

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA de Bejaïa
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires
Option: Corps Gras

Mémoire de fin d'étude

En Vue de l'obtention du Diplôme de Master II en Corps Gras

Thème:

Caractérisation sensorielle et hédonique de la margarine produite par CEVITAL

Réalisé par: Membres de jury:

M^{lle} AZIB Assia

M^{lle} BOUKANDOUL Silia

President: M^r MADANI K.

Promoteur: M^r BOUAOUDIA A.M.

Examinatrices: M^{me} DJELLILI F.

M^{me} GHERFI F.

Invités d'honneur: M^r AZZOUZ L.

M^r ZEROUAL B.

2012/2013

Remerciements

Avant tout, nous tenons à remercier le Dieu tout puissant qui nous a accordé santé et courage pour mener ce travail jusqu'à son bout.

Nous tenons aussi à remercier nos chers parents pour leurs soutiens et tous ceux qui nous ont aidé à savoir :

Notre promoteur M^r BOUAOU DIA A. M. pour avoir accepté de nous encadrer, avoir apporté son aide et ses conseils précieux ;

Notre encadreur au sein de Cevital, M^r AZZOUZ L., sans oublier M^r ZEROUAL B. et M^{LLÉ} BERDOUS F.

M^r MADANI K, pour sa disponibilité et son aide, et de nous avoir fait l'honneur de présider notre jury ;

M^{me} DJELLILLI F. et M^{me} GUERFI F. d'avoir accepté d'examiner notre travail ;

Nous remercions également tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour la réalisation de ce travail et les enseignants qui nous ont formés tout au long de notre cursus.

Merci à Tous

Dédicaces

Nous dédions ce présent travail :

✚ à nos deux familles, en particulier, nos parents les êtres les plus chers à notre cœur, et nos sœurs et frères,

✚ à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin,

✚ à tous nos amis... ; Et

✚ à tous ceux qui nous connaissent.

Assia et Silia

Sommaire

Liste des abréviations.

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Liste des annexes.

Introduction	1
---------------------------	---

Partie théorique

Chapitre I : Généralités sur l'analyse sensorielle

I.1. Historique	2
I.2. Définitions	2
I.2.1. Evaluation sensorielle	2
I.2.2. Qui fait l'évaluation sensorielle	3
I.3. Rôle de l'évaluation sensorielle	5
I.4. Perceptions sensorielles	5
I.4.1. Sens humains	5
I.4.2. Propriétés sensorielles	7
I.5. Méthodes utilisées en évaluation sensorielle	8
I.5.1. Tests de discrimination	8
I.5.2. Tests descriptifs	9
I.5.3. Tests hédoniques	9

Chapitre II : Margarine

II.1. Historique	11
II.2. Définition	11
II.3. Composition	12
II.4. Classification	13
II.5. Huiles végétales	13
II.5.1. Définition	13
II.5.2. Raffinage	13
II.6. Traitements de modification des corps gras	14
II.7. Technologie de fabrication de la margarine	15
II.8. Diagramme de fabrication de la margarine	18

Partie pratique

Chapitre I : Matériel et méthodes

I.1. Présentation de l'organisme d'accueil	19
I.2. Préparation et présentation des échantillons	19
I.3. Jurys	21
I.4. Questionnaires.....	21
I.5. Déroulement de l'évaluation sensorielle.....	22
I.6. Analyse statistique	22

Chapitre II : Résultats et discussions

II.1. Analyse sensorielle	24
II.1.1. Plan d'expérience.....	24
II.1.2. Caractérisation des produits.....	24
II.1.2.1. Pouvoir discriminant par descripteurs	25
II.1.2.2. Coefficient des modèles.....	26
II.1.2.3. Moyennes ajustées par produits.....	27
II.1.3. Analyse des pénalités.....	28
II.1.3.1. Pénalités.....	29
II.1.4. Cartographie des préférences externes (PREFMAP)	30
II.1.4.1. Objets classés par ordre croissant de préférence	33
II.1.4.2. Courbes de niveau et carte des préférences	34
II.1.5. Analyse procrustéenne généralisée.....	35
II.1.5.1. Résidu par objet	36
II.1.5.2. Résidus par configuration	37
II.1.6. PREFMAP sans jurys éloignés du consensus.....	38
II.1.6.1. Objets classés par ordre croissant de préférence	38
II.1.6.2. Courbes de niveau et carte des préférences	38
II.2. Analyse des données des préférences des consommateurs.....	39
Conclusion	42

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

ACP : Analyse en Composantes Principales.

AG : Acide gras.

AGL : Acides gras libres.

AGP : Analyse Procrustéenne Généralisée.

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique.

CEM : Collège d'Enseignement Moyen.

GPA : Generalized Procrustes Analysis

JAR : Just About Righ.

TAG : Triacylglycerol.

PREFMAP : Preference Mapping.

SPA : Société Par Action.

PVC : Polychlorure de Vinyle.

Liste des figures

Figure 1 : Diagramme de fabrication de la margarine.....	17
Figure 2 : Pouvoir discriminant par descripteur	25
Figure 3 : Coefficients des modèles des échantillons de margarine A et F.....	26
Figure 4 : Les caractéristiques pénalisées pour les six échantillons de margarine.....	29
Figure 5 : Profil des différentes classes créées.....	33
Figure 6 : Corrélations entre les variables et les facteurs.....	32
Figure 7 : Courbes de niveau et carte des préférences	34
Figure 8 : Résidu par objet	36
Figure 9 : Résidu par configuration	37
Figure 10 : Courbe de niveau et carte des préférences sans experts éloignés du consensus	38
Figure 11 : Histogrammes des préférences des consommateurs des deux sexes de la catégorie d'âge allant de 10 à 15 ans.....	39
Figure 12 : Histogrammes des préférences des consommateurs des deux sexes de la catégorie d'âge allant de 16 à 20 ans.....	40
Figure 13 : Histogrammes des préférences des consommateurs des deux sexes de la catégorie d'âge allant de 10 à 15 ans.....	40

Figures des annexes

Figure 14: Principales approches de l'évaluation sensorielle.....	(Annexe I)
Figure 15 : Procédé de raffinage chimique.....	(Annexe II)
Figure 16 : Procédé de raffinage physique.....	(Annexe II)
Figure 17 : La salle d'évaluation sensorielle.....	(Annexe IV)
Figure 18 : La stalle d'évaluation sensorielle.....	(Annexe IV)
Figure 19 : Présentation des échantillons de margarine	(Annexe IV)
Figure 20 : déroulement de la dégustation.....	(Annexe IV)
Figure 21 : Coefficients des modèles des échantillons de margarine B, C, D et E	(Annexe V)

Liste des tableaux

Tableau I: Evaluation du plan d'expérience pour les jurys experts.....	24
Tableau II: Moyennes ajustées par produit.....	27
Tableau III: Evaluation du plan pour les sujets naïfs.....	31
Tableau IV : Objets classés par ordre croissant de préférence	34
Tableau V : Objets classés par ordre croissant de préférence sans experts éloignés du consensus.....	38

Tableaux des annexes

Tableau VI : Données des sujets naïfs.....	(Annexe V)
Tableau VII : Données des sujets experts.....	(Annexe V)
Tableau VIII : Les résultats du test pouvoir discriminant par descripteur.	(Annexe V)
Tableau IX : Les résultats des coefficients des modèles des échantillons de la margarine.....	(Annexe V)
Tableau X : Les résultats du résidu par objet (a) et du résidu par configuration (b)	(Annexe V)
Tableau XI : Les résultats du test de pénalité pour chaque échantillon.....	(Annexe V)
Tableau XII : Les scores de préférence de 0 à 1 pour le PREFMAP sans experts éloignés du consensus.....	(Annexe V)

Liste des annexes

Annexe I : Les principales approches de l'évaluation sensorielle.

Annexe II : Procédé de raffinage chimique et enzymatique.

Annexe III : Questionnaires.

Annexe IV : Déroulement de l'évaluation sensorielle.

Annexe V : Résultats complémentaires.

Annexe VI : Introduction à l'XLSTAT-MX.

Introduction

Introduction :

Le champ de l'évaluation sensorielle s'est développé rapidement dans la deuxième moitié du 20^{ème} siècle, avec l'expansion des aliments transformés et l'industrie de produits de consommation. L'évaluation sensorielle comporte un nombre de techniques pour la mesure précise des réponses humaines sur la nourriture et réduit au minimum le potentiel des effets de la marque et les autres informations influençant les perceptions des consommateurs. Par exemple, elle essaie d'isoler les propriétés sensorielles des produits alimentaires eux-mêmes et fournit des informations de produits, aux scientifiques, et aux dirigeants des informations importantes et utiles sur les caractéristiques sensorielles de leurs produits (**LAWLESS et HEYMANN, 2010**).

L'évaluation sensorielle permet d'étudier les caractéristiques sensorielles des produits en faisant intervenir l'homme comme instrument de mesure à partir de ses cinq sens : l'odorat, le goût, la vue, l'audition et le toucher. Elle permet d'étudier différents problèmes ou de répondre à diverses questions posées par le fabricant et est utilisée dans de nombreux domaines (**TOTTE, 2008**).

La margarine est le beurre d'imitation, alors que de grandes améliorations ont été apportées au cours des années à la qualité de la margarine, elle n'est toujours pas la chose vraie, et elle n'a pas la saveur supérieure et l'effet dans la bouche du beurre. Mais la margarine a plusieurs avantages par rapport au beurre (**FIGONI, 2010**).

Ce modeste travail porte sur la caractérisation sensorielle et hédonique de six échantillons différents de margarine produite par Cevital de Bejaïa. Il comprend une partie bibliographique qui traite des généralités sur l'évaluation sensorielle, les différentes questions relatives à la margarine (composition, processus de fabrication, ... etc.), et une partie pratique qui expose les matériels et méthodes, les résultats et les discussions obtenus dont le but de connaître d'une part quelles sont les caractéristiques qui mettent en valeur les différents échantillons évalués ?..., et d'autre part quel est le produit préféré par le consommateur ?... en appliquant un logiciel nommé XLSTAT-MX.

Partie théorique

Généralités sur l'analyse sensorielle

Chapitre I : Généralités sur l'évaluation sensorielle

I.1. Historique :

Les hommes ont utilisé leurs sens pour évaluer les aliments depuis plusieurs milliers d'années. Nous faisons tous des jugements au sujet des aliments à chaque fois que nous mangeons ou buvons (**LAWLESS et HEYMANN, 2010**). Les individus peuvent souvent dire par la vue, l'odeur, le goût et dans une moindre mesure le touché, si les aliments sont bons ou mauvais (**CLARK et al., 2009**).

A la fin des années 40 et dans les années 50, l'évaluation sensorielle d'un intérêt considérable a été mise en valeur en partie par l'effort du gouvernement fédéral Américain pour fournir des produits alimentaires plus acceptables aux militaires (**PERYAM et al., 1954 cité par STONE et al., 2012**), aussi bien que par le développement dans les secteurs privés (**STONE et al., 2012**).

A la fin des années 1950, l'Université de Californie à Denis donnait une série de cours sur l'évaluation sensorielle, fournissant une des rares sources académiques pour la formation des professionnels en évaluation sensorielle (**STONE et al., 2012**).

Dans les entreprises, l'évaluation sensorielle est maintenant reconnue autant comme un outil au service de la production et de la recherche et développement que comme un outil au service du marketing, utilisé par exemple lorsqu'il s'agit de décrire le marché ou d'étudier les préférences sensorielles des consommateurs (**GIBOREAU, 2009**).

Après les développements applicatifs performants et généralisés dans les industries alimentaires, ces techniques sont adaptées aux produits d'hygiène et de beauté dans les années 70 – 80 puis étendues à l'ensemble des produits industriels, tels que les téléphones portables, les voitures etc. (**MEISELMAN, 1993, MURRAY et al., 2001, MOSKOWITZ, 2003, MOSKOWITZ et al., 2005 cité par GIBOREAU, 2009**).

I.2. Définitions :

I.2.1. Evaluation sensorielle :

L'évaluation sensorielle a été définie comme une méthode scientifique utilisée pour évoquer, mesurer, analyser et interpréter les réponses liées aux produits comme perçues à

travers les sens de la vue, de l'odorat, du touché, du goût, et de l'ouïe (**STONE et SIDEL, 2004 cité par LAWLESS et HEYMANN, 2010**).

L'évaluation sensorielle devrait être envisagée en termes beaucoup plus larges pour dépasser sa contribution aux questions de savoir quelle saveur est meilleure ou si un ingrédient A peut être remplacé par un ingrédient B (**STONE et al., 2012**).

a. Analyse sensorielle :

L'analyse sensorielle est la science développée pour permettre la mesure des propriétés sensorielles des aliments. Cette mesure est réalisée par un panel de sujets experts sensoriels, préalablement sélectionnés et entraînés, qui vont évaluer les produits de façon objective et répétable (**BAUER et al., 2010**).

Utilisant l'homme comme instrument de mesure, l'analyse sensorielle permet de quantifier des sensations complexes en éliminant toute subjectivité dans l'appréciation d'un produit (**URVOY et al., 2012**).

L'analyse sensorielle permet par exemple d'évaluer l'effet d'un ingrédient, du procédé de fabrication ou des conditions de conservation sur les propriétés sensorielles du produit. Elle permet également de comparer les propriétés sensorielles des produits en cours de développement avec celles des produits concurrents et permet en outre de mieux comprendre les préférences des consommateurs (**BAUER et al., 2010**).

b. Analyse hédonique ou tests de consommateurs :

Les tests de consommateurs ont comme but de comprendre les préférences et le comportement des consommateurs, et qui utilisent un panel de consommateurs (**BAUER et al., 2010**).

Selon **LAWLESS et HEYMANN, 2010**, les résultats de ce test devraient refléter les perceptions et les avis des consommateurs qui pourraient acheter le produit. En d'autres termes, les résultats devraient généraliser une population plus large.

I.2.2. Qui fait l'évaluation sensorielle ?

Dans le passé, la production des produits alimentaires de bonne qualité dépendait souvent de l'acuité sensorielle d'un seul expert qui était responsable de production et il prenait des décisions sur des changements de processus pour s'assurer que le produit

alimentaire aurait des caractéristiques souhaitables. L'évaluation sensorielle moderne a remplacé ces autorités uniques par des groupes de personnes participant aux méthodes d'essais spécifiques qui ont pris la forme d'expériences planifiées. Ce changement s'est produit pour plusieurs raisons. D'abord, on a identifié que les jugements d'un groupe seraient en général plus fiables que les jugements d'un seul individu. En second lieu, l'expert pourrait ou ne pourrait pas refléter ce que les consommateurs ou un groupe de consommateurs peuvent vouloir dans un produit (**LAWLESS et HEYMANN, 2010**).

a. Panel de sujet expert :

Les panels de sujets experts sensoriels utilisés en analyse sensorielle ont une vocation analytique et objective. Ces panels sont utilisés comme un instrument de mesure des propriétés sensorielles des produits, qui tel un instrument analytique de laboratoire, doit être préalable, reproductible et juste. Les sujets sont sélectionnés et entraînés à décrire et évaluer les produits en question. Un panel expert sensoriel contient généralement entre 08 et 16 sujets.

b. Panel de consommateurs :

Le panel de consommateurs a lui une vocation hédonique. Il est utilisé dans le but de mieux comprendre les comportements et préférences des consommateurs. Les sujets sont naïfs (non entraînés), et choisis afin de représenter le consommateur type pour le produit en question. Pour l'évaluation de l'appréciation d'un produit (étude quantitative), un grand nombre de sujet est recommandé (une centaine ou plus selon le test) afin d'avoir une bonne représentativité statistique de l'ensemble de la population concernée. Les tests utilisés sont ceux d'une étude de marché et les questions posées doivent rester très simples, les consommateurs n'étant pas entraînés et risquant d'être biaisés par une approche trop détaillée et analytique du produit qui ne correspond pas à leur approche habituelle du produit.

Ces deux types de panels sont complémentaires mais ne sont pas interchangeables (**BAUER et al., 2010**).

En résumé, nous évitons d'employer les membres du jury qualifiés pour l'information affective et nous évitons d'interroger des consommateurs au sujet des attributs analytiques spécifiques (**LAWLESS et HEYMANN, 2010**).

I.3. Rôle de l'évaluation sensorielle :

L'analyse sensorielle se développe à partir des années 1950 afin de résoudre des problèmes concrets des industries alimentaires. Après avoir contrôlé et maîtrisé les risques sanitaires et la qualité nutritionnelle des aliments, il s'agit alors d'en maîtriser le goût, de fournir des produits de 'bonne' qualité organoleptique, perçue par les organes des sens. Ce sont des chercheurs en physiologie et en sciences des aliments, en collaboration avec des industriels, qui développent les techniques d'analyse sensorielle en vue de mesurer, contrôler et maîtriser la qualité des aliments (**AMERINE *et al.*, 1965, LE MAGNEN. 1966, STONE *et al.*, 1974, PANGBORN. 1989 cité par GIBOREAU, 2009**).

L'évaluation sensorielle implique la mesure et l'évaluation des propriétés sensorielles des produits alimentaires et d'autres matériaux. Elle implique également l'analyse et l'interprétation des résultats par le professionnel sensoriel (**STONE *et al.*, 2012**).

Le rôle de l'évaluation sensorielle a considérablement changé au cours des années. Au début, c'était un service fournissant des données, mais aujourd'hui son rôle est le partenariat avec la recherche et développement et le marketing, afin de fournir des éclairages pour aider à guider le développement et la stratégie commerciale (**KEMP *et al.*, 2011**).

I.4. Perceptions sensorielles :

Selon **BAUER *et al.* en 2010**, la perception sensorielle est le résultat de l'intégration de l'information venant de tous les organes sensoriels. Ceux-ci sont impliqués dans l'évaluation d'une denrée alimentaire, de façon simultanée ou chronologique. L'ordre d'implication des sens lors de la dégustation est généralement d'abord la vue, le toucher à la main ou avec un autre ustensile, suivi de l'olfaction (par voie ortho-nasale), et faisant suite à la mise en bouche, viennent les perceptions du goût, de l'olfaction (par voie rétro-nasale), et du toucher (somesthésie), qui cèdent la place aux arrière-goûts et autres impressions après déglutition.

I.4.1. Les sens humains :

C'est uniquement par nos organes de sens que nous recueillons les informations du monde extérieur (**BAUER *et al.*, 2010**).

Les yeux sont employés pour déterminer l'aspect et la couleur, le nez pour le sens de l'odeur, la langue pour le goût, la peau pour le contact (touché) et l'oreille pour tout son possible (**CLARCK *et al.*, 2009**).

a. La vision :

La vision peut être considérée par la nature physique de l'objet vu (**MAC DOUGALL, 1984 cité par CLARCK *et al.*, 2009**).

L'aspect ou (l'apparence) de tout objet est déterminé par le sens de la vision (**KEMP *et al.*, 2011**). D'après **CLARCK *et al.*, 2009**, l'aspect se réfère à beaucoup plus qu'à la couleur ; c'est l'identification et l'évaluation des propriétés (structure, opacité, couleur extérieures) liées à l'objet vu.

b. L'olfaction :

Une caractéristique propre au système « chimique » (système olfactif et gustatif, par rapport au système de la vision ou de l'audition), est leur forte association avec les émotions et donc leur potentiel de provoquer de fortes réactions affectives suite à une stimulation odorante ou gustative (écœurement, dégoût, attraction, désir, souvenir, etc.) (**BAUER *et al.*, 2010**).

Les molécules volatiles sont perçues (ou détectées) par des récepteurs d'olfaction situés sur les millions de cils qui couvrent l'épithélium nasal (situé dans le toit de la cavité nasale). Par conséquent, pour un produit ayant une odeur ou un arôme, la molécule volatile doit être transformée en air pour la flairer. Les molécules volatiles entrent dans le nez par voie nasale pendant le reniflement et la respiration ou retro nasale par l'intermédiaire de la gorge pendant la consommation du repas (**KEMP *et al.*, 2011**).

c. La gustation :

Selon **BAUER *et al.*, 2010**, les sensations gustatives sont perçues pour l'essentiel au niveau de la langue, par les papilles gustatives. Ces papilles contiennent pour la plupart les bourgeons du goût, qui sont de petites unités en forme de ballon évasé, constitués de plusieurs cellules gustatives.

Le sens du goût implique la perception des substances non volatiles, qui, une fois dissoutes dans l'eau, l'huile ou la salive, sont détectées par les récepteurs de goût qui se

trouvent dans les bourgeons gustatifs situés à la surface de la langue, de la bouche ou de la gorge. Les sensations détectées peuvent être divisées en cinq qualités différentes de goût : le salé, le sucré, l'aigre (l'acide), l'amer et le goût savoureux (**KEMP *et al.*, 2011**).

d. Le toucher :

BAUER *et al.*, 2010 ont attesté qu'en analyse sensorielle, la sensibilité tactile intervient au niveau de la cavité buccale (palais, langue, lèvres) ou au niveau de la main (texture d'un tissu, d'une pomme par exemple).

e. Perception multimodale :

Bien qu'il existe un organe sensoriel pour chaque sens, il est important de noter que les informations provenant de chaque sens sont traitées souvent dans le cerveau. Par exemple la perception de la saveur résulte de l'interaction entre le goût, l'arôme, l'aspect, texture et l'ouïe (**KEMP *et al.*, 2011**).

I.4.2. Les propriétés sensorielles :

Les propriétés sensorielles sont perçues quand nos organes sensoriels interagissent avec les stimuli du monde qui nous entoure (**KEMP *et al.*, 2011**).

a. La couleur :

La couleur est définie dans un espace à trois dimensions : la teinte (rouge, bleu, vert, jaune, rose, etc.), la luminosité (clair-foncé) et la saturation (couleur vive ou plutôt terne, grisâtre) (**BAUER *et al.*, 2010**).

La couleur est définie comme la perception résultante de la détection de la lumière comme elle interagit avec l'objet (**LAWLESS *et HEYMANN*, 1999 cité par CLARCK *et al.*, 2009**).

b. La saveur :

Les saveurs (ou les goûts) sont perçues par l'organe gustatif (les papilles de la langue) lorsqu'il est stimulé par certaines substances solubles. Il s'agit des sensations salées, sucrées, acides et amères (**DELACHARLERIE *et al.*, 2008**).

c. L'odeur :

Les odeurs rétro-nasales sont celles détectées « dans la bouche » via l'intermédiaire du transport du stimulus du fond de la gorge vers la région des récepteurs olfactifs. Les odeurs ortho-nasales sont celles qui sont perçues par les narines (**CLARCK *et al.*, 2009**).

d. La texture :

Selon **BAUER *et al.*, 2010**, la norme ISO 5492 (annexe 10) définit la texture comme « l'ensemble des propriétés mécaniques, géométriques et de surface d'un produit perceptibles par les mécanismes récepteurs, les récepteurs tactiles et, éventuellement, par les récepteurs visuels et auditifs ».

VALCLAVIK en **2008** a défini la texture comme suit : la texture se réfère aux qualités des aliments qui peuvent être senties avec les doigts, la langue, le palais, ou les dents. La texture est également un indice de qualité.

Selon **CHARREAU *et al.*, 2006**, la tartinabilité est la capacité d'une pâte à s'écouler.

I.5. Méthodes utilisées en évaluation sensorielle :

Il existe trois méthodes principales employées dans l'évaluation sensorielle : les tests de discrimination, les tests descriptifs et les tests hédoniques (**LAWLESS *et HEYMANN*, 2010** cité par **PRIPP, 2013**).

I.5.1. Tests de discrimination :

D'après **RAIFFAUD** en **2010** (annexe 7), les tests de discrimination permettent de comparer des produits proches d'aspect et de déterminer une perception statistique de différence. Les méthodes s'appellent tests triangulaires, duo-trio, par paire, de classement...etc.

Leur avantage est qu'ils sont faciles à mettre en œuvre et que leur dépouillements statistiques est aisé. Leurs inconvénients sont : indication uniquement en terme de différence ; obligation d'un échantillonnage précis, obtenu dans les mêmes conditions et d'une préparation à la dégustation identique.

PRIPP en **2013** a ajouté que les tests de discrimination sont habituellement basés sur le compte du nombre de bonnes ou de fausses réponses correspondantes à un septum d'essai.

La question d'intérêt ou de but proposée par **LAWLESS et HEYMANN** en **2010** est la suivante : les produits sont-ils perceptibles de manière différente ?

Il s'agit de déterminer s'il existe une différence notable entre les produits (**PRIPP, 2013**).

I.5.2. Tests descriptifs :

D'après **RAIFFAUD** en **2010** (annexe 7), ces tests s'apparient sur des grilles critériées qui permettent de caractériser plus finement un produit suivant ces différentes composantes sensorielles: aspect extérieur, odeur, goût, texture. Ils sont très utilisés par les jurys de dégustation de produits labellisés ou dans des concours.

PRIPP en **2013** a défini les tests descriptifs comme étant des méthodes qui mesurent des intensités des différentes caractéristiques sensorielles d'un produit.

La question d'intérêt ou de but spécifique à ce test qui est: comment les produits diffèrent-ils dans les caractéristiques spécifiques ? (**LAWLESS et HEYMANN, 2010**).

Une telle analyse est employée couramment dans l'évaluation de différentes caractéristiques sensorielles (**PRIPP, 2013**).

I.5.3. Tests hédoniques ou affectifs :

Les tests hédoniques essaient de mesurer le degré d'aimer ou détester un produit (**PRIPP, 2013**).

Il s'agit d'interroger des individus non entraînés uniquement sur le plaisir éprouvé. Les épreuves hédoniques ont pour objectifs d'analyser le niveau de satisfaction, à un instant donné, des consommateurs interrogés pour une famille de produits (**URVOY et al., 2012**).

D'après **LAWLESS et HEYMANN, 2010**, ce test fournit une opportunité pour rechercher des catégories de personnes qui peuvent aimer les différents modes de présentation d'un produit, par exemple, différentes couleurs ou saveurs. Elle peut

également fournir une occasion pour chercher l'information diagnostique concernant les raisons d'aimer ou de détester un produit.

La question d'intérêt ou de but donnée par **LAWLESS et HEYMANN** en **2010** pour ce test est comme suit : à quel point les produits sont aimés ou quels sont les produits préférés?

Souvent relié à l'essai du consommateur pour évaluer des produits (**PRIPP, 2013**).

La margarine

Chapitre II : La margarine

II.1. Historique :

La margarine a été développée en 1869 après que l'empereur Louis Napoléon III de France a offert un prix pour un produit de remplacement du beurre peu coûteux (O'BRIEN, 2009). Une pénurie de beurre due à une population urbaine et à une armée importante, ce qui a incité cette invention (APPLEWHITE, 1985 ; HOFFMANN, 1998 cité par HUI, 2007).

Des tentatives avaient été entreprises durant des années pour créer un substitut du beurre, mais un chimiste français a gagné le prix la première année où il a été offert. Hippolyte Megè-Mouriès a obtenu le nombre de brevet français 86480 pour son développement, qu'il a appelé « oléomargarine, » une combinaison du mot grec pour « homologue de perle » (parce qu'il manifeste un aspect de lustre nacré une fois cristallisé) et une source grasse, huile oléo, dérivée de la graisse de bœuf (O'BRIEN, 2009).

La première margarine ne ressemblait ni au beurre ni aux saindoux qu'elle était censée remplacer. D'une couleur brunâtre pas très appétissante, elle avait tendance à devenir rance et dégageait une odeur nauséabonde d'animal équarri. Ce n'est qu'en 1910 que l'on fabriqua la margarine sans se servir de produits de nature animale (JUDITH SHAW, 2007).

Sur le marché d'aujourd'hui il y a une gamme de produits contenant différents types et quantités de graisses et des huiles. Les graisses végétales et les huiles sont employées en grande partie. Après 1910, quand l'hydrogénation a hérité la pratique en Europe, une plus grande variété de graisses et d'huiles était disponible et des provisions significatives dans le processus de fabrication ont été faites (CHRYSAM, 1996 cité par HUI, 2007).

II.2. Définition :

La margarine est un aliment gras ressemblant au beurre en aspect, caractère et composition, qu'en fait c'est une exploitation de phase continue et de phase dispersée par l'émulsifiant, dans des conditions spécifiques (FOMUSO *et* AKON, 2001 ; LAI, GHAGALI, CHO, *et* CHONG, 2000 cité par SAADI, 2012). La margarine est une

émulsion d'eau dans l'huile (w/o) comportant au moins une phase lipide à 80% (**AINI et MISKANDAR, 2007 cité par PANDE, 2012**).

II.3. Composition :

II.3.1. La phase grasse (82% environ) :

Elle est constituée par différentes matières grasses.

- ✓ Matières grasses d'origine végétale hydrogénées ou non :
 - Huiles liquides ou fluides à 15°C provenant du colza, du tournesol, du maïs, de l'arachide, du coton...etc.,
 - Huiles concrètes fondants entre 15 et 40°C, provenant de noix de coco, fruits du palmier à huile.
- ✓ Matières grasses d'origine animale :
 - Huiles de poisson hydrogénées ;
 - Saindoux, suifs.

II.3.2. La phase aqueuse (16% maximum) :

- Eau bactériologiquement pure
- Lait écrémé ou entier reconstitué à partir de lait en poudre,ensemencé de bactéries produisant des arômes.

II.3.3. Autres composants (2%) :

- Sel, en faible quantité comme exhausteur de goût,
- Amidon : l'addition, prescrite par la loi, permet d'identifier la margarine,
- Glucose, lactose pour favoriser la réaction de Maillard et le brunissement des aliments à la cuisson,
- Emulsifiants pour favoriser et stabiliser la dispersion de la phase aqueuse dans la phase grasse : on utilise les lécithines de soja, les mono et diglycérides des acides stéariques, palmitiques, oléiques, linoléiques (**ROUDAUT et LEFRANCQ, 2005**).

II.4. Classification :

La classification des principales margarines retrouvées sur le marché est la suivante :

a. Margarines allégées : on distingue les margarines à basses calories (réduction à 25%) et les margarines light (50% de réduction).

b. Margarines selon le type d'huile : on note des huiles hydrogénées, interestérifiées, fractionnées ou non modifiées.

c. Margarines industrielles : ce type regroupe les margarines de table, les margarines boulangères et les margarines de feuilletage.

d. Margarines tartinables : comprennent les margarines de plaquettes, les margarines de barquettes et les margarines liquides (**O'BRIEN, 2009 cité par CHIKHOUNE, 2012**).

II.5. Les huiles végétales:

II.5.1. Définition :

On appelle huile végétale une matière grasse liquide et comestible obtenue à partir de graines oléagineuses (tournesol, soja, arachide, olive...) et utilisée en cuisine et dans l'alimentation (**SARR, 2009**).

II.5.2. Raffinage:

La plus part des huiles brutes doivent être débarrassées des impuretés qu'elles renferment afin d'améliorer leur conservation, leur goût, leur aspect et leur digestibilité. Le but du raffinage est de préserver les substances nobles comme les antioxydants (par exemple les tocophérols) ou certaines propriétés techniques et d'éliminer les éléments mineurs indésirables qui peuvent être :

- ✓ Des constituants mineurs de l'huile tels que les acides gras libres, les phospholipides, les cires, les pigments, les produits d'oxydation, etc. ;
- ✓ Des contaminants tels que des traces de métaux ou de solvant, des pesticides qui peuvent provenir des pratiques culturales, de l'environnement ou encore des conditions de stockage des graines oléagineuses (**BAUER *et al.*, 2010**).

Décret du 12 Février 1973 article 4 : Le raffinage qui a comme but de maintenir ou d'améliorer les caractères organoleptiques et la stabilité des corps gras alimentaires constitue un traitement licite des produits visés en présent décret, à l'exception des produits vendus sous la dénomination : « huile vierge de... ».

Les procédés les plus couramment utilisés en usine sont le raffinage chimique et le raffinage physique, les deux en continu (**BAUER *et al.*, 2010**).

Le raffinage comprend tout ou une partie des opérations suivantes :

a. Démucilagination : élimination de mucilages par une solution de PH variée ;

b. Désacidification : élimination des acides gras libres par une solution alcaline ou par distillation sous vide, puis on effectue un lavage, séparation, et un séchage sous vide;

c. Décoloration : élimination des pigments et des colorants par voie physique uniquement. Le traitement par les terres ou charbons absorbants doit être considéré comme une opération physique même s'il peut entraîner, en outre, certaines modifications chimiques.

d. Désodorisation : élimination des produits odorants et volatils par voie physique et sous pression réduite.

e. Frigélisation ou wintérisation: élimination des produits concrets et des cires par filtration à basse température à condition que cette opération conserve les caractéristiques analytiques du corps gras traité, elle est suivie d'une séparation (**VIERLING, 2008**).
(Voir annexe II)

II.5.3. Traitements de modification des corps gras :

D'après **BAUER *et al.*, 2010** ; les procédés de modification, permettent de changer les propriétés physico-chimiques des corps gras naturels. Il existe principalement trois types de modifications qui peuvent être utilisés séparément ou de façon combiné.

a. Fractionnement :

C'est un procédé réversible et purement physique. Il consiste à séparer ou fractionner les Triacylglycerol (les constituants des huiles et des graisses) en fonction de

leur point de fusion et de leur solubilité. Deux nouveaux corps gras appelés oléine et stéarine, aux propriétés bien distinctes du produit d'origine.

b. Hydrogénation :

C'est un procédé chimique de transformation des corps gras qui agit sur les acides gras insaturés des TAG. L'hydrogénation permet de durcir un corps gras par saturation des chaînes insaturées d'AG qui le composent. Outre des caractéristiques de fusion modifiées, le corps gras hydrogéné présente une meilleure résistance à l'oxydation, ce qui permet notamment de limiter le rancissement.

c. Interestérisation :

C'est un procédé physico-chimique qui correspond à la modification de la structure glycéridiques des corps gras par réarrangement moléculaire des AG sur le glycérol. Il a pour but de modifier le comportement à la fusion d'une huile ou d'une graisse sans modifier la composition des AG. L'Interestérisation, permettant une meilleure maîtrise de la qualité à la fois fonctionnelle et nutritionnelle des matières grasses, est de nouveau utilisée pour des applications alimentaires.

II.6. Technologie de fabrication de la margarine :

Il repose sur l'émulsion eau dans l'huile. La phase lipidique (essentiellement constituée de matières grasses végétales) constitue la phase continue dans laquelle est incluse la phase dispersée (contenant divers additifs et ingrédients) : l'eau (COSSUT *et al.*, 2002).

a. Préparation de la phase aqueuse :

La phase aqueuse est souvent préparée en lots dans des réservoirs de la phase aqueuse. Excepté l'eau, la phase aqueuse peut être composée de sel ou de saumure, de lait, de stabilisateurs, de conservateurs et additifs hydrosolubles (ANONYME 2, 2012).

b. Préparation de la phase grasse :

Les différentes graisses et huiles, telle que le mélange de graisses ou de huiles uniquement, sont entreposées dans des réservoirs de stockage d'huile typiquement placé en dehors du service de production (ANONYME 2, 2012). Selon GRAILLE *et al.* en

2003, Les huiles et graisses doivent être raffinées et/ou modifiées par hydrogénation, inter-estérification ou fractionnement.

Mis à part le mélange grasseux, la phase grasse se compose typiquement d'ingrédients liposolubles mineurs tels que les émulsifiants, la lécithine, les additifs, les colorants et les antioxydants. Ces ingrédients mineurs sont dissous dans le mélange de graisses avant l'ajout de la phase aqueuse, ainsi avant le processus d'émulsification (**ANONYME 2, 2012**).

c. Préparation de l'émulsion :

Une émulsion permanente est formée quand deux phases non miscibles, telles que l'eau et l'huile, sont combinées avec un émulsifiant (**VACLAVIK, 2008**).

On prépare l'émulsion en transférant les divers huiles et graisses ou mélanges de graisses au réservoir d'émulsion. On ajoute ensuite l'émulsifiant et d'autres ingrédients mineurs solubles dans l'huile au mélange de graisse pour compléter la préparation de la phase grasse. Quand tous les ingrédients de la phase grasse sont correctement mélangés, on ajoute la phase aqueuse et on mélange intensément et de manière contrôlée pour créer l'émulsion (**ANONYME 2, 2012**).

D'après **GRAILLE *et al.* en 2003**, la préparation de l'émulsion se fait à l'aide d'une pompe proportionnelle et agitation pour disperser finement la phase aqueuse dans la phase grasse.

d. Pasteurisation :

Après la préparation de l'émulsion entre 45-55°C, on procède à une pasteurisation spécifique qui inclut une séquence de chauffage et de prise de l'émulsion entre 75-80°C pendant 16 secondes, et ensuite on procède à un refroidissement à une température entre 45-55°C (**ANONYME 2, 2012**).

e. Cristallisation:

La solidification d'huiles et de graisses dans la fabrication de la margarine n'est pas un processus simple. Par conséquent, l'activité principale en production de margarine est la cristallisation d'huiles et graisses (**MISKANDER *et al.*, 2005**).

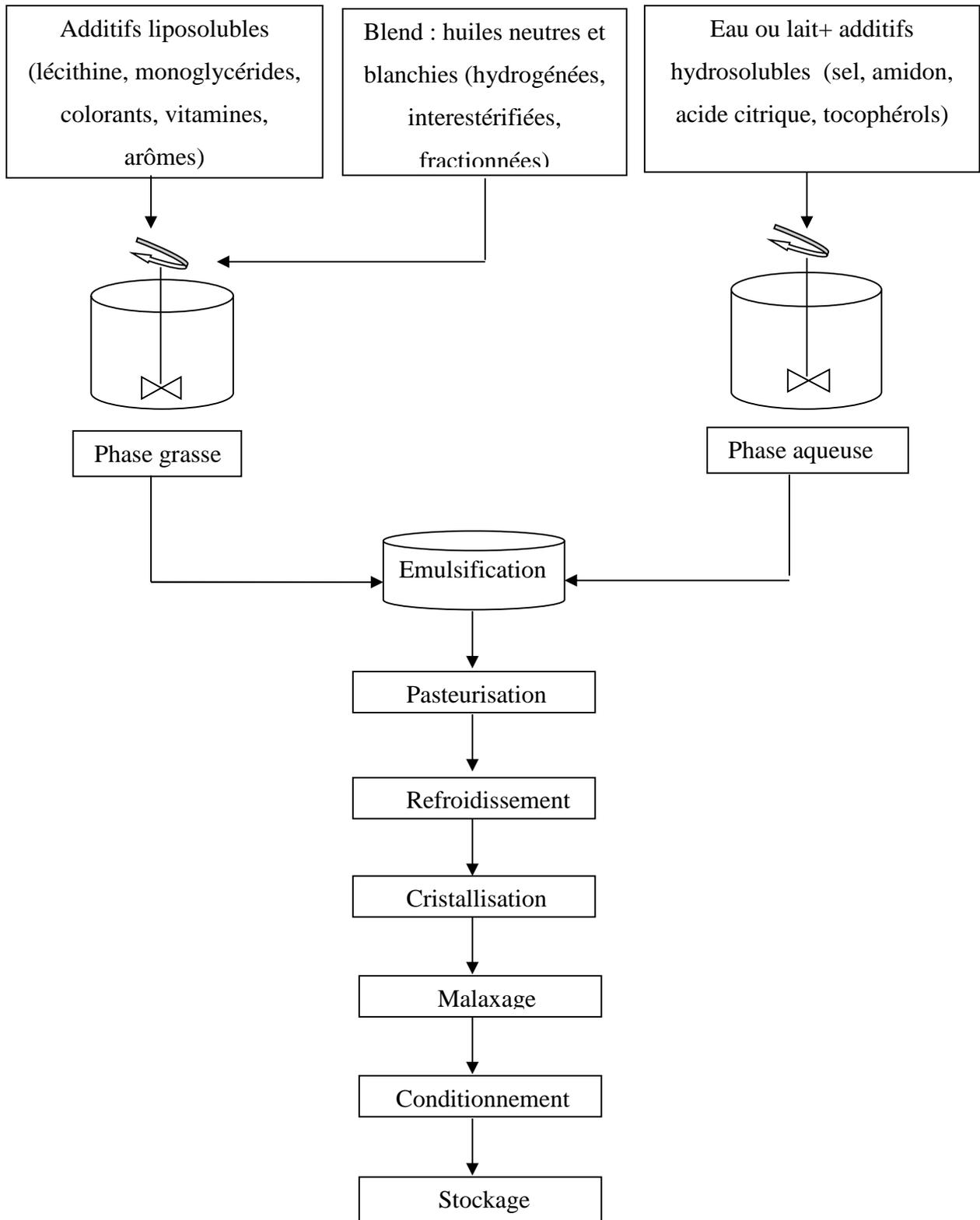
Selon **GRAILLE *et al.***, en **2003**, le refroidissement, la cristallisation et le malaxage sont réalisés de façon à conférer à la margarine les caractéristiques rhéologiques désirées et la stabilité.

f. Conditionnement :

Une fois refroidie et cristallisée, la margarine est pompée, grâce à des pompes hautes pressions, puis conditionnée. Il existe deux types de conditionnement pour la margarine : en barquette de polychlorure de Vinyle (PVC) ou en papier aluminium (**COSSUT *et al.***, 2002).

g. Palettisation /Stockage :

Une fois conditionnée, la margarine est mise en carton puis sur palettes, et est stockée. Selon le produit, la margarine subira un temps de stockage plus ou moins long (**COSSUT *et al.***, 2002).

II.7. Diagramme de fabrication de la margarine :**Figure 1 :** Diagramme de fabrication de la margarine (COSSUT *et al.*, 2002).

Partie pratique

Matériels et méthodes

Chapitre I : Matériels et méthodes

I.1. Présentation de l'organisme d'accueil :

CEVITAL abréviation de C'EST VITAL, a été créé en mai 1998. C'est une société par actions au capital privé de 68 760 milliards de DA. Elle occupe une superficie de 45 000m de la ville de Bejaïa. CEVITAL est l'un des fleurons de l'agroalimentaire en Algérie qui est constituée de plusieurs unités de production équipées de la dernière technologie et poursuit son développement par divers projets en cours de réalisation. Grâce à la bonne qualité de ses produits et à sa compétitivité, CEVITAL a réussi à s'imposer comme le numéro un sur le marché national et envisage d'atteindre le marché d'exportation (ANONYME 1).

La satisfaction du client est la devise de l'entreprise visant l'acquisition de la grande part du marché. Pour cela, elle essaie d'attirer l'attention du consommateur à l'aide du bon contrôle de la qualité de ses produits qui se traduit par l'engagement dans ces processus de la certification ISO 22000 version 2005, et d'équiper tous les laboratoires de chaque unité de production d'outils d'analyses très performants, ainsi qu'avec le meilleur conditionnement des produits (ANONYME 1).

I.2. Préparation et présentation des échantillons :

Six échantillons différents de margarine (codés A, B, C, D, E et F) ont été préparés au niveau de la chaîne pilote de la margarinerie du complexe agroalimentaire Cévital SPA. Parmi les six échantillons de margarine, l'échantillon C est considéré comme témoin.

D'un échantillon à un autre, les paramètres qui varient sont : la formule de fabrication (quatre formules différentes), le type d'arôme (quatre arômes différents) et la quantité de sel ajoutée. Notons que pour certains échantillons, il s'agit de la même formule avec variation de l'arôme et si on garde le même arôme, la formule de fabrication de la margarine est différente.

Les différents échantillons sont préparés comme suit :

- ✓ Echantillon A : formule X_3 et arôme Q ;
- ✓ Echantillon B : formule X_3 et arôme G ;
- ✓ Echantillon C : formule X_4 et arôme Y, il contient un peu plus de sel par rapport aux autres échantillons;

- ✓ Echantillon D : formule X_3 et arôme F ;
- ✓ Echantillon E : formule X_1 et arôme G ;
- ✓ Echantillon F : formule X_2 et arôme G.

Les échantillons de margarine ont une validité de consommation de douze mois. Au niveau de Cevital, les échantillons sont conservés à une température de 4 à 6°C au réfrigérateur ou dans la chambre froide.

Les échantillons ont été transportés dans une glacière et sont mis, dès l'arrivée à l'Université Abderrahmane MIRA de Bejaïa, au réfrigérateur au niveau du laboratoire d'analyse sensorielle qui est équipé d'une salle de préparation attenante à la salle d'évaluation. Le réfrigérateur est porté à la température adéquate de conservation des échantillons.

Selon **DELACHARLERIE *et al.*, 2008**, l'ordre de présentation des échantillons peut influencer le jury donc il faut veiller à annuler cet effet en équilibrant l'ordre de présentation aux différents juges. En se basant sur ce passage, nous avons gardé le même ordre de présentation des échantillons aux différents jurys (experts et naïfs) à savoir A, B, C, D, E et F.

Pour les jurys experts, une quantité de chaque échantillon de margarine est mise dans des caissettes où le numéro des échantillons est mentionné. En plus de l'ordre de présentation des échantillons, les critères suivants sont pris en considération :

- ✓ Dans le but d'effectuer la tartinabilité des échantillons, du pain coupé sous forme de rondelles est donné aux jurys ;
- ✓ Pour une meilleure identification du goût salé, la margarine est goûtée sans pain pour mieux admettre le goût salé.

Pour les consommateurs naïfs, les différents échantillons leurs sont présentés tartinés sur du pain et ils n'ont pas à examiner la tartinabilité des échantillons.

Afin de regagner le seuil initial après la dégustation, les sujets prennent à la fin de chaque dégustation d'un échantillon du pain, un peu de pomme et ils se rincent la bouche avec de l'eau.

I.3. Jurys :

L'approche qui prévaut en analyse sensorielle est de considérer le jury comme un instrument de mesure (**DELACHARLERIE *et al.*, 2008**).

a. Jury pour l'analyse sensorielle :

On a fait appel à un groupe de jury de dégustation expert constitué de seize personnes, enseignants et travailleurs, préalablement formé et entraînés à l'évaluation sensorielle au sein de l'Université d'Abderrahmane MIRA de Bejaia. Le jury, constitué de femmes et d'hommes âgés de 27 à 60 ans, effectue l'analyse sensorielle des six produits.

b. Jury pour les tests de consommateurs :

Dans l'optique de réaliser l'analyse hédonique, nous avons opté pour un jury constitué de 180 individus naïfs. Ce jury est divisé en trois catégories en tenant compte de l'âge et du sexe, comme suit :

- ✓ 60 individus ayant de 10 à 15 ans ;
- ✓ 60 individus ayant de 16 à 20 ans ;
- ✓ 60 individus ayant de 21 à 40 ans.

Le choix de ces catégories est motivé comme suit : pour la première catégorie, nous avons commencé à partir des individus ayant 10 ans parce-que les enfants de moins de 10 ans préfèrent généralement tout ce qui est sucré (par exemple Nutella pour les tartines) et ils s'éloignent de la margarine. En ce qui concerne la troisième catégorie, nous avons préféré l'âge de 40 ans pour conclure les tranches d'âge parce-que à partir de cet âge les individus commencent à faire plus attention à leur régime alimentaire, et ils s'éloignent des produits alimentaires gras.

I.4. Questionnaires :

Le questionnaire doit être le plus clair possible. Toutes les explications et instructions nécessaires doivent s'y trouver (**DELACHARLERIE *et al.*, 2008**).

Dans le cas de notre étude, deux questionnaires ont été préparés, un pour le test d'analyse sensorielle et un autre pour l'analyse hédonique. Ces derniers sont mentionnés dans l'annexe III.

I.5. Déroulement de l'évaluation sensorielle :

Les tests de dégustation ont commencé un jour après la récupération des échantillons au sein du laboratoire d'analyse sensorielle où chaque sujet dispose d'une stalle car d'après **CHARNAY *et al.*, 2006**, chaque dégustateur doit disposer d'une stalle l'isolant de ses voisins. La stalle est limitée par des cloisons latérales et frontales qui correspondent au moins à la partie haute du corps et à la tête du dégustateur assis (voir annexe IV).

a. Analyse sensorielle :

Concernant les membres de jury expert, des séances de dégustation sont organisées pendant six jours le matin de 9 :30 à 12h et l'après midi de 14h à 16 :30h selon la disponibilité des membres de jury. Ces séances de dégustation ont eu lieu au niveau du laboratoire d'analyse sensorielle de l'Université où l'ambiance générale du local (aération, température et silence), les installations et le matériel utilisés pour l'évaluation sensorielle sont contrôlés et préparés. Car selon **CHARNAY *et al.*, 2006**, pour obtenir les plus grandes précisions possibles il est nécessaire que les dégustateurs soient placés dans des conditions de milieu les plus favorables, avec des installations adéquates et un matériel approprié.

b. Analyse hédonique :

Dans le but de réaliser l'analyse hédonique de la margarine avec les membres de sujets des deux premières tranches d'âge, nous nous sommes déplacées au près d'un Collège d'Enseignement Moyen (CEM) et d'un Lycée. Les échantillons sont déplacés dans une glacière afin d'éviter leur détérioration.

Concernant la troisième catégorie d'âge, le test d'analyse hédonique est réalisé au niveau du laboratoire d'analyse sensorielle.

I.6. Analyse statistique :

Les analyses statistiques de nos résultats ont été réalisées à l'aide d'un logiciel nommé XLSTAT. Ce dernier utilise Microsoft Excel comme une interface de récupération

des données et d'affichage des résultats (**ADDISOFT, 2013**). XLSTAT permet d'utiliser des techniques de statistique, d'analyse des données et de modélisation mathématiques sans quitter Microsoft Excel, donc sa particularité est qu'il est parfaitement intégré à l'Excel (**NICOLAU, 2006**). Le module complémentaire XL STAT-XM est conçu pour l'analyse sensorielle, et il comprend plusieurs fonctionnalités :

- ✓ Plans d'expériences pour l'analyse sensorielle ;
- ✓ Test de caractérisation du produit ;
- ✓ Analyse Procrustéenne Généralisée (Generalised Procrustes Analysis) ;
- ✓ Test de pénalité (penalty analysis) ;
- ✓ Cartographie des préférences externes.

Résultats et discussions

Chapitre II : Résultats et discussions

II.1. Analyse sensorielle :

II.1.1. Plan d'expérience :

La planification expérimentale est une étape fondamentale pour quiconque veut s'assurer que les données collectées seront exploitables dans les meilleures conditions statistiques possibles.

Cet outil a pour but de permettre aux spécialistes de l'analyse sensorielle de disposer d'un outil simple et puissant pour mettre en place une étude sensorielle menée auprès de juges (experts et/ou consommateurs) évaluant un ensemble de produits (PERINEL *et* PAGES, 2004).

a. Résultats :

Les résultats suivants sont obtenus :

Tableau I: Evaluation du plan d'expérience pour les jurys experts.

A-Efficacité	1,000
D-Efficacité	1,000

b. Discussion :

Après la génération du plan d'expérience pour l'analyse sensorielle, nous remarquons que les valeurs des deux critères A- Efficacité et D- Efficacité sont affichées, cela implique qu'un plan optimal pour les résultats des membres de jury expert a été trouvé. Les données obtenues sont acceptables et le plan d'expériences est résolvable; ce qui nous permet d'effectuer les autres tests pour les échantillons de la margarine avec le logiciel XLSTAT-MX à savoir : caractérisation des produits, analyse des pénalités, analyse procrustéenne généralisée et cartographie externe des préférences.

II.1.2. Caractérisation des produits :

D'après HUSSON *et al.*, 2009, Ce test permet d'identifier les caractéristiques importantes des produits perçus par le jury, et les descripteurs qui discriminent le mieux

ces derniers. Quand ça apparaît en bleu, c'est que le coefficient du descripteur est positif (apprécié), en rouge, le coefficient est significativement négatif (non apprécié). Alors qu'en blanc, ça signifie que les caractéristiques n'ont pas été détectées.

II.1.2.1. Pouvoir discriminant par descripteur :

Ce test permet d'afficher les descripteurs ordonnés de celui qui a le plus fort pouvoir discriminant sur les produits à celui qui a le plus faible. Les valeurs de la p-value sont aussi affichées.

a. Résultats :

Les résultats du test sont présentés dans la figure ci-dessous :

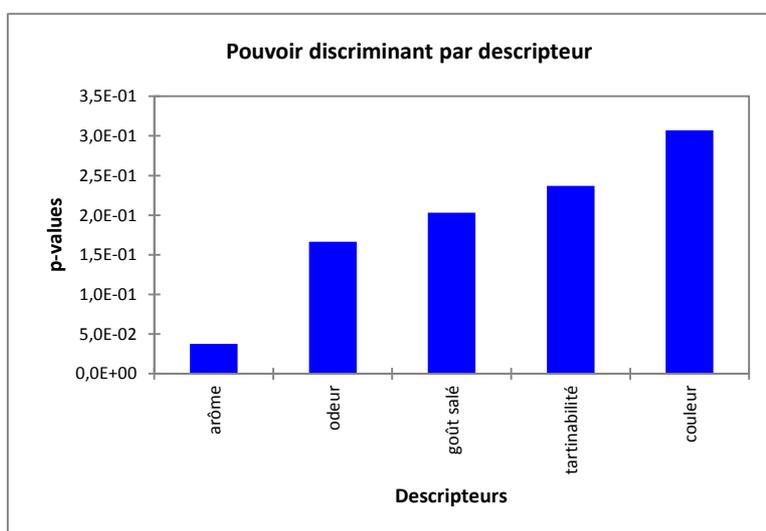


Figure 2 : Pouvoir discriminant par descripteur.

b. Discussion :

La figure montre les descripteurs ordonnés du plus discriminant au moins discriminant pour les différents types de margarine. On remarque que :

- ✓ l'arôme est le descripteur qui a le plus fort pouvoir discriminant sur les six produits, c'est-à-dire que les sujets experts ont constatés des différences entre l'arôme des échantillons ;
- ✓ concernant les descripteurs suivants : odeur, goût salé, tartinabilité et couleur qui ont un pouvoir discriminant faible, cependant le descripteur couleur est celui qui le pouvoir

discriminant le très faible. Alors, on déduit que les experts n'ont pas constatés des divergences entre les descripteurs des échantillons.

Les p-values associées montrent toutes un effet significatif du descripteur (voir tableau pouvoir discriminant par descripteur en annexe V).

D'une manière générale on déduit que les six échantillons de margarine ont des descripteurs différents qui les distinguent les uns par rapport aux autres.

II.1.2.2. Coefficients des modèles :

Dans ce test sont affichés, pour chaque descripteur et pour chaque produit, les coefficients du modèle sélectionné.

a. Résultats :

Les résultats des coefficients des modèles sont présentés dans les figures ci-dessous

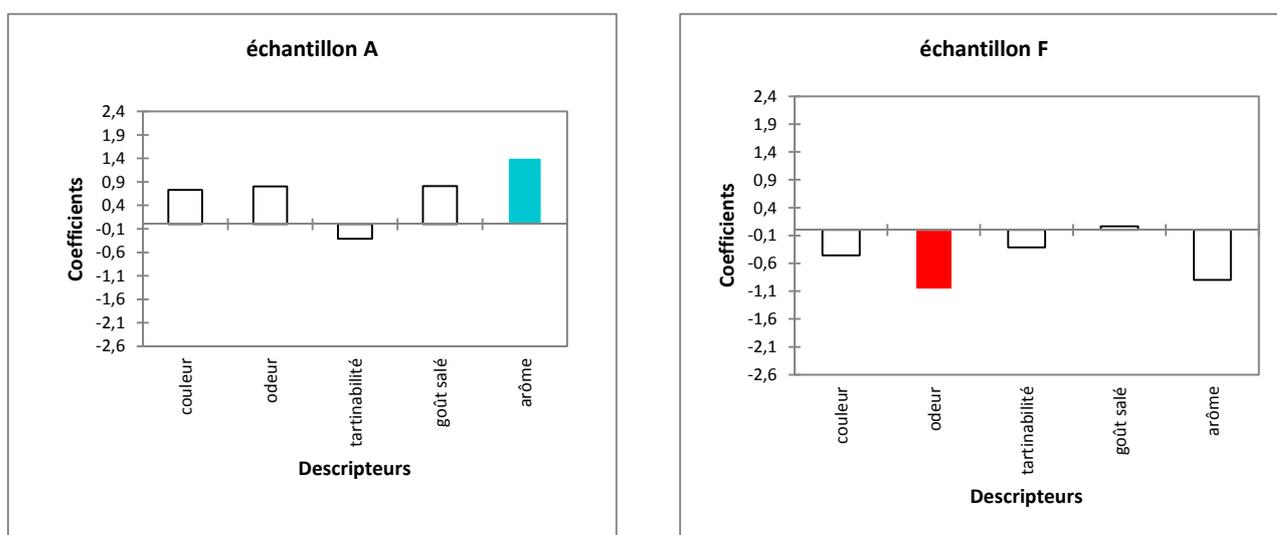


Figure 3 : Coefficients des modèles des échantillons de margarine A et F.

b. Discussion :

Les graphiques de la figure précédente permettent de définir l'appréciation ou le non appréciation des descripteurs des deux échantillons de margarine A et F par les jurys experts.

Les résultats sont notés comme suit :

- ✓ L'échantillon A : la figure illustre que l'arôme, présenté en bleu, est la seule caractéristique détectée de la part des membres de jurys, c'est-à-dire que le descripteur arôme de l'échantillon A est apprécié par l'ensemble des jurys experts. En blanc, sont affichées les caractéristiques du produit qui ne sont pas détectées par les jurys. Donc en résumé, la margarine A est caractérisée par un arôme agréable et marqué;
- ✓ L'échantillon F : en rouge, la caractéristique odeur n'est pas appréciée par tous les jurys et en blanc celles que les membres de jurys ne sont pas arrivés à les détecter. Ce qui nous amène à conclure que la margarine F n'a pas une bonne odeur appréciable;
- ✓ Les échantillons B, C, D et E: l'ensemble de leurs descripteurs sont affichés en blanc, ces derniers ne sont pas significatifs donc les membres de jurys n'ont pas pu détecter les caractéristiques de ces produits. Les quatre échantillons précédemment cités n'ont aucun descripteur apprécié par nos experts (voir annexe V).

II.1.2.3. Moyennes ajustées par produit :

L'objectif de ce test est de définir : les moyennes ajustées calculées à partir du modèle pour chaque combinaison descripteur-produit.

a. Résultats :

Les résultats des moyennes ajustées par produit sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau II : Moyennes ajustées par produit.

	Arôme	Couleur	Odeur	goût salé	Tartinabilité
A	6,875	6,375	6,063	5,938	5,625
B	6,313	6,125	5,438	5,688	6,813
C	5,313	6,000	5,813	4,375	5,688
D	4,938	5,375	5,563	4,313	6,500
F	4,563	5,188	4,188	5,188	5,625
E	4,750	4,813	4,500	5,250	5,375

b. Discussion :

Le tableau des moyennes ajustées par produit permet de ressortir les moyennes lorsque l'on croise les différents produits et les caractéristiques. Les couleurs correspondent, pour le bleu, à un effet significativement positif du descripteur sur le produit et, pour le rouge, à un effet significativement négatif du descripteur sur le produit.

Les résultats sont affichés comme suit :

- ✓ Pour la margarine A, nous remarquons que le descripteur arôme a un effet significativement positif sur le produit ;
- ✓ Concernant le produit F, le descripteur odeur a un effet significativement négatif sur le produit ;
- ✓ Et pour les autres caractéristiques des différents produits, elles n'ont ni un effet significativement positif ni un effet significativement négatif sur les produits.

II.1.3. Analyse des pénalités :

La Penalty Analysis (analyse des pénalités) est une méthode utilisée en analyse sensorielle pour identifier des axes d'améliorations possibles pour des produits, suite à des enquêtes auprès de consommateurs ou d'experts.

Le terme de pénalité vient donc de ce que l'on recherche les caractéristiques susceptibles de pénaliser la satisfaction des consommateurs pour un produit donné. La pénalité est la différence de la moyenne des données de préférence pour la catégorie JAR (Just About Right), avec la moyenne des données pour les autres catégories (**POPPER et al., 2004**).

Les données utilisées sont de deux types :

- ✓ Les données de préférence correspondant à des indices de satisfaction globaux sur un produit;
- ✓ Les données sur une échelle JAR (Just About Right) sur 5 niveaux. Ces données correspondent à des notes de 1 à 5 pour une ou plusieurs caractéristiques des produits étudiés où 1 correspond à « Pas du tout assez », 2 à « Pas assez », 3 à « JAR » (Just About Right) un idéal pour le consommateur, 4 à « Trop » et 5 à « Beaucoup trop ».

II.1.3.1. Les pénalités :

a. Résultats :

Les résultats sont présentés dans les figures ci-dessous :

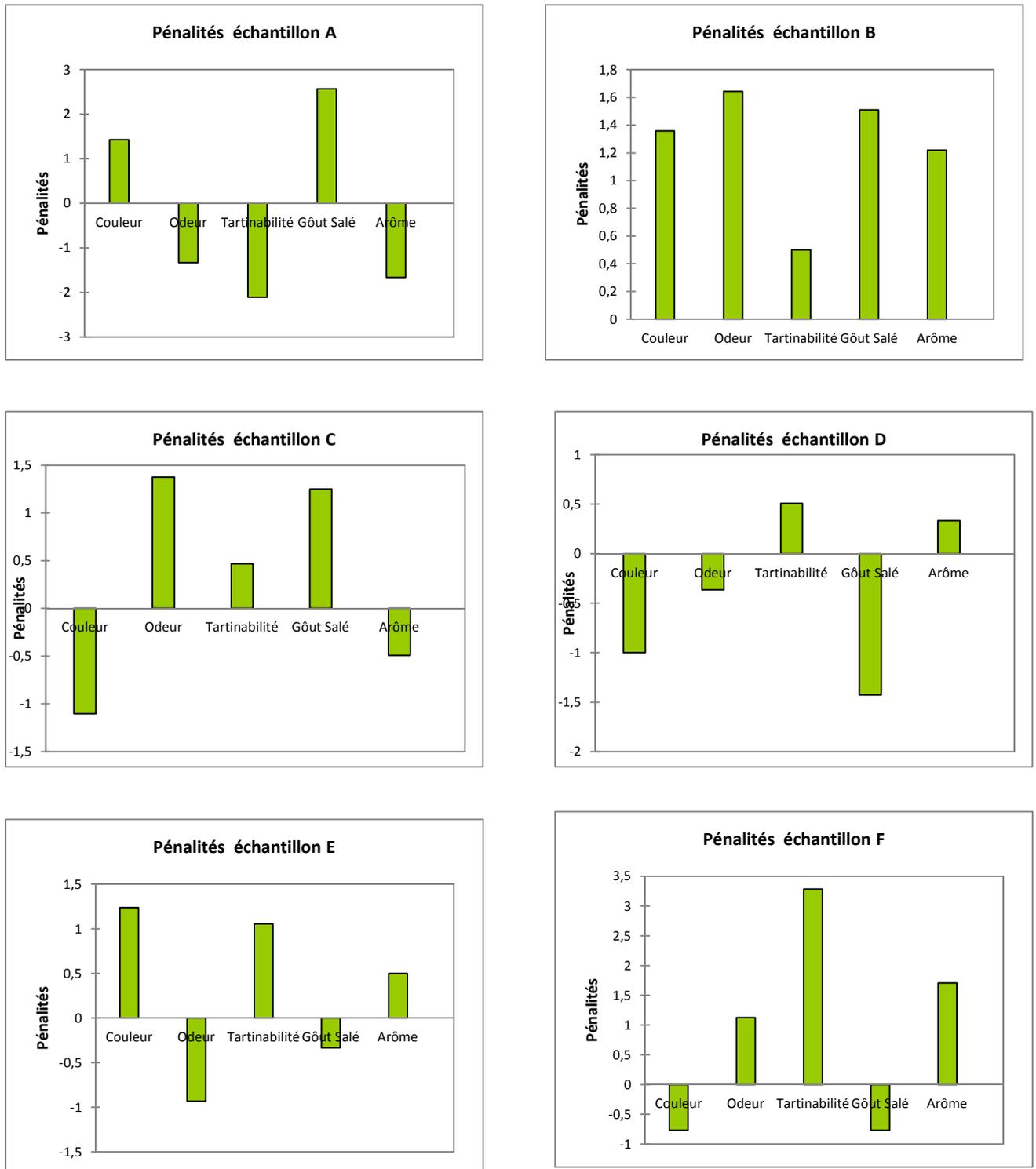


Figure 4 : Les caractéristiques pénalisées pour les six échantillons de margarine.

b. Discussion :

De façon générale, lorsque la différence est significative les barres sont affichées en rouge, en vert lorsque la différence n'est pas significative, alors qu'elles apparaissent en gris lorsque l'effectif d'un groupe est inférieur au seuil choisi. D'après la figure 4, tous les graphiques obtenus sont de couleur verte ce qui nous amène à déduire que les différences entre le groupe « JAR » et les groupes « 2 » et « 4 » ne sont pas significatives.

En parallèle, si un descripteur possède un coefficient positif, ce dernier est pénalisé positivement par les membres de jury. Au contraire si un descripteur possède un coefficient négatif, ce dernier est pénalisé négativement par les membres de jury. Les caractéristiques des produits qui sont pénalisées négativement sont présentées comme suit :

- ✓ La couleur pour les échantillons C, D et F ;
- ✓ L'odeur pour les échantillons A, D et E ;
- ✓ La tartinabilité pour l'échantillon A seulement ;
- ✓ Le goût salé pour les échantillons D, E et F ;
- ✓ L'arôme pour les échantillons A et C.

On remarque qu'aucun des descripteurs de l'échantillon B n'est pénalisé négativement, en conclusion les caractéristiques du produit B répondent aux attentes des jurys experts.

II.1.4. Cartographie externe de préférence (PREFMAP) :

La cartographie externe des préférences (en anglais External Preference Mapping - PREFMAP) permet de visualiser sur une même représentation graphique (en deux ou trois dimensions) d'une part des objets, et d'autre part des indications montrant le niveau de préférence de juges (en général des consommateurs) en certains points de l'espace de représentation.

Afin de pouvoir effectuer une cartographie de préférence externe, on aura besoin de deux types de donnée :

1. Les notes d'acceptabilité attribuées par les consommateurs pour chaque échantillon pour réaliser une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH);
2. Les notes moyennes données par les experts pour chaque attribut étudié pour effectuer une analyse en Composante Principale (ACP).

Avant de réaliser le PREFMAP, on doit veiller à suivre les démarches suivantes :

Etape 1 :

Vérifier si le plan d'expérience des sujets naïfs est résolvable :

Tableau III : Evaluation du plan pour les sujets naïfs.

A-Efficacité	1,000
D-Efficacité	1,000

Après la génération du plan d'expérience pour les sujets naïfs, nous remarquons que les valeurs des deux critères A- Efficacité et D- Efficacité sont affichées dans les résultats obtenus et cela implique qu'un plan optimal a été trouvé. Donc les données sont acceptables et le plan d'expérience est résolvable. Cela nous permet d'effectuer la cartographie externe de préférence.

Etape 2 :

Si le nombre de consommateurs est important, nous allons les regrouper en groupes homogènes afin de faciliter l'interprétation des résultats de la méthode PREFMAP que nous utiliserons ensuite. La méthode de classification choisie est la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH).

La CAH est une méthode de classification, ces résultats permettent de visualiser le regroupement progressif des données. On peut alors se faire une idée d'un nombre adéquat de classes dans lesquelles les données peuvent être regroupées (EVERITT *et al.*, 2001).

a. Résultats :

Le graphe suivant permet de représenter le profil des différentes classes créées:

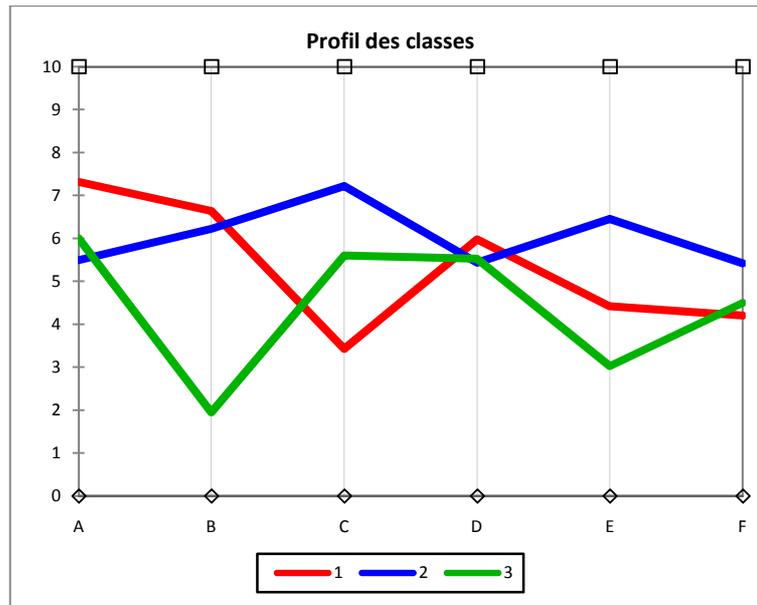


Figure 5 : Profil des différentes classes créées.

b. Discussion :

La figure précédente permet de visualiser et de comparer graphiquement les moyennes des trois classes générées par l'ACP.

Une fois que les étapes précédentes sont effectuées, le PREFMAP peut être réalisé.

Etape 3 :

Si le nombre de descripteurs est supérieur à trois, une méthode de réduction du nombre de dimensions doit être utilisée. En général, l'Analyse en Composante Principale (ACP) est utilisée.

L'ACP est l'une des méthodes d'analyse de données multivariées les plus utilisées. Dès lors que l'on dispose d'un tableau de données quantitatives (continues ou discrètes) dans lequel n observations (des individus, des produits, ...) sont décrites par p variables (des descripteurs, attributs, mesures, ...), si p est assez élevé, il est impossible d'appréhender la structure des données et la proximité entre les observations en se contentant d'analyser des statistiques descriptives univariées ou même une matrice de corrélation (JOLLIFFE, 2002).

a. Résultats :

La figure suivante permet de présenter les corrélations entre les variables et les facteurs par ACP :

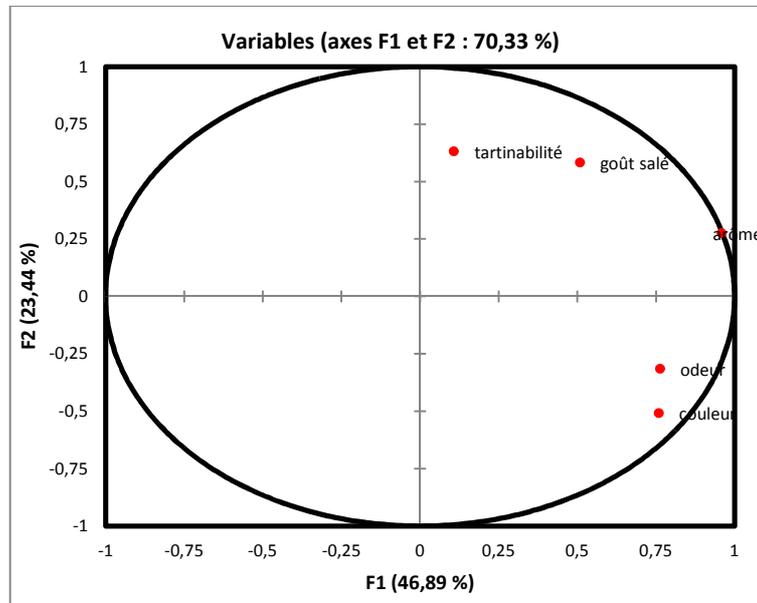


Figure 6 : Corrélations entre les variables et les facteurs.

b. Discussion :

La figure obtenue montre que tous les descripteurs sont présentés dans le cercle, et que le niveau de variabilité est de 70,33. Cela permet de constater que les produits ont été perçus par les experts comme assez différents.

II.1.4.1. Objets classés par ordre croissant de préférence :

Dans ce test sont affichés par ordre croissant de préférence, pour chaque juge, la liste des objets. Autrement dit, la dernière ligne correspond aux objets préférés des juges, selon les modèles de préférence.

a. Résultats :

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV : Objets classés par ordre croissant de préférence.

classe 1	classe 2	classe 3
F	B	B
C	F	F
E	E	E
D	D	D
A	A	A
B	C	C

b. Discussion :

Comme on l'a déjà cité précédemment, la dernière ligne correspond au produit préféré pour chaque classe. Alors, on constate que :

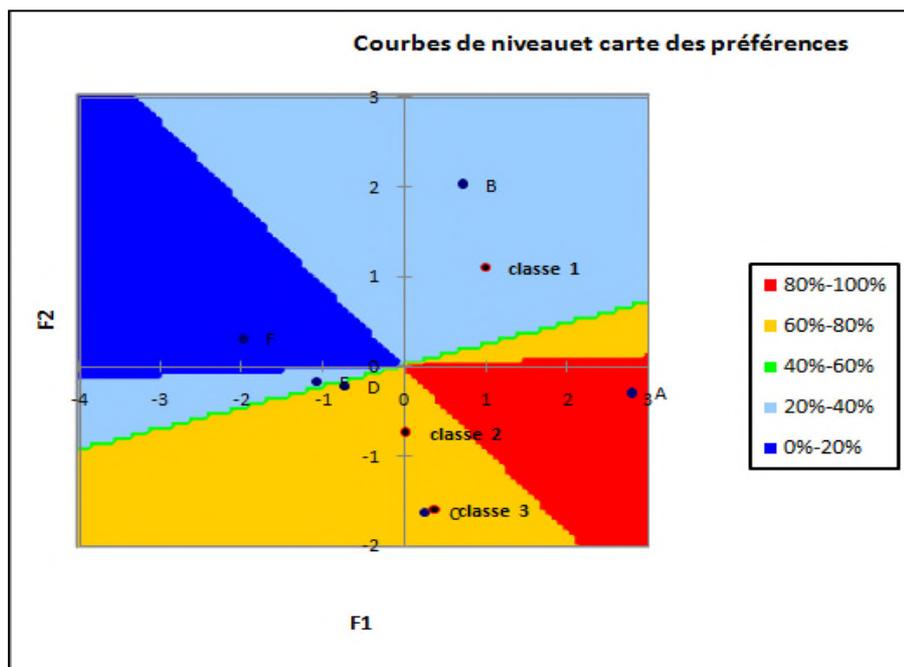
- ✓ Les sujets de la première classe préfèrent la margarine B;
- ✓ Les sujets de la deuxième et la troisième classent aiment la margarine C.

II.1.4.2. Courbes de niveau et carte des préférences :

Les deux figures courbes de niveau et cartes de préférences sont fusionnées.

a. Résultats :

Les résultats sont présentés dans la figure ci-dessous :

**Figure 7** : Courbes de niveau et carte des préférences.

b. Discussion :

Le PREFMAP, avec l'interprétation que permet la figure des courbes de niveau et carte des préférences, est un outil d'aide à l'interprétation et à la décision potentiellement très puissant puisqu'il permet de relier des données de préférence à des données objectives. Cependant, il faut que les modèles associés aux juges soient bien ajustés pour que l'interprétation soit fiable.

D'après les résultats obtenus, le groupe de la première classe aime la margarine B, les groupes de la deuxième et la troisième classe aiment la margarine C.

II.1.5. Analyse procrustéenne généralisée :

L'Analyse Procrustéenne Généralisée (AGP, ou Generalized Procrustes Analysis ou GPA en anglais) est souvent utilisée en analyse sensorielle avant une cartographie des préférences pour réduire les effets d'échelle et obtenir une configuration bi ou tridimensionnelle consensuelle (ou configuration moyenne) (WU *et al.*, 2002).

Une analyse procrustéenne généralisée (GPA) est réalisée sur les données descriptives avec la fonction GPA du logiciel de XLSTAT (ADDINSOFT, 2006 cité par ESPOSITO VINZI *et al.*, 2010).

II.1.5.1. Résidu par objet :

Le diagramme en bâtons correspondant permet de visualiser la répartition de la variance résiduelle par objet.

a. Résultats :

Les résultats sont présentés dans la figure ci-après :

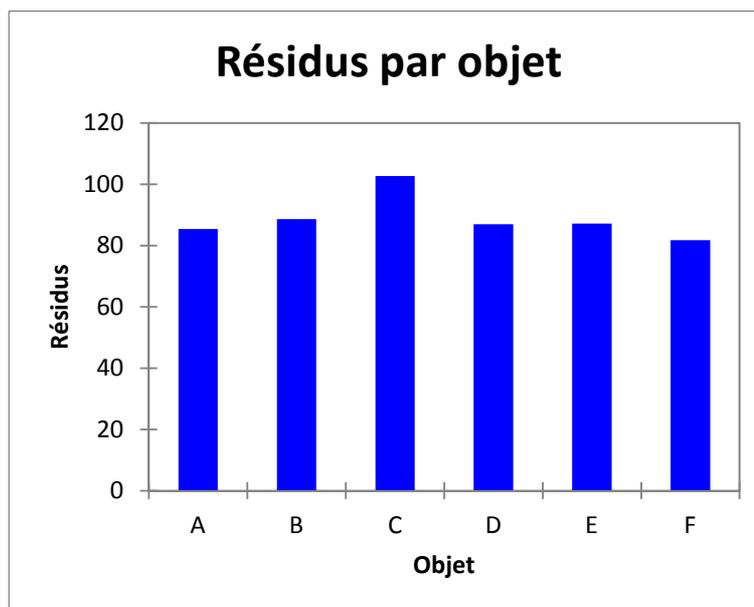


Figure 8 : Résidu par objet.

b. Discussion :

Ce graphique représente les résidus par objet (produit) après les transformations de l'analyse procrustéenne généralisée. On peut ainsi repérer pour quels objets la GPA a été moins efficace, autrement dit, quels objets se démarquent le plus de la configuration consensuelle. On note que le résidu le plus faible est obtenu pour l'échantillon F. Cela montre que le produit F fait l'objet d'un consensus (accord de plusieurs personnes) au niveau du jury expert, en d'autres termes l'échantillon F a reçu les notes les plus proches de la part des jurys experts lors de la dégustation.

II.1.5.2. Résidus par configuration:

Le diagramme en bâtons correspondant permet de visualiser la répartition de la variance résiduelle par configuration.

a. Résultats :

Le graphe suivant présente les résidus par configuration :

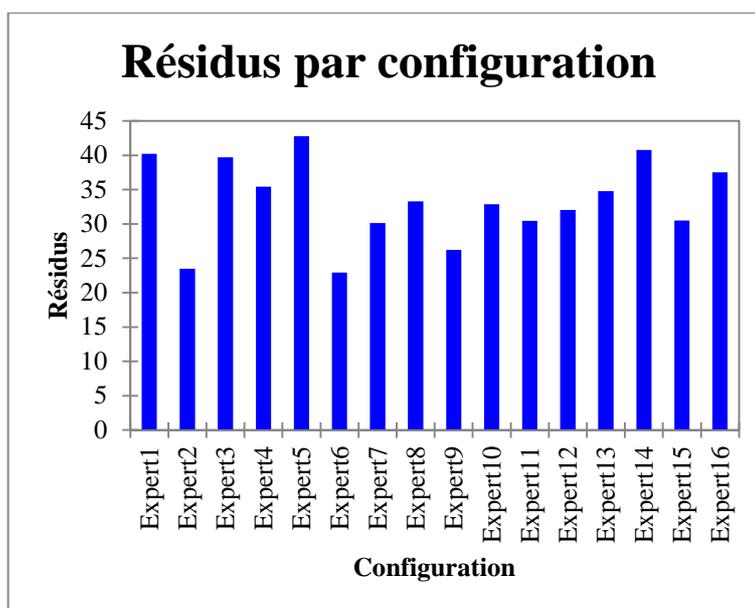


Figure 9 : Résidu par configuration.

b. Discussion :

Ce graphique permet de montrer pour quelles configurations la GPA a été moins efficace, autrement dit, quelles configurations (experts) se démarquent le plus de la configuration consensuelle. Le résidu le plus important correspondent à l'expert qui portent les numéros cinq. Ce qui implique que cet expert est le plus éloigné du consensus en d'autres termes les notes données par cet expert sont différentes de celles des autres.

Cette différence dans le consensus a un impact important sur les résultats de la cartographie externe des préférences, voir même fausser les résultats.

II.1.6. PREFMAP sans jurys experts éloignés du consensus :

a. Résultats :

Une fois les résultats des jurys experts les plus éloignés du consensus (experts qui portent les numéros cinq et quatorze) sont éliminés, le test PREFMAP est refait.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

II.1.6.1. Objets classés par ordre croissant de préférence sans experts éloignés du consensus :

Tableau V : Objets classés par ordre croissant de préférence sans experts éloignés du consensus.

classe 1	classe 2	classe 3
E	A	E
F	E	F
D	F	D
C	B	C
B	C	B
A	D	A

II.1.6.2. Courbes de niveau et carte des préférences sans experts éloignés du consensus :

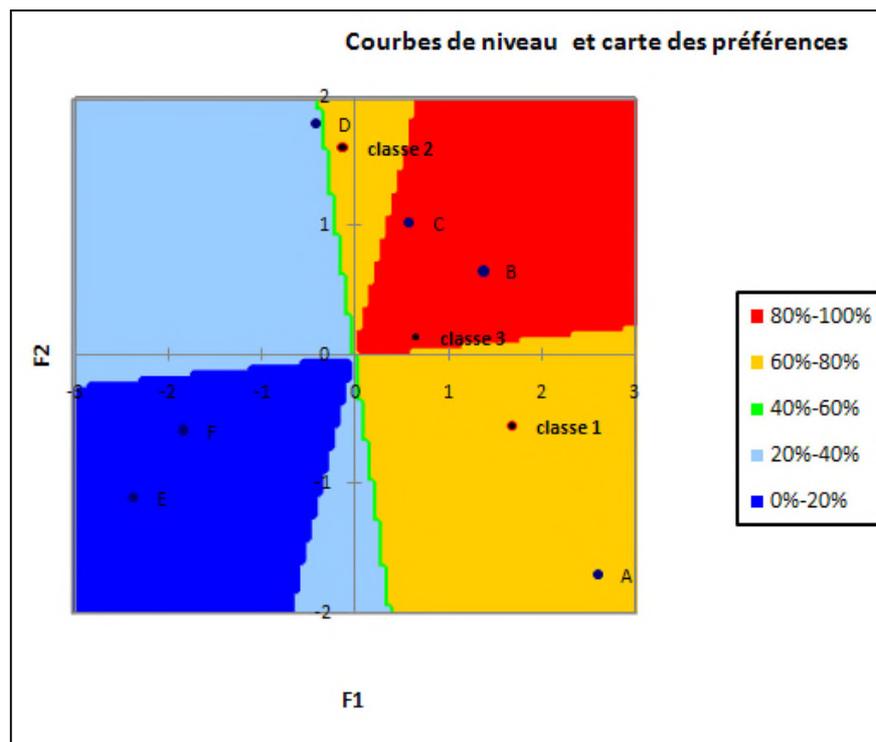


Figure 10 : Courbes de niveau et carte des préférences sans experts éloignés du consensus.

b. Discussion :

Le tableau des objets classés par ordre de préférences et la figure de courbe de niveau et carte des préférences montrent que :

- ✓ Les sujets de la première et troisième classe préfèrent la margarine A ;

- ✓ Les sujets de la deuxième classe préfèrent la margarine D.

II.2. Analyse des données des préférences des consommateurs :

Dans ce test, on réalise les différents graphes caractérisant les trois catégories d'âge y compris les deux sexes de chaque catégorie pour les sujets naïfs qui ont participé aux séances des dégustations du produit en question.

a. Résultats :

Les résultats sont présentés dans les figures ci-dessous :

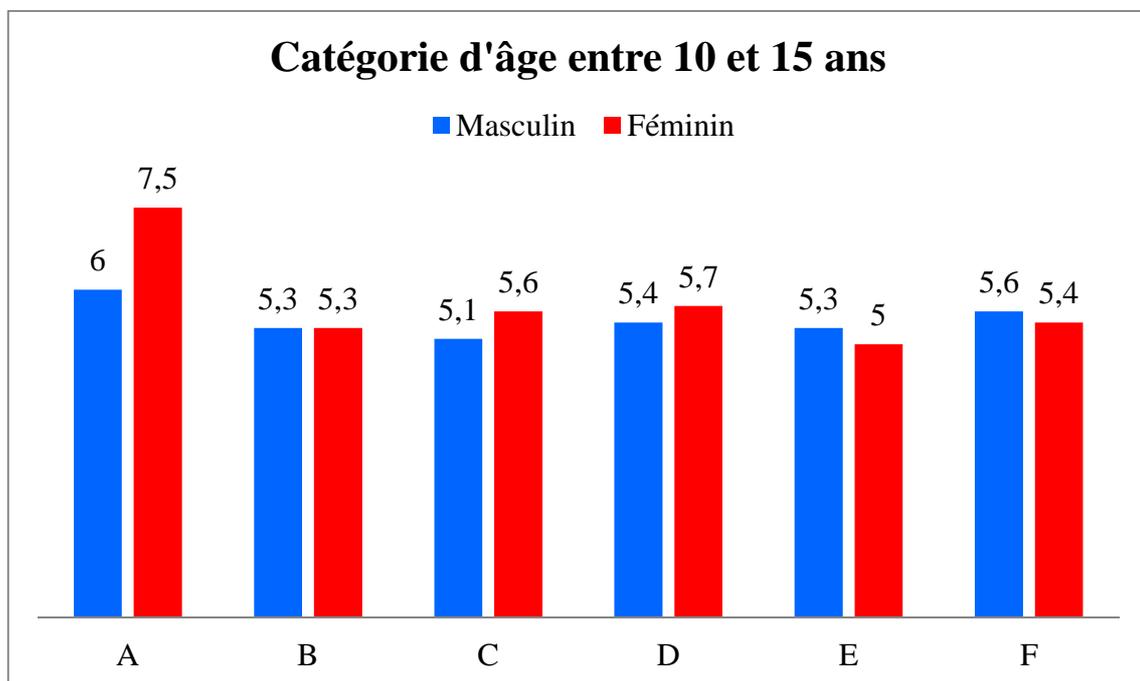


Figure 11 : Histogrammes des préférences des consommateurs des deux sexes de la catégorie d'âge allant de 10 à 15 ans.

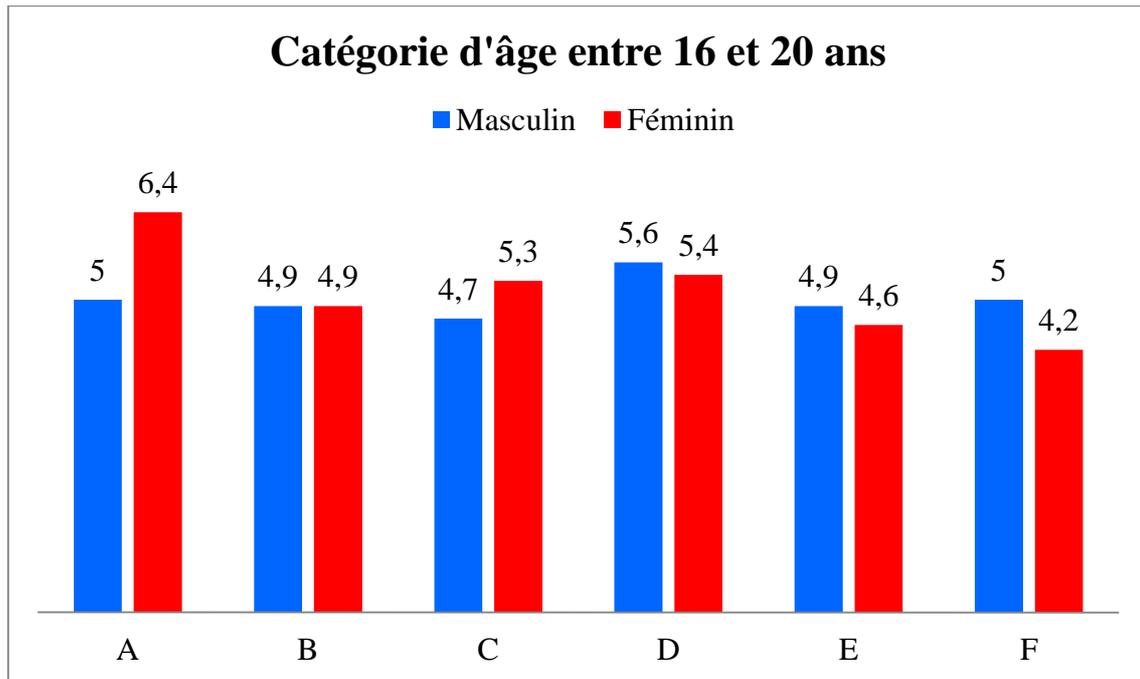


Figure 12 : Histogrammes des préférences des consommateurs des deux sexes de la catégorie d'âge allant de 16 à 20 ans.

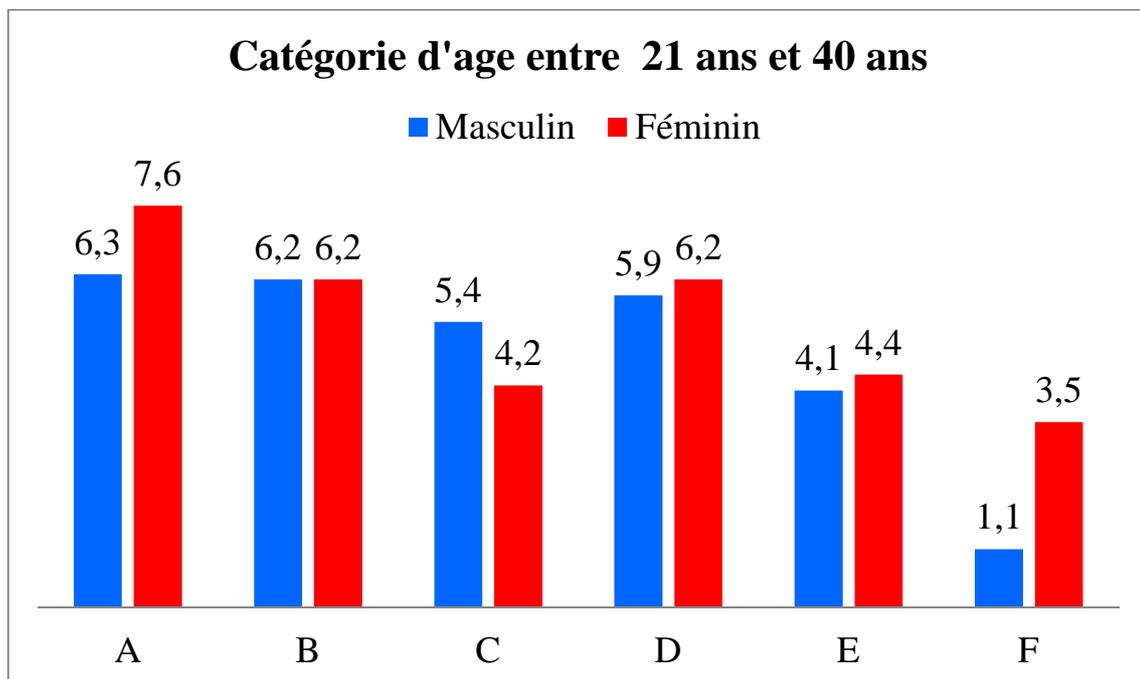


Figure 13 : Histogrammes des préférences des consommateurs des deux sexes de la catégorie d'âge allant de 21 à 40 ans.

b. Discussion :

Les histogrammes obtenus pour l'analyse hédonique de la margarine illustrent la répartition des préférences comme suit :

- ✓ La catégorie d'âge allant de 10 à 15 ans : les deux sexes préfèrent l'échantillon A ;
- ✓ La catégorie d'âge allant de 16 à 20 ans : le sexe féminin préfère l'échantillon A, tandis que le sexe masculin préfère l'échantillon D ;
- ✓ La catégorie d'âge allant de 21 à 40 ans : les deux sexes préfèrent l'échantillon A.

NB : On constate une certaine analogie entre les résultats du PREFMAP sans sujets éloignés du consensus et ceux des préférences des consommateurs.

Conclusion

Conclusion

La présente étude a porté sur la caractérisation de six échantillons de margarine de Cevital du point de vue sensoriel et hédonique. Dans ce contexte, pour chaque produit, cinq descripteurs ont été évalués par seize jurys experts. Des tests consommateurs ont été également effectués sur un effectif de cent quatre vingt individus.

Au cours de la réalisation de cette étude, les conclusions suivantes ont été tirées :

A propos de l'analyse sensorielle effectuée par les jurys experts, ces derniers ont révélés qu'il existe des convergences entre les caractéristiques des produits du point de vue organoleptique. Cependant, une entente est partagée sur le fait que :

- ✓ L'arôme Q de l'échantillon A est l'arôme le mieux apprécié ;
- ✓ L'odeur de l'échantillon F n'est pas appréciée ;
- ✓ L'échantillon B est le seul échantillon dont toutes ses caractéristiques sont pénalisées positivement, donc répond le mieux aux attentes des consommateurs ;
- ✓ Les résultats du PREFMAP avec tous les sujets experts révèlent que la classe une préfère l'échantillon B et les classes deux et trois préfèrent l'échantillon C.
- ✓ La GPA permet de visualiser que les deux experts portant le numéro cinq et quatorze sont les plus éloignés du consensus ;
- ✓ Les résultats du PREFMAP sans experts éloignés du consensus montrent que la première et la troisième classe préfèrent l'échantillon A, la deuxième classe préfère le produit D.

Concernant les tests consommateurs, les préférences sont notées comme suit :

- ✓ l'échantillon A est préféré de la part des sujets féminin et masculin des deux catégories d'âge allant de 10 à 15 ans et de 21 à 40 ans, il en est de même pour le sexe féminin de la catégorie d'âge allant de 15 à 20 ans ;
- ✓ le sexe masculin de la tranche d'âge allant de 15 à 20 ans a préféré l'échantillon D.

Les résultats du PREFMAP sans les deux sujets éloignés du consensus montrent une certaine cohésion comparés aux résultats des préférences des consommateurs.

En perspective, il serait intéressant de compléter le travail en comparant la margarine produite par Cevital avec des produits de la concurrence.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

B

BAUER W.J., BADOUD R., LOLIGER J., ETAURNAUD A. (2010). Science et Technologie des Aliments, chap. 3 Lipides, chap. 11 Analyse Sensorielle, 1^{ère} éd. Presses polytechniques et universitaires, Italie, ISBN : 978-2-288074-754-1, p. 636-643, p. 167-168.

C

CHARNAY P., TOURMEAU J., AUZIAS D., LABOURDETTE J.P. (2006). Petit Futé : Guide Pratique de la Dégustation, nouvelle édition, p. 197.

CHARREAU V., ETIENNE N., INGARGIOLA E., avec la collaboration de CACHON Z. (2006). A la découverte des aliments : tester, comprendre et partager les sciences de l'alimentation, chap. 3 Le rôle des ingrédients dans la formulation des aliments : Les Lipides, éd. édulcagri, p. 249.

CHIKHOUNE A., (2012). Texture d'une margarine nouvellement formulée et effet des huiles incorporées (hydrogénées et intérestérifiées, chap. 5 Technologie de la margarine, Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires, Université MENTOURI Constantine, p. 51.

CLARK S., COSTELLO M., DRAKE M., BODYFELT F. (2009). The sensory evaluation of dairy products, chap. 1 History of sensory analysis, chap. 3 Physiology of sensory perception, 2^{ème} éd. SPENGER, New York, ISBN: 978-0-387-77406-0 / 978-0-387-77408-4, p. 1, p. 17- 23.

COSSUT J., DEFRINNE B., DESMEDT C., FERROUL S., GARNET S., HUMBERT S., ROELSTRAETE L., VANUXEEM M., VIDAL D. (2002). Les corps gras : entre tradition et modernité. Lille, Université des sciences et Technologie de Lille, p. 45-49.

D

DELACHARLERIE S., DE BIOURGE S., CHENE C., SINDIC M., DEROANNE C. (2008). HACCP Organoleptique : Guide Pratique, chap. 2 Les Méthodes d'Analyse, éd. Les Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique, ISBN : 978-2-27016-084-8, p. 72-73.

ε

ESPOSITO VINZI V., CHIN W.W., HENSELER J., WANG H., NOKELS L., FAHMY T. et CROCHEMORE S. (2010). Handbook of Partial Least Squares : Concepts, Methods and Applications, chap. 33 Interpretation of preferences of Automotive Consumers Applied to Air Conditioning Supports by Combining GPL and PLS Regression, éd Springer, p.778.

EVERITT B.S., LANDAU S. et LEESE M. (2001). Cluster analysis, 4^{ème} éd. Arnold, London, p. 16.

ς

FIGONI P.L. (2010). How Baking Works : Exploring the Fundamentals of Baking Science, chap. 9 Fats, oils and emulsifiers, 3^{ème} éd. WILEY, Canada, p. 226.

ϑ

GIBOREAU A. (2009). De l'analyse sensorielle au jugement perceptif : l'exemple du touchet, Food and hospitality research, Université Claude Bernard, Lyon 1, p.11.

GRAILLE J., ADENIER H., FANNI J., KADER J.C., LEGER C.L., LINDER M., NARCE M., OLLE M., OLLIVON M., PARMENTIER M., PLATON J.F., POISSON J.P., POKORNY J., PRIOR E., THIS H., TOLSTOGUZOV V., TOSHIKI O., TRYSTRAM G., VILLENEUVE P., VITRAC O., VOITURIEZ T., WACK A.L. (2003). Lipides et corps gras alimentaires, chap. 9 émulsions et mousses alimentaires, éd. TEC&DOC, Paris, p. 351.

ϕ

HUI Y.H., CHARDAN R.C., CLAK S., CROSS N., DOBBS J., HURTS W.J., NOLLET L.M.L., SHIMONI E., SINHA N., SMITH E.B., SURAPAT S., TITCHENAL A., TOLDRA F. (2007). Handbook of food products manufacturing, chap. 31 Margarine and dairy spreads: processing and technology, éd. Wiley, Canada, p. 705- 706.

HUSSON F., LÊ S., et PAGÈS J. (2009). SensoMineR dans Evaluation sensorielle - Manuel méthodologique, 3^{ème} éd. Lavoisier, vol. 23, p. 16.



JUDITH SHAW M.A. (2007). Les Gras Trans (Géniques), chap. 3 L'hydrogénation une idée qui n'attendait que son heure, éd. le mieux-être, Canada, p. 38.

JOLLIFFE I.T. (2002). Principal Component Analysis, 2^{ème} éd. Springer, New York.



KEMP S.E., HOLLOWOOD T., HORT J. (2011). Sensory Evaluation, a practical handbook, chap. 2 Sensory perceptions, éd. willy-blackwell, p. 5-7.



LAWLESS H.T., HEYMANN H. (2010). Sensory Evaluation of Food: principles and practices, chap. 1 introduction, 2^{ème} éd. SPENGER, New York, ISBN : 978-1-4419-6487-8 / 978-1-4419-6488-5 ? p. 1-7.



MISKANDAR M.S., YAAKOB T.C.M., MOHD SURIA A.Y., ABD RAHMAN R. (2005). Quality of margarine : fats selection and processing parameters, Malaysia, vol. 14, n° 4, p. 387.



NICOLAU N. (2006). Logiciel XLSTAT version 7.0, chap. 1 présentation générale du logiciel, Paris, p. 4-5.



O'BRIEN R.D. (2009). Fats and Oils : Formulating and Processing for Applications, chap. 10 Margarine, 4^{ème} éd. CRC Press, Taylor & Francis Group, p. 447, p. 466-469.



PANDE G., AKOH C.C., SHEWFELT R.L. (2012). Utilization of enzymatically interesterified cottonseed oil and palm stearin-based structured lipid in the production of trans-free margarine, University of Georgia, Athens, p. 76.

PÉRINEL E. et PAGÈS J. (2004). Optimal nested cross-over designs in sensory analysis, Food Quality and Preference, vol.15, n°5, p. 439-446.

POPPER P., SCHLICH P., DELWICHE J., MEULLENET J. F., XIONG R., MOSKOVITZ H., LESNIAUSKAS R.O., CARR T.B., EBERHARDT K., ROSSI F., VIGNEAU E. QANNARI, COURCOUX P. et MARKETO C. (2004). Workshop summary: Data Analysis workshop: getting the most out of just-about-right data, Food Quality and Preference, vol. 15, p. 891-899.

PRIPP A.H. (2013). Statistics in Food Science and Nutrition, chap. 3 applying statistics to food quality, éd. SPENGER, New York, ISBN: 978-1-4614-5009-2 / 978-1-4614-5019-8, p. 32-33.

R

RAIFFAUD C. (2010). Produits “Bio” : de quelle qualité parle-t-on ?, annexe : 7 les épreuves sensorielles, éd. édulcagri, p.186.

RAUDAUT H., LEFRANCQ E. (2005). Alimentation théorique, chap. 11 Les corps gras, éd Doin, France, ISBN : 1629-7954, p. 179.

S

SAADI S., ARIFFIN A.A., GHAZALI H.M., ABDULKARIM M.S., BOO H.C., MISKANDAR M.S. (2012). Crystallisation regime of w/o emulsion [e.g. multipurpose margarine] models during storage, University Putra Malaysia, Elsevier, p. 1485.

SARR P. (2009). Contrôle de conformité de la qualité des huiles végétales conditionnées par la Suneor de Dakar aux normes internationales, Université CHEICH ANTA DIOP de Dakar, chap. 1 Généralités sur les huiles végétales, p. 12.

STONE H., BLEIBAUM R.M., THOMAS H.A. (2012). Sensory evaluation practices, chap. 1 introduction to sensory evaluation, 4ème éd. Elsevier, ISBN: 978-0-12-382086-0, p. 8, p. 15.

7

TOTTE A., 2008, L'analyse sensorielle en entreprise: pour qui? Dans quels buts? Comment procéder?, formation organisée par le Pôle Technologique Agro-Alimentaire (PTAA) en collaboration avec la Faculté Universitaire des Sciences Agroalimentaires de Gembloux, p. 1 - 2.

21

URVOY J.J., SANCHEZ-POUSSINEAU S., LE NAN E. (2012). Packaging : toutes les étapes du concept au consommateur, chap. 11 L'innovation, éd. EYORLLES, Paris, 978-2-212-55267-6, p.164.

v

VACLAVIK V. (2008). Essentials of Food Science, chap. 1 Essential of Food Quality, 3^{ème} éd, Springer, New York, p. 4-5.

VIERLING E. (2008). Aliments et Boissons : Filières et Pissons, chap. 10 Les corps gras, 3^{ème} éd. Doin, France, ISBN : 1629-7954, p. 197.

w

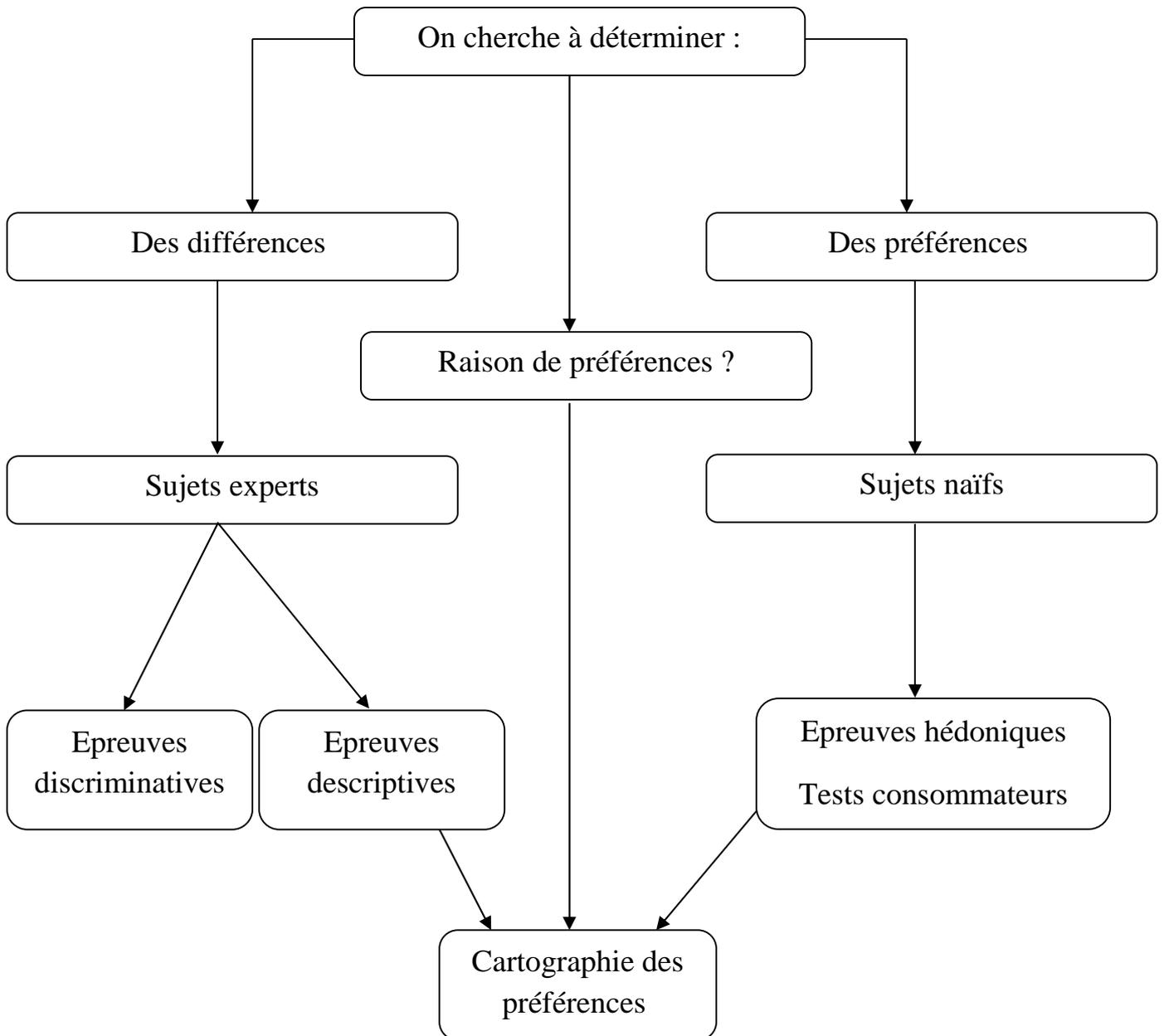
WU W., GYO Q. DE JONG S. et MASSART D.L. (2002). Randomisation test for the number of dimensions of the group average space in generalised procrustes analysis, Food Quality and Preference, vol. 13, p. 191-200.

Références électroniques :

ANONYME 1, www.cosob.org/les-emetteurs-notice-cevital.pdf, consulter le 25/04/2013

ANONYME 2, (2012). Margarine Production - Technology and Process, éd. White Paper, p. 4-6. www.spx.com/en/assets/pdf/gsmargarineproduction0712gbweb.pdf

Annexes

Annexe I : Les principales approches de l'évaluation sensorielle**Figure 14:** Principales approches de l'évaluation sensorielle (TOTTE, 2008).

Annexe II : Procédé de raffinage chimique et enzymatique

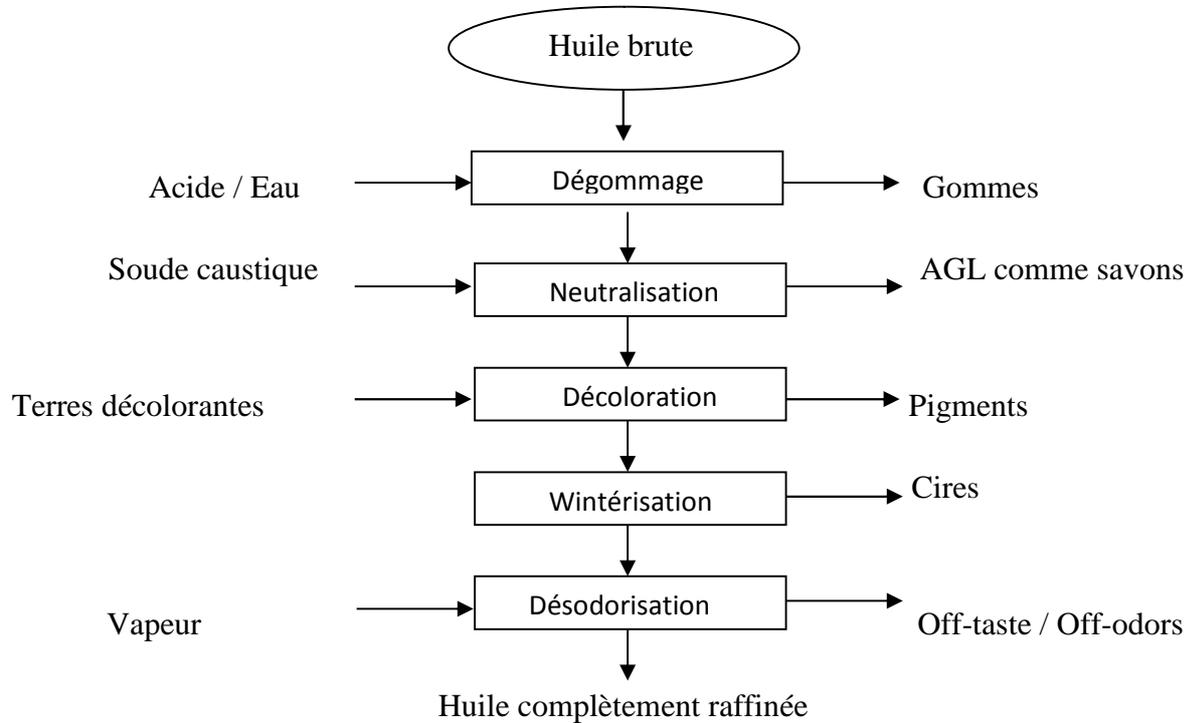


Figure 15 : Procédé de raffinage chimique (BAUER *et al.*, 2010).

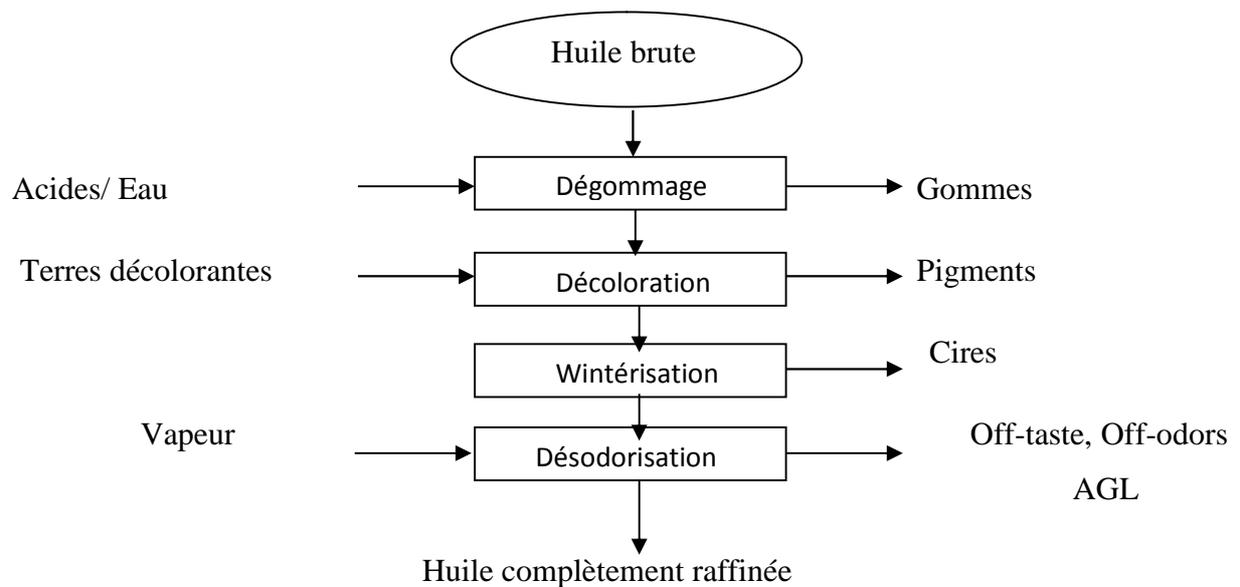


Figure 16 : Procédé de raffinage physique (BAUER *et al.*, 2010).

Annexe III : Questionnaires

Questionnaire Evaluation Sensorielle de la Margarine :

Age : Ans

Date : / /

Sexe : Féminin Masculin

Dans l'optique d'une caractérisation sensorielle et hédonique de la margarine, six échantillons codés A, B, C, D, E, F vous sont présentés. Il vous est demandé de les examiner et de les goûter successivement, puis répondre aux questions qui suivent en cochant sur la case correspondante à votre réponse :

NB : A la fin de chaque dégustation prenez un peu de pain puis un peu de pomme et à la fin rincez votre bouche avec de l'eau.

A/ Analyse sensorielle :**1- Couleur :**

a. Selon l'intensité de la couleur jaune, attribuez une note de 1 à 5 sur l'échelle suivante pour chaque échantillon:

1 —————> très faiblement intense

2 —————> faiblement intense

3 —————> moyennement intense

4 —————> fortement intense

5 —————> très fortement intense

1	2	3	4	5	→
A	<input type="checkbox"/>				
B	<input type="checkbox"/>				
C	<input type="checkbox"/>				
D	<input type="checkbox"/>				
E	<input type="checkbox"/>				
F	<input type="checkbox"/>				

b. Attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à la couleur :

A B C D E F

2- Odeur :

a. Selon le degré d'appréciation de l'odeur, attribuez pour chaque échantillon une note de 1 à 5 sur l'échelle suivant :

- 1 —————→ très faiblement appréciée
 2 —————→ faiblement appréciée
 3 —————→ moyennement appréciée
 4 —————→ fortement appréciée
 5 —————→ très fortement appréciée

	1	2	3	4	5	→
A	<input type="checkbox"/>					
B	<input type="checkbox"/>					
C	<input type="checkbox"/>					
D	<input type="checkbox"/>					
E	<input type="checkbox"/>					
F	<input type="checkbox"/>					

b. Attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à l'odeur :

A B C D E F

3- Tartinabilité :

a. Selon l'intensité de la tartinabilité, attribuez une note de 1 à 5 pour chaque échantillon sur l'échelle suivante :

1 —————> très difficilement tartinable

2 —————> difficilement tartinable

3 —————> moyennement tartinable

4 —————> facilement tartinable

5 —————> très facilement tartinable

	1	2	3	4	5
A	<input type="text"/>				
B	<input type="text"/>				
C	<input type="text"/>				
D	<input type="text"/>				
E	<input type="text"/>				
F	<input type="text"/>				

b. Attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à la tartinabilité :

A B C D E F

4- Goût salé :

a. Selon l'intensité du goût salé, attribuez une note pour les six échantillons sur l'échelle suivante :

1 —————> très faiblement salé

2 —————> faiblement salé

3 —————> moyennement salé

4 —————> fortement salé

5 —————> très fortement salé

	1	2	3	4	5
A	<input type="checkbox"/>				
B	<input type="checkbox"/>				
C	<input type="checkbox"/>				
D	<input type="checkbox"/>				
E	<input type="checkbox"/>				
F	<input type="checkbox"/>				

b. Attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport au goût salé:

A

B

C

D

E

F

5- Arôme :

a. Selon le degré d'appréciation de l'arôme, attribuez une note de 1 à 5 pour chaque échantillon sur l'échelle suivante :

1 —————> très faiblement apprécié

2 —————> faiblement apprécié

3 —————> moyennement apprécié

4 —————> fortement apprécié

5 —————> très fortement apprécié

	1	2	3	4	5
A	<input type="checkbox"/>				
B	<input type="checkbox"/>				
C	<input type="checkbox"/>				
D	<input type="checkbox"/>				
E	<input type="checkbox"/>				
F	<input type="checkbox"/>				

b. Attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport au goût salé:

A

B

C

D

E

F

B / Analyse hédonique :

1- Etes-vous des consommateurs de la margarine ?

Oui

Non

2- Attribuez pour chaque échantillon une note de préférence entre 1 et 9, sachant que le numéro 1 correspond à l'échantillon le moins préféré et le numéro 9 à celui le plus préféré.

A

B

C

D

E

F

3- Quels sont les paramètres qui ont motivé votre préférence ?

Echantillon \ Descripteurs	A	B	C	D	E	F
Couleur jaune						
Odeur						
Tartinabilité						
Goût salé						
Arôme						

Merci pour votre participation

Questionnaire Analyse Hédonique de la Margarine :

Age : Ans

Date : / /

Sexe : Féminin

Masculin

Dans l'optique d'une caractérisation sensorielle et hédonique de la margarine, six échantillons codés A, B, C, D, E, F vous sont présentés. Il vous est demandé de les examiner et de les goûter successivement, puis répondre aux questions qui suivent en cochant sur la case correspondante à votre réponse :

NB : A la fin de chaque dégustation prenez un peu de pain puis prenez un peu de pomme et à la fin rincez votre bouche avec de l'eau.

1- Etes-vous des consommateurs de la margarine ?

Oui Non

2- Attribuez pour chaque échantillon une note de préférence entre 1 et 9, sachant que le numéro 1 correspond à l'échantillon le moins préféré et le numéro 9 à celui le plus préféré.

A B C D E F

3- Quels sont les paramètres qui ont motivé votre préférence ?

Echantillon \ Descripteurs	A	B	C	D	E	F
Couleur jaune						
Odeur						
Goût salé						
Arôme						

Merci pour votre participation

Annexe IV : Déroulement de l'évaluation sensorielle



Figure 17 : La salle d'évaluation sensorielle.



Figure 18 : La stalle d'évaluation sensorielle.

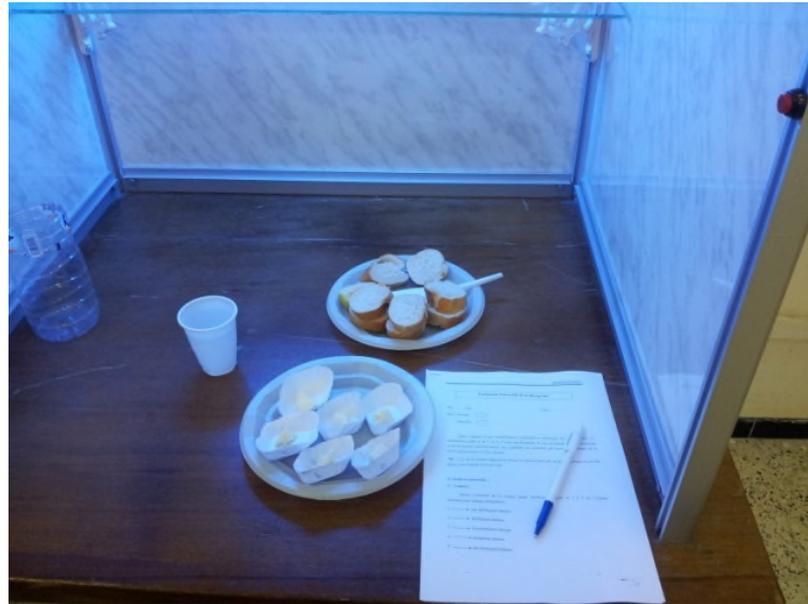


Figure 19 : Présentation des échantillons de margarine.



Figure 20 : Déroulement de la dégustation.

Annexe V : Résultats complémentaires

Tableau VI : Données des sujets naïfs.

sujets naïfs	A	B	C	D	E	F
1	9	7	1	6	8	8
2	9	7	1	5	3	4
3	8	7	9	5	6	1
4	9	8	1	6	1	5
5	9	8	6	7	3	5
6	9	5	3	9	7	2
7	9	1	9	7	5	5
8	9	5	9	7	1	9
9	9	7	3	8	4	6
10	9	6	4	8	7	9
11	4	1	9	5	2	7
12	5	9	7	2	9	7
13	9	1	7	8	1	9
14	6	7	7	8	9	8
15	3	1	5	4	8	1
16	7	5	9	3	2	4
17	6	4	9	7	8	8
18	9	7	3	6	8	7
19	9	1	9	7	1	9
20	9	8	1	1	8	9
21	7	4	2	9	8	5
22	8	7	9	5	8	6
23	5	4	9	6	3	1
24	9	7	5	4	6	8
25	9	6	3	8	2	1
26	9	7	1	8	1	1
27	3	4	1	2	5	6
28	5	8	9	3	6	7
28	5	7	9	4	8	3
30	8	1	9	4	1	2
31	8	5	6	9	4	3
32	6	1	9	5	2	1
33	4	9	7	1	2	5
34	5	4	9	7	8	9
35	8	9	7	5	7	8
36	8	7	9	6	9	5

37	9	8	1	3	1	5
38	1	1	9	3	6	5
39	4	1	2	6	1	3
40	7	9	1	6	3	7
41	5	9	1	3	6	9
42	6	2	4	3	5	1
43	1	3	8	9	1	7
44	8	7	1	3	6	5
45	4	3	5	7	6	9
46	9	3	1	2	8	7
47	5	6	8	1	1	1
48	9	6	3	6	3	7
49	6	4	8	8	9	7
50	9	3	3	1	3	1
51	6	3	5	8	7	9
52	8	4	4	7	7	3
53	7	4	6	8	9	9
54	8	8	7	7	7	6
55	9	8	7	7	6	4
56	2	4	7	9	6	3
57	1	9	1	2	3	9
58	7	9	1	5	7	9
59	8	5	5	7	9	3
60	1	6	9	8	8	7
61	7	2	5	4	3	6
62	5	7	9	1	3	2
63	6	6	7	6	4	3
64	9	1	6	4	3	2
65	9	1	6	4	3	2
66	6	9	7	6	4	2
67	8	6	4	9	7	2
68	4	3	2	6	5	7
69	8	9	9	7	3	1
70	2	9	6	4	3	5
71	8	3	8	8	9	5
72	5	9	8	6	8	8
73	2	1	3	5	6	4
74	8	9	7	6	5	4
75	9	1	1	2	5	3
76	9	4	1	4	9	6
77	3	4	9	6	8	5
78	1	4	9	7	8	1
79	9	2	7	4	2	6

80	3	5	2	1	4	6
81	1	5	4	3	2	6
82	9	7	7	9	8	8
83	9	1	8	7	1	1
84	9	2	6	2	1	5
85	8	5	6	9	7	9
86	3	1	1	9	8	2
87	5	9	1	3	4	5
88	9	4	8	7	2	1
89	8	9	1	7	1	5
90	9	8	2	7	2	5
91	3	1	1	9	8	2
92	9	6	2	6	6	6
93	4	2	9	3	8	9
94	1	6	9	3	2	4
95	6	6	9	3	4	2
96	8	6	3	9	9	7
97	6	4	8	1	1	9
98	1	1	8	9	1	1
99	5	6	1	9	2	4
100	9	7	6	5	7	8
101	9	6	6	8	6	7
102	7	5	1	9	5	4
103	6	5	4	9	2	9
104	5	1	9	4	7	8
105	5	9	2	2	1	1
106	1	6	5	3	9	1
107	9	6	1	5	3	4
108	5	9	1	1	7	6
109	2	9	5	6	8	1
110	9	1	1	7	1	3
111	8	1	6	4	3	7
112	3	2	1	3	7	8
113	2	5	2	8	4	6
114	1	9	9	1	9	4
115	3	9	2	5	6	5
116	1	2	1	9	2	1
117	3	1	9	7	4	6
118	8	9	8	6	7	9
119	5	5	3	8	7	5
120	7	1	9	5	1	2
121	9	7	4	6	2	1
122	9	8	5	7	2	1

123	8	2	6	8	1	1
124	8	6	3	7	2	1
125	8	7	5	9	6	4
126	1	3	6	5	4	2
127	5	9	4	8	7	5
128	7	6	3	8	5	4
129	9	1	2	4	5	6
130	7	8	3	5	6	9
131	9	8	1	5	6	7
132	8	5	9	7	7	1
133	7	8	1	4	2	3
134	8	2	1	5	7	4
135	7	8	1	5	4	4
136	9	6	7	8	5	4
137	6	8	5	5	4	2
138	8	5	3	6	1	4
139	8	7	1	9	5	6
140	6	9	7	5	2	3
141	7	4	6	9	2	2
142	9	3	2	8	6	5
143	9	7	4	6	8	2
144	9	5	4	6	5	3
145	7	6	4	5	2	1
146	6	8	9	3	6	4
147	9	8	6	5	3	7
148	9	6	4	9	8	3
149	8	9	6	4	7	5
150	9	8	5	6	3	2
151	9	6	8	5	5	7
152	1	1	9	4	1	9
153	9	8	5	6	2	1
154	4	5	9	6	6	6
155	6	5	1	3	1	1
156	4	6	7	3	8	4
157	8	6	2	7	2	4
158	9	5	3	3	7	8
159	9	2	5	9	4	1
160	5	3	2	6	1	2
161	7	5	2	6	3	8
162	4	2	1	6	3	5
163	5	9	8	6	7	3
164	9	8	6	8	3	5
165	6	8	4	8	4	3

166	6	8	3	7	4	4
167	7	9	8	7	4	3
168	7	7	5	6	4	2
169	6	8	4	8	4	3
170	9	8	8	5	8	7
171	6	8	7	4	5	3
172	4	6	7	5	7	6
173	9	5	7	6	4	1
174	8	5	5	6	4	3
175	6	8	3	7	4	1
176	8	9	8	7	2	3
177	2	5	4	6	7	3
178	2	8	7	9	4	6
179	9	5	4	4	4	3
180	6	7	9	4	2	8

Tableau VII : Données des sujets experts.

experts	Echantillons	couleur	odeur	Tartinabilité	goût salé	arôme	préférence générale
1	A	8	8	5	7	8	7
1	B	2	4	3	4	7	5
1	C	6	6	4	5	7	5
1	D	7	6	6	6	7	5
1	E	8	3	4	4	6	5
1	F	5	6	8	6	1	4
2	A	6	9	7	9	7	6
2	B	5	8	5	8	6	6
2	C	9	6	9	2	7	6
2	D	2	7	9	6	6	4
2	E	4	6	2	4	2	2
2	F	3	2	1	2	3	1
3	A	4	5	4	6	9	6
3	B	4	9	5	4	8	6
3	C	5	4	7	1	2	6
3	D	5	6	7	3	4	5
3	E	2	2	6	2	4	5
3	F	3	9	9	2	6	7
4	A	6	5	7	1	7	6
4	B	9	8	9	4	8	8
4	C	7	6	9	2	7	7
4	D	6	4	6	1	6	6

4	E	3	3	8	5	3	1
4	F	5	8	8	8	5	2
5	A	5	8	9	5	4	9
5	B	6	1	8	7	1	6
5	C	8	7	1	4	5	5
5	D	7	3	5	2	8	8
5	E	5	8	5	3	5	3
5	F	5	1	6	5	6	4
6	A	9	9	8	7	9	9
6	B	8	4	9	6	6	7
6	C	5	7	9	8	7	6
6	D	6	6	6	9	8	9
6	E	7	5	7	5	2	6
6	F	9	2	6	6	1	5
7	A	3	5	4	4	6	1
7	B	4	4	7	5	7	1
7	C	9	8	5	7	8	9
7	D	5	7	5	3	7	1
7	E	5	2	8	2	3	1
7	F	6	1	8	1	2	1
8	A	9	8	8	9	7	8
8	B	8	7	9	6	6	6
8	C	5	4	3	2	5	1
8	D	7	6	8	8	4	6
8	E	2	5	6	5	3	6
8	F	1	5	6	4	7	6
9	A	9	5	5	2	8	2
9	B	7	1	5	2	5	2
9	C	8	7	4	5	7	7
9	D	7	8	6	4	1	7
9	E	5	4	3	1	6	2
9	F	1	2	4	6	6	1
10	A	4	7	8	7	8	1
10	B	9	4	8	9	9	9
10	C	2	8	6	3	4	2
10	D	2	5	9	8	5	4
10	E	7	6	6	9	2	8
10	F	1	3	7	6	1	2
11	A	6	8	4	5	6	5
11	B	7	9	5	6	5	5
11	C	8	5	3	4	3	6
11	D	4	3	5	3	2	6
11	E	6	7	7	8	8	8

11	F	5	6	6	9	7	7
12	A	4	2	1	8	6	2
12	B	3	4	8	6	3	2
12	C	1	5	5	5	5	3
12	D	6	5	9	4	6	5
12	E	4	7	3	9	8	7
12	F	7	9	2	3	7	8
13	A	8	8	4	7	9	4
13	B	6	9	8	3	8	4
13	C	9	6	6	5	4	9
13	D	6	7	7	1	3	1
13	E	3	2	5	5	1	5
13	F	9	1	3	6	1	8
14	A	8	4	7	5	2	3
14	B	7	8	8	8	9	8
14	C	1	4	7	2	2	4
14	D	3	6	6	3	1	4
14	E	6	2	8	9	8	7
14	F	6	2	7	7	6	6
15	A	7	3	3	5	7	7
15	B	6	4	7	4	6	8
15	C	9	7	8	6	5	8
15	D	8	6	5	5	6	8
15	E	8	9	6	8	9	8
15	F	9	8	7	7	8	8
16	A	6	3	6	8	7	8
16	B	7	3	5	9	7	6
16	C	4	3	5	9	7	5
16	D	5	4	5	3	5	5
16	E	2	1	2	5	6	4
16	F	8	2	2	5	6	4

Tableau VIII : Les résultats du test pouvoir discriminant par descripteur.

Descripteurs	Valeurs test	p-values
Arôme	1,781	0,037
Odeur	0,969	0,166
goût salé	0,831	0,203
Tartinabilité	0,716	0,237
Couleur	0,504	0,307

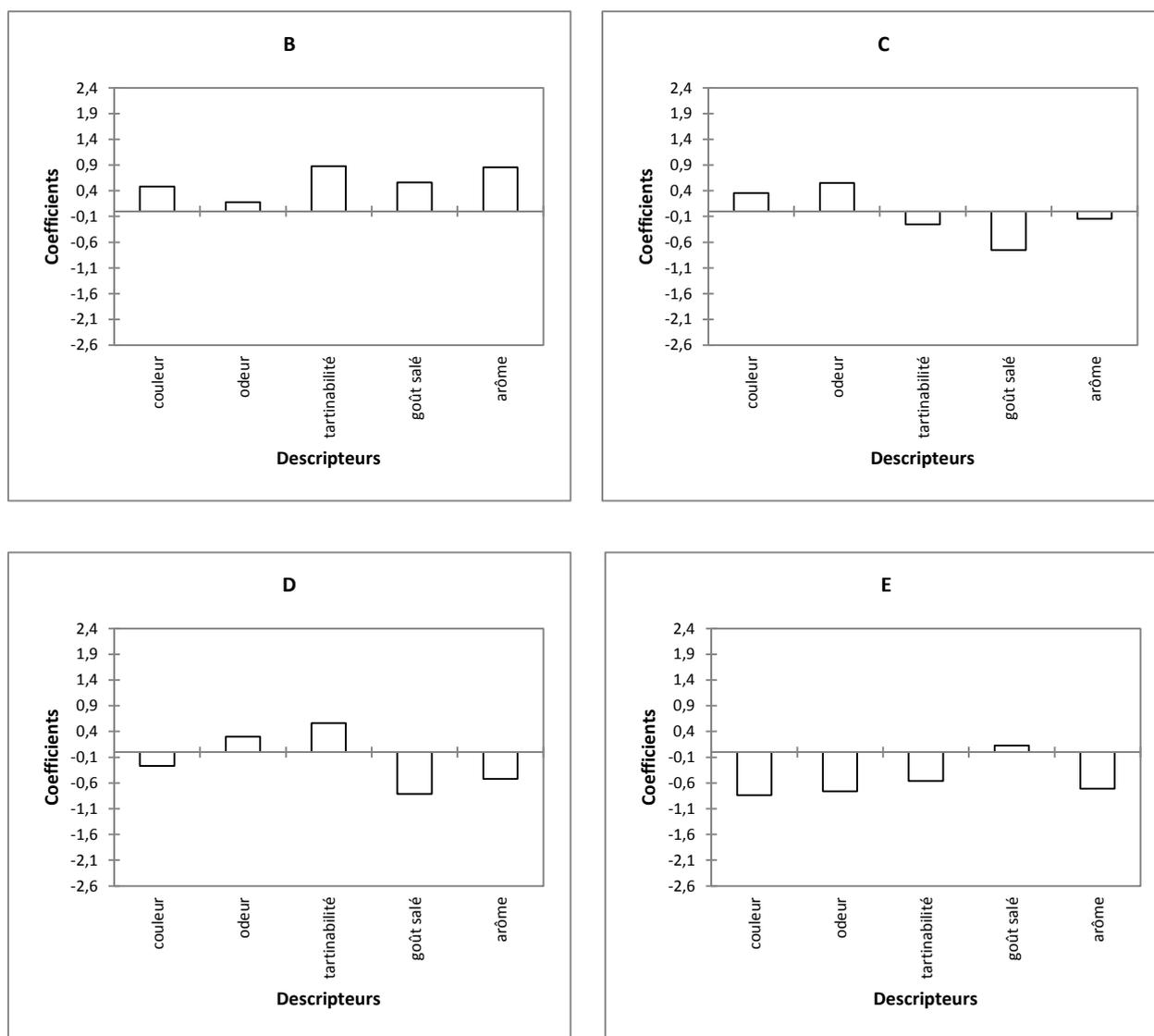
**Figure 21** : Coefficients des modèles des échantillons de margarine B, C, D et E.

Tableau IX : Les résultats des coefficients des modèles des échantillons de margarine.

Echantillon A		Echantillon B		Echantillon C	
Descripteurs	Coefficient	Descripteurs	Coefficient	Descripteurs	Coefficient
Couleur	0,729	Couleur	0,479	Couleur	0,354
Odeur	0,802	Odeur	0,177	Odeur	0,552
Tartinabilité	-0,313	Tartinabilité	0,875	tartinabilité	-0,250
goût salé	0,813	goût salé	0,563	goût salé	-0,750
Arôme	1,417	Arôme	0,854	Arôme	-0,146

Echantillon D		Echantillon E		Echantillon F	
Descripteurs	Coefficient	Descripteurs	Coefficient	Descripteurs	Coefficient
Couleur	-0,271	Couleur	-0,833	Couleur	-0,458
Odeur	0,302	Odeur	-0,760	Odeur	-1,073
Tartinabilité	0,563	Tartinabilité	-0,563	tartinabilité	-0,313
goût salé	-0,813	goût salé	0,125	goût salé	0,062
Arôme	-0,521	Arôme	-0,708	Arôme	-0,896

Tableau X : Les résultats du résidu par objet (a) et du résidu par configuration (b).

Objet	Résidu
A	85,445
B	88,721
C	102,752
D	86,983
E	87,223
F	81,841

(a)

Objet	Résidu
Expert1	40,214
Expert2	23,487
Expert3	39,684
Expert4	35,427
Expert5	42,752
Expert6	22,944
Expert7	30,137
Expert8	33,266
Expert9	26,212
Expert10	32,859
Expert11	30,444
Expert12	32,025
Expert13	34,754
Expert14	40,748
Expert15	30,486
Expert16	37,525

(b)

Tableau XI : Les résultats du test de pénalité pour chaque échantillon.

Echantillon A		Echantillon B		Echantillon C	
Descripteurs	Pénalités	Descripteurs	Pénalités	Descripteurs	Pénalités
Couleur	1,429	Couleur	1,359	Couleur	-1,103
Odeur	-1,333	Odeur	1,643	Odeur	1,375
Tartinabilité	-2,109	Tartinabilité	0,500	tartinabilité	0,467
goût salé	2,571	goût salé	1,509	goût salé	1,250
Arôme	-1,667	Arôme	1,218	Arôme	-0,492

Echantillon D		Echantillon E		Echantillon F	
Descripteurs	Pénalités	Descripteurs	Pénalités	Descripteurs	Pénalités
Couleur	-1,000	Couleur	1,238	Couleur	-0,769
Odeur	-0,364	Odeur	-0,933	Odeur	1,127
Tartinabilité	0,509	Tartinabilité	1,055	Tartinabilité	3,286
goût salé	-1,429	goût salé	-0,333	goût salé	-0,769
Arôme	0,333	Arôme	0,500	Arôme	1,709

Tableau XII : Les scores de préférence de 0 à 1 pour le PREFMAP sans experts éloignés du consensus.

Objets	classe 1	classe 2	classe 3
A	1,000	0,000	1,000
B	0,610	0,657	0,839
C	0,432	0,774	0,690
D	0,190	1,000	0,515
E	0,000	0,263	0,000
F	0,069	0,393	0,131

Annexe VI : Introduction à l'XLSTAT-MX

Introduction à l'XLSTAT-MX :

XLSTAT est développé depuis plus de dix ans dans le but de rendre accessible au plus grand nombre un outil d'analyse de données et de statistique à la fois puissant, complet et convivial. Comme toujours, les équipes d'Addinsoft et des distributeurs de XLSTAT se tiennent à votre disposition pour répondre à toute question, ou pour prendre en compte vos remarques et suggestions afin de continuer à améliorer le logiciel.

Plans d'expériences pour l'analyse sensorielle :

Utilisez cet outil pour créer un plan d'expériences optimal, ou quasi-optimal, dans le cadre d'expériences visant à modéliser les préférences d'un ensemble de consommateurs ou d'experts pour différents produits.

Une fois les calculs terminés, XLSTAT indique le temps passé à la recherche du plan optimal. Les deux critères A-efficacité et D-efficacité sont affichés. Si le plan optimal a été trouvé (cas d'un plan en blocs incomplets équilibrés) XLSTAT l'indique. De même, si le plan est résolvable, cela est indiqué et la taille des groupes est précisée.

Bibliographie :

John J.A. and Whitaker D. (1993). Construction of cyclic designs using integer programming. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 36, 357-366.

John J.A. and Williams E.R. (1995). *Cyclic Designs and Computer-Generated Designs*. New York, Chapman & Hall.

Périnel E. and Pagès J. (2004). Optimal nested cross-over designs in sensory analysis. *Food Quality and Preference*, 15(5), 439-446.

Wakeling I.N, Hasted A. and Buck D. (2001). Cyclic presentation order designs for consumer research. *Food Quality and Preference*, 12, 39-46

Williams E.J. (1949). Experimental designs balanced for the estimation of residual effects of treatments. *Aust. J. of Sci. Res.*, 2, 149-164.

Caractérisation de produits :

Utilisez cet outil pour identifier quels sont les descripteurs qui discriminent le mieux les produits et quelles sont les caractéristiques importantes de ces mêmes produits dans le cadre de l'analyse sensorielle. La caractérisation de produits permet de caractériser rapidement des produits en fonction des préférences des juges.

Pouvoir discriminant par descripteur : dans ce tableau sont affichées les descripteurs ordonnés de celui qui a le plus fort pouvoir discriminant sur les produits à celui qui a le plus faible.

Coefficients du modèle : dans ce tableau sont affichés, pour chaque descripteur et pour chaque produit, les coefficients du modèle sélectionné.

Moyennes ajustées par produit : ce tableau correspond aux moyennes ajustées calculées à partir du modèle pour chaque combinaison descripteur-produit. Les couleurs correspondent, pour le bleu, à un effet significativement positif du descripteur sur le produit et, pour le rouge, à un effet significativement négatif du descripteur sur le produit.

Bibliographie :

John J.A. and Whitaker D. (1993). Construction of cyclic designs using integer programming. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 36, 357-366.

John J.A. and Williams E.R. (1995). *Cyclic Designs and Computer-Generated Designs*. New York, Chapman & Hall.

Périnel E. and Pagès J. (2004). Optimal nested cross-over designs in sensory analysis. *Food Quality and Preference*, 15(5), 439-446.

Wakeling I.N, Hasted A. and Buck D. (2001). Cyclic presentation order designs for consumer research. *Food Quality and Preference*, 12, 39-46

Williams E.J. (1949). Experimental designs balanced for the estimation of residual effects of treatments. *Aust. J. of Sci. Res.*, 2, 149-164.

Penalty analysis :

Utilisez cet outil pour analyser les résultats d'une enquête portant sur échelles à 5 niveaux de type JAR (Just About Right), pour lesquelles le niveau intermédiaire 3 correspond à la préférence du consommateur.

Les graphiques de synthèse permettent de rapidement identifier les caractéristiques JAR pour lesquelles les différences entre le groupe «JAR» et les groupes «2» et «4» sont significativement différentes : lorsque la différence est significative les barres sont affichées en rouge, alors qu'elles sont affichées en vert lorsque la différence n'est pas significative. Les barres apparaissent en gris lorsque l'effectif d'un groupe est inférieur au seuil choisi.

Bibliographie :

Popper P., Schlich P., Delwiche J., Meullenet J.-F., Xiong R., Moskovitz H., Lesniasukas R.O., Carr T.B., Eberhardt K., Rossi F., Vigneau E. Qannari, Courcoux P. and Marketo C. (2004). Workshop summary : Data Analysis workshop : getting the most out of just-about-right data. Food Quality and Preference, 15, 891-899.

Cartographie externe des préférences (PREFMAP) :

Utiliser cette méthode pour modéliser et représenter graphiquement les préférences de juges pour une série d'objets en fonction de critères objectifs, ou de combinaisons linéaires de critères.

Objets classés par ordre croissant de préférence : dans ce tableau sont affichés par ordre croissant de préférence, pour chaque juge, la liste des objets. Autrement dit, la dernière ligne correspond aux objets préférés des juges, selon les modèles de préférence.

Scores de préférence de 0 à 1 : ce tableau correspond aux prédictions remises sur une échelle de 0 à 1.

Bibliographie :

Danzart M. and Heyd B. (1996). Le modèle quadratique en cartographie des préférences. 3ème Congrès Sensometrics, ENITIAA.

Naes T. and Risvik E. (1996). Multivariate Analysis of Data in Sensory Science. Elsevier Science, Amsterdam.

Schlich P. and McEwan J.A. (1992). Cartographie des préférences. Un outil statistique pour l'industrie agro-alimentaire. *Sciences des aliments*, 12, 339-355

Analyse Procrustéenne Généralisée :

Utilisez l'analyse procrustéenne généralisée (Generalized Procrustes Analysis ou GPA en anglais) pour transformer plusieurs configurations multidimensionnelles de manière à les rendre le plus semblables possible et pour éventuellement ensuite comparer les configurations transformées.

Résidus par objet : ce tableau et le diagramme en bâtons correspondant permettent de visualiser la répartition de la variance résiduelle par objet. On peut ainsi repérer pour quels objets la GPA a été moins efficace, autrement dit, quels objets se démarquent le plus de la configuration consensuelle.

Résidus par configuration : ce tableau et le diagramme en bâtons correspondant permettent de visualiser la répartition de la variance résiduelle par configuration. On peut ainsi repérer pour quelles configurations la GPA a été moins efficace, autrement dit, quelles configurations se démarquent le plus de la configuration consensuelle.

Bibliographie :

Commandeur J.J.F. (1991). Matching Configurations. DSWO Press, Leiden.

Dijksterhuis G.B. and Gower J.C. (1991). The interpretation of generalized procrustes analysis and allied methods. *Food Quality and Preference*. 3, 67-87.

Gower J.C. (1975). Generalised Procrustes Analysis. *Psychometrika*, 40(1), 33-51.

Naes T. and Risvik E. (1996). Multivariate Analysis of Data in Sensory Science. Elsevier Science, Amsterdam.

Rodrigue N. (1999). A comparison of the performance of generalized procrustes analysis and the intraclass coefficient of correlation to estimate interrater reliability. Department of Epidemiology and Biostatistics. McGill University.

Ten Berge J.M.F., Kiers H.A.L. and Commandeur J.J.F. (1993). Orthogonal procrustes rotations for matrices with missing values. *British J. of mathematical and statistical psychology*. 46, 119-134.

Wakeling I.N., Raats M.M. and MacFie H.J.H. (1992). A new significance test for consensus in generalized Procrustes analysis. *Journal of Sensory Studies*, 7, 91-96.

Wu W., Gyo Q., de Jong S. and Massart D.L. (2002). Randomisation test for the number of dimensions of the group average space in generalised Procrustes analysis. *Food Quality and Preference*, 13, 191-200.

Résumé :

La présente étude a porté sur la caractérisation sensorielle et hédonique de six différents échantillons de margarine produite par le complexe agro-alimentaire de Bejaia « Cevital SPA ». Les échantillons codés de A à F sont caractérisés par un panel de seize sujets experts et un panel de cent quatre vingt consommateurs. L'objectif est de déterminer quelles sont les caractéristiques importantes des différents produits et quel est le produit le plus préféré par le consommateur.

Les résultats obtenus révèlent que l'arôme Q de l'échantillon A est l'arôme le mieux apprécié. Toutes les caractéristiques sensorielles de l'échantillon B sont pénalisées positivement donc ce produit répond le mieux aux attentes des consommateurs. Les tests des consommateurs et les résultats du PREFMAP sans sujets experts éloignés du consensus ont montré que les échantillons les plus préférés par les consommateurs sont le A et le D.

Mots clés : margarine, caractérisation, analyse sensorielle, analyse hédonique, XLSTAT-MX.

Abstract:

This study deals about sensory and hedonic characterization of six different samples of margarine produced at the food industry complex "Cevital SPA" in Bejaia. The samples coded A to F are characterized by a panel of sixteen experts and a panel of one hundred eight consumers. The aim is to determine which are the most important attributes of the products and which product is most preferred by consumers.

The results show that the aroma Q of the sample A is the most appreciated. All the characteristics of the sample B are penalized positively, so this product meets better the consumer expectations. The tests undertaken by consumers and the PREFMAP results without experts who differ from the consensus show that the most preferred samples are A and D.

Key words: margarine, characterization, sensory analysis, hedonic analysis, XLSTAT-MX.