Corolla** sont perçus comme étant plus exagérés que ceux des autres voitures pour lesquels il n'y a pas de différences significatives.

Le groupe P2 se distingue particulièrement des autres en inversant les places de l'**Audi A3** (prix raisonnable) et de la **Daewoo Lanos** (prix exagéré).

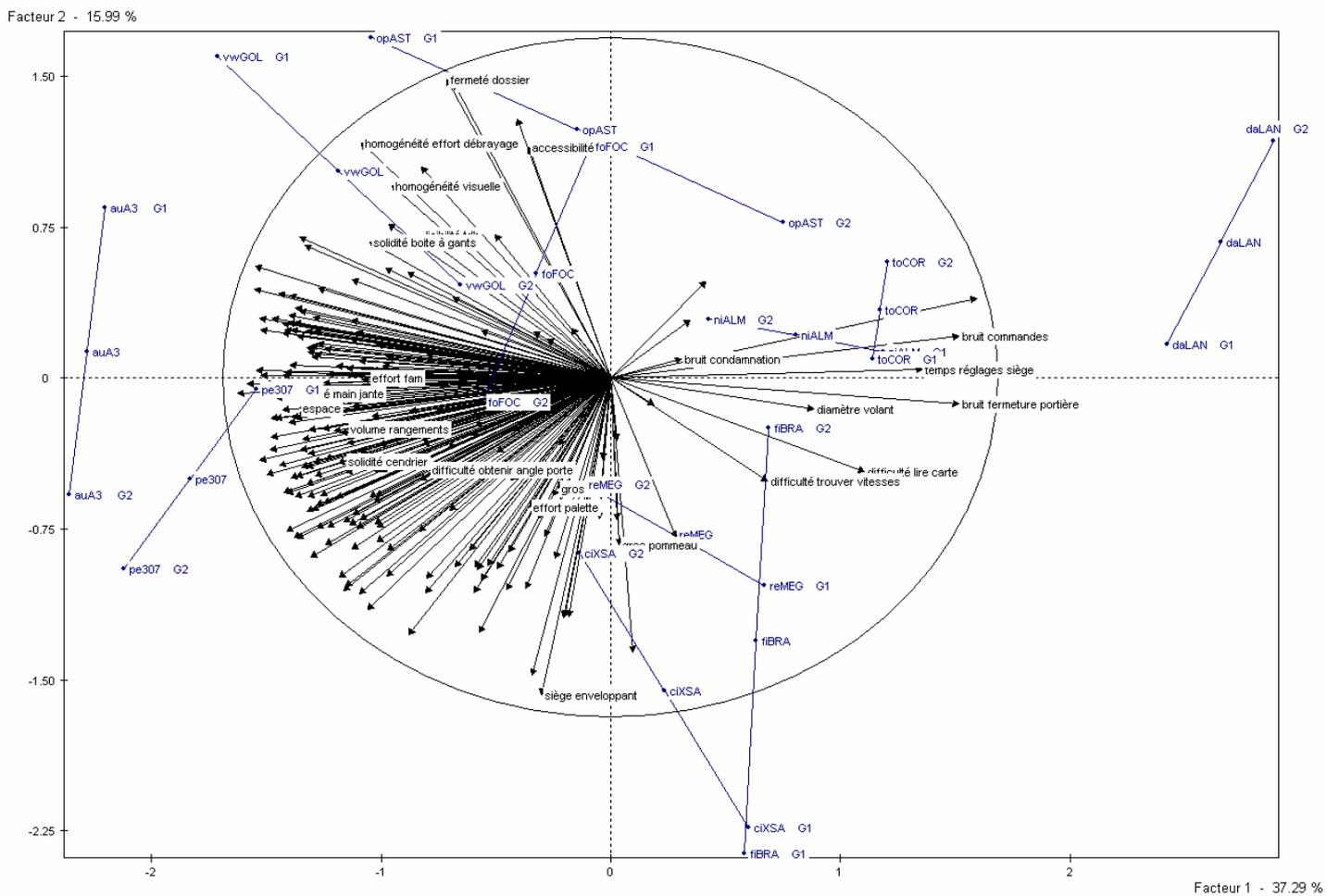


Figure 45 : Plan 1-2 de l'analyse factorielle multiple sur les variables sensorielles (G1) et les évaluations hédoniques (G2) pour tous les produits

Durant le test, les consommateurs évaluent-ils différemment le prix du véhicule qu'ils possèdent ?

Aucun véhicule possédé, aucun des deux sexes, aucune catégorie socioprofessionnelle, aucune tranche d'âge, aucun département de résidence, n'est sur ou sous-représenté dans les groupes P.

5.5 La recherche des liens entre les différentes approches

Les études précédentes permettent d'obtenir un positionnement relatif des produits en fonction de leurs attributs sensoriels, les préférences des consommateurs interrogés sur ces voitures et les perceptions des images des constructeurs par ces mêmes consommateurs. Toutefois, il est intéressant de mettre en relation ces trois jeux de données pour évaluer l'influence relative des attributs sensoriels des voitures et de la description de l'image de leurs constructeurs sur les préférences des consommateurs.

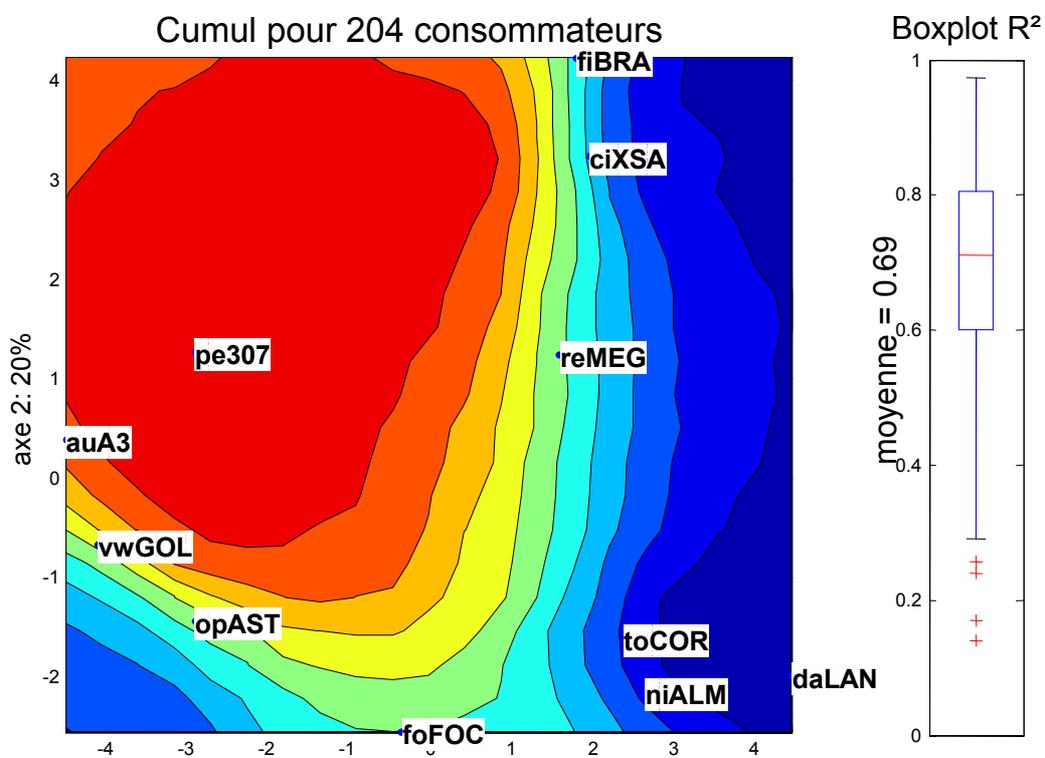
5.5.1 Utiliser l'analyse factorielle multiple pour expliquer les notes hédoniques par les caractéristiques sensorielles des produits

Pour l'analyse factorielle multiple, le premier groupe de variables est constitué des variables sensorielles (G1), le second, les notes de préférence des consommateurs (G2).

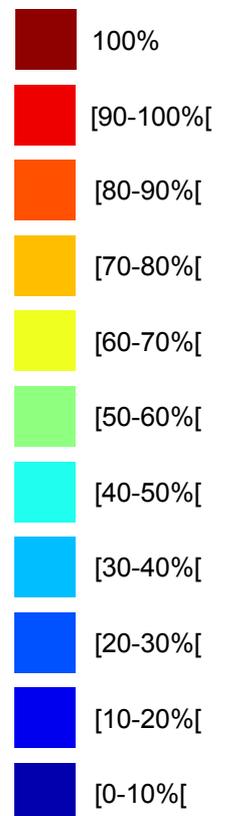
L'axe 1 oppose l'**Audi A3** et la **Peugeot 307** à la **Daewoo Lanos**, c'est-à-dire *espace, mobilité de la main sur la jante à bruits des commandes, temps de réglage des sièges et bruit de fermeture des portières* (Figure 45).

L'axe 2 oppose la **Citroën Xsara** et la **Fiat Brava** à l'**Opel Astra**, c'est-à-dire *siège enveloppant à fermeté du dossier et fermeté de l'assise*.

Les vecteurs représentant les préférences des consommateurs sont essentiellement en direction de l'**Audi A3** et de la **Peugeot 307** qui sont donc les véhicules les plus appréciés. Les voitures les plus appréciées des consommateurs doivent avoir des notes élevées pour les descripteurs *espace, mobilité de la main sur la jante, effort frein à main, volume des*



Pourcentage de consommateurs qui mettent une note supérieure à la moyenne aux produits de cette zone



Les codes de couleur sont les mêmes pour toutes les cartographies

Figure 46 : Cartographie externe des préférences : représentation des produits et des préférences dans le plan 1-2 obtenu par analyse en composantes principales

rangements, solidité du cendrier, difficulté d'obtenir angle porte et des notes basses pour bruits des commandes, temps de réglage des sièges et bruit de fermeture des portières.

Chaque produit est représenté par trois points : sa position selon le groupe de variables sensorielles, sa position selon le groupe de variables consommateurs et la position moyenne des deux points précédents. Pour cette étude, les distances entre les trois positions d'un même produit sont assez importantes. Cela traduit les différences de positionnements relatifs des produits entre les deux jeux de données.

Pour ne pas résumer l'information d'un consommateur à une direction unique des préférences et ainsi permettre à un consommateur d'apprécier deux produits opposés sur la carte sensorielle, les données sensorielles et hédoniques sont traitées par cartographie externe des préférences avec modèle quadratique.

5.5.2 Utiliser la cartographie externe des préférences pour expliquer les notes hédoniques par les caractéristiques sensorielles

5.5.2.1 Utilisation de l'analyse en composantes principales

La moyenne des coefficients de détermination de la modélisation, R^2 est 0.69. Trois quarts des consommateurs ont un R^2 supérieur à 0.6, ce qui constitue un résultat satisfaisant (Figure 46). Soixante-cinq consommateurs sont des préféreurs, trois des rejeteurs et cent trente six des éclectiques. Plus de la moitié des consommateurs sont des éclectiques : ils apprécient deux zones opposées sur la carte sensorielle. Avec un modèle plus simple que le modèle complet, les préférences de ces consommateurs n'auraient pas été correctement modélisées.

La cartographie externe des préférences indique une zone de préférence maximale (les produits qui s'y trouvent ont une note supérieure à la moyenne pour plus de 90% des consommateurs) qui couvre presque la moitié du plan sensoriel, centrée sur la **Peugeot 307** et englobant l'**Audi A3**. Ce sont des véhicules spacieux, dont l'apparence visuelle est homogène, pour lesquels le cendrier et la boîte à gants sont solides, la main est mobile sur le volant, la manipulation du frein à main nécessite un effort (Figure 25).

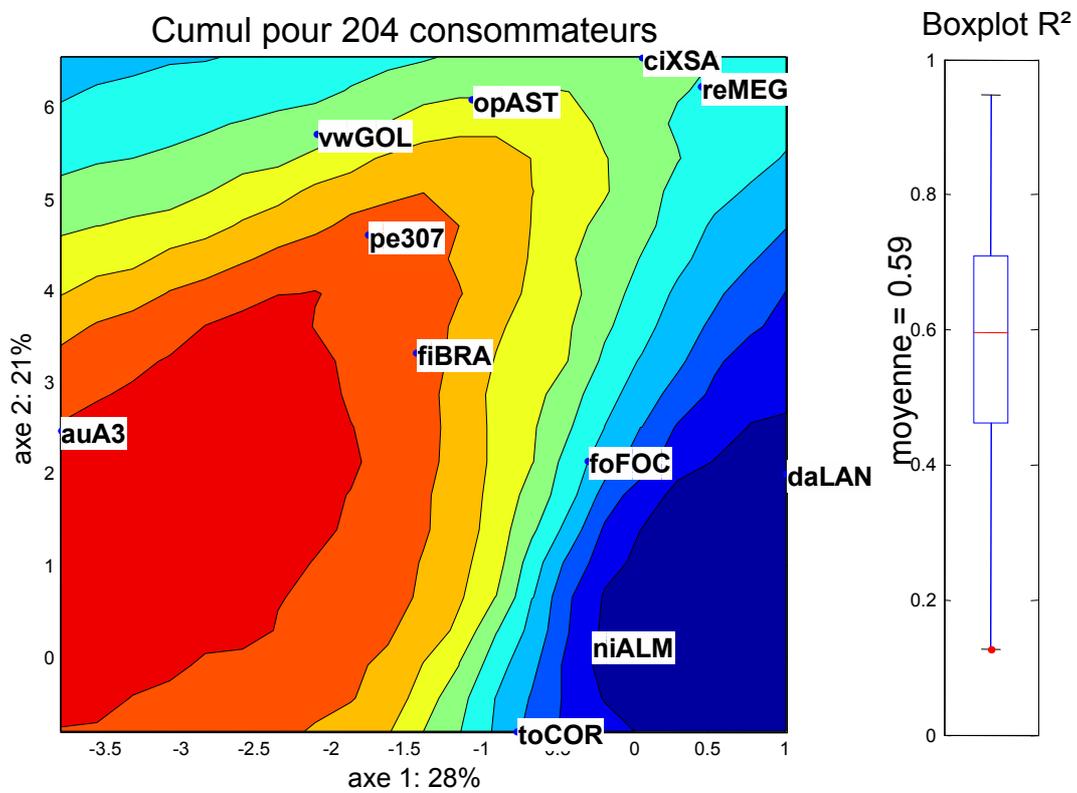


Figure 47 : Cartographie externe des préférences : représentation des produits et des préférences dans le plan 1-2 obtenu par analyse factorielle discriminante

Il y a une zone de préférences minimales (les produits qui s'y trouvent ont une note supérieure à la moyenne pour moins de 10% des consommateurs). Elle couvre une bande verticale à l'extrême droite du graphique et contient la **Daewoo Lanos**, et dans une moindre mesure, la **Nissan Almera** et la **Toyota Corolla**, les trois voitures asiatiques de l'étude. Ce sont des véhicules dont les bruits de fermeture de portière sont aigus, les commandes bruyantes, les sièges longs à régler et le plafonnier peu éclairant.

Une seconde zone de préférences basses (20-30%) est dans le coin inférieur gauche du graphique. Bien qu'elle ne contienne aucune voiture, elle correspond à des notes véhicules dont les sièges sont durs et dont *l'effort de débrayage est homogène*.

La cartographie externe des préférences conduit à des résultats globalement similaires à ceux de l'analyse factorielle multiple. Cependant, elle fournit des zones de préférence maximales et minimales mieux délimitées que cette analyse et peut donc faciliter un processus ultérieur de conception de nouveaux produits satisfaisant le maximum de consommateurs.

5.5.2.2 Utilisation de l'analyse factorielle discriminante

La moyenne des coefficients de détermination de la modélisation R^2 est 0.59. La modélisation est moins bonne avec l'analyse factorielle discriminante qu'avec l'analyse en composantes principales (Figure 47).

La cartographie externe des préférences indique une zone de préférences maximales : elle s'étend du coin inférieur gauche jusqu'au milieu du graphique, en suivant la première bissectrice. Elle contient l'**Audi A3**, la **Fiat Brava** et la **Peugeot 307**. Le descripteur le plus discriminant de l'analyse factorielle discriminante, *bruit de condamnation* ne semble pas particulièrement important pour la caractérisation des préférences (Figure 24). En effet, seules les voitures pour lesquelles ce bruit est extrêmement important semble un peu moins appréciées.

La zone principale de préférences minimales contient, comme dans le cas de l'analyse en composantes principales, les trois voitures asiatiques. Contrairement à la **Citroën Xsara**, la **Ford Focus** et la **Renault Mégane** se rapprochent plus de la zone de préférences minimales dans le cas de l'analyse factorielle discriminante que dans celui de l'analyse en composantes principales.

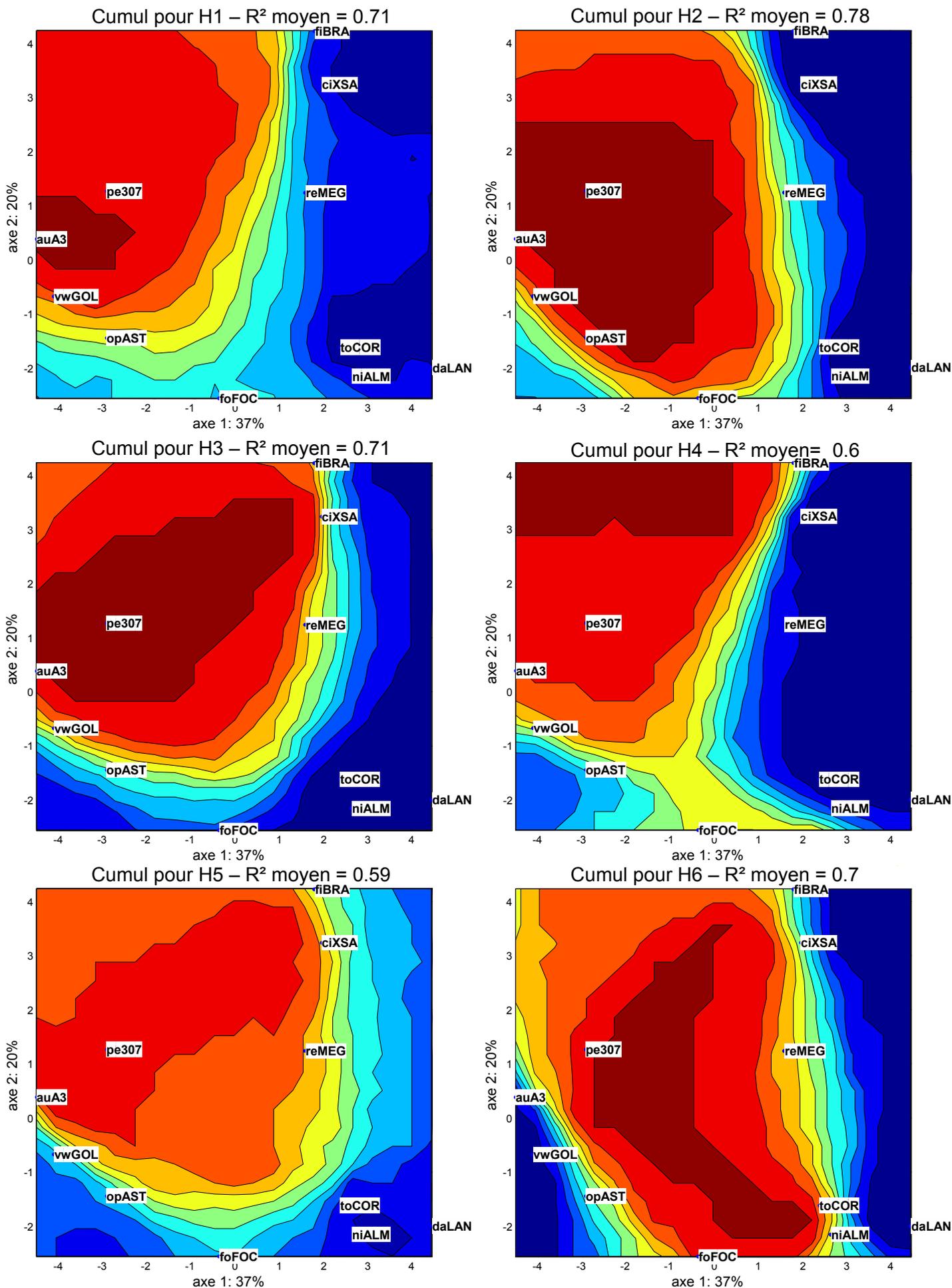


Figure 48 : Cartographie externe des préférences des groupes H1-H6 plan 1-2 obtenu par analyse en composantes principales

5.5.2.3 La cartographie externe des préférences appliquée sur les groupes H1-H6

Afin d'obtenir des cartographies plus fidèles aux avis des consommateurs, le cumul des modélisations de chaque consommateur est fait en fonction de l'appartenance aux groupes H1 à H6. Six graphiques différents découlent des six cartographies externes faites sur les notes de chaque groupe de consommateurs (Figure 48). Les préférences et rejets correspondent à ceux observés par analyse de variance (Tableau 24)

Les cartographies (plan sensoriel fourni par analyse en composantes principales) de cinq des six groupes mettent en évidence une zone de préférences maximales dans laquelle tous les consommateurs du groupe donnent une note supérieure à la moyenne :

- Pour le groupe H1 (52 sujets), la surface de cette zone est très réduite et centrée sur l'**Audi A3**. Ces préférences pour cette voiture sont très marquées.
- Pour le groupe H4 (30 sujets), cette zone n'est pas très grande. Elle est positionnée dans le coin supérieur gauche de la carte où ne se trouve aucune voiture. Ces consommateurs apprécieraient une voiture au cendrier solide, aux portes qui nécessitent des efforts pour s'ouvrir et dont l'angle d'ouverture souhaité n'est pas facilement atteignable, aux sièges enveloppants, avec un pommeau de levier de vitesses volumineux et un frein à main de grand diamètre. La **Ford Focus**, appréciée par ce groupe, « tire » vers elle la zone de préférences.
- Pour le groupe H2 (27 sujets), cette zone est assez grande. Elle est centrée sur la **Peugeot 307** et est très proche de l'**Audi A3**, de l'**Opel Astra** et de la **Volkswagen Golf**.
- Pour le groupe H3 (41 sujets), cette zone est également assez grande. Elle est centrée sur la **Peugeot 307** et s'oriente vers la **Citroën Xsara** et la **Fiat Brava**.
- Pour le groupe H6 (24 sujets), cette zone a une forme de croissant dont le centre est proche de la **Peugeot 307** et les extrémités se rapprochent en haut, de la **Citroën Xsara** et de la **Fiat Brava** et en bas, de la **Nissan Almera** et de la **Toyota Corolla**.

Les deux zones de préférences basses de la cartographie sur l'ensemble des consommateurs se retrouvent pour tous les groupes à des intensités différentes :

- La zone en bas à gauche est moins étendue pour H1 et H2. A l'inverse, elle est très marquée pour H6 et englobe l'**Audi A3** et la **Volkswagen Golf** : ces consommateurs n'apprécient ni les sièges durs, ni les embrayages homogènes.
- La zone latérale droite est moins marquée pour H5 que pour les autres groupes. H5 n'est pas aussi exigeant sur les bruits de commandes et de portières, sur la durée de réglages des sièges et sur les plafonniers peu puissants.

Cette segmentation ne conduit pas à une augmentation du coefficient de détermination des consommateurs considérés individuellement puisque leurs notes hédoniques sont toujours modélisées par les deux mêmes variables. Toutefois, les consommateurs des groupes H4 et H5 sont, en moyenne, moins bien modélisés que ceux des autres groupes. Ce sont eux qui font baisser le R^2 moyen de l'ensemble des consommateurs. Ils peuvent être moins bien modélisés parce que les variables sensorielles qui contribuent aux deux premiers axes de l'analyse en composantes principales ne sont pas celles qui impactent sur leur ressenti de confort.

5.5.3 Utiliser la régression progressive pour hiérarchiser les variables sensorielles

Les notes hédoniques centrées-réduites de chaque consommateur sont modélisées par une régression progressive dont les variables prédictrices sont les descripteurs sensoriels évalués par le panel sensoriel. Contrairement à la cartographie externe des préférences, le modèle utilisé est vectoriel.

Seuls les consommateurs pour lesquels la modélisation est satisfaisante, c'est-à-dire ceux dont le coefficient de détermination est supérieur à 0.75, sont pris en compte dans le reste des calculs. Ces cent quatre consommateurs sont modélisés par trois variables prédictrices en moyenne (de une à neuf) avec un R^2 moyen de 0.9 (de 0.75 à 1).

Pour évaluer l'utilisation d'un descripteur en tant que variable prédictrice, plusieurs méthodes sont envisageables, parmi lesquelles :

- Pour un consommateur donné, la valeur 1 est attribuée à tout descripteur dont le coefficient dans l'équation de régression est non nul ; la valeur 0 est attribuée dans le cas inverse. Ces valeurs sont sommées pour les cent quatre consommateurs bien

modélisés, c'est-à-dire dont le coefficient de détermination est supérieur à 0.75 (traitement 1).

- Pour un consommateur donné, plus le coefficient d'un descripteur est élevé en valeur absolue, plus il influe sur le modèle. A chaque descripteur correspond la somme des valeurs absolues de ses coefficients pour chaque modèle de tous les consommateurs (avec $R^2 > 0.75$), pour ne pas donner la même importance à un descripteur qui pèse beaucoup et un descripteur qui pèse peu sur le modèle (traitement 2).

Les deux traitements conduisent à des résultats proches. Seuls les résultats du traitement 1 sont présentés. Dix descripteurs sont plus utilisés que la moyenne (Tableau 28).

Dix descripteurs n'ont pas été sélectionnés et contribuent pourtant au premier plan sensoriel. A l'inverse, le descripteur *diamètre du volant* est sélectionné et ne contribue pas au premier plan.

Tableau 28 : Liste des descripteurs sensoriels hiérarchisés.

A chaque descripteur correspond : le nombre de fois qu'il est variable prédictrice pour un consommateur, les axes factoriels de l'analyse en composantes principales auxquels il contribue. En grisé, les cumuls supérieurs à la moyenne des cumuls

Descripteur	Cumul	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Difficulté trouver vitesses	36			X		X	X			X	
Difficulté lire carte	23	X			X	X		X	X	X	
Bruit fermeture portière	22	X								X	X
Diamètre volant	22				X	X		X			
Siège enveloppant	20		X		X						
Fermeté assise	16	X	X							X	
Difficulté obtenir angle porte	15		X			X	X			X	
Homogénéité visuelle	15	X				X		X			
Espace	13	X		X		X			X		X
Fermeté dossier	13	X	X								
Gros frein à main	12		X	X	X			X		X	X
Lisibilité tableau de bord	12				X			X	X	X	
Bruit commandes	10	X		X			X				
Volume rangements	10			X					X	X	
Accessibilité fonctions	9		X		X	X	X				
Gros pommeau	9		X		X		X		X		
Mobilité main jante	9	X					X	X			X
Effort palette	8		X				X			X	
Homogénéité effort débrayage	8	X	X						X		X
Temps réglages siège	8	X									X
Effort frein à main	7	X		X	X						X
Solidité cendrier	6	X	X							X	X
Solidité boîte à gants	5	X			X	X	X	X			
Bruit condamnation	3			X		X	X		X	X	

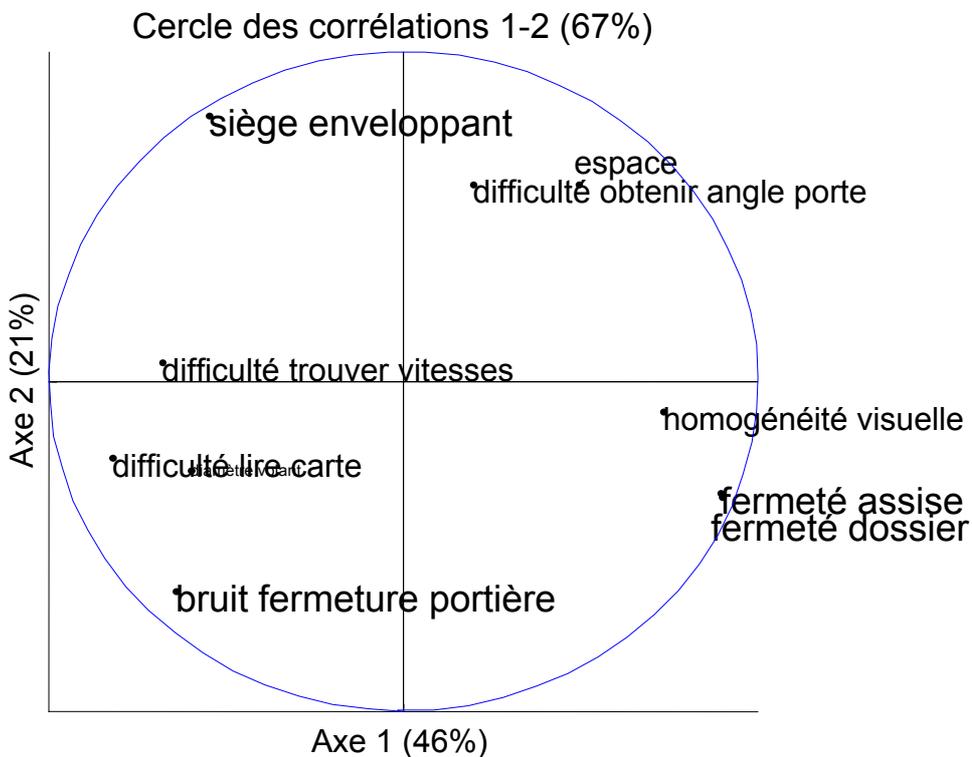
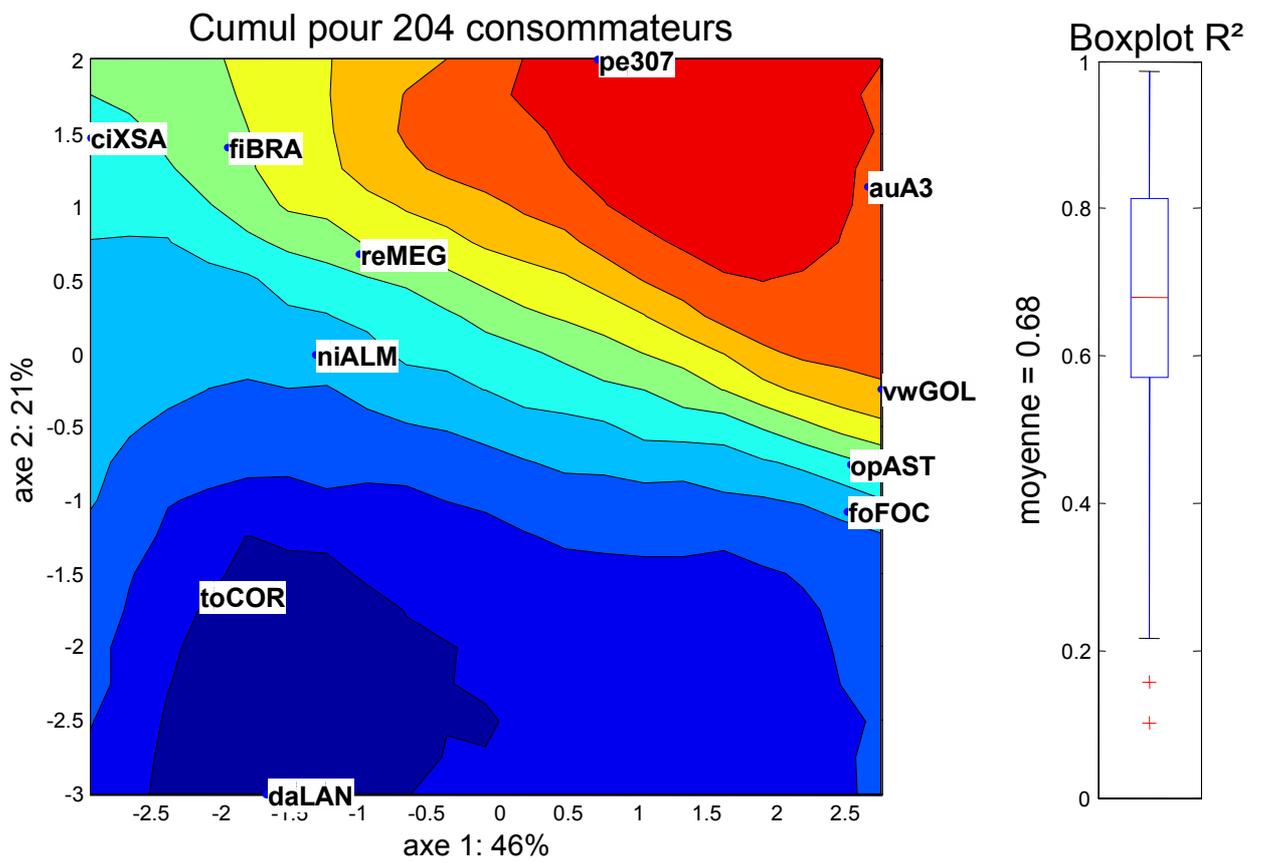


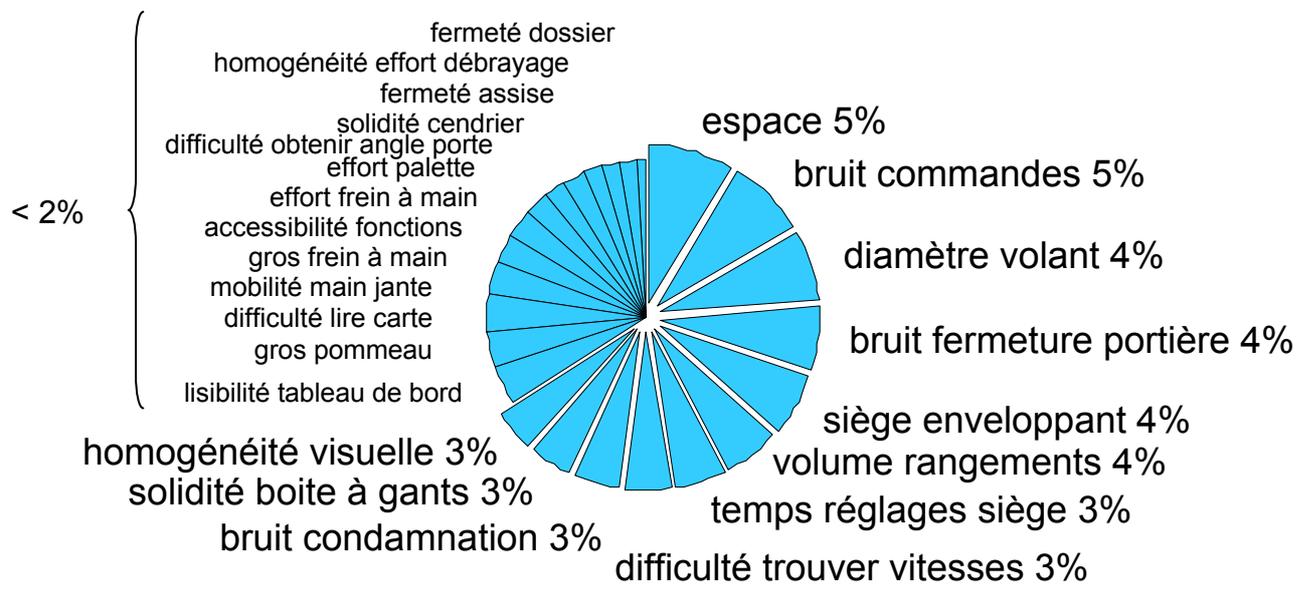
Figure 49 : Cartographie externe des préférences : représentation des produits, des variables et des préférences dans le plan 1-2 obtenu par analyse en composantes principales sur les descripteurs sensoriels sélectionnés par la régression progressive

Dans une démarche classique de profil, l'analyse en composantes principales normée affecte les mêmes poids aux descripteurs. Si l'analyse en composantes principales n'est pas normée, le poids de chaque descripteur dépend de l'utilisation des échelles par les experts mais ne correspond pas à l'importance de chacun pour expliquer les préférences des consommateurs.

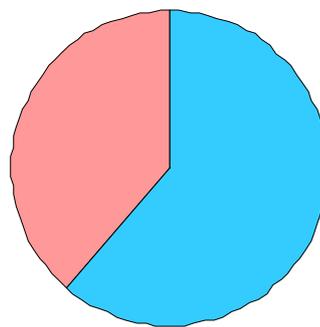
Notre hypothèse est que plus un descripteur est utilisé dans la modélisation des préférences des consommateurs par régression progressive, plus il a d'importance pour ces consommateurs dans l'établissement de leurs préférences. Ainsi, l'utilisation de la régression progressive constitue une approche originale pour hiérarchiser les descripteurs sensoriels en fonction de l'importance qu'ils revêtent pour les préférences des consommateurs.

L'analyse en composantes principales des données sensorielles pour les descripteurs sélectionnés fournit un nouveau positionnement relatif des véhicules. L'**Audi A3**, la **Ford Focus**, l'**Opel Astra** et la **Volkswagen Golf** (sièges fermes, peu enveloppants) s'opposent à la **Citroën Xsara** et à la **Fiat Brava** (sièges mous et enveloppants). La **Daewoo Lanos** et la **Toyota Corolla** (bruit de fermeture de portière aigu, peu spacieuses, angle d'ouverture de porte souhaité facile à obtenir) s'opposent à l'**Audi A3** et la **Peugeot 307** (bruit de fermeture de portière mat, spacieuses, angle d'ouverture de porte souhaité difficile à obtenir) (Figure 49).

Contrairement à notre attente, le coefficient de détermination moyen est sensiblement le même que pour la cartographie sur toutes les variables (Figure 46) : en moyenne, les consommateurs ne sont pas mieux modélisés avec le jeu réduit de variables. La cause ne peut pas être la différence de modèle entre la régression progressive (vectorielle) et la cartographie externe (quadratique). En effet, l'algorithme de la cartographie des préférences utilisé dans cette étude sélectionne, pour chaque consommateur, la meilleure modélisation proposée par ces deux modèles.



Descripteurs Image de marque 39%



Descripteurs Sensoriels 61%

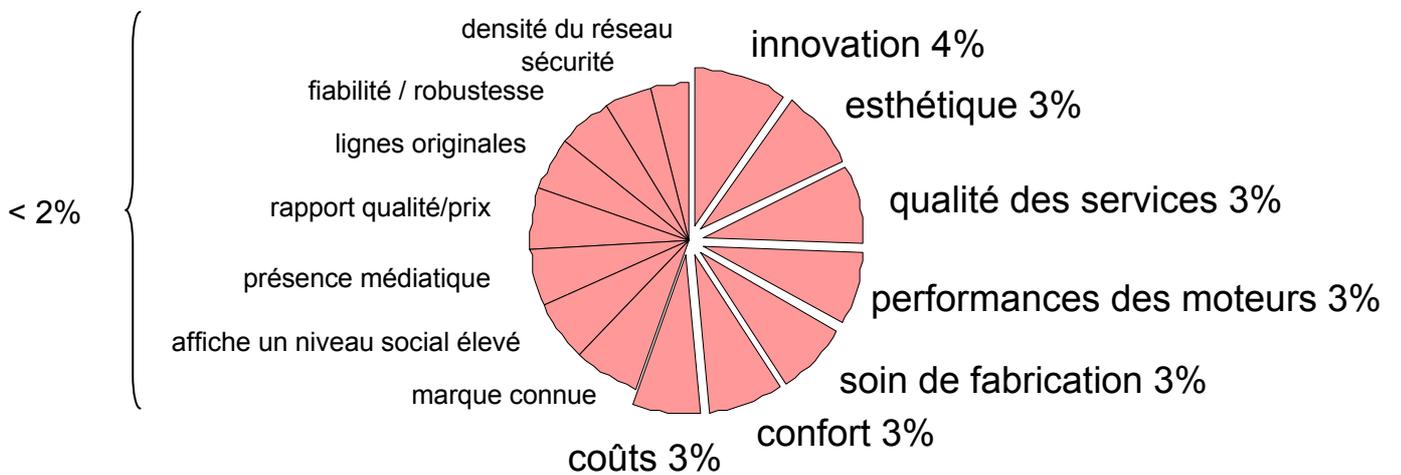


Figure 50 : Répartition des descripteurs sensoriels et image de marque en fonction de leur utilisation dans les régressions progressives des notes hédoniques de chaque consommateur

5.5.4 Quantifier l'influence des propriétés sensorielles et de la perception de l'image de marque sur les notes hédoniques des consommateurs

Chaque consommateur a donné une note de confort à chacune des voitures. Il a également évalué les marques de leurs constructeurs respectifs.

Pour un consommateur donné, ses notes hédoniques centrées-réduites sont modélisées par régression progressive. Les variables prédictrices sont d'une part les descripteurs sensoriels évalués par les panélistes du profil, et d'autre part les descripteurs de l'image de marque évalués par ce consommateur.

Cent trente neuf des deux cent quatre consommateurs sont modélisés avec un coefficient de détermination supérieur à 0.75. Ce seuil de 0.75 est choisi pour ne pas prendre en compte les consommateurs dont la modélisation des notes hédoniques semble aléatoire. Les consommateurs ainsi sélectionnés sont modélisés par quatre variables prédictrices en moyenne (de une à neuf) avec un R^2 moyen de 0.92 (de 0.75 à 1).

L'ajout des variables image de marque permet de mieux modéliser trente cinq consommateurs de plus qu'avec les descripteurs sensoriels seuls. Le R^2 moyen est très légèrement supérieur.

Pour chaque consommateur, on évalue le nombre de descripteurs sensoriels et le nombre de descripteurs d'image de marque qui sont utilisés dans le modèle. On fait l'hypothèse que lorsque le nombre de descripteurs sensoriels est plus grand que celui des descripteurs d'image de marque, le consommateur est plus influencé par les propriétés sensorielles des voitures que par l'image de leur marque et inversement.

La population totale

61% des descripteurs utilisés dans la modélisation des cent trente neuf consommateurs sont des variables sensorielles issues du profil, 39% sont des variables d'image de marque (Figure 50). Qu'elle soit issue du profil ou de l'image de marque, une variable est considérée comme importante si elle est plus utilisée que la moyenne des variables.

D'un point de vue sensoriel, les consommateurs sont sensibles à l'apparence générale de l'habitacle (*espace, bruits des commandes, volume des rangements, solidité de la boîte à*

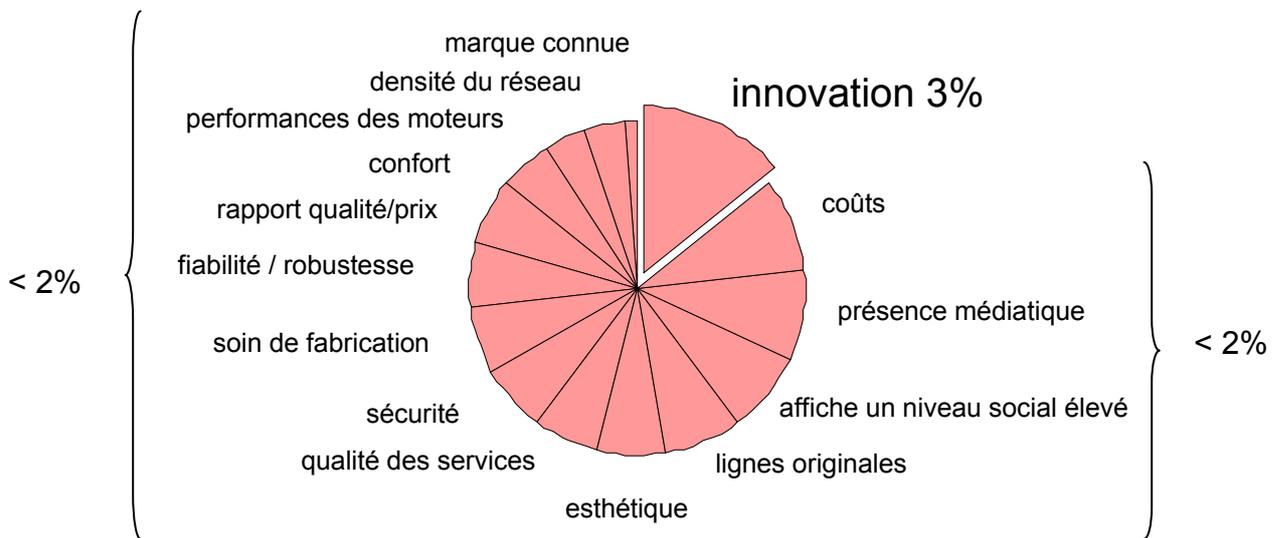
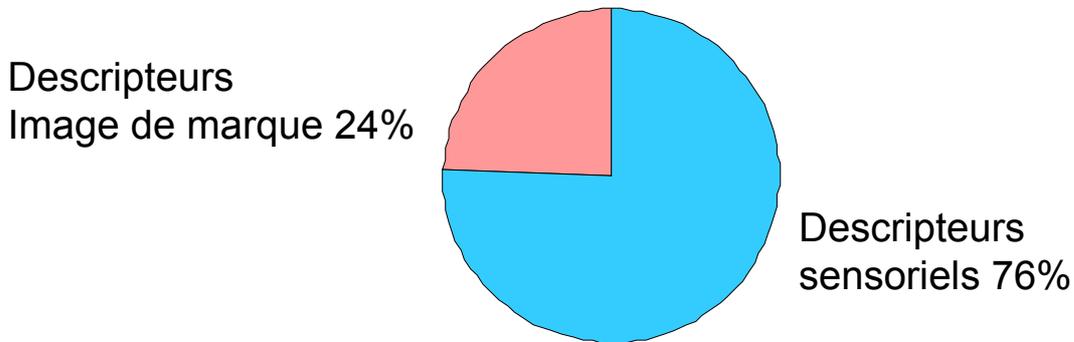
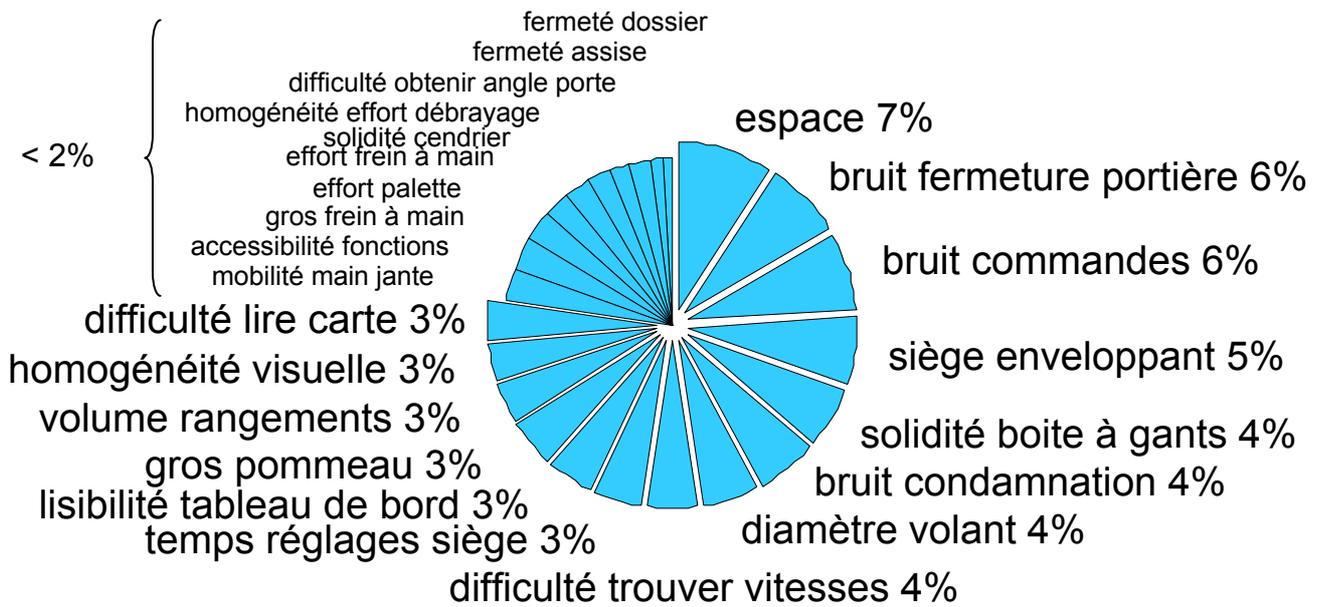
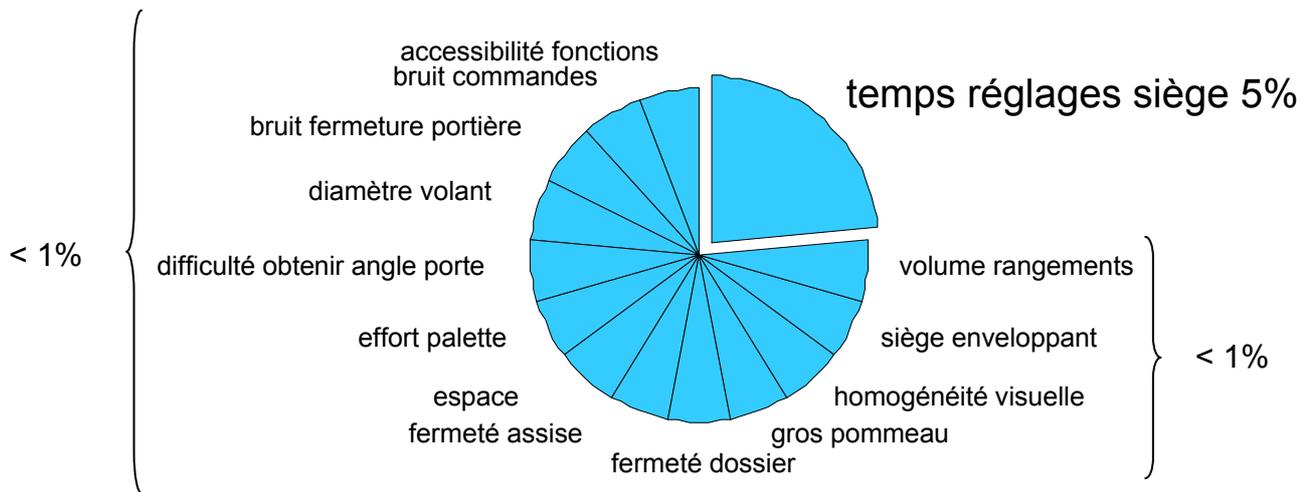
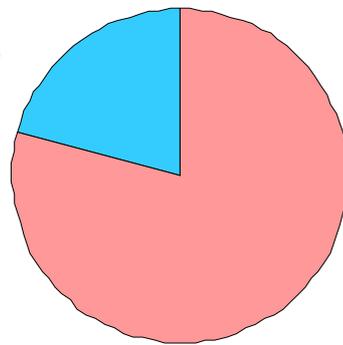


Figure 51 : Répartition des descripteurs sensoriels et image de marque en fonction de leur utilisation dans les régressions progressives des notes hédoniques de chaque consommateur influencé majoritairement par les termes sensoriels



Descripteurs
sensoriels 21%



Descripteurs
Image de marque 79%

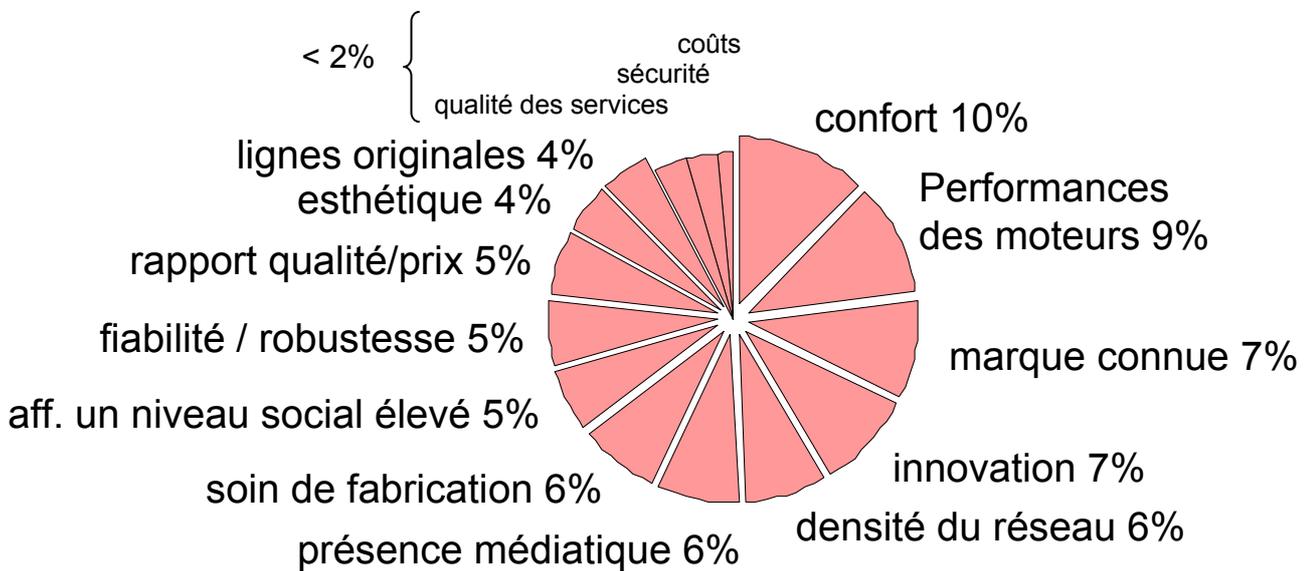


Figure 52 : Répartition des descripteurs sensoriels et image de marque en fonction de leur utilisation dans les régressions progressives des notes hédoniques de chaque consommateur influencé majoritairement par les termes d'image de marque

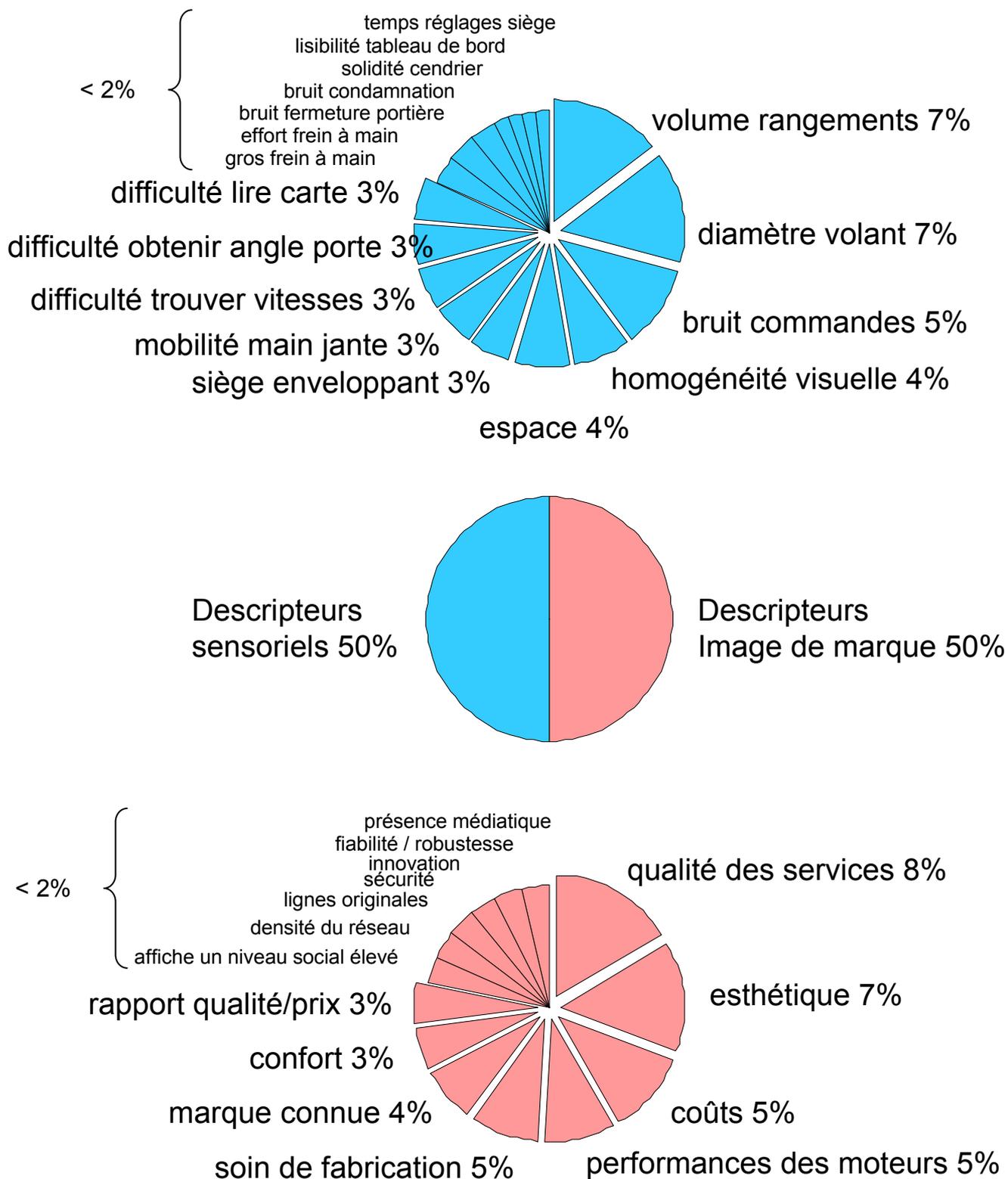


Figure 53 : Répartition des descripteurs sensoriels et image de marque en fonction de leur utilisation dans les régressions progressives des notes hédoniques de chaque consommateur modélisé à part égale par les termes sensoriels et image de marque

gants, homogénéité visuelle), à l'idée qu'ils se font de la conduite (*diamètre du volant, difficulté à trouver les vitesses*), au siège (*siège enveloppant, temps de réglage des sièges*), et à la fermeture du véhicule (*bruit fermeture des portières, bruit de condamnation*).

D'un point de vue image de marque, ces consommateurs sont sensibles essentiellement aux facteurs liés aux produits de la marque (*innovation, esthétique, performances des moteurs, soin de fabrication, confort*) mais aussi à des facteurs liés à la politique marketing de cette marque (*qualité des services, coûts*).

Les consommateurs influencés principalement par les aspects sensoriels

Soixante-quinze sujets, soit plus de la moitié des consommateurs dont le R^2 est supérieur à 0.75, sont modélisés par une majorité de variables sensorielles (Figure 51).

Ces consommateurs sont sensibles aux mêmes descripteurs sensoriels que la population totale sélectionnée avec en plus trois descripteurs liés à la tâche de conduite (*lisibilité du tableau de bord, gros pommeau de levier de vitesses, difficulté à lire une carte*). Quant à l'image de marque, ils sont principalement sensibles à l'*innovation*.

Les consommateurs influencés principalement par l'image de marque

Vingt-huit consommateurs sont modélisés par une majorité de variables image de marque (Figure 52). Sur l'habitacle, ils sont influencés essentiellement par le *temps de réglage des sièges*. Quant à l'image de marque, ils sont influencés par les mêmes variables que la population totale sélectionnée aux quelles s'ajoutent des descripteurs sur le constructeur (*marque connue et affichage d'un niveau social élevé*), sur les choix de ce constructeur vis-à-vis de sa clientèle (*densité du réseau et présence médiatique*), et sur les produits de ce constructeur (*rapport qualité/prix et lignes originales*).

Les consommateurs autant influencés par les aspects sensoriels que l'image de marque

Trente-six consommateurs sont modélisés par le même nombre de termes sensoriels et de termes image de marque (Figure 53). Ces consommateurs sont sensibles à des aspects de l'habitacle en général (*volume des rangements, bruits des commandes, homogénéité visuelle, espace*), des aspects de la tâche de conduite (*diamètre du volant, mobilité de la main sur la jante, difficulté à lire une carte, difficulté à trouver les vitesses*), à la notion de *siège enveloppant* et à la *difficulté à obtenir l'angle souhaité d'ouverture de porte*. En ce qui concerne l'image de marque, ils sont sensibles aux produits du constructeur

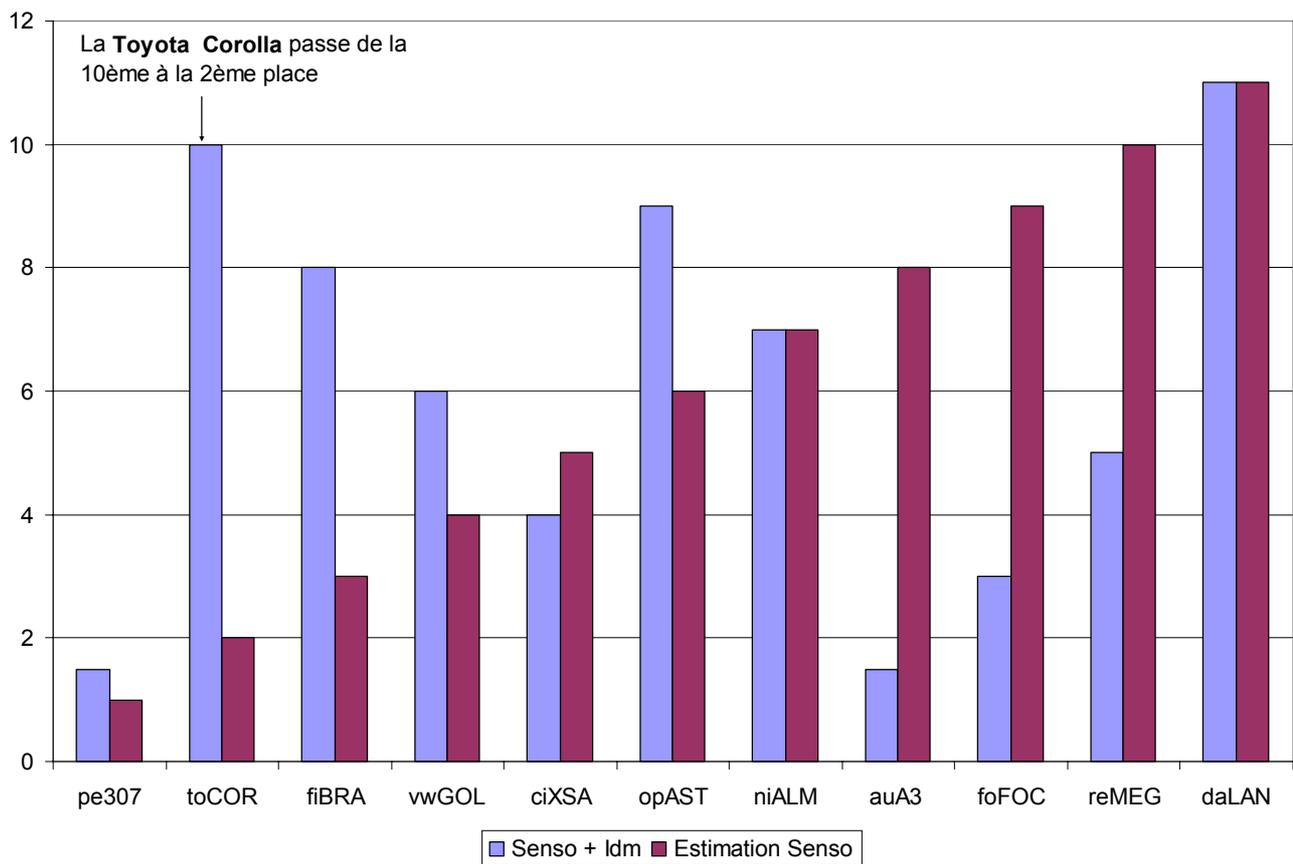


Figure 54 : Classement des voitures en fonction des notes hédoniques attribuées par les consommateurs (Senso+ Idm) et des des notes hédoniques estimées sans l'influence de l'image de marque (Estimation Senso)

(*esthétique, performances des moteurs, soin de fabrication, confort, rapport qualité/prix*), à ses choix de marketing (*qualité des services, coûts*) et à sa notoriété (*marque connue*).

Les tests de Chi-deux ne mettent pas en évidence de lien entre cette segmentation des consommateurs et les groupes H, IDM ou P. Par contre, les acheteurs de **Renault Mégane** sont surreprésentés dans le groupe des consommateurs influencés majoritairement par l'image de marque et sous-représentés dans le groupe de ceux qui sont influencés majoritairement par les descripteurs sensoriels ($p < 5\%$).

La part de l'image de marque et la part des propriétés sensorielles dans la préférence

L'utilisation de la régression progressive implique que les notes hédoniques d'un consommateur donné peuvent se décomposer en une partie liée à l'image de marque des constructeurs et une partie liée aux propriétés sensorielles des voitures.

Ainsi, l'estimation des notes hédoniques de ce consommateur, sans la composante image de marque, peut être obtenue en ne gardant que la composante sensorielle, en annulant les coefficients des descripteurs de l'image.

En considérant l'ensemble des consommateurs, le classement des produits, sans la part image de marque, est différent du classement des notes hédoniques effectivement données par ces sujets (Figure 54) : l'**Audi A3**, la **Ford Focus** et la **Renault Mégane** se retrouvent parmi les voitures les moins appréciées alors que la **Fiat Brava** et la **Toyota Corolla** sont en tête avec la **Peugeot 307**. L'**Opel Astra** progresse également.

Ces résultats sont à prendre avec précaution dans la mesure où le coefficient de détermination de ces deux cent quatre consommateurs par régression progressive n'est pas toujours très satisfaisant et que les différences entre les voitures sont peu marquées, mais ils permettent de faire tout de même plusieurs constatations :

- La **Peugeot 307** est une voiture très appréciée, qu'elle soit considérée « seule » ou avec l'image de son constructeur.
- Les images de marque d'Audi, de Ford et de Renault ont une influence positive sur les préférences des consommateurs.
- Les images de marque de Fiat, d'Opel et de Toyota nuisent à leurs voitures respectives.

6 Discussion générale

L'objectif principal de ce travail méthodologique est de mettre en place une méthode d'évaluation de produits complexes non anonymes. Cette évaluation se situe à deux niveaux entre lesquels des liens doivent être établis :

- la description des propriétés sensorielles de ces produits par un profil sensoriel
- le recueil des préférences de consommateurs

Le fait que les produits, des habitacles avant de voitures, soient complexes et ne puissent pas être anonymes constitue deux problèmes qui ont des impacts de nature et d'intensité différentes sur l'approche sensorielle et l'approche hédonique.

6.1 Les contraintes de l'étude

6.1.1 La complexité des produits

La complexité des habitacles, essentiellement due à la très grande quantité d'éléments et de fonctions qui les composent, ne constitue pas un problème majeur pour les consommateurs. En effet, dans un processus d'évaluation hédonique, un être humain « intègre » un certain nombre de paramètres internes ou externes au produit. Plus le produit est complexe, plus le nombre de paramètres augmente et plus l'effort de hiérarchisation de ces facteurs est complexe. Cet effort est cependant indispensable, dans la plupart des cas, pour l'élaboration des préférences.

A l'opposé, la complexité d'un produit a une incidence forte sur la tâche de description sensorielle. En effet, les méthodes de profil sensoriel actuelles ne sont pas adaptées à ce type de description. Utilisées telles quelles, ces méthodes ne sont applicables qu'à chaque « sous-produit », élément ou fonction, mais pas au produit dans son ensemble. Une telle approche comporte deux inconvénients. D'abord, l'objectif de notre étude est de prendre en compte les perceptions globales liées au confort : réaliser des profils indépendants les uns des autres sur chaque « sous-produit » aurait pour conséquence de négliger les

interactions entre tous ces éléments. Ensuite, l'établissement de profils sensoriels sur chacun de ces éléments nécessiterait un temps extrêmement long (si un seul panel sensoriel est disponible) ou de lourds moyens humains (si plusieurs panels peuvent travailler en parallèle).

6.1.2 L'impossibilité d'évaluer des produits anonymes

Recueillir les préférences de consommateurs sur un produit non anonyme constitue une approche plus « naturelle » du processus d'achat. Par contre, cela implique que ces consommateurs ne prennent pas seulement en compte les caractéristiques sensorielles des produits mais considèrent aussi des facteurs externes comme son prix ou l'image de sa marque, par exemple. La seule description sensorielle des produits n'est donc pas suffisante pour expliquer les préférences des consommateurs. Il est nécessaire de prendre en compte les facteurs externes.

Ainsi que le rappelle Strigler dans le manuel méthodologique de l'analyse sensorielle de la SSHA, la présentation de produits anonymes est obligatoire pour évaluer les propriétés sensorielles (155). Dans le cas de cette étude, ce dogme ne peut pas être respecté. C'est seulement *a posteriori* que nous pouvons juger de l'influence de l'identification des produits sur le profil sensoriel.

6.2 La description sensorielle des produits

6.2.1 La recherche des facteurs de confort

Avant d'élaborer le profil sensoriel des habitacles avant, nous avons conduit une étude de recherche des facteurs importants dans la perception du confort, *Présenso*.

Le profil n'a pas été conduit sur les facteurs résultant de *Présenso*. Les résultats de cette étape ont plutôt servi de garde-fou pour qu'aucun de ces facteurs ne soit oublié ou négligé dans la construction du profil, mais aussi pour que les panélistes ne se focalisent pas trop sur un élément ou une fonction qui ne serait pas important pour les consommateurs.

L'intérêt méthodologique de cette démarche a été démontré lors du profil sensoriel : les sujets se sont beaucoup intéressés à la boîte de vitesses et à l'embrayage qui ne sont pas

prioritaires pour les consommateurs, en négligeant des notions importantes comme l'espace dans l'habitacle.

L'approche que nous avons choisie pour recueillir les impressions des consommateurs de *Présenso* sur le confort peut être discutée. En effet, Köster recommande, dans la mesure du possible, d'observer le comportement des sujets plutôt que de recueillir des réponses verbales, comme nous l'avons fait. En effet, les consommateurs n'expriment pas toujours toutes leurs opinions et n'expriment jamais leurs opinions inconscientes.

Les études comportementales ne sont pas beaucoup utilisées dans l'industrie alimentaire. Pourtant, elles ne sont pas toujours très compliquées à mettre en œuvre. Ainsi, pour notre étude sur les confitures, il aurait été possible de mettre à la disposition des consommateurs un pot de chaque produit et de mesurer la quantité ingérée de chaque confiture par chaque sujet. Il est plus que probable que les préférences d'un sujet soient corrélées à la quantité de produit consommée. Pour l'étude *Présenso*, la question posée ne concernait pas directement les préférences, mais les critères qui permettent d'évaluer le niveau de confort. Filmer un consommateur dans les voitures aurait permis de savoir à quels éléments ou fonctions il ne s'intéressait pas du tout, mais pas d'évaluer l'importance relative de ceux dont il se préoccupe. Enfin, notons qu'un très petit nombre de sujets avait un comportement observé par l'animateur en désaccord avec leur synthèse finale.

La démarche choisie inclut un autre risque : les sujets peuvent ne pas exprimer le minimum requis pour juger une voiture confortable. Dans le cas de *Présenso*, l'importance de ce phénomène a été rendue minimale par la comparaison de plusieurs véhicules. Si ce minimum est déjà fourni par les constructeurs des voitures de l'espace produit, il importe peu qu'il soit pris en compte dans la description sensorielle. Par contre, si ce niveau minimum n'est pas présent dans un des habitacles, il est probable que les consommateurs prendront conscience de cette absence grâce à la comparaison avec les autres véhicules, le signaleront et il sera pris en compte.

6.2.2 Le profil sensoriel

Nous souhaitons également revenir sur plusieurs points de l'élaboration du profil sensoriel.

6.2.2.1 La qualité des résultats

Evaluer la qualité des résultats d'un profil sensoriel n'est pas une tâche facile. Nous pensons que la qualité d'un profil sensoriel est relative à l'usage que l'on souhaite en faire. Quelles que soient les attentes de l'animateur, il est possible d'évaluer *a posteriori* les qualités du panel en tant qu'instrument de mesure (fidélité, justesse, exactitude et sensibilité). Les traitements statistiques montrent que le panel de *Senso* a les qualités requises d'un instrument de mesure.

Par contre, les qualités attendues d'un profil ne sont pas exactement les mêmes pour une utilisation en contrôle qualité et pour expliquer les préférences de consommateurs. Dans le cas de notre étude, nous estimons que la principale qualité du profil doit être de permettre une bonne modélisation des préférences des consommateurs, pour en apporter une interprétation sensorielle fiable. Deux méthodes différentes ont été utilisées pour modéliser les préférences des consommateurs. La régression progressive conduit à un coefficient de détermination moyen de 0.80. La cartographie externe des préférences avec un modèle quadratique conduit à un R^2 moyen un peu plus bas de 0.69. Dans les deux cas, trois quarts des consommateurs sont modélisés avec un R^2 supérieur à 0.6.

Très peu d'articles publiés sur la cartographie externe des préférences fournissent le niveau de l'ajustement des préférences des consommateurs. Les quelques exemples disponibles permettent cependant d'évaluer nos résultats (Tableau 29).

Tableau 29 : Coefficients de détermination de la modélisation de consommateurs en cartographie externe des préférences

Référence	Produits	Information sur le plan de modélisation	Nombre de consommateurs	R^2 moyen
(145)	10 Chips	62%	99	0.32
(63)	24 bières	88%	123	0.42
(106)	31 chocolats	60%	26	0.62
(49)	8 puddings	68%	75	0.85
(79)	9 laits chocolatés	71%	60	0.93

Quelle que soit la méthode utilisée dans notre étude, la modélisation des préférences apparaît globalement satisfaisante, compte tenu du nombre important de consommateurs

interrogés. Les résultats du profil sont donc également satisfaisants de ce point de vue. L'influence éventuelle du non anonymat des produits ne semble pas significative.

Il faut toutefois apporter une nuance sur la qualité des modélisations dans notre étude. En effet, il est possible que le niveau des R^2 soit dû à la très forte opposition entre le groupe **Audi A3** et **Peugeot 307** et la **Daewoo Lanos**. Le positionnement relatif des autres véhicules peut, le cas échéant, moins peser sur le modèle, et la qualité du profil être remise en cause.

Pour valider ce travail, il est envisageable de conduire un second profil sur le même espace produit avec des panélistes qui ne seraient pas salariés de l'entreprise, et seraient ainsi libérés de l'influence éventuelle de Renault dans la perception sensorielle des produits. La comparaison des résultats des deux profils, comme le font Husson et Pagès sur les résultats de profils de laboratoires différents, permettrait d'évaluer la qualité de la représentation sensorielle obtenue (123).

6.2.2.2 L'utilisation de descripteurs multidimensionnels

L'utilisation de descripteurs multidimensionnels constitue une seconde entorse aux recommandations usuelles pour l'élaboration d'un profil sensoriel. Cependant, cet usage est imposé par le grand nombre de sous-produits de l'habitacle des voitures et la diversité de leurs interactions avec le conducteur.

Les descripteurs multidimensionnels utilisés correspondent pour la plupart à des sommes de mesures qui sont de même dimension. Ainsi, le terme *accessibilité des fonctions* est une somme de distances ; *Effort sur la palette et la porte pour l'ouverture* est la somme de deux efforts. Cette caractéristique limite les confusions des sujets lors des évaluations et les difficultés à interpréter les résultats. Dans le cas de notes basses pour *accessibilité des fonctions*, il est impossible de déterminer *a posteriori* quelle fonction pèse le plus sur les notes. Il nous semble que cette perte d'information s'agit du seul type de problème d'interprétation envisageable pour ces termes. Ce problème éventuel peut être aisément contourné en conduisant de nouveaux profils plus ciblés.

6.2.2.3 Le nombre de dimensions sensorielles

Dans les articles traitant de profils conventionnels étudiés pour la bibliographie, vingt descripteurs sont utilisés en moyenne ; et l'information de variance portée par les deux premiers axes de l'analyse factorielle (majoritairement une analyse en composantes principales) avoisine 70%.

Lors de *Senso*, 24 descripteurs ont été utilisés. Le premier plan de l'analyse en composantes principales des évaluations des sujets contient 56.5% de l'information de variance. La prise en compte de 5 axes est nécessaire pour représenter 85% de la variance inter produits. La comparaison de ces résultats avec ceux d'autres profils sensoriels de produits alimentaires est révélatrice de la complexité de l'habitacle avant des voitures.

6.2.2.4 Le rôle de l'animateur

Dans une démarche de profil conventionnel, le rôle de l'animateur est de faciliter la discussion entre les sujets afin d'éviter l'effet leader et de permettre à chacun de s'exprimer (153). Il doit être le plus neutre possible pour ne pas influencer les panélistes. Dans *Senso*, ce rôle de régulateur était particulièrement important. En effet, plusieurs sujets avaient, du fait de leur travail, des connaissances techniques très pointues sur certaines parties de l'habitacle, et auraient pu influencer d'autres sujets aux connaissances plus générales. L'animateur avait également pour tâche de vérifier que les principaux facteurs évoqués par les consommateurs lors de *Présenso* étaient pris en compte dans la génération des termes.

6.2.2.5 L'utilisation de panel interne

L'AFNOR propose une liste d'avantages et d'inconvénients au recrutement de sujets de profil en interne et en externe (2)

Parmi les inconvénients d'un panel interne, trois s'appliquent à notre situation. Des sujets recrutés en interne sont influencés dans leurs jugements. Ils subissent une influence due à leur accoutumance aux produits de l'entreprise. Le manque de disponibilité des salariés complique l'organisation des réunions de groupe. Certains de ces inconvénients

s'estompent dans le cas de recrutement externe : l'accoutumance aux produits de l'entreprise n'est plus un problème et la disponibilité des sujets est meilleure.

A l'inverse, l'utilisation d'un panel interne présente des avantages certains. Les sujets se trouvent sur place – leurs déplacements sont donc réduits au minimum. Une meilleure confidentialité est assurée, en particulier si des prototypes de voitures doivent être intégrés à l'espace produit. Il n'est par ailleurs pas nécessaire de prévoir une coûteuse rémunération financière.

Dans le cas de l'automobile, un autre argument pèse pour le choix d'un panel interne. Chaque être humain est en contact permanent avec des produits alimentaires, lui conférant une certaine expérience des propriétés sensorielles de ce type de produits. Dans le cas de voitures, les produits sont beaucoup plus complexes techniquement et une connaissance minimale, pourtant supérieure à celle d'un consommateur normal, semble nécessaire lors de la génération des termes.

6.2.2.6 Le traitement des données de profil adapté à la modélisation des préférences

Dans le cadre de ce travail, nous avons proposé une méthode pour hiérarchiser *a posteriori* les descripteurs sensoriels, en fonction de l'importance qu'y attachent les consommateurs dans leurs préférences. Tous les descripteurs qui semblent importants pour les consommateurs ne contribuent pas au premier plan de l'analyse en composantes principales. A l'inverse, plusieurs descripteurs de moindre importance contribuent à ce plan.

Cette constatation nous pousse à reconsidérer l'intérêt de l'analyse en composantes principales normée utilisée telle quelle pour la modélisation des préférences des consommateurs. En effet, les descripteurs qui ont le plus de poids sur le plan principal sont ceux qui conduisent à une inertie maximale. Cette inertie est évidemment liée à la manière dont les sujets ont évalué les produits. Or, ces descripteurs ne sont pas forcément ceux qui rentrent en ligne de compte pour les consommateurs. Ainsi, le descripteur *homogénéité effort débrayage* ne contribue pas au premier plan de l'analyse en composantes principales calculé à partir des évaluations sensorielles alors qu'il semble important pour l'élaboration

des préférences des consommateurs. A l'opposé, le terme *solidité du cendrier* contribue à ce plan alors qu'il semble être de faible importance pour les consommateurs.

Ce phénomène est particulièrement exacerbé dans le cas de notre espace produit : il y a des différences sensorielles très importantes entre les voitures mais aussi un consensus très fort concernant trois habitacles.

D'un point de vue méthodologique, il serait intéressant d'adapter l'analyse en composantes principales, dont le pouvoir de synthèse de l'information est certain, pour mieux prendre en compte l'importance relative des descripteurs par les consommateurs.

L'utilisation d'analyse factorielle soulève un autre phénomène inhérent aux produits décrits dans cette étude. Nous disposons de vingt-quatre descripteurs sensoriels pour caractériser onze voitures. Cette quantité de termes induit des corrélations fortes entre des attributs qui sont liés pour notre espace produit, mais qui ne le seraient pas forcément avec d'autres voitures. La corrélation forte du *bruit des commandes* au *temps de réglage des sièges* est sans doute due à l'espace produit étudié : on peut imaginer qu'il existe des voitures dont les commandes sont silencieuses et pour lesquelles les sièges sont longs à régler.

6.3 Le recueil des préférences

6.3.1 La question posée aux consommateurs

La question posée aux consommateurs était relative à leurs préférences sur les habitacles des voitures et non pas directement sur l'évaluation du confort : nous aurions pu leur demander le niveau de confort que procure chacun de ces véhicules.

Nous ne savons pas *a priori* ce que la notion de confort représente pour chaque consommateur. Ainsi, le confort peut correspondre, par exemple, au siège et juste au siège pour l'un d'entre eux ; et au siège, à l'espace et à l'accessibilité des commandes pour un autre. En faisant évaluer le niveau de confort pour chaque voiture, nous risquions d'avoir des évaluations hétérogènes ne concernant pas exactement les mêmes produits. Il nous a

donc semblé qu'une approche purement hédonique pouvait pallier ce défaut sans fausser les résultats de l'étude.

6.3.2 La place de la Peugeot 307

La **Peugeot 307** a été intégrée à l'espace produit juste avant le recueil des préférences des consommateurs alors qu'elle était à peine disponible à la vente. Il est très probable que les consommateurs interrogés ne l'aient jamais vue auparavant, et en tous cas, jamais essayée. Il est donc légitime de se demander si les excellentes notes de cette voiture ne sont pas dues à un facteur de nouveauté. Nous serions alors dans le cas opposé au phénomène que Köster appelle la néophobie : les consommateurs ont tendance à rejeter les aliments non familiers (89). Cette différence de comportement peut s'expliquer par la nature des produits et la présence de la marque dans le cas de notre étude. En effet, le phénomène de néophobie qu'évoque Köster est lié à l'ingestion d'un aliment inconnu dont la marque n'est pas toujours signalée. Il est compréhensible qu'un consommateur ne soit pas à l'aise à l'idée d'ingérer un aliment dont il ne connaît pas la provenance et qui peut le rendre malade. Dans notre cas, le consommateur ne risque pas de nuire à sa santé en « visitant » un des véhicules de l'espace produit et, en particulier, un véhicule Peugeot dont la marque ne lui est pas inconnue et dont l'image n'est pas ternie par des problèmes de sécurité. Il est cependant envisageable que l'image de la marque du véhicule a, ici encore, une influence sur le comportement du consommateur.

6.3.3 L'utilisation de notes centrées-réduites

En analyse sensorielle, plusieurs « écoles » s'affrontent sur les prétraitements des évaluations hédoniques : certaines choisissent de les laisser telles quelles, d'autres proposent qu'elles soient centrées quand d'autres encore préfèrent traiter des données de préférence centrées-réduites.

Le centrage ou la normalisation ont pour principal intérêt d'inhiber les différences de notation liées à l'utilisation de l'échelle par les personnes interrogées. Lors de cette étude, nous avons montré que l'utilisation de données brutes faisait apparaître des phénomènes indépendants des préférences des consommateurs : les notes des sujets sont plus le reflet de leur utilisation de l'échelle de notation que des différences hédoniques des produits.

Il faut toutefois noter que normaliser les notes d'un consommateur revient à mettre la note maximale au produit qu'il apprécie le plus et la note minimale au produit qu'il apprécie le moins. Une information est perdue : ce consommateur apprécie-t-il réellement dans l'absolu le produit auquel il a mis la note la plus haute, ou s'agit-il d'un produit qu'il apprécie un peu plus au sein d'un ensemble qu'il n'apprécie globalement pas ?

6.4 L'étude de l'image de marque

Lors de ce travail, nous avons mis en place une méthodologie de description de l'image de marque de constructeurs automobiles. L'originalité de cette méthodologie réside dans le fait qu'elle conduit à un positionnement relatif des constructeurs et non pas à la caractérisation d'une entreprise par quelques termes significatifs de son image.

Il est difficile d'évaluer la qualité de ce travail dans la mesure où l'évaluation des marques est conditionnée non seulement par les connaissances et l'expérience des consommateurs, mais aussi par leurs préjugés.

La question principale posée au terme de la génération de termes était de savoir si ces descripteurs ne seraient pas trop compliqués, trop difficiles à comprendre pour des consommateurs « normaux », alors que la liste avait été élaborée en majorité par des experts automobiles. Il est difficile d'apporter une réponse. Les consommateurs discriminent correctement les marques pour tous les descripteurs, ce qui témoigne d'une bonne appropriation de la liste. Par contre, les descripteurs sont très corrélés et semblent tous contenir la même notion hédonique.

Quoi qu'il en soit, il semble que l'image de marque est globalement une notion hédonique.

6.5 La quantification de l'influence des propriétés sensorielles et de l'image de marque d'un produit sur son appréciation hédonique

Dans la mesure où l'évaluation hédonique ne pouvait être conduite sur des produits anonymes, il nous a semblé indispensable de prendre en compte des facteurs externes aux produits pour en mesurer l'impact sur les notes.

L'interprétation des notes de préférence par les propriétés sensorielles des produits est rendue possible par plusieurs méthodes comme la cartographie externe des préférences, l'analyse factorielle multiple, ou la régression PLS2 que nous n'avons malheureusement pas pu utiliser.

La cartographie externe des préférences et l'analyse factorielle multiple sont deux méthodes particulièrement puissantes pour expliquer les préférences des consommateurs. Cependant, il nous semble important de souligner l'intérêt du modèle quadratique de la cartographie qui permet de modéliser un consommateur éclectique (une écrasante majorité de sujets dans cette étude) qui a des préférences similaires pour des produits qui n'ont pas les mêmes propriétés sensorielles.

Enfin, nous pensons que la régression progressive est une méthode très prometteuse pour mesurer l'impact de facteurs internes et externes sur les préférences d'un produit. Dans cette étude, ce type de régression nous a permis de mettre en évidence plusieurs points importants :

- Les descripteurs sensoriels qui contribuent au plan principal d'une analyse en composantes principales ne sont pas forcément ceux auxquels les consommateurs attachent la plus grande importance dans l'établissement de leurs préférences
- Les consommateurs ne subissent pas tous la même influence de l'image de marque dans leur appréciation hédonique des produits. Une majorité est principalement influencée par les propriétés sensorielles des produits alors qu'un quart de la population totale est influencé en grande partie par l'image de marque des constructeurs.

- Il est possible d'estimer par la modélisation des consommateurs les notes qu'ils auraient mis aux produits s'ils n'avaient pas été influencés par l'image de marque des constructeurs.

7 Conclusions et perspectives

Notre travail sur l'habitacle avant des voitures apporte des réponses :

- au niveau méthodologique
- au niveau industriel.

Approche méthodologique

D'un point de vue méthodologique, notre travail apporte une contribution à la caractérisation de produits complexes. Nous proposons deux méthodes de hiérarchisation des « sous-produits » composant ces produits complexes et une méthode de prise en compte de facteurs externes au produit, intéressante dans le cas d'évaluation hédonique sans anonymisation.

La hiérarchisation des « sous-produits » peut être faite, de manière complémentaire, avant la phase de profil sensoriel à proprement parler ou après le profil et le recueil des préférences des consommateurs.

La hiérarchisation des « sous-produits » du produit à étudier par des consommateurs, avant le profil sensoriel

Un des objectifs de cette étude est de mettre en relation des données sensorielles issues d'un profil et des notes hédoniques de consommateurs. C'est pourquoi, nous proposons que, lors d'une étape préliminaire au profil sensoriel, un nombre relativement important de consommateurs indiquent quels « sous-produits » revêtent une importance particulière dans l'élaboration de leurs préférences. La comparaison, par les consommateurs, du plus grand nombre de produits de l'espace étudié nous semble une condition importante pour la réussite de cette hiérarchisation.

Les résultats de cette étape constituent alors des garde-fous pour l'animateur du profil. Ainsi, il peut s'assurer qu'aucune dimension sensorielle importante pour les consommateurs n'est négligée par les panélistes. A l'inverse, l'animateur peut vérifier que les panélistes ne se focalisent pas à outrance sur des dimensions d'importance moindre pour les consommateurs.

La hiérarchisation des descripteurs sensoriels, après le recueil des préférences

Nous proposons également d'utiliser un outil statistique, la régression progressive afin de hiérarchiser les descripteurs sensoriels évalués lors du profil en fonction de leur importance pour les consommateurs interrogés.

Cette hiérarchisation s'effectue donc *a posteriori*, alors que les données aussi bien sensorielles qu'hédoniques ont été acquises.

Cette hiérarchisation a pour principal objectif de faciliter l'interprétation des préférences des consommateurs mises en relation avec les données sensorielles. Elle permet également de donner à l'industriel des voies de réflexion privilégiées pour améliorer ses produits ou en concevoir de nouveaux.

La quantification de l'importance relative de facteurs internes (les propriétés sensorielles) et de facteurs externes (l'image de marque) au produit dans l'appréciation hédonique de consommateurs

Dans le cadre de ce travail, nous avons adapté les méthodes de génération de termes utilisées lors de profil sensoriel pour décrire des produits immatériels : l'image de marque d'entreprises concurrentes. Ces descripteurs de l'image ont ensuite été évalués par des consommateurs pour positionner ces entreprises les unes par rapport aux autres ce qui constitue ainsi un premier résultat intéressant.

Les évaluations hédoniques de chaque consommateur ont été mises en relation par régression progressive avec les descripteurs sensoriels évalués par le panel de sujets entraînés et ses propres évaluations des images de marque. Ainsi, chacun des consommateurs interrogés peut être caractérisé par les descripteurs sensoriels et les descripteurs image de marque qui pèsent le plus dans l'élaboration de ses préférences.

Cette approche nous conduit ainsi à une classification des consommateurs : certains sont influencés majoritairement par les attributs sensoriels des produits ; d'autres par leur vision de l'image des marques en présence ; d'autres encore sont influencés à part égale par les facteurs internes et externes étudiés pour ces produits.

Application industrielle

Notre travail apporte plusieurs réponses à la problématique industrielle qui a conduit Renault à initier ce sujet de thèse.

Notre étude met en évidence le positionnement relatif de la **Renault Mégane** par rapport à ses concurrentes tant d'un point de vue sensoriel que du point de vue des préférences des consommateurs interrogés.

La **Renault Mégane** est un véhicule globalement bien apprécié par les consommateurs. Elle se caractérise principalement par un fort bruit de condamnation des serrures et par un gros frein à main ; dans une moindre mesure, par une faible homogénéité visuelle de l'habitacle, par un faible volume offert par les rangements, par un plafonnier puissant, par des sièges mous et faciles à régler, par un tableau de bord lisible et par des vitesses faciles à passer.

Outre ce positionnement de la **Renault Mégane**, nous avons également contribué à la caractérisation du confort statique des habitacles des voitures. Le confort semble dépendre des propriétés sensorielles intrinsèques au véhicule mais aussi de facteurs plus généraux liés à l'image de la marque du constructeur.

Parmi les attributs sensoriels du véhicule mis en évidence lors du profil, les consommateurs semblent attacher de l'importance à l'apparence générale de l'habitacle (*espace, bruits des commandes, volume des rangements, solidité de la boîte à gants, homogénéité visuelle*), à l'idée qu'ils se font de la conduite (*diamètre du volant, difficulté à trouver les vitesses*), au siège (*siège enveloppant, temps de réglage des sièges*), et à la fermeture du véhicule (*bruit fermeture des portières, bruit de condamnation*).

Ces mêmes consommateurs semblent sensibles aux facteurs d'image liés aux produits de la marque (*innovation, esthétique, performances des moteurs, soin de fabrication, confort*) mais aussi à des facteurs relatifs à la politique marketing de cette marque (*qualité des services, coûts*).

La quantification de l'influence de l'image de marque et des propriétés sensorielles des habitacles sur les notes hédoniques permet de mettre en évidence la part non négligeable de

consommateurs principalement influencés par l'image de marque des véhicules, environ 20% de la population totale interrogée.

L'estimation des notes hédoniques qu'auraient eu les véhicules de l'espace produit si les consommateurs n'étaient pas influencés par l'image de marque indique que certains véhicules, comme la **Renault Mégane**, jouissent de l'image positive de leurs constructeurs. L'intérêt pour Renault de valoriser son image de marque n'en est que plus compréhensible.

Perspectives

Sur le plan méthodologique, ce travail constitue une contribution à la caractérisation de produits complexes non anonymes et peut être poursuivi sur plusieurs points :

Il serait très intéressant d'évaluer l'impact de l'évaluation de produits non anonymes lors du profil sensoriel. Cette évaluation pourrait résulter de la comparaison des profils sensoriels mis en place par le panel interne et un panel externe.

Ensuite, il serait intéressant d'adapter les traitements actuels de mise en relation des données sensorielles et hédoniques à l'utilisation de coefficients tels que ceux mis en place lors de la hiérarchisation des descripteurs sensoriels. On pourrait ainsi envisager d'utiliser l'analyse en composantes principales non normées sur les variables sensorielles multipliées par ces coefficients comme socle de la cartographie externe des préférences.

D'un point de vue industriel, il nous semble important de conduire des études similaires dans d'autres pays européens où Renault est présent. Pour ces études, on pourra prendre en compte d'autres aspects que le confort dont notre expérience indique qu'il n'est pas le seul facteur de choix d'un véhicule dans un hall d'exposition : le design extérieur du véhicule mais aussi son habitacle complet ou encore son coffre pourront être étudiés.

Bibliographie

- (1) AFNOR. *NF V 09-105 - Analyse sensorielle - Directives générales pour l'implantation de locaux destinés à l'analyse sensorielle*. 1987.
- (2) AFNOR. *NF V 09-003 - Analyse sensorielle - Méthodologie. Guide général pour la sélection, l'entraînement et le contrôle des sujets qualifiés*. 1988.
- (3) AFNOR. *NF ISO 11035 - Analyse sensorielle - Recherche et sélection de descripteurs pour l'élaboration d'un profil sensoriel, par approche multidimensionnelle*. 1995.
- (4) ALCOBIA C. et SILVA M. A comfort field study in public transportation buses. In: *SAE International Congress and Exposition. Detroit, 1999*. Society of Automotive Engineers. pp 1-7.
- (5) ARDITI S. Preference mapping : a case study. *Food Quality and Preference*, 1997, 8, pp 323-327.
- (6) AUBRY V., SCHLICH P., ISSANCHOU S., *et al.* Comparison of wine discrimination with orthonasal and retronasal profilings. Application to Burgundy Pinot Noir Wines. *Food Quality and Preference*, 1999, 10, pp 253-259.
- (7) BARCENAS P., PEREZ DE SAN ROMAN R., PEREZ ELORTONDO F., *et al.* Consumer preferences structures for traditionnal Spanish cheeses and their relationship with sensory properties. *Food Quality and Preference*, 2001, 12, pp 269-279.
- (8) BARCENAS P., PEREZ ELORTONDO F., SALMERON J., *et al.* Recalled preference of Spanish consumers for smoked food. *Nutrition and Food Science*, 1998, 6, pp 338-342.
- (9) BAXTER I., SCHRÖDER M. et BOWER J. The influence of socio-economic background on perceptions of vegetables among Scottish primary school children. *Food Quality and Preference*, 1999, 10, pp 261-272.
- (10) BEILKEN S. L., EADIE L. M., GRIFFITHS I., *et al.* Assessment of the sensory characteristics of meat patties. *Journal of Food Science*, 1991, 56, pp 1470-1475.
- (11) BELLO ACEBRON L. et CALVO DOPICO D. The importance of intrinsic and extrinsic cues to expected and experienced quality: an empirical application to beef. *Food Quality and Preference*, 2000, 11, pp 229-238.
- (12) BIERMAYER W., THOMANN S. et BRANDL F. A software tool for noise quality and brand sound development. In: *SAE Noise and Vibration Conference and Exposition. Traverse City, 2001*. Society of Automobile Engineers. p 156.

- (13) BLUMENTHAL D., DANZART M. et SIEFFERMANN J. M. Application de la méthode du profil libre en analyse sensorielle pour une étude sur le confort de siège automobile. *Revue française du marketing*, 2000, 179/180, pp 143-156.
- (14) BONAPACE L., BUTI L. et TARZIA A. Sensory quality assessment of cars interiors. In: *International Body Engineering Conference and Exposition. Stuttgart, 1997*. Automotive Technology Group. pp 79-81.
- (15) BONNAUD C. La Golf du Lion. *Auto Moto*, 2001, 76, pp 30-36.
- (16) BRANDL F. K., BIERMAYER W., THOMANN S., *et al.* Objective description of the required interior sound character for exclusive passenger cars. In: *European Conference on Vehicule Noise and Vibration 2000. London, 2000*. Institution of Mechanical Engineers. p 15.
- (17) BRANDT M. A., SKINNER E. Z. et COLEMAN J. A. Texture profil method. *Journal of Food Science*, 1963, 28, pp 404-409.
- (18) BRANTON P. Behaviour, body mechanics, and discomfort. *Ergonomics*, 1969, 12, pp 316-327.
- (19) BUSER P. et IMBERT M. *Psycho-physiologie sensorielle. Neurophysiologie fonctionnelle II*. Paris: Hermann, 1982. 411 p.
- (20) CAIRNCROSS S. et SJÖSTRÖM L. Flavor profiles- a new approach to flavor problems. *Food Technology*, 1950, 4, pp 308-311.
- (21) CARDELLO A. Consumer expectations and their role in food acceptance. In: *Measurement of food preferences*. London: Blackie Academic Press, 1994. pp 253-297.
- (22) CARDELLO A. Food stereotypes: prejudice in the pantry. *Cereal Foods World*, 1997, 42, pp 231-233.
- (23) CARDELLO A., BELL R. et KRAMER F. M. Attitudes of consumers toward military and other institutional foods. *Food Quality and Preference*, 1996, 7, pp 7-20.
- (24) CASSAR T. et GROSS C. Evaluation of an intelligent seat system. *Applied Ergonomics*, 1995, 26, pp 109-116.
- (25) CHENG H. W., CLARKE A. D. et HEYMANN H. Influence of selected marketing factors on consumer response to restructured beef steaks: a conjoint analysis. *Journal of Sensory Studies*, 1990, 4, pp 164-178.
- (26) CORLETT E. Human factors in the Design of manufacturing system. *Human Factors*, 1973, 15, pp 105-110.
- (27) COURCOUX P. et CHAVANNE P. Preference Mapping using a latent class vector model. *Food Quality and Preference*, 2001, 12, pp 369-372.

- (28) CROCHEMORE S. Does passenger compartment influence trim parts assessors perceptions? In: *4th Pangborn Sensory Science Symposium. Dijon, 2001*. INRA. p 312.
- (29) DAEMS V. et DELVAUX F. Multivariate Analysis of descriptive sensory data on 40 commercial beers. *Food Quality and Preference*, 1997, 8, pp 373-380.
- (30) DAGET N. et GUION P. Influence of glutamic acid and its salts on the sensory characteristics of a chicken broth: reduction of sodium intake. *Food Quality and Preference*, 1989, 1, pp 93-101.
- (31) DAILLANT-SPINLER B., MACFIE H., BEYTS P. K., *et al.* Relationships between perceived sensory properties and major preference directions of 12 varieties of apples from the southern hemisphere. *Food Quality and Preference*, 1996, 79, pp 113-126.
- (32) DAIROU V. et SIEFFERMANN J. M. A comparison of fourteen jams characterized by conventional profiling and a quick original method, the flash profile. In: *2000 IFT annual meeting. Dallas, 2000*. Institute of Food Technologists: p 12.
- (33) DAIROU V., SIEFFERMANN J. M., PRIEZ A., *et al.* Sensory evaluation of car brake system - Choice of a descriptive analysis. In: *4th Pangborn Sensory Science Symposium. Dijon, 2001*. INRA. p 311.
- (34) DAMASIO M. H., COSTELL E. et DURAN L. Optimising acceptability of low sugar strawberry gels segmenting consumers by internal preference mapping. *Journal of the science of food and agriculture*, 1999, 79, pp 626-633.
- (35) DANZART M. Statistique. In: *Evaluation sensorielle - Manuel méthodologique*. Paris: Lavoisier, 1998. pp 218-300.
- (36) DANZART M. et HEYD B. Le modèle quadratique en cartographie des préférences. In: *3ème congrès Sensometrics. ENITIAA, Nantes, 1996*. p 28.
- (37) DE JONG S., HEIDEMA J. et VAN DER KNAPP H. Generalized Procrustes Analysis of coffee brands tested by five european sensory panels. *Food Quality and Preference*, 1998, 9, pp 111-114.
- (38) DELIZA R. et MACFIE H. J. H. The generation of sensory expectation by external cues and its effect on sensory perception and hedonic ratings: a review. *Journal of Sensory Studies*, 1996, 11, pp 103-128.
- (39) DELIZA R., MACFIE H. J. H. et HEDDERLEY D. Information affects consumer assessment of sweet and bitter solutions. *Journal of Food Science*, 1996, 61, pp 1080-1085.
- (40) DIJKSTERHUIS G. et PUNTER P. Interpreting generalized procrustes analysis 'analysis of variance' tables. *Food Quality and Preference*, 1990, 2, pp 255-265.
- (41) DIJKSTERHUIS G. B. et GOWER J. C. The interpretation of generalized procrustes analysis and allied methods. *Food Quality and Preference*, 1991, 3, pp 67-87.

- (42) DIVARD R. La dynamique décisionnelle dans le couple. *Recherche et applications en Marketing*, 1997, 12, pp 69-88.
- (43) DRANSFIELD E., ZAMORA F. et BAYLE M. C. Consumer selection of steaks as influenced by information and price index. *Food Quality and Preference*, 1998, 9, pp 321-326.
- (44) DRAPER N. R. et SMITH H. *Applied regression analysis*. New York: Wiley, 1981. 709 p.
- (45) DUBOIS B. *Comprendre le consommateur*. 2e éd. Paris: Dalloz, 1994. 261 p.
- (46) EARTHY P., MACFIE H. et HEDDERLEY D. Effect of question order on sensory perception and preference in central location trials. *Journal of Sensory Studies*, 1997, 12, pp 215-237.
- (47) EILEMANN A. et KAMPF H. Comfort management. In: *Vehicule Thermal Management Systems Conference and Exhibition. Nashville, 2001*. Society of Automotive Engineers. p 20.
- (48) ELMORE J. et HEYMANN H. Perceptual maps of photographs of carbonated beverages created by traditional and free-choice profiling. *Food Quality and Preference*, 1999, 10, pp 219-227.
- (49) ELMORE J. R., HEYMANN H., JOHNSON J., *et al.* Preference mapping : relating acceptance of "ceaminess" to a descriptive sensory map of a semi-solid. *Food Quality and Preference*, 1999, 10, pp 465-477.
- (50) ELOY F., BASSEREAU J. F., B. H.-M., *et al.* Application de l'analyse sensorielle à l'évaluation du "toucher" de planches de bord. In: *Colloque Confere. Tours, France, 1994*. pp 117-122.
- (51) EVRARD Y., PRAS B. et ROUX E. *Market - Etudes et recherches en marketing*. 2e éd. Paris: Nathan, 1997. 672 p.
- (52) FILSER M. *Le comportement du consommateur*. Paris: Dalloz, 1994. 426 p.
- (53) FISCHER U., ROTH D. et CHRISTMANN M. The impact of geographic origin, vintage and wine estate on sensory properties of *Vitis vinifera* cv. Riesling wines. *Food Quality and Preference*, 1999, 10, pp 281-288.
- (54) FOGGINI M. Comfort in cabin. In: *Plastics and Automobile Cabin Components. Paris, 1994*. Société des Ingénieurs de l'Automobile. pp 1-25.
- (55) FOUCART T. *Analyse factorielle - Programmation sur micro-ordinateurs*. 2nd ed. Paris: Masson, 1985. 236 p.
- (56) FRASER S. et OLIVER S. Hand discomfort with steering adaptation equipment. In: *ISATA 2000. Dublin, 2000*. ISATA. p 28.

- (57) GACULA C. et SINGH J. *Statistical methods in food and consumer research*. Orlando: Academic Press, 1984. 505 p. Food Science and Technology.
- (58) GAZANO G. *De l'importance des différences interindividuelles en psychophysique descriptive*. 199 p.: Paris, France:1990.
- (59) GERBI V., ZEPPA G., BELTRAMO R., *et al.* Characterisation of White Vinegars of Different Sources with Artificial Neural Networks. *Journal of Science and Food Agriculture*, 1998, 78, pp 417-422.
- (60) GOWER J. C. Generalized procrustes analysis. *Psychometrika*, 1975, 40, pp 33-51.
- (61) GRIFFIN M. The ergonomics of vehicle comfort. In: *3rd International Conference on Vehicle Comfort and Ergonomics. Bologna, 1995*. Associazione Tecnica dell'Automobile. pp 213-221.
- (62) GUERRERO L., COLOMER Y., GUÀRDIA M. D., *et al.* Consumer attitude towards store brands. *Food Quality and Preference*, 2000, 11, pp 387-395.
- (63) GUINARD J. X., UOTANI B. et SCHLICH P. Internal and external mapping of preferences for commercial lager beers: comparison of hedonic ratings by consumers blind versus with knowledge of brand and price. *Food Quality and Preference*, 2001, 12, pp 243-255.
- (64) GUINARD J. X., YIP D., CUBERO E., *et al.* Quality ratings by experts, and relation with descriptive analysis ratings: a case study with beer. *Food Quality and Preference*, 1999, 10, pp 59-67.
- (65) GUY C., PIGOTT J. R. et MARIE S. Consumer profiling of scotch whisky. *Food Quality and Preference*, 1989, 1, pp 69-73.
- (66) GWARTNEY E. et HEYMANN H. Profiling to describe the sensory characteristics of a simple model menthol solution. *Journal of Sensory Studies*, 1996, 11, pp 39-48.
- (67) HABSBURG S. et MIDDENDORF L. What really connects in seating comfort? - Studies of correlates of static seat comfort. In: *International Automotive Engineering Congress. Detroit, 1977*. Society of Automotive Engineers. pp 1-51.
- (68) HAGLUND A., JOHANSSON L., BERGLUND L., *et al.* Sensory evaluation of carrots from ecological and conventional growing systems. *Food Quality and Preference*, 1999, 10, pp 23-29.
- (69) HAMM M. et ROSENHAHN E. System strategies and technology for improved safety and comfort with adaptive headlamps. In: *SAE 2001 World Congress. Society of Automotive Engineers, 2001*. pp 1-8.
- (70) HAN T., HUANG L., KELLY S., *et al.* Virtual thermal comfort engineering. In: *SAE 2001 World Congress. Detroit, 2001*. Society of Automotive Engineers. pp 1-10.

- (71) HAZARD R. Continuous passive lumbar spinal motion: The BackCycler system for preventing low back discomfort, stiffness and fatigue during sitting. In: *SAE 2001 World Congress. Detroit, 2001*. Society of Automotive Engineers. pp 1-4.
- (72) HELANDER M., ZHANG L. et MICHEL D. Ergonomics of ergonomic chairs: a study of adjustability features. *Ergonomics*, 1995, 38, pp 2007-2029.
- (73) HELFER J. P. et ORSONI J. *Marketing*. 6e éd. Paris: Vuibert, 2000. 430 p. Gestion.
- (74) HELGESEN H., SOLHEIM R. et NAES T. Consumer preference mapping of dry fermented lamb sausages. *Food Quality and Preference*, 1997, 8, pp 355-366.
- (75) HENRY-BRESSOLETTE A. *Relation entre descripteurs sensoriels et paramètres instrumentaux: Application à l'étude de la texture d'une famille de produits croustillants peu différenciés*. 167 p. Th. doct.: Massy:1995.
- (76) HERTZBERG H. The Human buttocks in sitting: pressure, patterns, and palliatives. *Society of Automotive Engineers Transactions*, 1972, 72, pp 39-47.
- (77) HEYMANN H. A comparison of descriptive analysis of vanilla by two independently trained panels. *Journal of Sensory Studies*, 1994, 9, pp 21-32.
- (78) HEYMANN H. A comparison of free-choice profiling and multidimensional scaling of vanilla samples. *Journal of Sensory Studies*, 1994, 9, pp 445-453.
- (79) HOUGH G. et SANCHEZ R. Descriptive analysis and external preference mapping of powdered chocolate milk. *Food Quality and Preference*, 1998, 9, pp 197-204.
- (80) INAGAKI H., TAGUCHI T., YASUDA E., *et al.* Evolution of riding comfort: from the viewpoint of interaction of human body and seat for static, dynamic, long time driving. In: *SAE 2000 World Congress. Detroit, 2000*. Society of Automotive Engineers. pp 1-5.
- (81) ISSANCHOU S., SCHLICH P. et LESSCHAEVE I. Carte sensorielle d'eaux gazeuses. Une application du vocabulaire libre et de l'analyse procustéenne. *Industries alimentaires et agricoles*, 1992, 109, pp 181-186.
- (82) JACK F., PIGOTT J. et PATERSON A. Discrimination texture and appearance in cheddar cheese using consumer free-choice profiling. *Journal of Sensory Studies*, 1993, 8, pp 167-176.
- (83) JAEGER S., ANDANI Z., WAKELING I., *et al.* Consumer preferences for fresh and aged apples: a cross cultural comparison. *Food Quality and Preference*, 1998, 9, pp 355-366.
- (84) JANTO M., PIPATSATTAYANUWONG S., KRUK M., *et al.* Developing noodles from us wheat varieties for the far east market: sensory perspective. *Food Quality and Preference*, 1998, 9, pp 403-412.

- (85) JINDO T. et HIRASAGO K. A study of kansei engineering on steering wheel of passenger cars. In: *Japan-U.S.A. symposium on flexible automation. Kobe, 1994*. SCI. pp 545-548.
- (86) JINDO T., YANAGISHIMA T. et SHIMIZU Y. An evaluation structure of Automobile Interiors using Multivariate Analysis. In: *International Automotive Engineering Congress. Detroit, 1990*. pp 635-641.
- (87) KATAOKA T. Prediction of occupant's thermal sensation under the transient environment in a vehicle compartment. In: *SAE 2001 World Congress. Detroit, 2001*. Society of Automobile Engineers. pp 1-15.
- (88) KIM T., CHO Y., YOON Y., *et al.* Dynamic ride quality investigation and databases of ride values for passenger and RV cars. In: *SAE 2001 World Congress. Detroit, 2001*. Society of Automotive Engineers. pp 1-7.
- (89) KÖSTER E. P. Les caractéristiques d'une réponse sensorielle - Hédonisme. In: *Evaluation sensorielle - Manuel méthodologique*. Paris: Lavoisier, 1998. pp 29-30.
- (90) KÖSTER E. P. Les épreuves hédoniques. In: *Evaluation sensorielle - Manuel méthodologique*. Paris: Lavoisier, 1998. pp 179-206.
- (91) KOTLER P. et DUBOIS B. *Marketing Management*. 10e éd. Paris: Publi-Union Editions, 2000. 790 p.
- (92) LANGE C., MARTIN C., CHABANET C., *et al.* Impact of the information provided to the consumers on their willingness to pay: comparison of two methods applied on Champagne. In: *4th Pangborn Sensory Science Symposium. Dijon, 2001*. INRA. p 39.
- (93) LANGE C., ROUSSEAU F. et ISSANCHOU S. Expectation, liking and purchase behaviour under economical constraint. *Food Quality and Preference*, 1999, 10, pp 31-39.
- (94) LAUER S. et LEMAITRE P. La commission européenne épingle la distribution automobile. *Le Monde*, 2000, p 21.
- (95) LAWLESS H. et HEYMANN H. *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practise*. New York: Aspen Publishers, 1998. 827 p.
- (96) LEBART L., MORINEAU A. et PIRON M. *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Paris: Dunod, 1995. 439 p.
- (97) LEE S. Y., LUNA-GUZMAN I., CHANG S., *et al.* Relating descriptive analysis and instrumental texture data of processed diced tomatoes. *Food Quality and Preference*, 1999, 10, pp 447-455.
- (98) LEUDER R. Seat comfort: a review of the construct in the office environment. *Human Factors*, 1985, 25, pp 701-711.
- (99) MAC LEOD P. Les caractéristiques d'une réponse sensorielle - Qualité. In: *Evaluation sensorielle - Manuel méthodologique*. Paris: Lavoisier, 1998. pp 7-13.

- (100) MAC LEOD P., SAUVAGEOT F. et KÖSTER E. P. Les caractéristiques d'une réponse sensorielle. In: *Evaluation Sensorielle - Manuel méthodologique*. Paris: Lavoisier, 1998. pp 5-30.
- (101) MAC LEOD P. et STRIGLER F. Métrologie sensorielle. In: *Evaluation sensorielle - Manuel méthodologique*. Paris: Lavoisier, 1998. pp 35-42.
- (102) MARKETO C., COOPER T., PETTY M., *et al.* The reliability of MDPREF to show individual preference. *Journal of Sensory Studies*, 1994, 9, pp 337-350.
- (103) MATSUI T., TSUCHIYA Y., NAGAI R., *et al.* The method of evaluation for 'Sober & stately Ride Comfort". In: *JSAE Spring Conference. Yokohama, 1999*. Society of Automotive Engineers. p 6.
- (104) MATSUNAGA K., SUDO F., YOSHIKUNI S., *et al.* Evaluating thermal comfort in the vehicles with subjective experiment, thermal manikin, and numerical manikin. In: *JSAE Spring Conference. Tokyo, 1996*. Society of Automotive Engineers of Japan. p 32.
- (105) MCCLOSKEY L., SYLVAN M. et ARRHENIUS S. Descriptive analysis for wine quality experts determining appellations by chardonnay wine aroma. *Journal of Sensory Studies*, 1996, 11, pp 49-67.
- (106) MCEWAN J. et THOMSON D. The repertory grid method and preference mapping in market research: a case study on chocolate confectionery. *Food Quality and Preference*, 1989, 1, pp 59-68.
- (107) MCEWAN J. A. et THOMSON D. M. H. The repertory grid method and preference mapping in market research: a case study on chocolate confectionery. *Food Quality and Preference*, 1989, 1, pp 59-68.
- (108) MCGUFFIN R. Modeling of human comfort. In: *SAE Digital Human Modeling Conference and Engineering. Arlington, 2001*. Society of Automobile Engineers. p 43.
- (109) MCNEILL K. et SANDERS T. Using Focus Groups to develop a quantitative consumer questionnaire for peanut butter. *Journal of Sensory Studies*, 2000, 15, pp 163-178.
- (110) MEILGAARD M., CIVILLE G. et CARR B. *Sensory Evaluation Techniques*. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, Inc., 1999. 375 p.
- (111) MERCIER J. P. Les consommateurs européens ne sont guère convaincus par les alternatives au système actuel de distribution. *AutOActualité*, 2001, 27, pp 6-7.
- (112) MICHEL D. Notions de confort et d'inconfort en posture assise. In: *Colloque CPN 93. Marseille, 1993*. pp 102-126.
- (113) MILIVOJEVICH A., STANCIU R., RUSS A., *et al.* Investigating psychometric and body pressure distribution responses to automotive seating comfort. In: *SAE 2000 World Congress. Detroit, 2000*. pp 175-181.

- (114) MILLET G. et PIGNEDE D. The Soft & Firm Seat: How innovation in automotive seating can improve the user's well being. In: *SAE 2001 World Congress. Detroit, 2001*. Society of Automotive Engineers. pp 1-7.
- (115) MORVAN M., DELAHUNTY C., TALOU T., *et al.* Sensory Evaluation of car foams using untrained consumers by free-choice profiling. In: *4th Pangborn Sensory Science Symposium. Dijon, 2001*. INRA. p 310.
- (116) MOSKOWITZ H. R. The dollar value of product quality: the effect of pricing versus overall liking on consumer purchase intent for pizza. *Journal of Sensory Studies*, 1995, 10, pp 239-247.
- (117) MURRAY J. M. et DELAHUNTY C. M. Description of Cheddar cheese packaging attributes using an agreed vocabulary. *Journal of Sensory Studies*, 2000, 15, pp 201-218.
- (118) MURRAY J. M. et DELAHUNTY C. M. Mapping consumer preference for the sensory and packaging attributes of Cheddar cheese. *Food Quality and Preference*, 2000, 11, pp 419-435.
- (119) NARCON S., BARDOT A. et MAC LEOD P. Analysing and measuring thermal sensation components using time-intensity. In: *4th Pangborn Sensory Science Symposium. Dijon, 2001*. INRA. p 309.
- (120) NEAL B. Dynamic property response of polyurethane foam as a function of test frequency. In: *SAE 2001 World Congress. Detroit, 2001*. Society of Automotive Engineers. pp 1-10.
- (121) NOBLE A. C., ARNOLD R. A., BUECHSENSTEIN J., *et al.* Modification of a standardized system of wine aroma terminology. *American Journal of Enology and Viticulture*, 1987, 38, pp 143-151.
- (122) O'MAHONY M. *Sensory evaluation of food - Statistical methods and procedures*. New York: Marcel Dekker, Inc, 1986. 487 p.
- (123) PAGÈS J. et HUSSON F. Interlaboratory comparison of sensory profiles. In: *Sensometrics. Columbia, 2000*. pp 46-47.
- (124) PAGLIARINI E., MONTELEONE E. et WAKELING I. Sensory profile description of mozzarella cheese and its relationship with consumer preference. *Journal of Sensory Studies*, 1997, 12, pp 285-301.
- (125) PARENTEAU C., SHEN W. et SHAH M. The effectiveness of adjustable pedals usage. In: *SAE 2000 World Congress. Detroit, 2000*. Society of Automotive Engineers. pp 1-11.
- (126) PARK S., CHEUNG W., CHO Y., *et al.* Dynamic ride quality investigation for passenger car. In: *SAE International Congress and Exposition. Detroit, 1998*. Society of Automotive Engineers. pp 123-129.

- (127) PARK S. et KIM C. The evaluation of seating comfort by objective measures. In: *SAE International Congress and Exposition. Detroit, 1997*. Society of Automotive Engineers. pp 143-151.
- (128) PERYAM D. et PILGRIM F. Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food Technology*, 1957, 11, pp 9-14.
- (129) PETERSON M. A., TONDER D. et POLL L. Comparison of normal and accelerated storage of commercial orange juice - changes in flavour and content of volatile compounds. *Food Quality and Preference*, 1998, 9, pp 43-51.
- (130) PHILIPPE G. One methodology to evaluate automotive seat comfort. In: *Vehicule Comfort and Ergonomics. Bologna, 1995*. Associazione Tecnica dell'Automobile. p 11.
- (131) PIELEMEIER W., GREENBERG J., MEIER R., *et al.* Some factors in the subjective evaluation of laboratory simulated ride. In: *SAE Noise and Vibration Conference and Exposition. Traverse City, 2001*. Society of Automotive Engineers. p 152.
- (132) PIGGOTT J. R. et P. W. M. A comparison of free-choice profiling and the repertory grid method in the flavor profiling of cider. *Journal of Sensory Studies*, 1992, 7, pp 133-145.
- (133) POTHET R. et FISCHESSE O. *Perception de la distribution automobile en Europe*. 17 p. Taylor Nelson SOFRES. 2000.
- (134) POWERS J. J. Uses of multivariate methods in screening and training sensory panelists. *Food Technology*, 1988, 42, pp 123-127,136.
- (135) RAATS M. et SHEPHERD R. Free-choice profiling of milks and other products prepared with milks of different fat contents. *Journal of Sensory Studies*, 1992, 7, pp 179-203.
- (136) RESURRECCION A. V. A. Applications of multivariate methods in food quality evaluation. *Food Technology*, 1988, 11, pp 128-136.
- (137) RISVIK E. Multivariate analysis of conventional profiling data: a comparison of a british and a norwegian trained panel. *Journal of Sensory Studies*, 1992, 7, pp 97-118.
- (138) ROBERT P., REY-DEBOVE J. et REY A. *Le nouveau Petit robert*. Paris: Dictionnaires Le Robert, 2000. 2841 p.
- (139) ROCKLAGE G., RIEHL G. et VOGT R. Requirements on new components for future cooling systems. In: *Vehicule Thermal Management Systems Conference and Exhibition. Nashville, 2001*. Society of Automotive Engineers. p 42.
- (140) RONN B., HYLDIG G., WIENBERG L., *et al.* Predicting sensory properties from rheological measurements of low-fat spreads. *Food Quality and Preference*, 1998, 9, pp 187-196.

- (141) SAKAKIBARA K., KAITANI K., HAMADA C., *et al.* Analysis of odor in car cabin. *Journal of Society of Automotive Engineers*, 1999, 20, pp 237-241.
- (142) SAPORTA G. *Probabilités Analyse des données et Statistique*. Paris: Editions TECHNIP, 1990. 493 p.
- (143) SAUVAGEOT F. Les épreuves discriminantes et descriptives - épreuve de classement. In: *Evaluation sensorielle - Manuel méthodologique*. Paris: Lavoisier, 1998. pp 122-131.
- (144) SCHLICH P. et CHABANON C. L'analyse sensorielle appliquée au confort de freinage. *Revue française du marketing*, 2000, 179/180, pp 129-142.
- (145) SCHLICH P. et MCEWAN J. A. Cartographie des préférences Un outil statistique pour l'industrie agro-alimentaire. *Sciences des Aliments*, 1992, 12, pp 339-355.
- (146) SCHUTZ H. et CARDELLO A. A labeled affective magnitude (LAM) scale for assessing food liking/disliking. *Journal of Sensory Studies*, 2001, 16, pp 117-159.
- (147) SCRIVEN F. et MAK Y. Usage behavior of meat products by australians and hong kong chinese: a comparison of free choice and consensus profiling. *Journal of Sensory Studies*, 1991, 6, pp 25-36.
- (148) SCRIVEN F. M. et MAK Y. L. Usage behavior of meat products by australians and hong kong chineses: A comparison of free choice and consensus profiling. *Journal of Sensory Studies*, 1991, 6, pp 25-36.
- (149) SHACKEL B., CHIDSEY K. et SHIPLEY P. The assessment of chair comfort. *Ergonomics*, 1969, 12, pp 269-306.
- (150) SHIMIZU Y., YANAGISHIMA T., JINDO T., *et al.* Analyses of automobile Interiors using a semantic differential method. In: *Human Factors Society 33rd annual meeting. Santa Monica, 1989*. Human Factors Society. pp 620-624.
- (151) SIEFFERMANN J.-M. *Étude comparative de méthodes descriptives en analyse sensorielle. Application à l'évaluation de l'efficacité du profil sensoriel libre*. 229 p. Th. doct.: Massy, France:1995.
- (152) SOLHEIM R. et LAWLESS H. T. Consumer purchase probability affected by attitude towards low-fat foods, liking, private body consciousness and information on fat and price. *Food Quality and Preference*, 1996, 7, pp 137-143.
- (153) STONE H. et SIDEL J. *Sensory Evaluation Practices*. 2nd ed. San Diego: Academic Press, Inc, 1993. 338 p. Food Science and Technology.
- (154) STONE H., SIDEL J., OLIVER S., *et al.* Sensory evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. *Food Technology*, 1974, 28, pp 24-34.

- (155) STRIGLER F. L'organisation pratique de la mesure sensorielle - la présentation des échantillons. In: *Evaluation sensorielle - Manuel méthodologique*. Paris: Lavoisier, 1998. pp 73-78.
- (156) TASSI P. *Méthodes statistiques*. Paris: Economica, 1989. 474 p.
- (157) TCHERNYCHOUK V., RAKHEJA S., STIHARU I., *et al.* Study of occupant-seat models for vibration comfort analysis of automotive seats. In: *International Body Engineering Conference and Exposition. Detroit, 2000*. Society of Automotive Engineers. p 36.
- (158) TOMASSONE R. *Comment interpréter les résultats d'une régression linéaire?* Paris: ITCF, 1987. 55 p.
- (159) TOMASSONE R., LESQUOY E. et MILLIER C. *La régression - Nouveaux regards sur une ancienne méthode statistique*. Paris: Masson, 1983. 180 p.
- (160) TOURAILLE C. Les épreuves discriminatives. In: *Evaluation sensorielle - Manuel méthodologique*. Paris: Lavoisier, 1998. pp 98-122.
- (161) TRUONG R. Material and process in pre-colored soft interior thermoplastics. In: *SAE 2001 World Congress. Society of Automotive Engineers, 2001*. pp 1-3.
- (162) TUORILA H. et PANGBORN R. M. Prediction of reported consumption of selected fat-containing foods. *Appetite*, 1988, 11, pp 341-352.
- (163) VAN AUKEN M., ZELINER J. et KUNKEL D. Correlation of Zwicker's loudness and other noise metrics with drivers' over-the-road transient noise discomfort. In: *SAE International Congress and Exposition. Detroit, 1998*. Society of Automotive Engineers. pp 79-90.
- (164) VANDERCAMMEN M. et GAUTHY-SINECHAL M. *Recherche Marketing: outil fondamental du marketing*. Paris: De Boeck & Larcier, 1999. 482 p. Perspectives Marketing.
- (165) VICKERS Z. Incorporating tasting into a conjoint analysis of taste, health claim, price and brand for purchasing strawberry yogurt. *Journal of Sensory Studies*, 1993, 8, pp 341-352.
- (166) WAGNER J. et LIU X. An active vibration isolation system for vehicle seats. In: *SAE 2000 World Congress. Detroit, 2000*. pp 1-12.
- (167) WAKELING I. N., RAATS M. M. et MACFIE H. J. H. A new significance test for consensus in generalized procrustes analysis. *Journal of Sensory Studies*, 1992, 7, pp 91-96.
- (168) WILLIAMS A. et LANGRON S. The use of Free-choice Profiling for the evaluation of commercial ports. *Journal of science of food and agriculture*, 1984, 35, pp 558-568.

- (169) WILLNER R. et SCHOLZEN L. Optimization of vehicule control haptics. In: *People in Traffic. Munich, 1997*. Verlag des Verein Deutscher Ingenieure. p 65.
- (170) YACKINOUS C., WEE C. et GUINARD J. X. Internal preference mapping of hedonic ratings for Ranch salad dressings varying in fat and garlic flavor. *Food Quality and Preference*, 1999, 10, pp 401-409.
- (171) ZHAO L., XIA Q. et WU X. Study of sitting comfort of automotive seats. In: *25 th FISITA Congress - Automotive in Harmony with Human Society. Beijing, 1994*. Society of Automotive Engineers of China. p 46.

Annexe 1

Schéma des éléments et des fonctions présents dans l'habitacle avant

Annexe 2
Feuilles d'évaluation du profil sensoriel

Bruit de fermeture de portière

Définition: Tonalité du bruit de fermeture de la portière conducteur

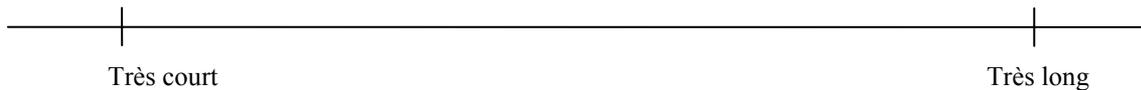
Protocole: Etre assis en position conducteur, fermer la portière, évaluer la tonalité du bruit de fermeture



Temps de réglage du siège

Définition: Impression de temps nécessaire pour trouver une position de conduite optimale

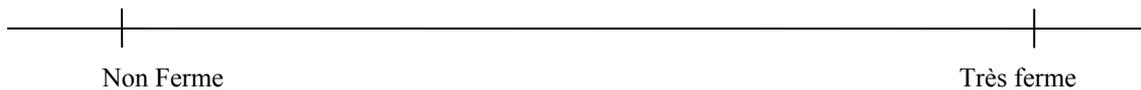
Protocole: S'asseoir en position conducteur, régler le siège (longitudinal, hauteur, inclinaison dossier) et le volant pour trouver sa position optimale de conduite



Fermeté de l'assise

Définition: Niveau d'enfoncement du corps dans l'assise

Protocole: Rebondir sur l'assise



Fermeté du dossier

Définition: Niveau d'enfoncement du corps dans le dossier

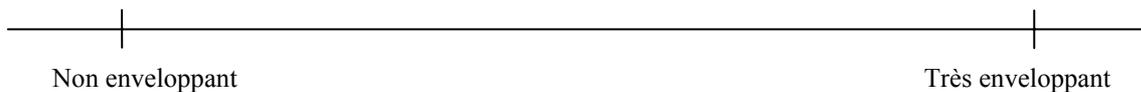
Protocole: Pousser avec les pieds pour s'enfoncer dans le siège



Siège enveloppant

Définition: Pourcentage du corps collé au siège

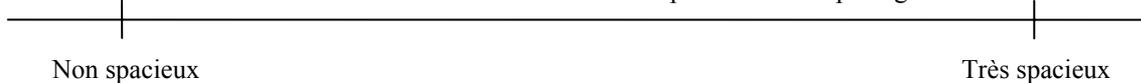
Protocole: Considérer le siège avec l'appui tête



Notion d'espace

Définition: Impression d'espace aux places avant

Protocole: Evaluer la distance entre le conducteur et le bas du pare-brise côté passager



Homogénéité visuelle

Définition: Nombre de couleurs et de matières différentes de la porte avant gauche à la porte avant droite

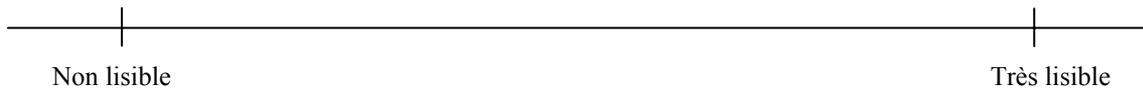
Protocole: Balayer tout l'espace – ne pas prendre en compte les sièges



Lisibilité du tableau de bord

Définition: Facilité à trouver une information sur le tableau de bord

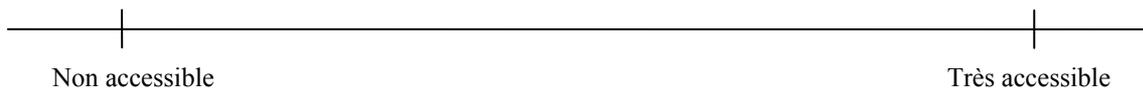
Protocole: Allumer le tableau de bord, régler l'intensité au maximum, regarder à l'infini, regarder le tableau de bord et évaluer la rapidité à trouver une information



Accessibilité aux fonctions

Définition: Accès aux différentes fonctions

Protocole: Evaluer la distance entre le conducteur et les fonctions *Warning*, *Dégivrage arrière* et *Lève-vitre conducteur*



Bruit des commandes

Définition: Intensité sonore provoquée par la manipulation des différentes commandes

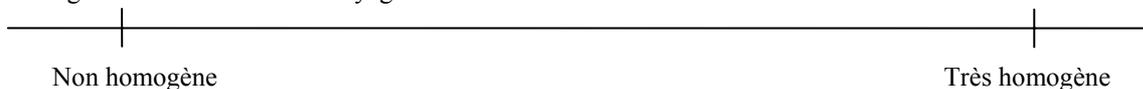
Protocole: Evaluer l'intensité sonore des commandes aux places avant - ne pas prendre en compte le bruit de la fonction mise en route par la commande



Homogénéité de l'effort au débrayage

Définition: Homogénéité de l'effort pendant la course

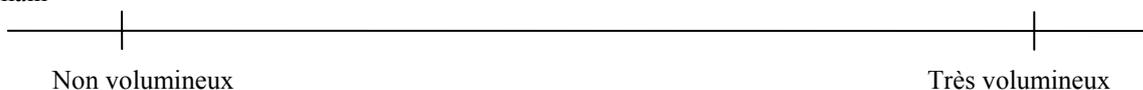
Protocole: Débrayer puis embrayer plusieurs fois de suite sans tenir compte des embrayages. Evaluer l'homogénéité de l'effort au débrayage



Grosueur du pommeau

Définition: Encombrement du pommeau de levier de vitesses dans la main droite

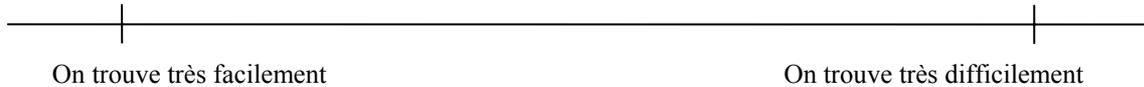
Protocole: Prendre le pommeau de levier de vitesses en main, évaluer le volume occupé par le pommeau dans la main



Précision de la boîte de vitesses (difficulté à trouver les vitesses)

Définition: Faculté de trouver facilement les vitesses

Protocole: En débrayant, passer toutes les vitesses sauf la marche arrière, évaluer les difficultés à passer les vitesses ou à trouver la bonne vitesse



Diamètre du volant

Définition: Place prise par le volant

Protocole: Evaluer l'épaisseur de la jante par rapport à la surface des espaces vides à l'intérieur du volant



Mobilité de la main sur la jante

Définition: Glissement de la main sur le volant malgré la texture ou les protubérances

Protocole: Poser la main sur la jante à 12:00, évaluer le caractère "glissant" en terme d'effort jusqu'à 15:15 en agrippant bien le volant



Diamètre du frein à main

Définition: Diamètre du frein à main à son extrémité

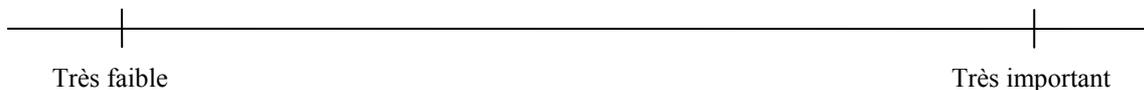
Protocole: Evaluer le diamètre du frein à main en le serrant, pouce posé sur le bouton



Effort pour utiliser le frein à main

Définition: Force nécessaire pour serrer le frein à main

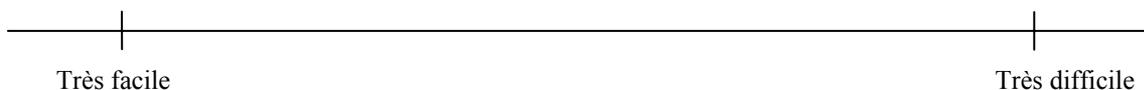
Protocole: Relever le frein à main sans appuyer sur le bouton, évaluer l'effort nécessaire pour la manipulation



Difficulté à lire une carte routière

Définition: Quantité de lumière fournie par le plafonnier

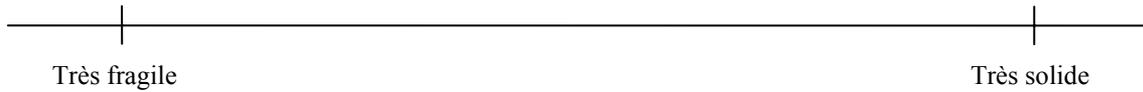
Protocole: Evaluer la capacité du plafonnier à permettre au conducteur de lire une carte routière



Solidité du cendrier

Définition: Soins de fabrication apportés au cendrier

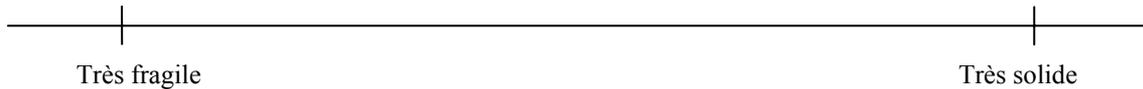
Protocole: Évaluer les jeux du cendrier ouvert



Solidité de la boîte à gants

Définition: Résistance de la boîte à gants aux ouvertures / fermetures

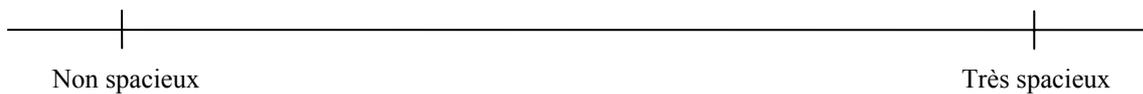
Protocole: Ouvrir la boîte à gants, évaluer la solidité des charnières



Impression de volume des rangements

Définition: Volume total disponible proposé par les bacs de rangement

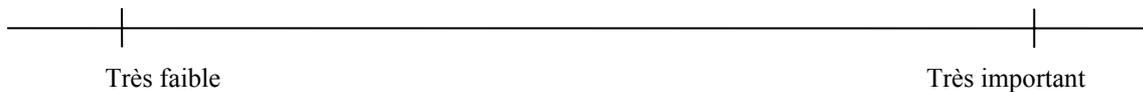
Protocole: Évaluer le volume total de tous les rangements des places avant avec les portes fermées



Effort sur la palette et la porte pour l'ouverture

Définition: Somme des forces à exercer sur la palette et la porte pour ouvrir

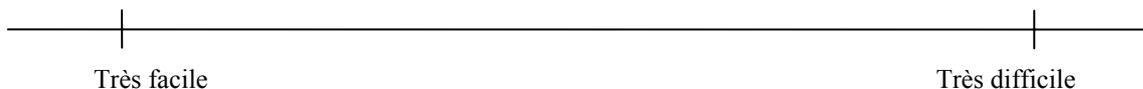
Protocole: Évaluer les efforts à fournir pour ouvrir la porte conducteur



Difficulté pour obtenir l'ouverture souhaitée de la porte

Définition: Capacité à maintenir la porte ouverte à un angle donné

Protocole: Ouvrir la porte conducteur à l'angle juste nécessaire pour sortir. Évaluer la facilité à maintenir la porte à cet angle



Bruit de condamnation

Définition: Évaluer la notion "est-ce qu'on sait, au bruit, si la voiture est fermée?"

Protocole: Tourner le dos à la voiture, actionner la télécommande, évaluer l'intensité sonore



Merci de remettre le siège en position arrière maximale, en hauteur minimale

Annexe 3
Questionnaire de l'étude consommateur

Contribution to the description of non anonymous complex products. Application to the evaluation of comfort in the cockpit of cars.

Summary :

The main objective of this study is to contribute to the description of non anonymous complex products. The complexity of the chosen product, the cockpit of automotive vehicle, holds mainly in the great quantity of its sub-elements and functions. During sensory science tests, the products have to be evaluated anonymously to limit the influence of external factors such as the brand image. In our case, the products, easily recognizable, cannot be made anonymous. We thus chose to quantify the influence of the sensory properties and of the brand image on the consumers' preferences.

Sensory properties of 11 cockpits were described by sensory profiling with 24 terms. 204 consumers gave preference scores on the products. They also evaluated brand image of the vehicle manufacturers with 15 terms screened in a preliminary study.

External preference mapping with quadratic model provides an explanation of consumers' preferences according to the sensory properties of the products.

Stepwise regression is used twice on the scores of each consumer, considered individually. The predictors are:

1. Sensory variables issued from the profiling study. Sensory terms are sorted according to their relative importance for the hedonic scores
2. Sensory variables and individual evaluations of brand images. Relative contributions of perceptions and brand image can be estimated. It is then possible to cluster the consumers: some are mostly influenced by sensory properties, others are mostly influenced by brand image, and others are equally influenced by these two aspects

RÉSUMÉ :

L'objectif de cette étude est d'apporter une contribution à la description de produits complexes non anonymes. La complexité du produit choisi, l'habitacle avant de véhicules automobiles, tient principalement à la grande quantité d'éléments et de fonctions qu'il contient.

Lors de tests d'analyse sensorielle, les produits doivent être anonymes pour limiter l'influence sur les évaluations, de facteurs externes tels que l'image de marque du produit. Lors de notre étude, les produits, aisément reconnaissables, ne peuvent pas être rendus anonymes. Nous avons donc choisi de quantifier l'influence des propriétés sensorielles et de l'image de marque sur les préférences des consommateurs.

Les propriétés sensorielles de 11 habitacles ont été décrites par un profil sensoriel comprenant 24 descripteurs.

204 consommateurs ont attribué des notes de préférence aux produits. Ils ont également évalué les images des constructeurs associés au moyen de 15 descripteurs sélectionnés lors d'une étude préliminaire.

La cartographie externe des préférences permet d'expliquer les préférences des consommateurs à l'aide des caractéristiques sensorielles des produits.

La régression progressive est employée à deux reprises sur les notes hédoniques de chaque consommateur, considéré individuellement. Les variables prédictives sont :

- les variables sensorielles issues du profil.
Les descripteurs sensoriels sont ainsi hiérarchisés en fonction de l'importance qu'ils revêtent dans l'établissement des préférences.
- les variables sensorielles et les évaluations individuelles des images de marque des constructeurs.
Les contributions relatives des sensations et de l'image de marque peuvent être estimées. Il est alors possible de classer les consommateurs : certains sont principalement influencés par les attributs sensoriels des produits ; d'autres par l'image de marque des descripteurs ; d'autres encore sont influencés à part égale par les deux aspects.

DISCIPLINE : Sciences de l'aliment

MOTS-CLÉS : analyse sensorielle, habitacle de voitures, image de marque, cartographie des préférences, régression progressive

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'U.F.R. OU DU LABORATOIRE :

Laboratoire de perception sensorielle de l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires