

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA de Bejaia.
Faculté des sciences de la nature et de la vie.
Département des Sciences Alimentaires.

Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'Obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Contrôle de Qualité et Analyse.

Thème :

Caractérisation sensorielle et hédonique d'une série de boisson au jus de citron
différemment formulée produite par
Tchin-Lait/Candia de Bejaia.



Proposé par :

Melle BOURDJIOUA NESMA
Melle BOUMALOU SABRINA

Membre du jury :

Président : Mr MADANI.K
Promoteur : Mr BOUAUDIA. A
Examinatrice : M^{me} TAMANDJARIS
Examinatrice : Melle GUERFI.F
Invité d'honneur : Mr BENMOUHOU.B.Z

Année Universitaire 2011/2012

Remerciements

Remerciements

Nous tenons à remercier avant tout Allah le tout puissant qui nous a donné la santé, le courage, la volonté et la patience de réaliser ce travail.
Au terme de ce travail, il nous est agréable de remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

Nos remerciements vont particulièrement à :

- * Notre promoteur Mr BOUAOUDIA.A d'avoir bien voulu diriger ce travail et pour tous ses conseils fructueux et ses encouragements. Qu'il trouve ici nos sentiments de gratitude et déférence.
- * Mr MADANI.K pour l'honneur qu'il nous a fait pour assurer la présidence du jury et son aide précieuse qu'il trouve ici l'expression de notre profonde connaissance.
- * M^{me} TAMANDJARI.S d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail, qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde sympathie.
- * M^{lle} GUERFI.F d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail, qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde sympathie.
- * Mr BENMOUHOU.B directeur de recherche et développement de TCHIN-LAIT /CANDIA, ainsi qu'à tout le personnel de nous avoir accueilli au sein de l'entreprise, et de nous avoir prêté main forte pour la réalisation d'une partie de notre travail.
- * Nous remercions l'ensemble des dégustateurs experts et naïfs pour leur participation active, sans les quels cette étude n'aurait pas pu être menée à bien.

Sabrina et Nesma



DEDICACES



Je dédie ce mémoire :

A mes très chers parents pour leurs dévouements, leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements. Que ce travail soit, pour eux, un faible témoignage de ma profonde affection et tendresse.

📌 A mes très chers frères : « BADREDDINE, IDIR et GHILES ».

📌 A ma chère sœur : « WASSILA » et son mari et leur fils « YANI ».

📌 A mes grand père et mes grandes mères.

📌 A mes cousins, cousines, oncles et tantes.

📌 A toute la famille de SABRINA.

📌 A tous mes chers amis.

NESMA



DEDICACES



Je dédie ce mémoire :

A mes très chers parents pour leurs dévouements, leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements. Que ce travail soit, pour eux, un faible témoignage de ma profonde affection et tendresse.

📌 A mes très chers frères : « SAMIR, KAMEL et DJAMEL ».

📌 A mes très chères sœurs : « NADJET et HANAN ».

📌 A mon grand père et mes grandes mères.

📌 A mes cousins, cousines, oncles et tantes.

📌 A toute la famille de NESMA.

📌 A tous mes chers amis.

SABRINA

Liste des figures

Figure N°01 : schéma de fabrication d'une boisson sucrée.....	9
Figure N°02 : processus de perception : Recueil et traitement de l'information sensorielle.....	18
Figure N°03 : représentation des voies de perception olfactive directe, ou ortho-nasale, et indirecte, ou rétro-nasale.....	19
Figure N°04 : localisation des quatre saveurs fondamentales.....	20
Figure N°05 : choix de type d'épreuves.....	23
Figure N°06 : pouvoir discriminant par descripteur.....	31
Figure N°07 : coefficients des modèles de l'ensemble des échantillons.....	33
Figure N° 08 : graphique sémantique différentiel de l'échantillon A.....	34
Figure N°09 : graphique sémantique différentiel de l'échantillon B.....	34
Figure N°10 : graphique sémantique différentiel de l'échantillon C.....	35
Figure N°11 : graphique sémantique différentiel de l'échantillon D.....	35
Figure N°12 : graphique sémantique différentiel de l'échantillon E.....	36
Figure N°13 : graphique sémantique différentiel de l'échantillon F.....	36
Figure N°14 : résidus par objet.....	37
Figure N°15 : résidus par configuration.....	37
Figure N°16 : pénalités de l'échantillon A.....	38
Figure N°17 : pénalités de l'échantillon B.....	38
Figure N°18 : pénalités de l'échantillon C.....	39
Figure N°19 : pénalités de l'échantillon D.....	39
Figure N°20 : pénalités de l'échantillon E.....	39
Figure N°21 : pénalités de l'échantillon F.....	40
Figure N°22 : graphique sémantique différentiel des femmes de 3 à 11ans.....	41
Figure N°23 : graphique sémantique différentiel des hommes de 3 à 11ans.....	41
Figure N°24 : graphique sémantique différentiel des femmes de 12 à19ans.....	42

Figure N°25: graphique sémantique différentiel des hommes de 12 à 19ans.....	43
Figure N°26 : graphique sémantique différentiel des femmes de plus de 20ans.....	43
Figure N°27: graphique sémantique différentiel des hommes de plus de 20ans.....	44
Figures N°28: Coefficients des modèles des six échantillons des femmes de 3 à 11 ans.....	45
Figures N°29 : Coefficients des modèles des six échantillons des hommes de 3 à 11 ans.....	45
Figures N°30: Coefficients des modèles des six échantillons des femmes de 12 à 19 ans.....	46
Figures N°31 : Coefficients des modèles des six échantillons des hommes de 12 à 19 ans...	46
Figures N°32: Coefficients des modèles des six échantillons des femmes de plus de 20 ans.....	47
Figures N°33 : Coefficients des modèles des six échantillons des hommes de plus de 20 ans...	47
Figure N°34 : résidus par objet pour les femmes et les hommes.....	48
Figure N°35: Résidus par configuration des femmes et des hommes.....	48
Figure N°36: résidus par objet pour les hommes et les femmes.....	49
Figure N°37: Résidus par configuration des femmes et des hommes.....	49
Figure N°38: résidus par objet pour les hommes et les femmes.....	50
Figure N°39: Résidus par configuration des femmes et des hommes.....	50
Figure N°40 : carte sensorielle	52

Liste des tableaux

Tableau N°I : pourcentages de certains composants d'une boisson sucrée.....	6
Tableau N° II : les quantités de boisson consommées en France varient beaucoup avec l'âge.	7
Tableau N° III : apports énergétiques des boissons.....	7
Tableau N°IV : la valeur nutritive pour 100g de citron cru sans peau.....	14
Tableau N°V : les éléments nutritives de jus de citron frais, 63 ml (1/4 tasse)/65g.....	14
Tableau N°VI : concentration des quatre solutions sapides.....	26
Tableau N°VII : concentration des différentes solutions sucrées.....	27
Tableau N°VIII : liste des quatorze arômes alimentaires.....	27
Tableau N°IX : évaluation du plan pour l'analyse sensorielle.....	31
Tableau N°X : MDS/MDR pour le test de plan d'expérience de l'analyse sensorielle.....	31
Tableau N°XI : Moyennes ajustées par produit	33
Tableau N°XII : évaluation du plan pour l'évaluation hédonique.....	40
Tableau N°XIII : MDS/MDR pour le test de plan d'expérience de l'évaluation hédonique...40	
Tableau N°XIV : Pourcentage de juges satisfaits pour chaque objet	51
Tableau N°XV : Objets classés par ordre croissant de préférence.....	51

Listes des tableaux en annexe 2

Tableau N°I : résultats des notes pour l'analyse sensorielle :

Tableau N°II : résultats des notes de préférences pour l'ensemble des consommateurs

Tableau N°III : résultats des notes de préférence pour la catégorie de 3 à 11 ans

Tableau N°IV : résultats des notes de préférence pour la catégorie de 12 à 19 ans

Tableau N°V : résultats des notes de préférence pour la catégorie plus de 20 ans

Sommaire

Glossaire
Liste des figures
Liste des tableaux

Introduction1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Boissons sucrées

1. Généralité	2
2. Définition	2
3. Différents types de boissons sucrées	2
3.1. Les Boisson gazeuse.....	2
3.1.1. Les limonades.....	2
3.1.2. Les boissons aux fruits carbonatées ou gazeuses	2
3.1.3. Les sodas.....	2
3.2. Les jus de fruits	2
3.2.1. Les pur jus, obtenus à partir de fruits.....	3
3.2.2. Les pur jus, obtenus à partir de concentré.....	3
3.2.3. Les jus de fruit concentré.....	3
3.2.4. Les nectars de fruits.....	3
3.2.5. Les jus de fruits déshydratés.....	3
3.3. Les boissons plates	3
3.3.1. Les boissons aux fruits	3
3.3.2. Les boissons aromatisées.....	3
3.3.3. Les sirops	4
3.3.4. Les boissons énergétiques.....	4
3.3.5. Les boissons à base de lait.....	4
4. Composition des boissons sucrées	4
4.1. Eau.....	4
4.2. Sucres.....	4
4.3. Edulcorants.....	5
4.4. Acides.....	5
4.5. Arômes.....	5
4.6. Pulpe de fruits.....	5
4.7. Jus de fruits.....	5
4.8. Additifs.....	5
4.9. Vitamines et sels minéraux.....	6
5. Consommation des boissons sucrées	7
5.1. Selon l'âge et le sexe.....	7
5.1.1. L'apport énergétique de quelques types des boissons sucrées selon l'âge.....	7
6. Fabrication des boissons sucrées	8

Chapitre II : Citron (*Citrus limon*)

1. Historique	10
2. Définition	10
3. Description du citronnier	10
4. Classification botanique	11
5. Différentes variétés	11
5.1. Eureka.....	11
5.2. Verna.....	11
5.3. Femminello.....	11
5.4. Interdonoto.....	11
6. Composition chimique de <i>citrus limon</i>	12
6.1. Vitamines.....	12
6.2. Flavonoïdes.....	12
6.3. Huiles essentielles.....	12
6.4. Acide citrique.....	13
6.5. limonoïdes.....	13
6.6. Sels minéraux.....	13
6.7. Protéines et acides aminés.....	13
6.8. Glucides.....	13
7. Valeur nutritionnelle	13
8. Bienfaits du <i>citrus limon</i>	14
8.1. Cancer (prévention).....	14
8.2. Cancer (ralentir la progression).....	14
8.3. Maladies cardiovasculaires.....	15
8.4. Inflammation.....	15
8.5. Hypercholestérolémie.....	15
8.6. Autres bienfaits.....	15

Chapitre III : Evaluation sensorielle

1. Historique	17
2. Définitions	17
2.1. Analyse sensorielle.....	17
2.2. Évaluation sensorielle.....	17
3. Domaines d'application de l'analyse sensorielle	17
3.1. Recherche et développement.....	18
3.2. Marketing.....	18
3.2. Contrôle de qualité.....	18
4. Perceptions sensorielles	18
4.1. Mécanisme de perception sensorielle.....	18
4.2. Perception visuelle.....	19
4.3. Perception olfactive.....	19
4.4. Perception gustative.....	19

4.5. Perception somesthésique.....	20
4.6. Facteurs influençant la perception sensorielle.....	20
5. Propriétés organoleptiques.....	21
5.1. Aspect.....	21
5.2. Arôme.....	21
5.3. Flaveur.....	21
5.4. Saveur.....	21
5.5. Texture.....	21
5.6. Couleur.....	21
6. Étapes de l'évaluation sensorielle.....	22
6.1. Choix du type d'épreuve.....	22
6.1.1.épreuves analytiques	22
6.1.2. Épreuves hédoniques	22
6.2. Constitution d'un groupe	23
6.3. Préparation de l'épreuve	23
6.3.1. Descripteurs	23
6.3.2. Échelles	24
6.4. Présentation des échantillons	24
6.5. Recueil et traitement des données	24

Partie pratique

Chapitre I : Matériels et méthodes

1. Mise en place d'un jury de dégustation expert.....	25
1.1. Matériels de préparation pour la procédure.....	25
1.2. Matériel humain.....	25
1.3. Méthode de spencer.....	25
1.3.1. Définition.....	25
1.3.2. Déroulement de la procédure.....	25
1.3.2.1. Phase de présélection.....	25
1.3.2.2. Phase de sélection.....	25
2. Préparation des six échantillons.....	28
3. Analyse sensorielle.....	28
3.1. Groupe d'évaluation.....	28
3.2. Formulation de questionnaire.....	28
3.3. Préparation de la salle d'évaluation.....	28
3.4. Présentation des échantillons.....	28
3.5. Déroulement de l'épreuve.....	29
4. Evaluation hédonique.....	29
4.1. Les Sujets.....	29
4.2. Formulation de questionnaire.....	29
5. Traitement des résultats avec XLSTAT.....	29

Chapitre II : Résultats et discussions

1. Résultats et discussions de l'analyse sensorielle	31
1.1. Test du plan d'expérience avec XLSTAT-MX.....	31
1.2. Caractérisation des produits.....	31
1.3. Graphiques sémantiques différentiels.....	33
1.4. Test de l'analyse procrustéenne généralisée.....	36
1.5. Test d'Analyse des pénalités.....	38
2. Résultats et discussions de l'analyse hédonique	40
2.1. Test de plan d'expérience avec XLSTAT-MX.....	40
2.2. Graphiques sémantiques différentiels.....	40
2.2.1. Catégorie de 3-11 ans.....	41
2.2.2. Catégorie de 12-19 ans.....	42
2.2.3. Catégorie plus de 20 ans.....	43
2.3. Caractérisation des produits.....	44
2.3.1. Catégorie de 3-11 ans.....	44
2.3.2. Catégorie de 12-19 ans.....	45
2.3.3. Catégorie plus de 20 ans.....	47
2.4. Test de l'analyse procrustéenne généralisée.....	48
2.4.1. Catégorie de 3-11ans.....	48
2.4.2. Catégorie de 12-19ans.....	49
2.4.3. Catégorie plus de 20ans.....	50
2.5. Cartographie de préférence	48

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Glossaire

Antiseptiques : est une substance qui tue ou prévient la croissance **des** bactéries et des virus sur les surfaces externes du corps.

Anti-inflammatoires : est un médicament destiné à combattre une inflammation.

Cancer : est une **maladie** caractérisée par une prolifération cellulaire anormalement importante au sein d'un **tissu** normal de l'organisme.

Diabète : est un dysfonctionnement du système de régulation de la glycémie.

Hypercholestérolémie : un taux élevé de cholestérol sanguin.

Inflammation : est une réaction de défense immunitaire.

Maladies cardiovasculaires : sont les maladies qui concernent le cœur et la circulation sanguine.

Prostaglandines E2, F2 : sont des métabolites de l'acide arachidonique.

Scorbut : est une maladie due à une carence délétère en vitamine C.

La surrénale : glandes paires endocrines situées au-dessus des reins.

Thromboxanes A2 : sont des hormones à effet vasoconstricteurs. Elles engendrent une augmentation de la pression artérielle.

Le comportement des consommateurs vis-à-vis de la nourriture est toujours une démarche complexe. Ils font des choix subjectifs qui dépendent de nombreux critères : mode de vie, habitudes ethniques, sociales,...En général, ils veulent être maîtres de leur choix alimentaire et ils y attachent une très grande importance.

Les industries alimentaires ont donc ressenti le besoin d'étudier les comportements sensoriels des consommateurs afin d'être capables de leur proposer les aliments qu'ils préfèrent et donc qu'ils achèteront. C'est ainsi qu'est apparue la nécessité de l'analyse sensorielle (**TOURAILLE, 1998**).

L'analyse sensorielle est une science multidisciplinaire qui fait appel à des dégustateurs et à leur sens de la vue, de l'odorat, du goût, du toucher et de l'ouïe pour mesurer les caractéristiques sensorielles et l'acceptabilité de produits alimentaires ainsi que de nombreux autres produits. Aucun instrument ne peut reproduire ou remplacer la réaction humaine, ce qui fait que l'élément «évaluation sensorielle» de toute étude alimentaire est essentiel. L'analyse sensorielle s'applique à toute une gamme de domaines comme le développement et l'amélioration des produits, le contrôle de la qualité, l'entreposage et le développement des processus (**WATTS, 2005**).

Les liquides, et plus particulièrement l'eau, sont essentiels pour avoir une bonne nutrition. Même si une part de l'eau consommée provient des aliments, la majeure partie est consommée sous forme de boissons. Par ailleurs, les boissons fournissent des vitamines et des minéraux. Toutefois, elles peuvent aussi être une source importante de sucre, et peuvent contribuer à un excès de calories (**GARRIGUET, 2008**).

Selon l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture en **2011**, pendant la période 2010-2011, la production de citrons a atteint 12,04 millions de tonnes, dont 10 millions de tonnes pour le marché des produits frais et 2,04 millions de tonnes pour le secteur de la transformation. Les importations de citrons représentent approximativement 27 pour cent de la consommation mondiale. La consommation par habitant est relativement élevée dans les pays du Proche-Orient comme la Jordanie, Algérie, le Liban et l'Égypte.

L'objectif de notre travail consiste en la caractérisation sensorielle et hédonique d'une série de boisson au jus de citron différemment formulée produite en collaboration avec Tchinalait/CONDIA, pour obtenir une formule qui répond aux exigences du consommateur en vue de sa commercialisation.

Notre travail est structuré en deux parties : une bibliographique qui traite des boissons sucrées, de l'étude de citron et de l'évaluation sensorielle; l'autre pratique qui regroupe les matériels et méthodes, ainsi que les résultats et discussions.

1. Généralités :

Dans la littérature francophone, les boissons sucrées sont essentiellement désignées par les termes « limonade », « boisson sucrée » et « soda ».

Les boissons sucrées commercialisées ne sont apparues que vers la fin du 19^e siècle aux Etats-Unis. Depuis, leur consommation n'a cessé d'augmenter à l'échelle planétaire.

Pour étancher sa soif, le consommateur peut choisir parmi une large gamme de boissons, à laquelle viennent s'ajouter sans cesse de nouveaux produits. Parmi cette variété de choix, le consommateur privilégie les boissons sucrées (SCHNEIDER, 2011).

2. Définition :

Selon l'ordonnance de Département fédéral de l'intérieur (DFI) en suisse de 2010, la boisson sucrée est une boisson contenant ou non de l'acide carbonique, préparée à partir d'eau potable ou d'eau minérale naturelle et de jus de fruits ou d'arômes, avec ou sans addition de sucres, de caféine ou de quinine.

3. Différents types de boissons sucrées :

3.1. Les Boissons Gazeuses :

Les boissons gazeuses font partie des boissons non alcoolisées, non fermentées. On retrouve dans cette famille :

3.1.1. Les limonades :

L'appellation limonade est réservée aux boissons gazéifiées, sucrées, limpides et incolores, additionnées de matières aromatiques ou sapides provenant du citron et éventuellement d'autres hespéridés, acidulées au moyen des acides citriques, tartriques ou lactiques.

3.1.2. Les boissons aux fruits carbonatées ou gazeuses (type Orangina et N'GAOUS) :

La dénomination est réservée aux boissons préparées à partir d'eau potable et de jus de fruits, jus de fruits concentrés, fruits ou un mélange de ces composants dans une proportion égale ou supérieure à 10 % de jus et inférieure à 25%.

3.1.3. Les sodas :

Dans la famille des sodas, nous retrouvons les boissons à base d'extraits naturels de fruits ou de plantes et qui contiennent du gaz carbonique et du sucre, mais également des édulcorants ou faux sucres (BOUDRA, 2007).

3.2. Les jus de fruits :

Dans la catégorie des Jus de fruits, on retrouve 5 familles :

3.2.1. Les pur jus, obtenus à partir de fruits :

C'est un jus obtenu à partir de fruits par des procédés mécaniques, fermentescibles mais non fermentés, possédant la couleur, l'arôme et le goût caractéristiques du ou des jus de fruits dont il provient. Les jus de fruits frais ne subissent pas de traitement thermique.

3.2.2. Les pur jus, obtenus à partir de concentré :

C'est le produit obtenu à partir de jus de fruit concentrés, par :

-Restitution de la proportion d'eau extraite du jus, lors de la concentration. L'eau ajoutée représentant les caractéristiques appropriées notamment des points de vue chimique, microbiologique et organoleptique, de façon à garantir les qualités essentielles du jus.

- Restitution de son arôme au moyen de substances aromatiques récupérées lors de la concentration du jus de fruits concerné, ou de jus de fruits de la même espèce, et qui représente des caractéristiques organoleptiques équivalentes à celles du jus obtenu à partir des fruits de la même espèce.

3.2.3. Les jus de fruit concentrés :

C'est le produit obtenu à partir de fruits, par élimination physique d'une partie déterminée de l'eau de constitution. Lorsque le produit est destiné à la consommation directe, la concentration est d'au moins 50%.

3.2.4. Les nectars de fruits :

C'est le produit non fermenté mais fermentescible, obtenu par addition d'eau et de sucres au jus de fruits concentré, à la purée de fruit concentrée ou à un mélange de ces produits, et dont la teneur minimale en jus, éventuellement en purée, et l'acidité minimale sont fixés de:

- 25 % à 50 % en teneur minimale en jus
- 4 et 9 g/l. en acidité (exprimé en acide tartrique).

3.2.5. Les jus de fruits déshydratés :

C'est le produit obtenu à partir de jus de fruits par élimination physique de la quasi-totalité de l'eau de constitution. La restitution des composants aromatiques est obligatoire.

3.3. Les boissons plates :

3.3.1. Les boissons aux fruits :

La dénomination est réservée aux boissons préparées à partir d'eau potable et de jus de fruits, jus de fruits concentrés, fruits ou un mélange de ces composants dans une proportion égale ou supérieure à 10 % de jus (**BOUDRA, 2007**).

3.3.2. Les boissons aromatisées :

Cette dénomination est consacrée aux boissons ne comprenant pas de jus de fruits. Elle est composée d'eau, sucre, émulsion, arôme naturel ou artificiel, antioxydant, conservateur, colorants, acide, épaississant... Cette catégorie est, de par sa composition et les besoins satisfaits, plus proche des sodas (sans le gaz) ou des mélanges eau+ sirop que des jus de fruits. L'absence de réglementation et le manque de maturité du marché entretiennent jusqu'à présent ces confusions.

3.3.3. Les sirops :

La dénomination sirop est réservée aux produits concentrés et aromatisés obtenus par dissolution de matières sucrantes glucidiques dans de l'eau, thés glacés. Ce secteur est très faible en Algérie. Pourtant celui-ci est un secteur très dynamique en Europe.

3.3.4. Les boissons énergétiques :

Ces boissons sont constituées d'eau, de sucre, de vitamines (C, B1, B2), de caféine, d'acides aminés (L-Phénylalanine).

3.3.5. Les boissons à base de lait :

Ces boissons sont constituées de lait (en général écrémé), de sucre, de stabilisant, d'aromatisant et de fruits (BOUDRA, 2007).

4. Composition des boissons sucrées :

Les boissons sucrées sont composées essentiellement d'eau, de sucres ou d'édulcorants, de jus de fruits, d'extraits, d'arômes et/ou de pulpe et d'une série d'additifs (VANDERCAMMEN, 2007).

4.1. Eau :

Le composé principal, l'eau, provient d'eau de source locale ou d'eau du réseau, et quelle que soit leur origine, ces eaux reçoivent un traitement adéquat. Elles sont ventilées, filtrées, adoucies, désinfectées et purgées de leur oxygène. Le fer, le chlore et les substances qui donnent un goût à l'eau sont éliminées (VANDERCAMMEN, 2007).

4.2. Sucres:

Le type de sucre ajouté aux limonades dépend de la région de production: en Amérique du Sud, on utilise du sucre de canne, en Amérique du sucre de maïs. En Belgique, le plus souvent, on recourt à du sucre de betteraves. Ce sucre arrive en camion-citerne. Il est contrôlé puis stocké dans des silos puis dans des cuves de stockage. Il est alors mélangé avec de l'eau pour obtenir du sirop de glucose. Les produits light ne contiennent pas de sucre, mais des édulcorants synthétiques. Ces substances sont livrées sous forme de poudre, en sacs ou en vrac (VANDERCAMMEN, 2007).

➤ Les glucides utilisés dans les boissons rafraichissantes sans alcool (BRSA) et leurs fonctionnalités :

Selon le programme national nutrition santé (PNNS) de 2007, le saccharose sous forme cristallisée ou liquide est le glucide essentiellement utilisé. Une minorité de boissons contient en association avec le saccharose du sirop de glucose-fructose, du sirop de glucose.

Les glucides ont trois fonctions principales :

- Agent de sapidité : les glucides contribuent à construire le goût et la saveur de la boisson (en synergie avec les arômes et les acidifiants)
- Agent de texture : les glucides apportent une certaine consistance au produit
- Apport d'énergie rapidement assimilée.

4.3. Edulcorants :

L'édulcorant est une substance non calorique utilisée pour donner une saveur sucrée aux denrées alimentaires et ce, en remplacement total des sucres (AOUFI, 2009).

Les édulcorants synthétiques utilisés dans les boissons light sont surtout de l'aspartame, de la saccharine, de l'acésulfame-K et du cyclamate (VANDERCAMMEN, 2007).

4.4. Acides :

Généralement, les boissons sucrées contiennent une quantité importante d'acide, principalement de l'acide phosphorique ou citrique. Ces acides confèrent à la boisson un caractère rafraîchissant. Contrairement à la teneur en sucre, il n'y a presque pas de différence en ce qui concerne la teneur en acide entre les boissons light et les boissons normales. Les hautes teneurs en acide sont masquées par la grande quantité de sucres et d'édulcorants présente dans les soft drinks (VANDERCAMMEN, 2007).

4.5. Arôme :

Les molécules d'arôme sont des composés organiques dont la tension de vapeur à la pression atmosphérique et à température ambiante est suffisante pour provoquer la volatilisation dans l'atmosphère gazeuse et produire un stimulus olfactif au contact de la muqueuse olfactive (AOUFI, 2009).

Ils sont utilisés pour conférer un arôme à un aliment ou à une boisson, exception faite des saveurs salées, sucrées ou acides. Les notes aromatiques les plus courantes sont à base de fruits (citron, citron vert, orange, pêche,...), d'extraits de plantes, d'épices ou de fleurs (VANDERCAMMEN, 2007).

4.6. Pulpe de fruits :

La pulpe de fruits est le produit non fermenté, mais fermentescible obtenu en passant au tamis la partie comestible du fruit entier ou pelé sans en prélever le jus (CODEX ALIMENTARIUS, 2000).

4.7. Jus de fruits :

Le jus est obtenu par des procédés adaptés qui conservent les caractéristiques physiques, chimiques, organoleptiques et nutritionnelles essentielles des jus du fruit dont il provient. Le jus peut être trouble ou clair et peut contenir des substances aromatiques et des composés volatils restitués, à condition qu'ils proviennent des mêmes espèces de fruits et soient obtenus par des moyens physiques adaptés (CODEX ALIMENTARIUS, 2000).

4.8. Additifs :

➤ Les colorants :

Les colorants ajoutent artificiellement de la couleur aux aliments, pour les rendre en principe plus appétissants ; ils peuvent s'agir de constituants naturels de denrées alimentaires ou d'autres sources naturelles, qui ne sont pas normalement consommés comme aliments en soi et ne sont pas habituellement utilisés comme ingrédients caractéristiques dans l'alimentation.

➤ **Les conservateurs:**

Substances qui prolongent la durée de conservation des denrées alimentaires en les protégeant des altérations dues aux micro-organismes.

➤ **Les antioxydants:**

Substances qui prolongent la durée de conservation des denrées alimentaires en les protégeant des altérations provoquées par l'oxydation (p. ex. modifications de la couleur).

➤ **Les acidifiants:**

Substances qui augmentent l'acidité d'une denrée alimentaire et/ou lui donnent un goût acide.

➤ **Les correcteurs d'acidité :**

Substances qui modifient ou limitent l'acidité ou l'alcalinité d'une denrée alimentaire (AOUFI, 2009).

4.9. Vitamines et sels minéraux :

Les boissons peuvent contenir naturellement des vitamines et minéraux (par les jus de fruits, l'eau,...) mais ils peuvent également être ajoutés. On parle alors de boissons enrichies en vitamines ou minéraux. La quantité et le type de vitamines et sels minéraux varient selon la boisson (VANDERCAMMEN, 2007).

Tableau N°I : pourcentages de certains composants d'une boisson sucrée.

Selon le programme national nutrition santé (PNNS) de 2007, les pourcentages de certains composants d'une boisson sucrée et comme suit :

composants	Boisson sucrée
eau	89,7%
Sucre ajouté	10%
Edulcorants intenses	0%
additifs	0,25%
arômes	0,05%

5. Consommation des boissons sucrées :

5.1. Selon l'âge et le sexe :

L'étude HBSC (Health Behaviour in School-aged Children) constate que la consommation de boissons sucrées augmente à mesure que les enfants avancent en âge et que les garçons consomment plus de boissons sucrées que les filles. Chez les garçons de 15 ans, 38,7 % boivent une ou plusieurs fois par jour des boissons sucrées et 8,7 % une ou plusieurs fois par jour des energy-drinks.

Selon l'étude, 38,7 % des garçons et 50,3 % des filles entre 11 et 15 ans consomment une boisson sucrée au moins une fois par semaine. 30,4 % des garçons et 22,5 % des filles boivent une boisson sucrée chaque jour (**DELGRANDE et ANNAHEIM, 2009**).

Tableau N°II : Les quantités de boissons consommées en France varient beaucoup avec l'âge (**CREDOC, 2010**)

Quantités consommées (en ml/jour)	Enfants 3-5 ans	Enfants 6-11 ans	Adolescents (12-19)	Adultes (20-54)	Seniors (55 +)
Jus de fruits et nectars	94 ml/j	116 ml/j	115 ml/j	63 ml/j	46 ml/j
BRSA	57 ml/j	94 ml/j	182 ml/j	63 ml/j	18 ml/j
Boissons lactées	256 ml/j	219 ml/j	163 ml/j	85 ml/j	72 ml/j

5.1. 1. L'apport énergétique de quelques types des boissons sucrées selon l'âge :

Tableau N°III : apports énergétiques des boissons sucrées (**CREDOC, 2010**).

Contribution des boissons aux apports énergétiques (% des kcal/jour)	Enfants 3-5 ans	Enfants 6-11 ans	Adolescents (12-19)	Adultes (20-54)	Seniors (55 +)
Jus de fruits et nectars	2,7%	2,9%	2,4%	1,3%	0,9%
BRSA	1,4%	2,0%	3,4%	2,2%	0,4%
Boissons lactées	11,9%	7,7%	4,7%	2%	1,0%

6. Fabrication des boissons sucrées :

Les boissons sucrées sont essentiellement fabriquées par des opérations de mélange et de stabilisation par la chaleur avant conditionnement aseptique. Suivant le type de boisson, la composition, la viscosité, l'acidité,...on procédera à des traitements thermiques de stabilisation différents. Ainsi le choix de la méthode de traitement repose sur les critères suivants :

- type de produit (jus, nectar, boisson carbonée ou non)
- acidité du produits traité et rapport Brix/Acide (il est bien connu que les germes acidophile sont moins thermophiles et nécessitent des températures de pasteurisation plus basse)
- présence de pulpes de fruits qui augmentent la viscosité et modifient les propriétés rhéologiques du produit. Éventuellement présence de fibre.
- durée de vie de produit désirée qui dépend de la composition du produit du barème de pasteurisation de la nature de l'emballage et de distribution.
- éventuellement, désaération et homogénéisation. La désaération vise à éviter l'oxydation de la vitamine C pendant le stockage. On la pratique plus en cas de remplissage à froid qu'en remplissage à chaud. L'homogénéisation se pratique essentiellement pour les fruits dont les jus ou les purées sont visqueux et difficile à mélanger (**MATHLOUTHI, 2007**).

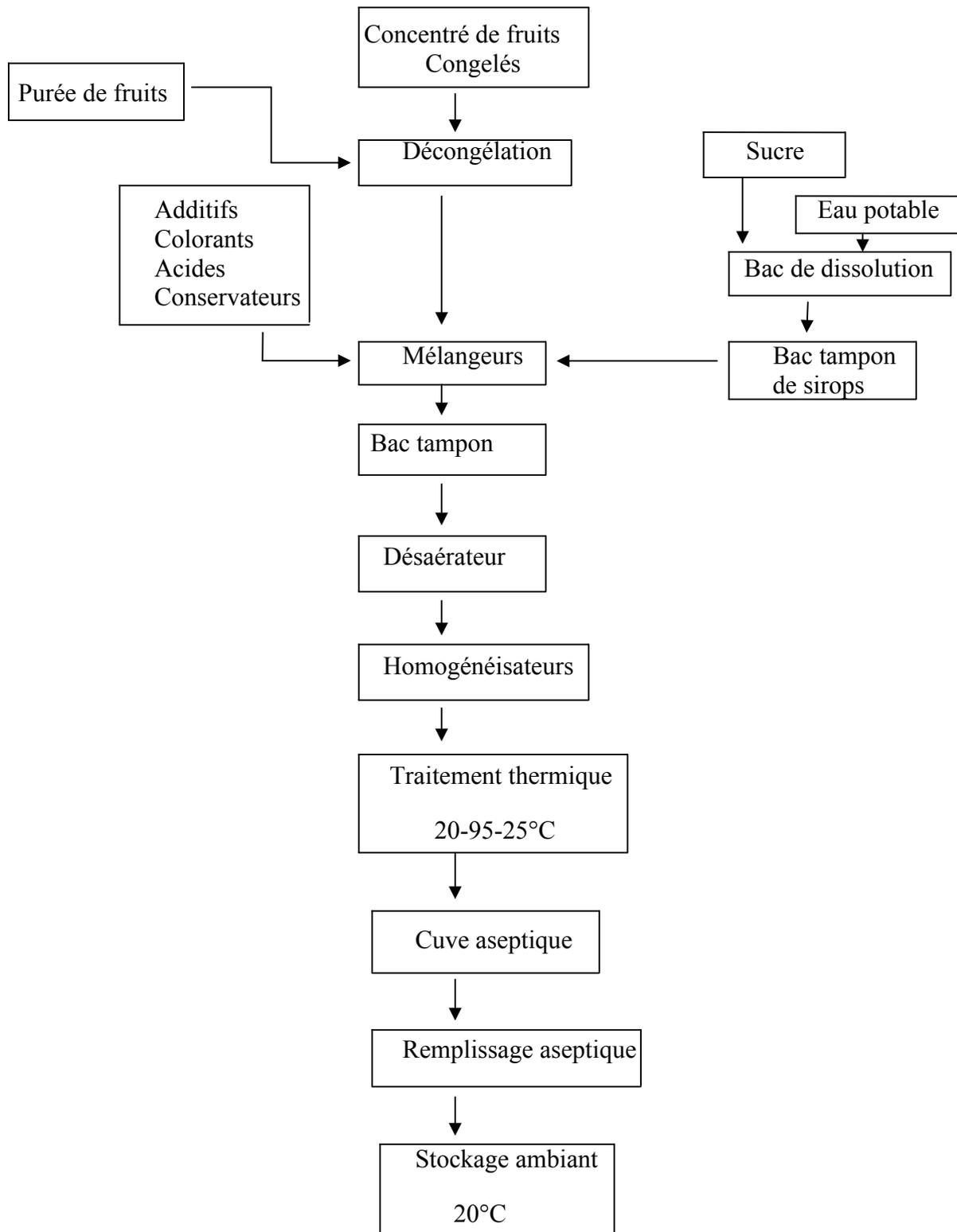


Figure 01 : schéma de fabrication d'une boisson sucrée (MATHLOUTHI, 2007).

1. Historique :

Nom commun : citron.

Nom scientifique : *Citrus limon*

Le citron s'est d'abord appelé « limon », terme emprunté à l'italien *limone*, qui venait lui-même de l'arabo-persan *limûn*. Le mot est apparu dans la langue française en 1351. De là vient le mot « limonade ». Le terme « citron », né en 1398, est dérivé du latin *citrus*. Il a graduellement remplacé « limon » dans la langue populaire.

C'est dans les écrits chinois qu'on fait tout d'abord référence au citron. Une première mention date de 1175. Le citron a probablement été introduit en Chine entre le X^e siècle et le milieu du XII^e siècle, à l'est de la région himalayenne, au sud de la Chine, plus précisément de la Haute Birmanie. Le citron est cultivé par les Grecs et les Romains, voire par les Egyptiens. Ce sont les Arabes qui diffuseront le citron, l'introduisant en Afrique du Nord, en Afrique et en Espagne, de même que dans tout le bassin méditerranéen. Lors des Croisades au Proche-Orient, les Européens de l'ouest, de l'est et du nord découvriront les agrumes qu'ils rapporteront dans leur pays respectif. De là naîtront les premières serres, dites orangeries. Les premiers agrumes : citrons, limes, oranges sont introduits dans le Nouveau monde par Christophe Colomb en 1493 (HELLAL, 2011).

2. Définition :

Le citron est un agrume, fruit du citronnier. Le fruit mûr a une écorce qui va du vert tendre au jaune éclatant sous l'action du froid. La maturité est en fin d'automne et début d'hiver dans l'hémisphère nord. Sa chair est juteuse, acide et riche en vitamine C, ce qui lui vaut - avec sa conservation facile - d'avoir été diffusé sur toute la planète par les navigateurs qui l'utilisent pour prévenir le scorbut (Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008).

3. Description du citronnier :

Le citronnier est un arbuste originaire du sud-est asiatique, cultivé sur le littoral de la Méditerranée et dans toutes les régions du globe à climat semi-tropical (HIMED, 2011).

Le citronnier est un petit arbre épineux, à feuilles persistantes, atteignant 3 à 6 m de hauteur, à cime étalée et peu denses, au feuillage vert clair. Les feuilles composées, unifoliolées, alternées, de forme variable, lancéolées, elliptiques, à bord denticulé, de taille très variable de 5 à 10 cm. Les fleurs blanches et odorantes. Fruit ovoïde, de 5 à 10 cm de diamètre, à peau épaisse, adhérente, jaune clair à maturité odorante (HELLAL, 2011).

Cette plante est l'une des agrumes les plus vigoureuses, de croissance rapide, elle produit de nombreuses branches et fructifie abondamment, et la fructification de l'hiver est plus importante (de 60 à 70% de production annuelle de l'arbre) (HIMED, 2011).

4. classification botanique :

Règne : végétal.

Embranchement : spermaphytes.

Sous- embranchement : angiospermes.

Classe : Eudicotylédones.

Ordre : Rutales.

Sous-classe : Rosidées.

Famille : Rutaceae.

Genre : Citrus.

Espèce : *Citrus limon* (HELLAL, 2011).

5. Différentes variétés:

Le citron a plusieurs variétés dont les plus connues sont : Verna, Eureka, Femminello, Intedonoto.

5.1. Eureka :

Eureka est né en Californie à partir de graines envoyées de la Sicile dans les années 1850. Le fruit de forme oblongue est né tout au long de la saison. Les fleurs sont teintées de rose. Le fruit est lisse, croûte moyenne mince, haute teneur en jus, taux élevé d'acide, faible nombre de graines et de bonne saveur.

5.2. Verna

Verna est d'origine inconnue et est surtout cultivé en Espagne. L'Arbres Verna sont grandes et sans épines. Ils fleurissent généralement deux fois par an. Le fruit peut accrocher sur les arbres sans perte de qualité pendant une longue période.

5.3. Femminello

Femminello est la variété de citron le plus important de l'Italie. C'est un arbre de taille moyenne avec peu d'épines ou non. Dans des conditions appropriées, il fleurit presque toute l'année.

5.4. Interdonato

Interdonato est un hybride naturel de citron et de cédrat. Le fruit est gros, oblong, cylindrique, conique avec, mamelon souligné à l'apex et un cou court ou un collier à la base. La peau est jaune, lisse, brillante, fine et bien accroché. La pulpe est jaune-verdâtre, en 8 ou 9

segments, croquante, juteuse, très acide et légèrement amère. Très peu de graines (KOSKINEN, 2011).

6. Composition chimique de *citrus limon* :

Notons que le citron contient un peu de vitamine A, de vitamines B1 et B2 ainsi que des bioflavonoïdes et de la pectine. Mais c'est la vitamine C qui est de loin la plus présente dans ce fruit. On estime une moyenne de 50 mg de vitamine C pour 100 g de fruit. Il contient également des caroténoïdes et des coumarines (FERLOO, 2011).

6.1. Vitamines :

Une vitamine (de latin Vita= « vie » et amine= nécessaire) est un composé organique non énergétique, indispensable à la croissance de l'organisme et au maintien de l'équilibre vital. Les vitamines doivent être apportées par l'alimentation en quantité suffisante puisque l'homme ne peut pas les synthétiser (BOISSEAU, 2005 ; BOURGEOIS, 2003).

➤ Vitamine C :

La vitamine C est une vitamine hydrosoluble très sensible à l'air, à la lumière et à la chaleur : la cuisson en détruit jusqu'à 35% selon le mode utilisé (BOURGEOIS, 2003).

La vitamine C a une structure apparentée à celle des hexoses ayant pour formule brute $C_6H_8O_6$. La structure précise de la vitamine C, constituée d'un cycle lactone portant une fonction éne-diol (OH-C=C-OH) et deux fonctions alcool, est établie par HAWORTH en 1932 qui lui a donné le nom chimique d'acide ascorbique. Après, sa synthèse à partir de D-glucose est mise au point par REICHSTEIN (FAIN, 2005 ; IFN, 1995).

6.2. Flavonoïdes :

Le terme « flavonoïdes » regroupe un grand nombre de composés naturels, largement répandus dans le règne végétal appartenant à la famille des polyphénols (Mouly et al., 1996). Ce sont des pigments responsables de la coloration de nombreux légumes et fruits présents dans des vacuoles sous forme d'hétérosides, l'ose constituant étant fréquemment le glucose ou le rhamnose (ADRIAN ET FRANGNE, 1986).

6.3. Huiles essentielles :

De l'écorce on extrait une huile essentielle qui contient entre autres substances du [limonène](#) et du [cital](#) (Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008).

Définition de l'huile essentielle : « produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des *Citrus*, soit par distillation sèche. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques ». La composition chimique et le rendement en huiles essentielles varient suivant diverses conditions : l'environnement, le génotype, origine géographique, la période de récolte, le séchage, sa température et sa durée.

La composition d'une l'huile essentielle extraite par expression de l'écorce du *Citrus limon* avec un rendement de 1,2 à 1,5%. Les principaux constituants sont le limonène (65 à 70%), le cital (1 à 5%), le β -pinène (4 à 9%), le γ -terpinène (9 à 12%), le linalol (1,5%), le

cinéole, d'acétate de géranyle, le nonanal, le citronellal, l' α -terpinéol, le camphène et l' α -bisabolène (HIMED, 2011).

6.4. Acide citrique :

La pulpe, de coloration jaune ou verdâtre, est généralement riche en acide citrique, ce qu'il lui donne sa saveur acide.

L'acide citrique est un acide alpha hydroxylé de formule $C_6H_8O_7$. Il est naturellement présent dans le citron en grande quantité (il intervient pour plus de 95 % dans l'acidité de ce fruit). Il est utilisé dans l'industrie alimentaire comme acidifiant (soda), correcteur d'acidité, agent de levuration, dans la composition d'arôme (HIMED, 2011).

6.5. Limonoïdes :

Les limonoïdes sont des triterpènes qui se trouvent à faibles concentrations dans les divers agrumes. Les molécules qui les produisent, comme l'acide limonoïque, proviennent de l'albédo des citrons. Leur concentration dépend de la variété, de la période de la récolte et de la région géographique de provenance des citrons. Le limonin est un composé qui produit une forte saveur amère dans le jus. Cependant, son seuil de détection sensorielle dépend de la sensibilité du dégustateur.

6.6. Sels minéraux :

La concentration totale des sels minéraux du jus de citron dépend fondamentalement de l'origine géographique.

6.7. Protéines et acides aminés :

L'azote organique constitue entre 0.6 et 1.3% de la matière sèche du jus de citron. Il fait partie des acides aminés, des protéines à faible poids moléculaire, des enzymes, des nucléotides, des acides nucléiques et des phosphoprotéines. Environ 70% de l'azote organique se trouve dans le jus sous forme d'acides aminés libres. Le reste est reparti entre des petits peptides d'approximativement 82 kDa de poids moléculaire.

6.8. Glucides :

Le saccharose, le glucose et le fructose sont les principaux glucides du jus citron. On retrouve aussi dans ce groupe chimique des polymères à haut poids moléculaire, comme les pectines et les complexes de cellulose et hemicellulose, qui constituent une partie de la pulpe et les fibres du jus (DOMINGUEZ LOPEZ, 2002).

7. Valeur nutritionnelle :

Le citron est une source de différents éléments nutritifs dont les valeurs sont illustrées dans les tableaux ci-dessus :

Tableau N° IV : la valeur nutritive pour 100g de citron cru sans peau (**Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008**).

eau : 88,98 g	cendres totales : 0,30 g	fibres : 2,8 g	valeur énergétique : 29 kcal
protéines : 1,10 g	lipides : 0,30 g	glucides : 9,32 g	sucres simples : 2,50 g
calcium : 26 mg	fer : 0,60 mg	magnésium : 8 mg	phosphore : 16 mg
potassium : 138 mg	cuivre : 0,037 mg	sodium : 2 mg	zinc : 0,06 mg
vitamine C : 53,0 mg	vitamine B1 : 0,040 mg	vitamine B2 : 0,020 mg	vitamine B3 : 0,100 mg
vitamine B5 : 0,190 mg	vitamine B6 : 0,080 mg	vitamine B9 : 0 µg	vitamine B12 : 0,00 µg
vitamine A : 22 UI	rétinol : 0 µg	vitamine E : 0,15 µg	vitamine K : 0,0 µg
Acides gras saturés : 0,039 g	acides gras mono-insaturés : 0,011 g	Acides gras poly-insaturés : 0,089 g	cholestérol : 0 mg

Tableau N°V : les éléments nutritifs de jus de citron frais, 63ml (1/4 tasse)/65 g (**Santé canada, 2010**).

Calories	16
Protéines	0,3 g
Glucides	5,6 g
Lipides	0,0 g
Fibres alimentaires	0,3 g

8. bienfaits du *citrus limon* :

8.1. Cancer (prévention) :

Plusieurs études ont démontré que la consommation d'agrumes serait reliée à la prévention de certains types de cancer comme le cancer de l'œsophage, le cancer de l'estomac, le cancer du côlon, de la bouche et du pharynx (**CHAINANI-Wu, 2002**).

Selon l'une des études de **FOSCHI et al. (2010)**, une consommation modérée d'agrumes (soit de 1 à 4 portions par semaine) permettrait de réduire les risques de cancers touchant le tube digestif et la partie supérieure du système respiratoire. Une étude populationnelle suggère que la consommation quotidienne d'agrumes jumelée à une consommation élevée de thé vert (1 tasse et plus par jour) serait associée à une plus forte diminution de l'incidence des cancers (**KURIYAMA et al., 2010**).

8.2. Cancer (ralentir la progression) :

Les flavonoïdes, des composés antioxydants contenus dans les agrumes, ont démontré qu'ils pouvaient ralentir la prolifération de plusieurs lignées de cellules cancéreuses (POULOSE, 2005).

8.3. Maladies cardiovasculaires :

Plusieurs études épidémiologiques ont démontré qu'un apport régulier en flavonoïdes provenant d'agrumes est associé à une diminution du risque de maladies cardiovasculaires. Les flavonoïdes contribueraient à améliorer la vasodilatation coronarienne, à diminuer l'agrégation des plaquettes sanguines et à prévenir l'oxydation du « mauvais » cholestérol (LDL) (Benavente-Garcia et Castillo, 2008).

8.4. Inflammation :

Plusieurs études ont démontré que les flavonoïdes des agrumes avaient des propriétés anti-inflammatoires. Ils inhiberaient la synthèse et l'activité de médiateurs impliqués dans l'inflammation (dérivés de l'acide arachidonique, prostaglandines E2, F2 et thromboxanes A2) (Benavente-Garcia et Castillo, 2008).

8.5. Hypercholestérolémie :

Les flavonoïdes et les limonoïdes des agrumes et de leurs jus pourraient avoir un potentiel de réduction de l'hypercholestérolémie. Des études réalisées chez l'animal ont démontré que certains d'entre eux abaissaient le cholestérol sanguin (BANH et al., 2000).

8.6. Autres bienfaits :

Parmi d'autres effets observés, deux limonoïdes présents dans les agrumes (la limonine et la nomiline) inhiberaient la réplication du virus de l'immunodéficience humaine (VIH), en plus d'inhiber l'activité de la protéase du virus (BATTINELLI et al., 2003).

De plus, certains limonoïdes du citron démontrent une activité contre certains champignons pathogènes (Suresh et al., 2000).

Précisons aussi que le citron étant particulièrement riche en vitamine C, rappelons que celle-ci joue un rôle important dans le développement des os et des dents, dans l'intégrité du tissu sanguin et des capillaires ; elle tend à normaliser la pression sanguine et le taux de sucre dans le sang ; elle protège le cristallin et stimule la surrénale et la fonction ovarienne. Elle est un puissant antioxydant et permet également de contrer favorablement les effets néfastes du stress.

Le citron peut avoir des propriétés antiseptiques, il est utilisé dans de nombreux traitements contre le mal de gorge et permet également de faire des cures pour les mains. Il est de plus utilisé en cosmétologie pour éclaircir et unifier le teint. Il élimine 30% de glucose dans le sang, efficace pour le diabète. On le considère aussi comme un agent anti microbien à large spectre contre les infections bactériennes et les champignons, efficace contre les parasites internes et les vers, il régule l'hypertension artérielle et est antidépressive, combat la tension et les désordres nerveux. Il détruit les cellules malignes dans 12 types de cancer, y compris celui du côlon, du sein, de la prostate, du poumon et du pancréas... Les composés de cet arbre ont démontré agir 10.000 fois mieux que le produit Adriamycin, une

drogue chimiothérapeutique normalement utilisée dans le monde, en ralentissant la croissance des cellules du cancer.

Les varices : Le zeste de citron contribue à soulager les varices. Ils contiennent des substances appelées flavonoïdes, et notamment de la rutine, qui diminuent la perméabilité des vaisseaux sanguins (**FERLOO, 2011**).

1. Histoire :

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. **(GIBOREAU, 2009)**.

2. Définition :

2.1. Analyse Sensorielle :

L'analyse sensorielle ou métrologie sensorielle représente l'ensemble des méthodes, des outils et des instruments qui permettent d'évaluer les qualités organoleptiques d'un produit, c'est-à-dire les caractéristiques faisant intervenir les organes des sens de l'être humain : le goût, l'odorat, la vue, le toucher et l'ouïe. L'analyse sensorielle permet d'améliorer un produit en réponse aux attentes sensorielles du consommateur. **(Lefebvre et BASSEREAU, 2003 ; VINDRAS, 2010)**.

L'analyse sensorielle repose sur la dégustation des produits et sur l'analyse des réponses sensorielles données par les dégustateurs. **(RAOUX, 1998)**.

2.2. Evaluation Sensorielle :

Les normes **AFNOR (2002)** définissent l'évaluation sensorielle comme une « *méthode scientifique utilisée pour évoquer, mesurer, analyser et interpréter les réponses à des produits tels qu'ils sont perçus par les sens de la vue, de l'odorat, du toucher, du goût et de l'audition* ». Elle permet d'étudier différents problèmes ou de répondre à diverses questions posées par le fabricant et est utilisée dans de nombreux domaines. **(TOTTÉ, 2008)**.

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

3. Domaines d'application de l'analyse sensorielle :

Dans l'industrie agro-alimentaire, il est important de pouvoir étudier les impressions des consommateurs lorsqu'ils goûtent un produit. Analyser les sensations des consommateurs soumis à des tests permet de connaître l'impact que provoque un produit. **(BOUTROLLE, 2007)**.

Ces domaines d'application de l'analyse sensorielle peuvent être classés en trois familles:

3.1. Recherche et développement :

L'évaluation sensorielle intervient lors de la mise au point de nouveaux produits. Des sujets qualifiés et entraînés sont sollicités pour décrire objectivement les échantillons et évaluer les ressemblances ou dissemblances entre différentes références d'un même type de

produit. Ces études permettent de comparer différentes formulations, d'améliorer un produit, d'évaluer l'incidence d'une modification de processus sur les qualités sensorielles du produit.

3.2. Marketing :

Le marketing garantit l'activité commerciale des industries en explicitant le besoin et les attentes du marché. Il mène des études de marché qui tiennent compte du besoin, des attentes, des remarques, des attitudes des consommateurs vis-à-vis du produit. En termes de marketing, la perception du client est de nos jours mise en avant en utilisant la métrologie sensorielle pour maîtriser l'évaluation subjective qu'ils se font du produit qui leur est présenté. Dans ce cas, les études consommateurs viennent valider les études effectuées en Recherche et Développement et mettre en évidence les axes d'amélioration des produits.

3.3. Contrôle de la qualité :

L'analyse sensorielle est basée sur la perception du contrôleur et non sur celle du client potentiel. Notons que, bien sûr, le contrôleur sera formé selon les attentes du client mais aura malheureusement sa propre sensibilité qui influencera l'analyse.

(GUERRA, 2009)

4. Perception sensorielle:

4.1. Mécanisme de perception :

La perception est une étape majeure de l'évaluation sensorielle. Elle est composée de trois Phases : l'activation des récepteurs sensoriels, l'acquisition de l'information envoyée par ses mêmes récepteurs et la traduction en sensations. **(Figure 01) (GUERRA, 2009).**

Lorsqu'un aliment (stimulus) entre en contact avec les récepteurs sensoriels d'un être humain, l'influx nerveux engendré se propage jusqu'au système nerveux central. Ce phénomène est appelé sensation. Plus ces influx nerveux progressent vers les centres supérieurs du cerveau, plus ils sont filtrés, réduits et stabilisés. A leur arrivée au niveau des centres supérieurs, les influx sont confrontés à la mémoire et à la conscience. Cette projection sur le champ de la conscience d'une partie des sensations correspond au phénomène de perception. **(PERRIN, 2008)**

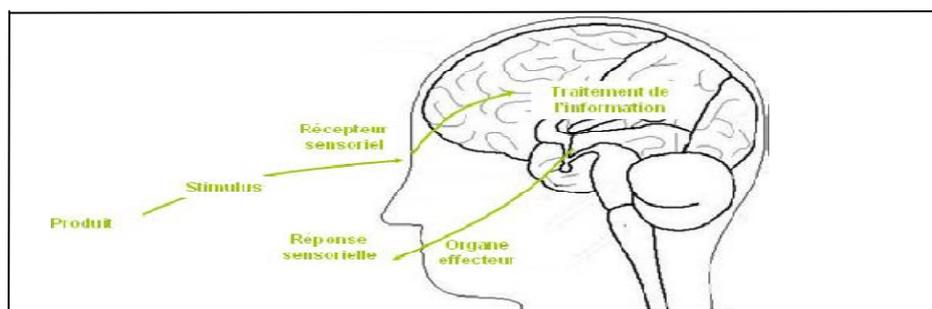


Figure 01: Processus de perception : Recueil et de traitement de l'information sensorielle (GUERRA, 2009).

4.2. Perception visuelle :

L'aspect visuel du produit et en particulier sa couleur sont souvent évoqués comme un motif justifiant le désir ou non de consommer l'aliment. L'étude d'EZAN et PIRIS (2009

souligne que la diversité des couleurs engendre une perception de variété dans l'assortiment des grandes surfaces alimentaires.

La lumière extérieure issue d'un aliment est examinée et recueillie par l'œil qui la concentre sur la rétine. La rétine est recouverte de cellules en bâtonnets, sensibles à l'intensité lumineuse, et de cônes, sensibles à la couleur. Il faut environ 80 millisecondes pour transformer un signal lumineux en perception consciente. **(PERRIN, 2008)**

4.3. Perception olfactive :

Selon la norme **ISO 5492 (1992)**, l'arôme et l'odeur sont les propriétés organoleptiques perceptibles par l'organe olfactif. On distingue odeur et arôme selon si les composés atteignent l'organe olfactif par voie directe (ortho-nasale) ou par voie indirecte (retro-nasale) (Figure 2). Si les substances volatiles sont perçues directement par flairage, il convient d'utiliser le terme « odeur », alors que le terme « arôme » sera utilisé lorsque les substances volatiles sont entraînées à partir de la bouche.

Une fois le contact établi entre les composés volatils et les neurorécepteurs, un signal est alors transmis aux centres nerveux.

La qualité du message correspond aux propriétés physico-chimiques du composé aromatique et la quantité à la concentration du stimulus olfactif. **(PERRIN, 2008)**

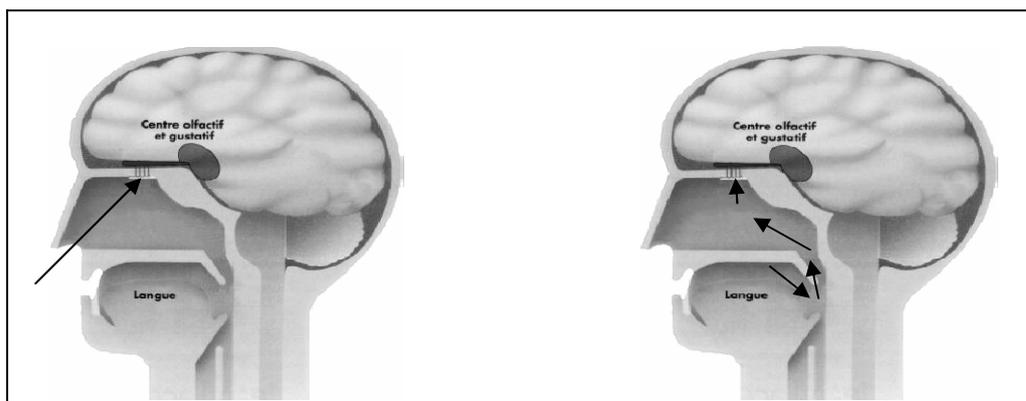


Figure 02 : Représentations des voies de perceptions olfactives directe, ou ortho-nasale (à gauche), et indirecte, ou rétro-nasale (à droite) **(PERRIN, 2008)**

4.4. Perception gustative

Dans l'espace buccal, la sensation issue des stimuli passe par 7 à 10 millions de cellules sensorielles regroupées en bourgeons gustatifs et formant ce que l'on appelle communément les papilles gustatives. **(PEYNAUD et al., 2006)**.

Il existe 4 sortes de papilles :

- Les papilles filiformes : elles sont impliquées dans la perception somesthésique. Elles détectent les variations de pression, la douleur et les différences thermiques.

- Les papilles caliciformes : sont les plus volumineuses, elles ont une forme circulaire et sont disposées à la partie postérieure de la langue.

- Les papilles fongiformes : sont en forme de champignons occupent la pointe.

- Les papilles foliées localisées sur les bords de la langue

Toutes les papilles caliciformes et la plupart des papilles fongiformes et foliées renferment des bourgeons gustatifs qui contiennent les récepteurs gustatifs et permettent donc la perception des saveurs. Le bout de la langue perçoit les 4 saveurs, mais il est très sensible au salé et au sucré. La partie postérieure de la langue réagit à l'amer, tandis que les bords de la langue sont plus sensibles à l'acide. (TOURAILLE, 1998)

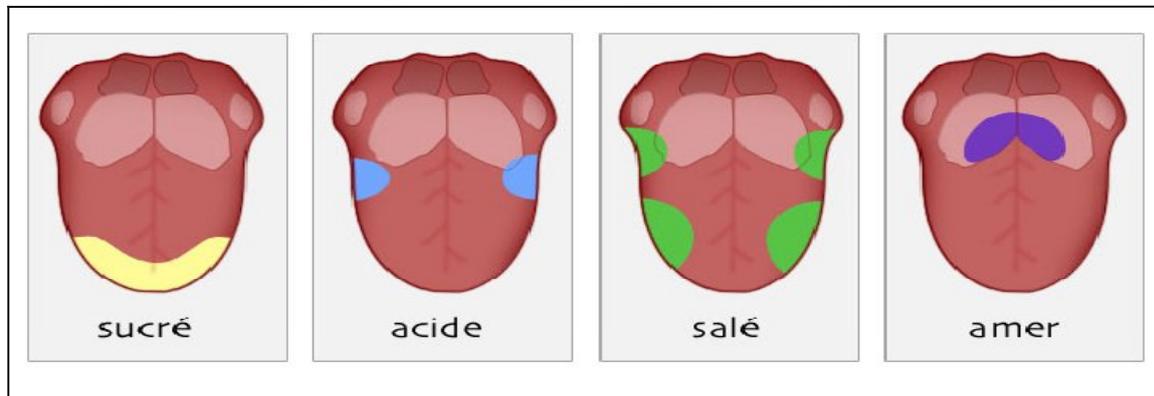


Figure 03 : localisation des quatre saveurs fondamentales (FERRERA et CARO, 2001).

4.5. Perception somesthésique :

Les sensations somesthésiques correspondent aux sensations perçues par la peau, les muscles, les tendons, les articulations. Elles se traduisent par la sensibilité thermique (température), les sensibilités tactile et kinesthésique, résultant de contraintes mécaniques (élasticité, dureté, rugosité, *etc.*), mais aussi par la sensibilité chimique résultant du contact direct de molécules avec les muqueuses, comme le CO₂ ou l'éthanol, provoquant les sensations de piquant, irritant, parfois brûlant. (PERRIR, 2008)

4.6. Facteurs influençant la perception sensorielle :

D'une façon générale, de nombreuses études ont pu montrer que la réponse liée à l'image sensorielle était affectée par des facteurs temporaires comme le contexte, l'adaptation, l'ordre de présentation des échantillons, ou encore par le nombre d'échantillons présentés et la fatigue sensorielle. (O'MAHONY et ROUSSEAU, 2003).

VERHAGEN (2007) explique qu'il existe des convergences neurophysiologiques entre stimulus et facteurs intrinsèques à l'individu et que celles-ci reposent sur une réalité anatomique. Le phénomène de perception impliquerait différentes zones dont certaines seraient directement liées à l'affect, à la dimension hédonique, ou encore à l'identité.

6. Propriétés organoleptiques:

Le terme organoleptique signifie « qui affecte les organes des sens ». Les qualités organoleptiques comprennent les propriétés sensorielles typiques d'un aliment (goût, apparence, couleur, arôme, texture) mais tient aussi compte des sensations en bouche que provoque un aliment ou toute autre sensation liée à la consommation de cet aliment.

(VINDRAS, 2010)

6.1. Aspect:

C'est le premier attribut que le consommateur ou le juge analyse, son étude fait appel à La vue; il englobe la couleur, la forme, la taille, la texture, et ainsi que les propriétés géométriques. (DELACHARLERIE *et al*, 2008).

6.2. Arôme :

Les arômes correspondent aux odeurs émises et ressenties après avoir mis en bouche l'aliment, pendant la dégustation. libérés sous l'effet de la salive et de la mastication, ils vont stimuler notre organe olfactif, par voie rétro-nasale. (DILLENSEGER, 2000).

6.3. Flaveur :

La flaveur est une interprétation psychologique des phénomènes physiologiques qui se déclenchent lors de la dégustation de l'aliment. (DOMINGUEZ LOPEZ, 2002)

6.4. La saveur :

La saveur est définie comme étant la sensation perçue par l'organe gustatif lorsqu'il est stimulé par certaines substances solubles (ISO 5492, 1992). Ces substances sont des molécules chimiques en solution dans la salive. Traditionnellement, on parle de quatre saveurs élémentaires : sucré, salé, acide et amer. Plus récemment, la saveur umami a été ajoutée à ces quatre saveurs : elle correspond à la sensation engendrée par le glutamate de sodium. (PERRIN, 2008)

6.5. La texture:

La texture est l'ensemble des propriétés rhéologiques et de structure d'un produit alimentaire, perceptibles par les mécanorécepteurs, les récepteurs tactiles et, éventuellement, par les récepteurs visuels et auditifs.

La texture est également un critère d'appréciation organoleptique du consommateur pour juger de la qualité et de la fraîcheur des aliments. (BLECKER, 2008)

6.6. Couleur :

La couleur est généralement définie selon trois dimensions. La première dimension de la couleur concerne la teinte : il s'agit de sa « tonalité chromatique » (jaune, rouge ou bleu), de la gamme de coloration. La seconde dimension est la luminosité : elle est relative à sa clarté, qui peut avoir différentes valeurs, allant du noir au blanc pur, en passant par des couleurs intermédiaires (gris), selon la quantité de lumière que la couleur reflète. Enfin, la troisième dimension est la saturation ou chroma : c'est l'intensité de la couleur.

(DIVARD et URIEN, 2001 ; LICHTLE, 2002 ; ROULLET, 2004)

7.Étapes de l'évaluation sensorielle :

7.1. Choix du type d'épreuve :

L'évaluation sensorielle d'un produit permet, soit la mesure de ses caractéristiques sensorielles, soit la mesure du plaisir qu'il procure au consommateur. Ces deux approches

sont souvent complémentaires, mais doivent être soigneusement distingués car les groupes de sujets interrogés sont différents. (AFN 00). On distingue ainsi les essais analytiques (réponses objectives) des essais hédoniques :

7.1.1. L'épreuve analytique :

Une épreuve analytique consiste à mesurer les différences entre les produits. Selon que ces différences sont plus ou moins nettes, cette épreuve débouche, soit sur une étude discriminative, soit sur une étude descriptive. (GUERRA, 2009)

➤ Les épreuves descriptives :

Consistent à mesurer l'intensité de la sensation perçue pour chacun des descripteurs choisis, et d'établir à l'aide de l'ensemble des descripteurs quantifiés, le profil sensoriel du produit. (LEFEBVRE et BASSEREAU, 2003)

Afin de contrôler la qualité sensorielle d'un produit, de vérifier sa conformité avec les objectifs initiaux, d'évaluer l'effet sensoriel de la modification des procédés de production, d'expliquer les préférences des consommateurs, de mesurer et d'interpréter les perceptions de l'Homme, on fait régulièrement appel à des sujets initiés ou entraînés. (LEFEBRE, 2006)

➤ Les épreuves discriminatives :

Visent à détecter la présence ou l'absence de différences sensorielles entre deux produits. La caractéristique sensorielle sur laquelle portent les éventuelles différences n'est généralement pas connue de l'expérimentateur, et jamais des sujets. Toutefois leur emploi est limité car elles permettent uniquement de répondre à la question « ces produits sont-ils perçus comme différents ? ». (Lefebvre, 2006)

7.1.2. Épreuve hédonique :

Un produit alimentaire d'apparence laide n'a aucune chance d'être commercialisé, même si ses qualités gustatives sont exceptionnelles. Les épreuves hédoniques doivent tenir compte de ce fait elles concernent l'étude des préférences et des aversions des consommateurs, des utilisateurs ou des clients. On distingue des épreuves hédoniques de classements et d'évaluations y compris des épreuves de lassitude, d'aversion, d'authenticité et du profil du produit idéal.

➤ épreuves de classement :

Consistent à ranger deux ou plusieurs échantillons de produits selon l'intensité croissante ou décroissante d'une caractéristique sensorielle avec des qualificatifs plus subtils comme le caractère agréable ou non des produits (de moins agréable à plus agréable).

➤ épreuves d'évaluations :

Concernent l'évaluation de l'intensité d'une ou de plusieurs caractéristiques sensorielles pour plusieurs échantillons de produits, sur base des échelles en vue de quantifier des différences, en considérant a priori pour l'analyse statistique chaque caractère indépendamment l'un de l'autre. (CLAUSTRIAUX, 2001)

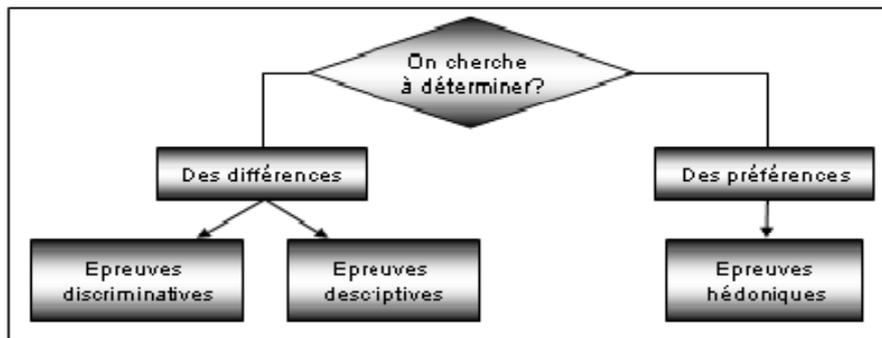


Figure 04 : Choix du type d'épreuves (GUERRA, 2009).

7.2. Constitution d'un groupe :

L'expérimentateur doit constituer son groupe d'évaluateurs en suivant différentes règles qui seront primordiales pour obtenir des résultats concrets et les plus proches de la réalité. Il crée donc son groupe en tenant compte de la disponibilité, de la motivation des personnes ainsi que de l'éventualité qu'ils puissent utiliser le produit de l'évaluation dans leur vie personnelle.

Cette première recherche lui permet de faire un premier tri des sujets, afin de pouvoir commencer à les former à la méthode qu'ils vont devoir suivre, mais aussi afin de les entraîner si nécessaire à l'évaluation qu'ils vont devoir réaliser. (GUERRA, 2009)

7.3. Préparation de l'épreuve :

7.3.1. Descripteurs :

Les sujets expriment leur perception avec leurs propres mots ou avec des mots proposés par l'expérimentateur. Ces mots sont appelés descripteurs puisqu'ils permettent de donner une description précise du produit et de ses caractéristiques. Ils doivent donc répondre à plusieurs critères, comme ceux d'être :

- pertinents, c'est-à-dire appropriés au produit.
- précis, c'est-à-dire ne pas induire d'ambiguïté lors de leur utilisation pour la compréhension du sujet et de l'expérimentateur.
- discriminants, c'est-à-dire être choisis de manière à marquer clairement la différence entre deux produits
- exhaustifs, c'est à dire devant décrire l'ensemble du produit en s'attachant à montrer toutes les différences pouvant exister entre tous les produits.
- Indépendants, c'est-à-dire ne pas se chevaucher par la description de certains éléments du produit.

7.3.2. Échelles :

Chaque descripteur libre ou non peut être lié à une échelle d'intensité permettant de saisir l'importance de la perception du descripteur dans le produit évalué. L'analyse sensorielle définit trois types d'échelle:

- échelle de catégorie : cette échelle est composée de catégories définies par des chiffres, mots ou dessins. Elle se compose donc de valeurs soit sémantiques, soit numériques.

- échelle d'intervalles : cette échelle est une échelle de repérage dont l'origine est arbitraire. De plus, les intervalles représentés sur cette échelle tiennent compte de la distance entre l'intensité perçue pour le descripteur donné. Cette échelle d'intervalle peut être soit structurée, soit non structurée.

- échelle proportionnelle : cette échelle représente le rapport entre deux sensations.

(GUERRA, 2009)

7.4. Présentation des échantillons :

Les échantillons doivent être codés, présentés de façon homogène (température, quantité, récipient) et dans un ordre différent d'un sujet à l'autre et d'une répétition à l'autre pour un même sujet. Au cours d'une même séance, il faut vérifier que chaque échantillon est évalué le même nombre de fois en première position. (RAOUX, 1998)

7.5. Recueil et traitement des données :

Le recueil des résultats peut être effectué de deux façons : sur des fiches papier avec traitement des données grâce à un logiciel de statistique ou à l'aide d'un système informatisé spécialement conçu pour l'analyse sensorielle. Dans ce cas des terminaux individuels situés dans les cabines permettent la saisie des réponses qui sont ensuite traitées par l'ordinateur central.

À l'heure actuelle ces dispositifs sont indispensables, ils facilitent la tâche de l'animateur à tous les niveaux, contribuent à une plus grande motivation des dégustateurs et à une meilleure traçabilité des essais réalisés. (RAOUX, 1998)

1. Mise en place d'un jury de dégustation expert :

Le jury est l'élément majeur de toute épreuve d'analyse sensorielle. Le travail va consister à connaître et à améliorer les performances de groupe à constituer de façon à pouvoir compter sur des individus fiables et discriminants.

Nombreuses méthodes ont été proposées pour la constitution d'un groupe d'évaluation sensorielle par des chercheurs comme GERVAIS et SAUVAGEOT, CROSS et SPENCER. Nous avons fait appel à la méthode de SPENCER qui est une procédure bien précise.

1.1. Matériel de préparation pour la procédure :

Pour cette méthode on a besoin d'une balance, spatule, gobelets, éprouvette, tubes à essais, des cuillères, entonnoir, fiole.

1.2. Matériel humain :

C'est un groupe constitué de différentes catégories d'âge des deux sexes : des enseignants, des techniciens de laboratoire, du personnel de la faculté sont invités à participer à la sélection du groupe.

1.3. Méthode de SPENCER :

1.3.1. Définition :

Développée en vue de former un groupe de généralistes susceptible, après entraînement, d'évaluer diverses denrées alimentaires du point de vue flaveur (complexe olfaction-gustation-sensibilité chimique commune), la procédure de spencer comporte trois étapes de sélection, à l'issue de chaque étape, le sujet est ou n'est pas déclaré bon pour l'étape suivante (SAUVAGEOT, 1991).

1.3.2. Déroulement de la procédure :

La procédure de SPENCER se déroule en 3 phases :

1.3.2.1. Phase de présélection :

Les enseignants, les techniciens et les personnels de la faculté sont informés des tests de sélection pour la mise en place d'un jury expert. Les personnes qui sont intéressées, en bonne santé, disponibles et répondants aux critères de sélection remplissent un questionnaire (cf. Annexe n°1). A l'issue de cette phase, trente sept personnes ont été retenues et invitées pour la sélection proprement dite.

1.3.2.2. Phase de sélection :

La sélection se fait en trois étapes :

- Première étape : essai d'appariement
- Deuxième étape : essai de discrimination

- Troisième étape : essai ayant pour but d'évaluer l'aptitude des sujets à identifier ou décrire une odeur.

- Première étape : reconnaissance des saveurs fondamentales :

Principe :

Cette étape permet de connaître la perception des dégustateurs en ce qui concerne les saveurs fondamentales: le salé, le sucré, l'acide et l'amer. Nous souhaitons en effet savoir si le jury est effectivement capable de détecter par exemple, les saveurs acide ou amère présentes dans certains produits, et s'il ne fait pas de confusion entre ces différentes saveurs. Ces tests nous permettront de repérer les dégustateurs ayant des problèmes sur certains stimuli.

Avant de réaliser le test proprement dit, le juge est invité à goûter et à reconnaître les quatre saveurs fondamentales et il est informé que l'échantillon peut être sucré, salé, amer ou acide. Huit échantillons codés lui sont alors présentés (2 sucrés, 2 salés, 2 acides, 2 amers) dans un ordre aléatoire; il s'agit alors pour chaque personne de remplir un questionnaire (cf. Annexe n°1) en indiquant en face la saveur reconnue le numéro de l'échantillon correspondant. Aucune erreur n'est tolérée.

Mode opératoire :

Pour ce test on a préparé quatre solutions selon la procédure de SPENCER. La quantité nécessaire pour chaque saveur est calculée selon le nombre de personnes participants et dont les concentrations sont les suivantes :

Tableau N°VI: concentration des quatre solutions sapides

solutions	Concentration (g/l)
Solution acide	0.7 g d'acide citrique/l d'eau
Solution amère	0.7 g de caféine/l d'eau
Solution salée	2 g de chlorure de sodium/l d'eau
Solution sucrée	20 g de saccharose/l d'eau

- Deuxième étape : la différenciation des seuils :

Principe :

Cette étape consiste en la détermination de l'acuité sensorielle des dégustateurs. Un jury de dégustation doit être capable d'analyser et de quantifier les caractéristiques des produits, et par conséquent de déceler les différences d'intensité quand elles existent. C'est la raison pour

laquelle des tests de détection des seuils de différenciation ont été mis en place. Quatre échantillons codés (A, B, C, D) sont alors présentés et le sujet est invité à classer par ordre d'intensité sucrée croissante, les quatre solutions de saccharose. Aucune erreur n'est tolérée (cf. Annexe N°1).

Mode opératoire :

Pour ce test on a préparé quatre solutions sucrées de différentes concentrations selon la procédure de SPENCER. La quantité nécessaire est de 1.5 litres pour chaque solution et dont les concentrations sont les suivantes :

Tableau N°VII : concentration des différentes solutions sucrées

Première concentration	75 g de saccharose /l d'eau
deuxième concentration	100 g de saccharose /l d'eau
troisième concentration	125 g de saccharose /l d'eau
quatrième concentration	150 g de saccharose /l d'eau

- Troisième étape : identification des quatorze odeurs

Principe :

Cette dernière étape consiste en l'évaluation du potentiel des sujets à décrire ou à communiquer les informations sur les réponses sensorielles. Le sujet doit flairer quatorze arômes alimentaires, les identifier ou tout au moins les décrire ; ils disposent de onze minutes, soit 45 secondes par arôme. Pour chaque arôme la note reçue est au plus égale à 5 et la limite inférieure pour être invité à participer aux séances d'entraînement est fixée à 40.

Mode opératoire :

Les quatorze arômes alimentaires sont contenus dans des tubes à essais bien fermés et codés de 1 à 14. Le sujet dispose d'un questionnaire (cf. Annexe n°1) et il est invité à flairer et identifier l'odeur qui correspond à chaque numéro.

Tableau N°VIII: Liste des arômes alimentaires utilisés.

Arômes alimentaires	
Chocolat Fraise Citron Miel Caramel Banane Orange	Pistache Noisette Pomme verte Amande amère Amande douce Vanille Eau de fleur d'orangé

Suite aux résultats obtenus, 19 personnes ont été sélectionnées pour faire partie du jury expert.

2. Préparation des six échantillons :

Dans un bécher de 8 litre, rempli d'eau de process et soumis à une agitation nous versons les différents ingrédients (sucre, acide citrique et le concentré citron) pesés selon chaque recette et on ajuste avec de l'eau jusqu'à 9 litres.

Après homogénéisation du mélange, on le verse dans des flacons en verre stérilisée qui sont en suite mis dans l'autoclave à une température de 85°C pendant 5 minutes. Une fois autoclavées, le produit est mis dans des bouteilles en plastique. Elles sont en suite transportées dans des glacières jusqu'au laboratoire de l'université ou elles sont stockées à une température de + 5°C.

3. Analyse sensorielle :

L'analyse sensorielle est un outil précieux qui permet d'identifier et de mesurer les propriétés organoleptiques des produits telles qu'elles sont perçues par nos sens, afin d'acquérir les informations nécessaires à la création de produits satisfaisant les attentes des consommateurs. Plus précisément, des études de marché et de préférences des consommateurs sont essentielles pour le développement de tous nouveaux produits.

Une étude qualitative et quantitative est réalisée à l'aide d'un jury expert pour déterminer et caractériser les propriétés organoleptiques de six formules d'une boisson à base de citron.

3.1. Groupe d'évaluation :

16 dégustateurs experts sont utilisés dont 12 sont parmi les experts sélectionnés cette année et 4 des experts formés suite à une étude réalisée en 2008 à l'université A/Mira de Bejaïa dont le thème est : « mise en place d'un jury de dégustation expert ».

3.2. Formulation de questionnaire :

Le choix des descripteurs pour la mise en place du questionnaire s'est porté sur la couleur, la fraîcheur, l'acidité, la sucrosité, l'arôme, l'amertume, la viscosité d'une boisson à base de citron sur une échelle structuré noté de 1 à 5.

3.3. Préparation de la salle d'évaluation :

Cette analyse est effectuée dans le laboratoire de l'analyse sensorielle de l'université qui est équipé d'une salle d'évaluation avec 11 postes et une salle de préparation qui est attenante à cette dernière. Le laboratoire est bien aéré, et bien éclairé permettant un bon déroulement des différents tests de dégustation.

3.4. Présentation des échantillons :

Six gobelets transparents codés A, B, C, D, E, F contenant 50 ml de chaque échantillon sont présentés dans un ordre qui diffère d'un jury à un autre.

Chaque expert dispose d'un gobelet rempli d'eau, un crachoir, stylo, papier mouchoir, un questionnaire et six échantillons de boisson à base de citron à la même température (+5°C), il est informé de suivre l'ordre de présentation.

Le codage des six échantillons est comme suit :

échantillons	SUCRE (g /l)	Acide citrique (g /l)	Jus de citron (g /l)
A	147	1.5	44.4
B	139	1.48	42
C	135	1.47	44.25
D	135.01	0.98	44.25
E	134.97	0.79	44.2
F	138.99	1.48	41.35 (13%)

3.5. Déroulement de l'épreuve :

La dégustation des six échantillons s'est déroulée le matin de 8 heures 30 minutes à 11 heures 30 minutes et l'après midi de 13 heures à 16 heures 30 minutes.

4. Evaluation hédonique :

Elle consiste à mesurer le plaisir et le déplaisir des consommateurs et connaître leurs préférences par rapport à les six échantillons afin d'obtenir une meilleure formule qui répond mieux aux exigences des consommateurs.

4.1. Les sujets :

160 consommateurs naïfs (enseignants, travailleurs, étudiants et personnes en dehors de l'université) de différents âges sont divisés en trois catégories comme suit :

- Entre 3-11 ans
- Entre 12-19 ans
- Supérieure ou égale à 20 ans

4.2. Formulation du questionnaire :

Nous avons choisi les descripteurs suivants : couleur, fraîcheur, viscosité, acidité, sucrosité, arôme, d'une boisson à base de citron. Les dégustateurs sont invités à cocher leurs préférences à l'aide d'une croix par rapport aux descripteurs ci-dessus, puis donner une note de préférence aux six échantillons sur une échelle de 1 à 9.

5. Traitement des résultats avec XLSTAT :

Grâce à XLSTAT, il est désormais possible d'utiliser les techniques les plus modernes et les plus performantes d'analyse de données, de statistique et de modélisation, sans jamais quitter Microsoft Excel.

XLSTAT est un outil complet d'analyse de données et de statistique dont la particularité est d'être parfaitement intégré à Excel. L'accès aux différents modules est possible grâce à des menus et à des barres d'outils. XLSTAT utilise Microsoft Excel comme une interface de récupération des données et d'affichage des résultats.

Les résultats obtenus sont traités par XLSTAT-MX qui est un module statistique principalement destiné à l'analyse des données des études marketing. Ce logiciel est un complément essentiel pour les utilisateurs de XLSTAT-Pro qui analysent des données sensorielles.

Les fonctionnalités offertes par XLSTAT-MX 2012 sont : plan d'expérience, analyse en composantes principales(ACP), analyse procrustéenne généralisée(GPA), cartographie des préférences (PREFMAP), caractérisation de produit, analyses de pénalités, graphique sémantique différentiel (**addinsoft ,1995-2012 et xlstat version, 2012.3.03**).

1. Résultats et discussions de l'analyse sensorielle :

1-1-Test du plan d'expérience avec XL Stat-MX (cf. Annexe n°3):

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 :

Tableau N°IX : Evaluation du plan :

A-Efficacité	1,000
D-Efficacité	1,000

Tableau N°X : MDS/MDR :

	obtenu	optimal
MDR	0,444	0,444
MDS	0,444	0,444

b/Discussion :

D'après les résultats un plan optimal a été trouvé donc notre plan pour l'évaluation des six produits est idéal et peut être utilisé pour une étude statistique et avoir des résultats fiables.

1-2- caractérisation des produits (cf. Annexe n°3):

Cet outil est utilisé 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 (**HUSSON et PAGES, 2009**).

➤ **Pouvoir discriminant par descripteur :**

a/Résultats :

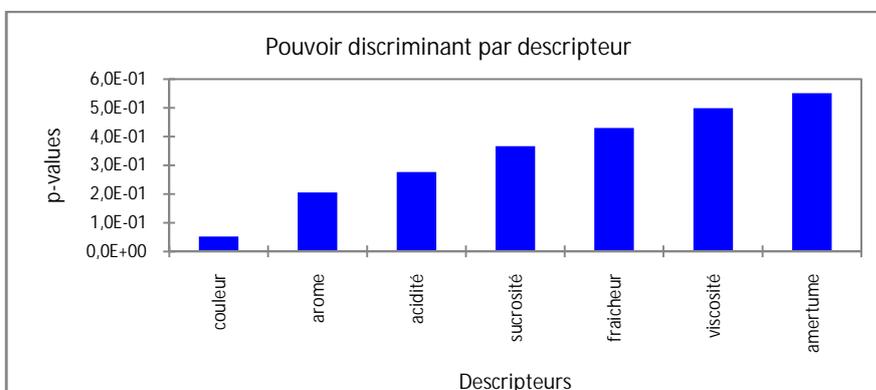


Figure N°06: Pouvoir discriminant par descripteur.

b/Discussion :

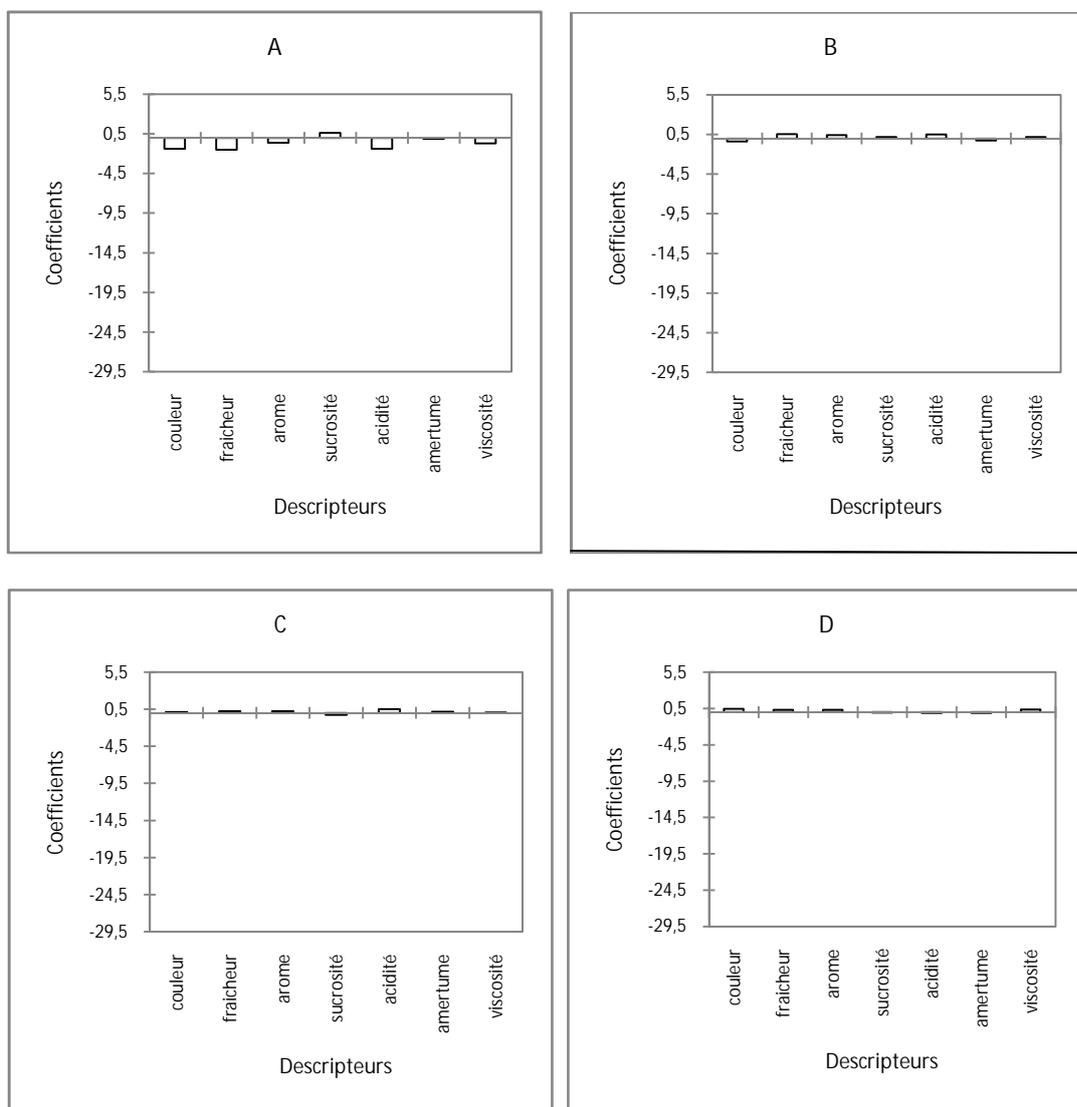
Les résultats révèlent que le pouvoir discriminant par descripteur est dominant pour l’amertume, la viscosité, suivi par la fraîcheur et la sucrosité ; il est moyen pour l’acidité et l’arôme et faible pour la couleur.

➤ **Coefficients des modèles :**

Ils rassemblent l’ensemble des sorties importantes des analyses de la variance effectuées.

a/Résultats :

Les résultats sont présentés dans la figure ci-dessous :



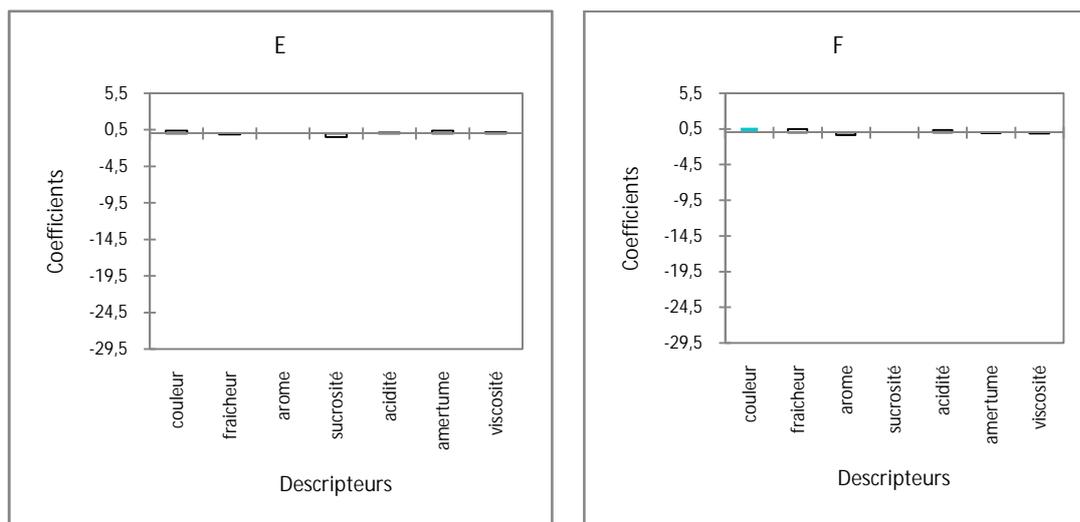


Figure N°07 : Coefficients des modèles de l'ensemble des échantillons.

Tableau N°XI : Moyennes ajustées par produit :

	acidité	fraîcheur	viscosité	couleur	arôme	amertume	sucrosité
C	2,771	1,333	1,615	2,563	2,813	3,167	1,854
E	2,396	0,958	1,740	2,813	2,563	3,354	1,604
F	2,646	1,583	1,427	3,250	2,188	2,917	2,104
D	2,146	1,396	1,927	2,875	2,875	2,854	2,042
B	2,771	1,646	1,740	2,063	3,000	2,729	2,292
A	0,896	-0,417	0,865	1,063	1,938	2,854	2,729

b/Discussion :

L'apparition de la couleur bleu indique un effet significativement positif de la couleur sur le produit F, et l'absence de la couleur rouge indique qu'il n'y a pas un effet significativement négatif des descripteurs sur les produits. On peut donc dire qu'il n'ya pas d'effet descripteurs sur les produits sauf pour le produit F.

1-3- Graphiques sémantiques différentiels (cf. Annexe n°3):

Cette méthode est utilisée pour visualiser les notes attribuées par des juges à des objets pour différents critères (JUDD et SMITH et KIDDER, 1991).

Les résultats des six échantillons sont présentés dans les figures ci-dessous :

❖ **Echantillon A :**

a/Résultat :

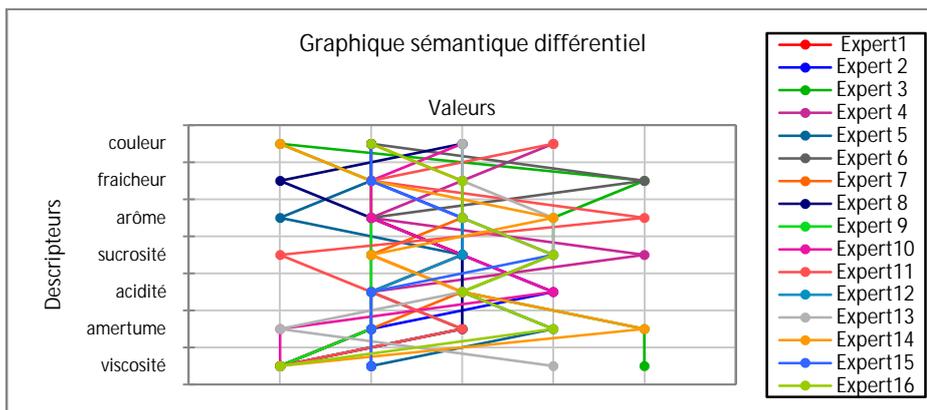


Figure N°08: graphique sémantique différentiel.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 12 et 15 qui ont des opinions rapprochées.

❖ **Echantillon B :**

a/Résultat :

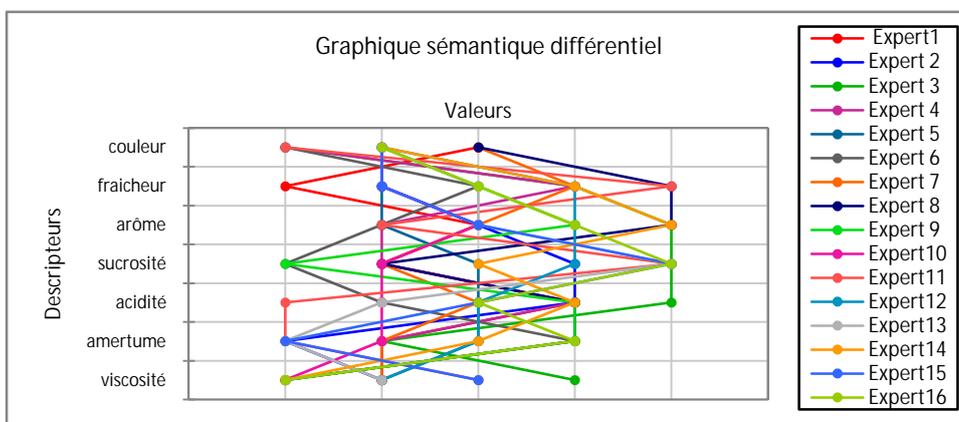


Figure N°09: graphique sémantique différentiel.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 2 et 15 qui ont des opinions rapprochées.

❖ **Echantillon C :**

a/Résultat :

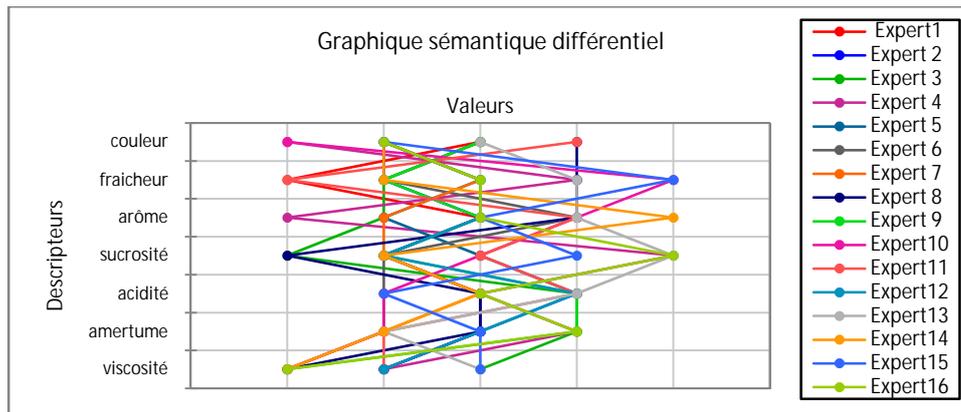


Figure N°10: graphique sémantique différentiel.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 12 et 5 qui ont des opinions rapprochées.

❖ **Echantillon D :**

a/Résultat :

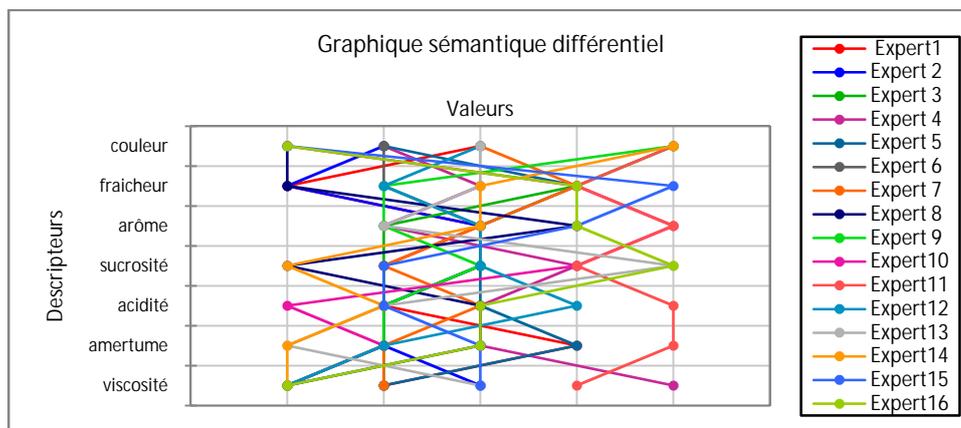


Figure N°11: graphique sémantique différentiel.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 6 et 9 qui ont des opinions rapprochées.

❖ **Echantillon E :**
a/Résultat :

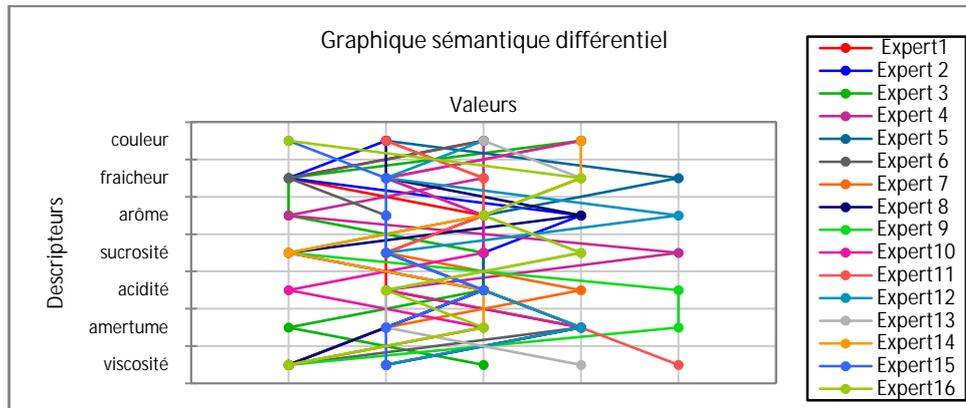


Figure N°12: graphique sémantique différentiel.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 2 et 8 qui ont des opinions rapprochées.

❖ **Echantillon F :**
a/Résultat :

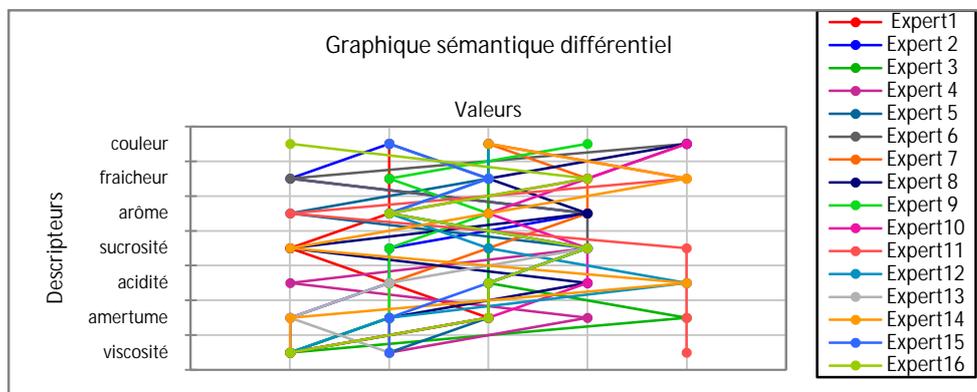


Figure N°13: graphique sémantique différentiel.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 15 et 16 qui ont des opinions rapprochées.

1-4-Test de l'analyse Procrustéenne généralisée (cf. Annexe n°3) :

L'analyse procrustéenne généralisée est souvent utilisée en analyse sensorielle en préalable à une cartographie des préférences (Preference mapping) par exemple pour réduire les effets d'échelles et pour aboutir à une configuration consensuelle (MASSART et al., 2002)

Les résultats sont présentés dans les figures suivantes :

❖ **résidus par objet :**

a/Résultat :

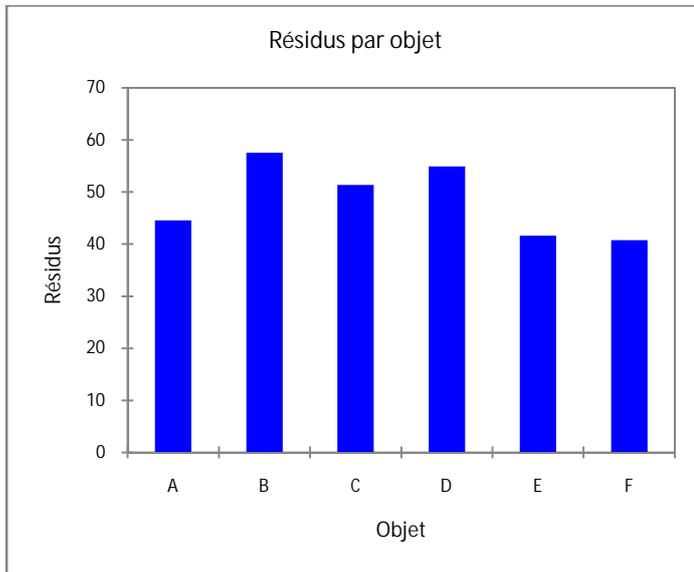


Figure N°14 : résidus par objet.

b/Discussion:

Ce graphique représente les résidus par objet après les transformations de l'Analyse Procrustéenne généralisée. On peut voir que le résidu le plus faible est obtenu pour le produit F. Cela indique que le produit fait l'objet d'un consensus au niveau du jury.

❖ **Résidus par configuration :**

a/Résultat :

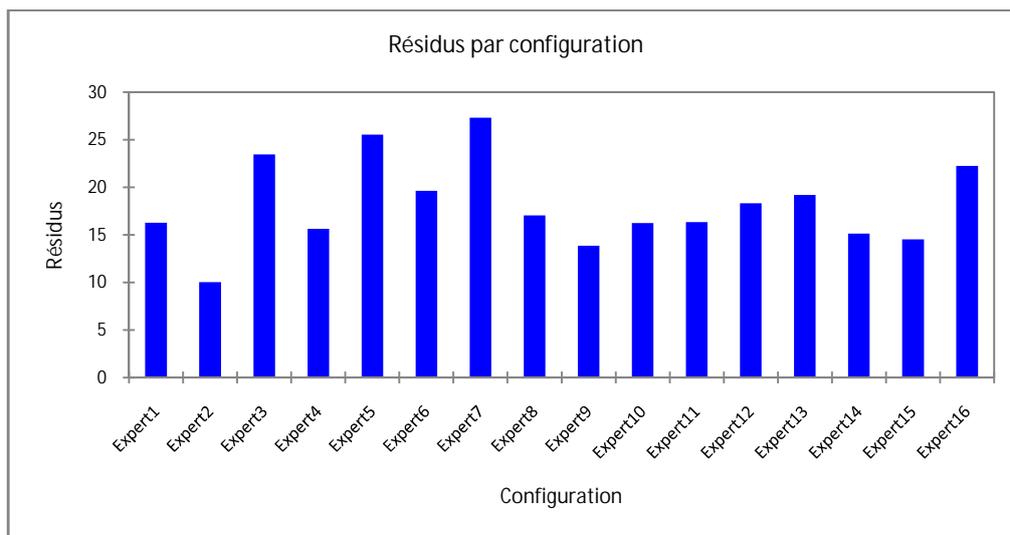


Figure N°15 : Résidus par configuration

b/Discussion:

Ce graphique représente les résidus par configuration après les transformations de l'Analyse Procrustéenne Généralisée. On peut voir que le résidu le plus important correspond à l'expert n°7, ce qui indique que cet expert est le plus éloigné du consensus, autrement dit que les notes qu'il a données sont sensiblement différentes de celles des autres experts.

1-5-Test d'analyse des pénalités (cf. Annexe n°3):

L'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 (POPPER et al., 2004).

a/Résultats :

Les résultats sont présentés dans les figures ci-dessous :

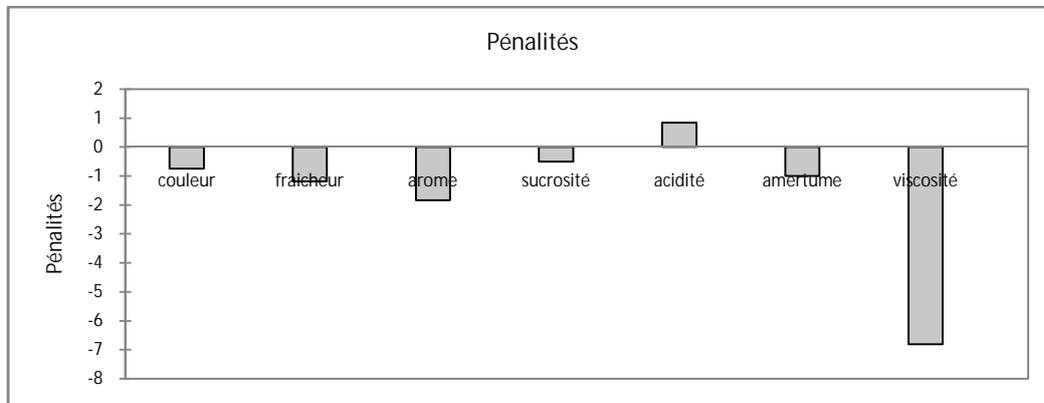


Figure N°16: Pénalités de l'échantillon A

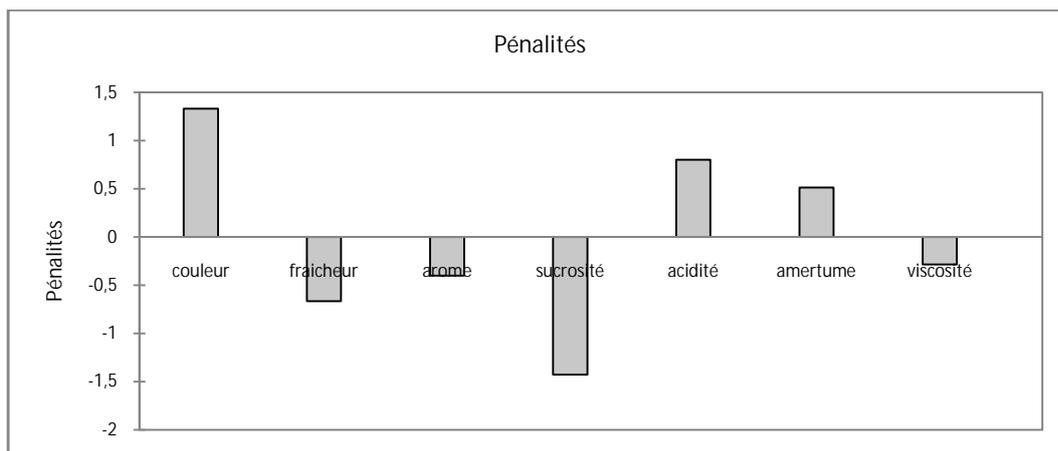


Figure N°17: Pénalités de l'échantillon B

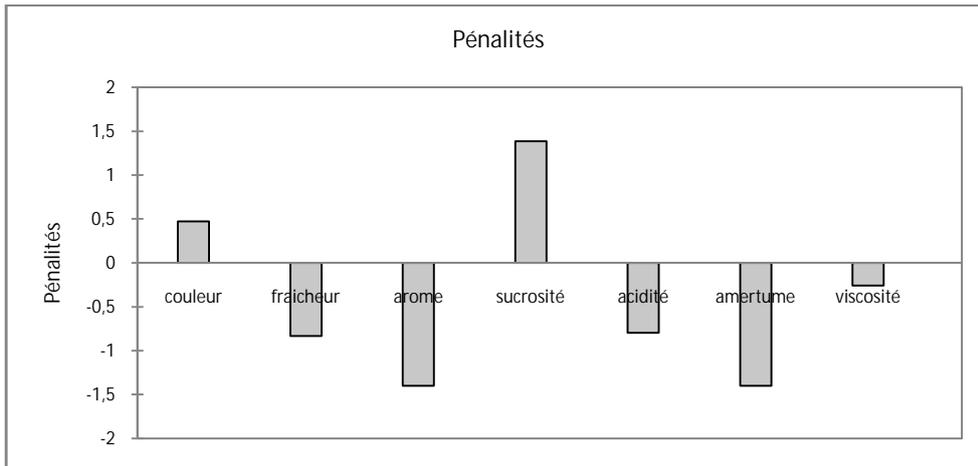


Figure N°18 : Pénalités de l'échantillon C

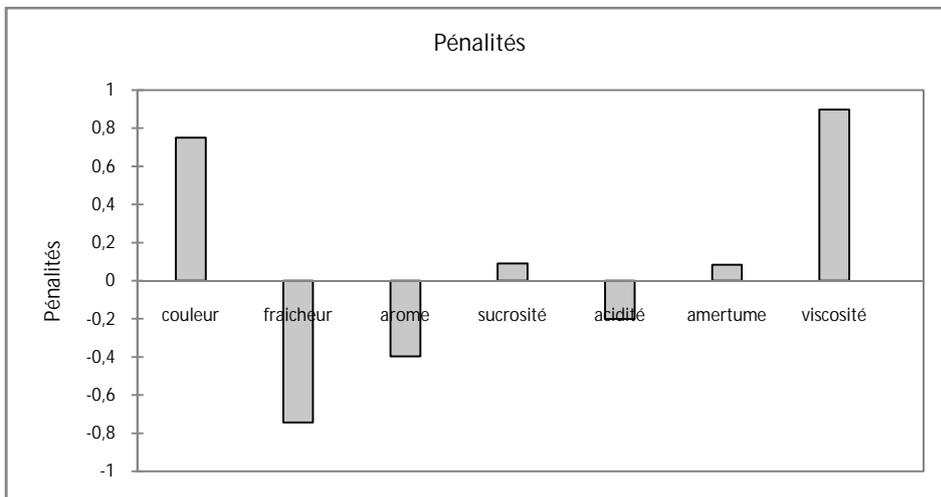


Figure N°19 : Pénalités de l'échantillon D

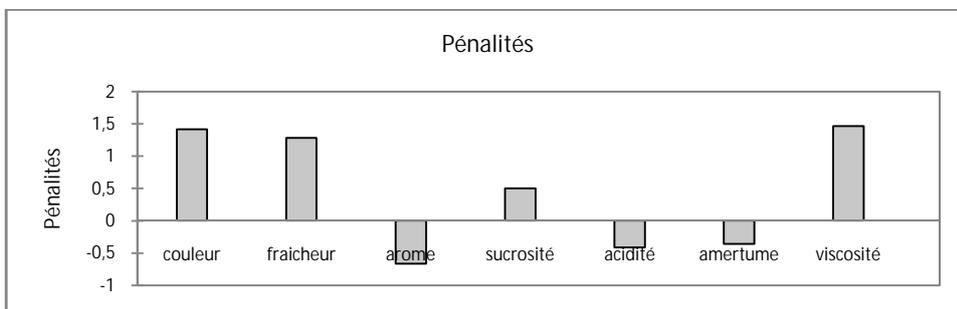


Figure N°20 : Pénalités de l'échantillon E

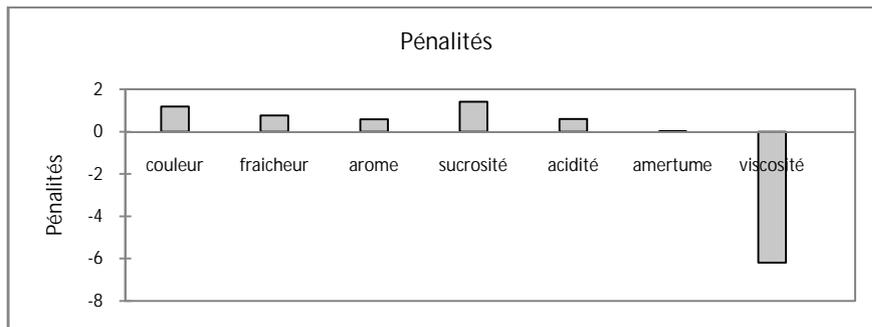


Figure N°21 : Pénalités de l'échantillon F

b/Discussion :

L'apparition des barres en gris indique que l'effectif de groupe est inférieur au seuil choisi (5%), donc nous ne pouvons pas nous prononcer sur un éventuel axe d'amélioration des produits.

2. Résultats et discussions de l'analyse hédonique :

2.1. Test du plan d'expérience avec XL Stat-MX (cf. Annexe n°3):

a/Résultats :

Tableau N°XII : Evaluation du plan :

A-Efficacité	1,000
D-Efficacité	1,000

Tableau N°XIII : MDS/MDR :

	obtenu	optimal
MDR	0,444	0,444
MDS	0,444	0,444

b/Discussion :

Aux vus des résultats obtenus, un plan optimal a été trouvé. Ce plan est idéal pour l'évaluation des six échantillons et peut être utilisé pour une étude statistique en vue d'acquérir des résultats fiables.

2.2. Graphiques sémantiques différentiels (cf. Annexe n°3) :

2.2.1/Catégorie de 3-11ans :

➤ **Graphique sémantique différentiel des femmes :**

a/Résultat :

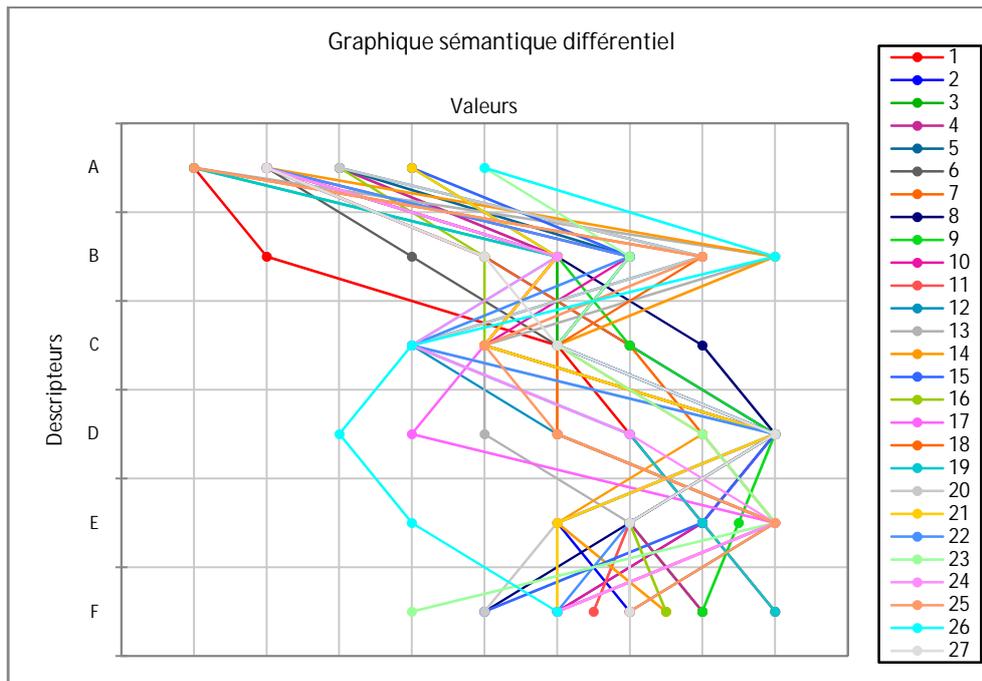


Figure N°22 : graphique sémantique différentiel des femmes de 3-11ans.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 16 et 27 qui ont des opinions rapprochées.

- **Grphe sémantique différentiel des hommes :**
- a/Résultat :**

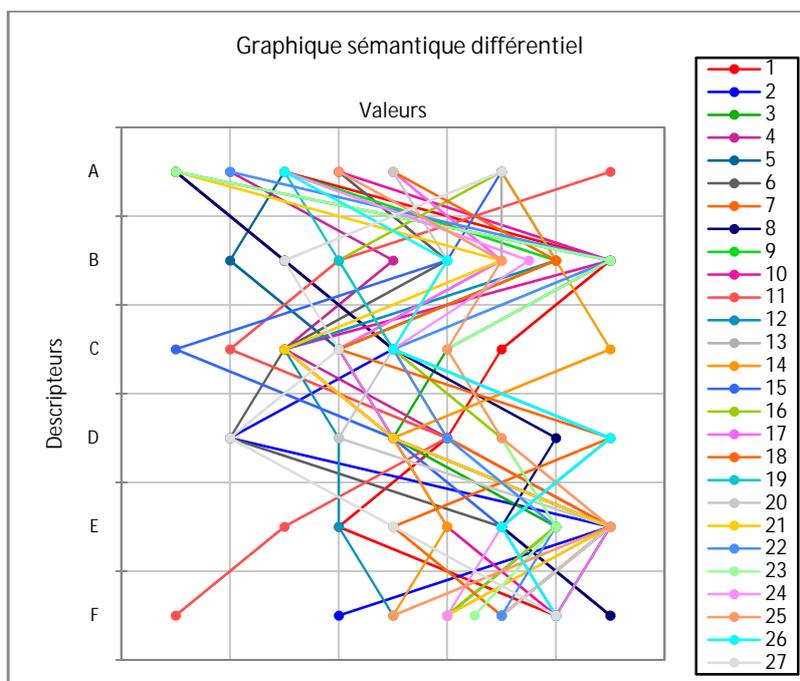


Figure N°23 : graphique sémantique différentiel des hommes de 3-11ans.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 8 et 26 qui ont des opinions rapprochées.

2.2.2/ Catégorie de 12-19ans :

➤ **Graphe sémantique différentiel des femmes :**

a/Résultat :

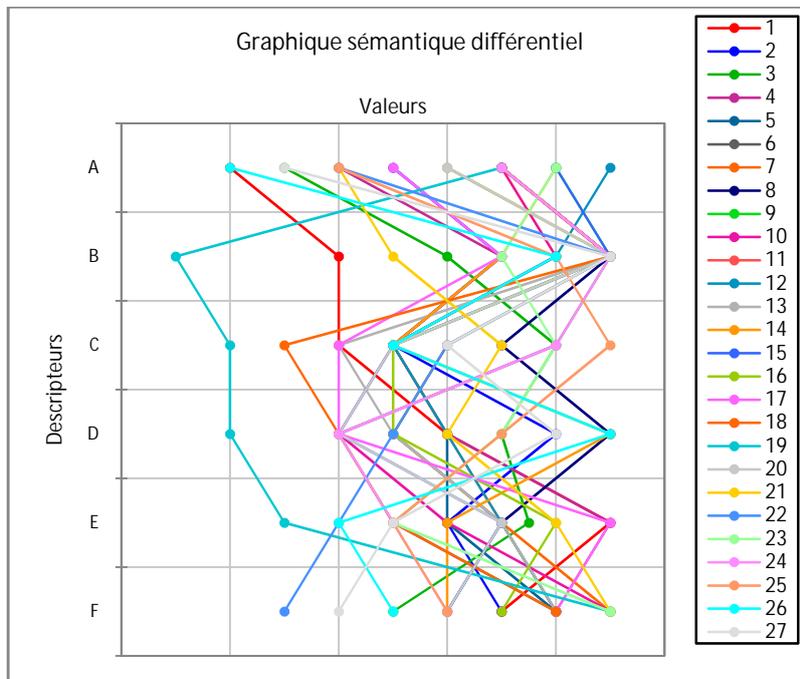


Figure N°24 : graphique sémantique différentiel des femmes de 12-19ans.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les consommatrices donnent des notes assez variables, à l'exception des consommatrices 3 et 21 qui ont des opinions rapprochées.

➤ **Graphe sémantique différentiel des hommes :**

a/Résultat :

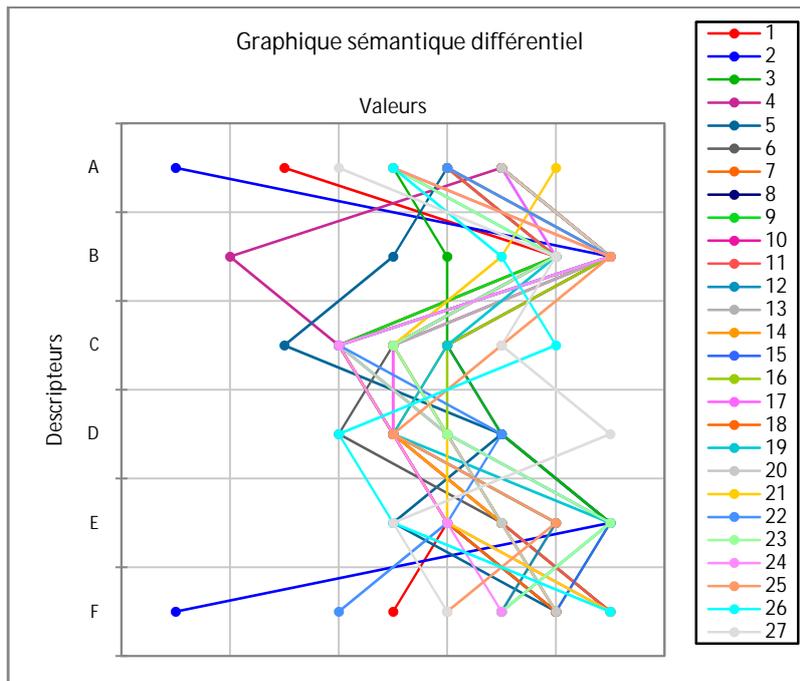


Figure N°25 : graphique sémantique différentiel des hommes de 12-19ans.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 21 et 24 qui ont des opinions rapprochées.

2.2.3/ Catégorie plus de 20ans :

➤ **Grphe sémantique différentiel des femmes :**
a/Résultat :

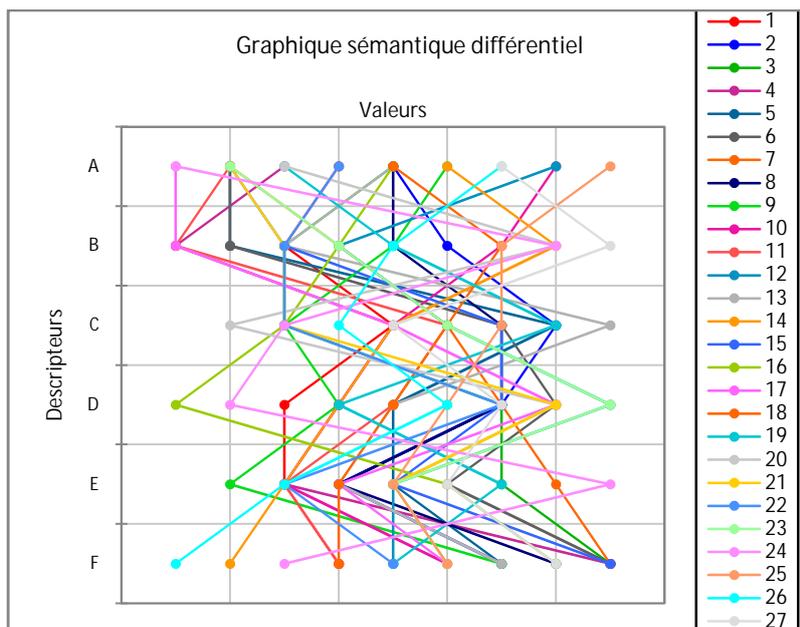


Figure N°26 : graphique sémantique différentiel des femmes plus de 20ans.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 24 et 25 qui ont des opinions rapprochées.

- **Graphique sémantique différentiel des hommes :**
a/Résultat :

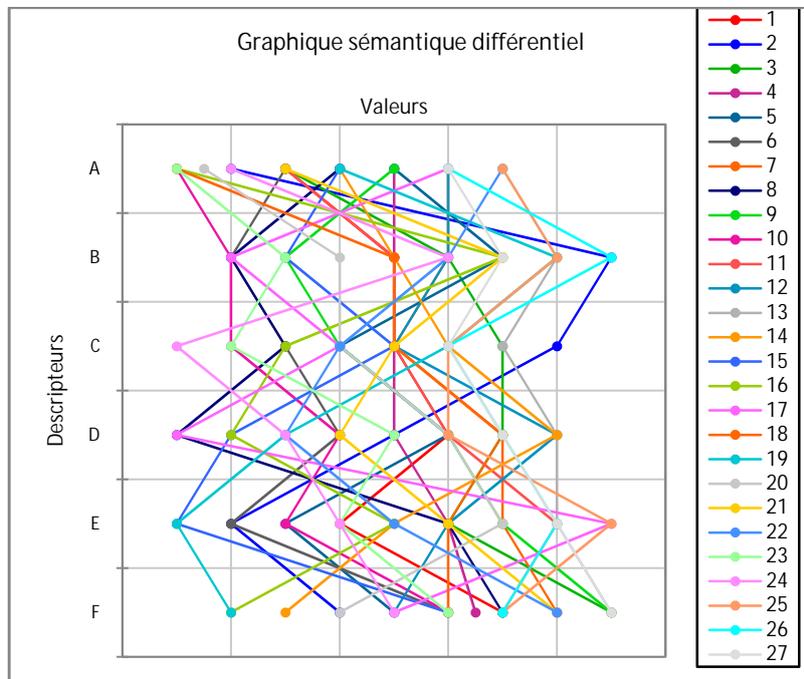


Figure N°27 : graphique sémantique différentiel des hommes de plus de 20ans.

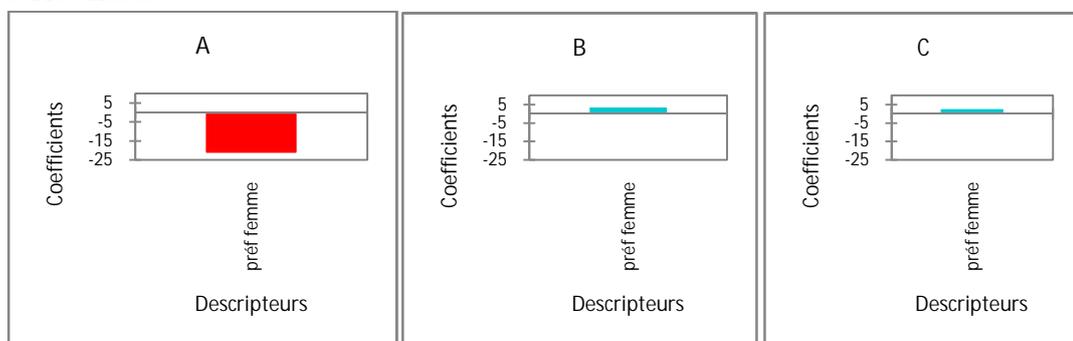
b/Discussion :

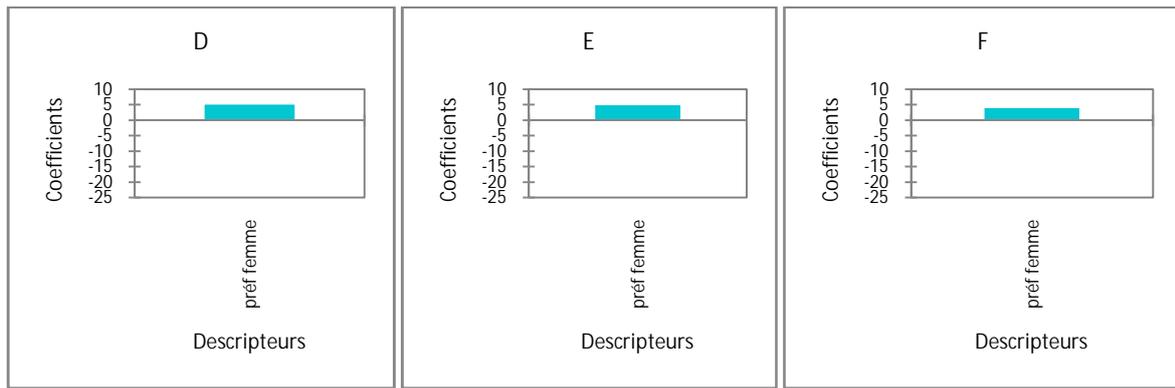
Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 4 et 27 qui ont des opinions rapprochées.

2.3. Caractérisation des produits (cf. Annexe n°3) :

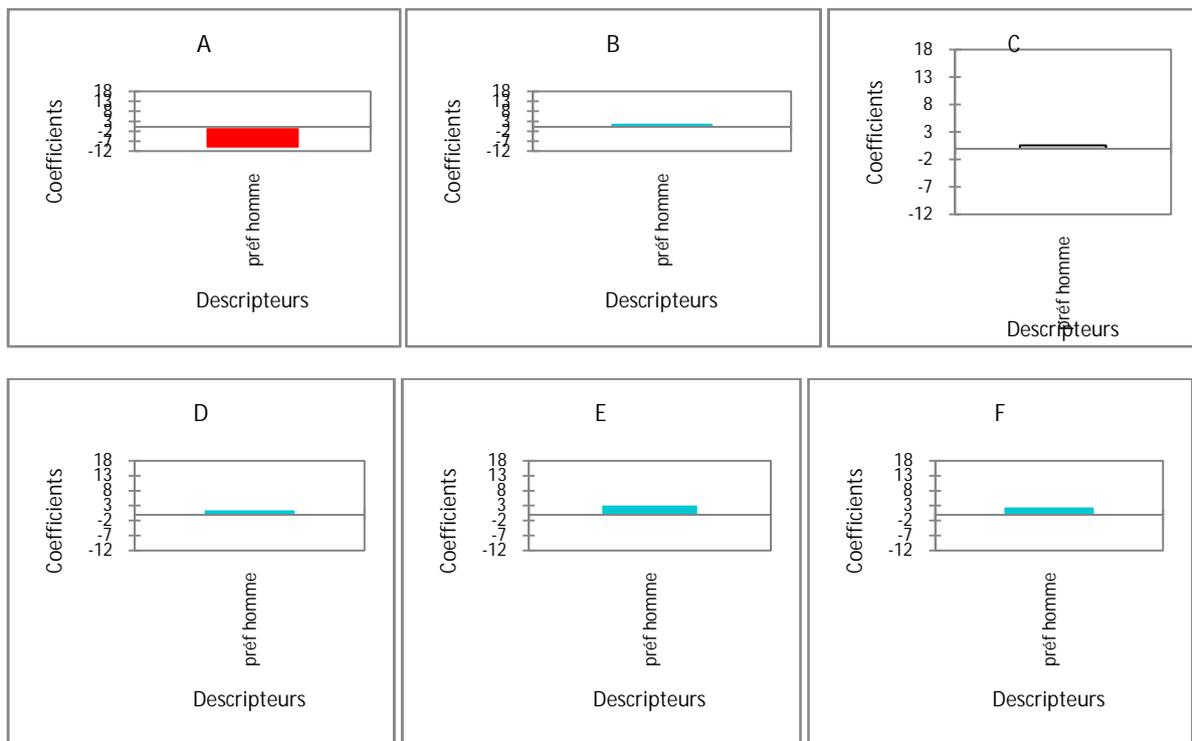
2.3.1/Catégorie de 3-11ans :

- **Coefficients des modèles :**
a/Résultats :





Figures N°28: Coefficients des modèles des six échantillons des femmes



Figures N°29: Coefficients des modèles des six échantillons des hommes.

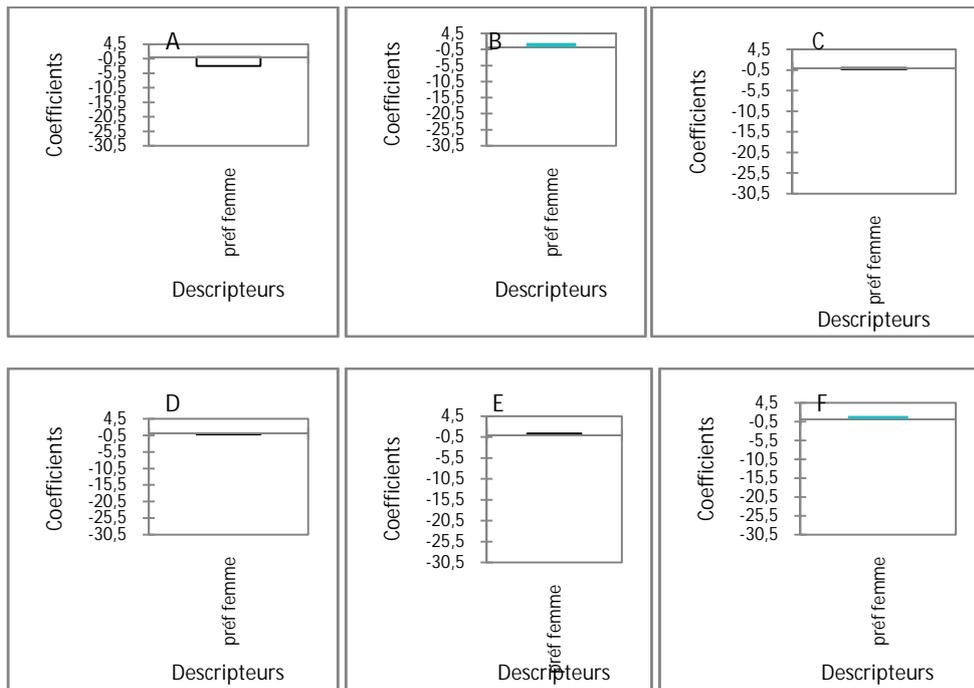
-Discussion:

L'analyse des graphes nous permet de conclure que les femmes ont préféré les échantillons B, C, D, E et F et les hommes les échantillons B, D, E et F. Pour l'échantillon A il a été pénalisé aussi bien par les femmes que par les hommes.

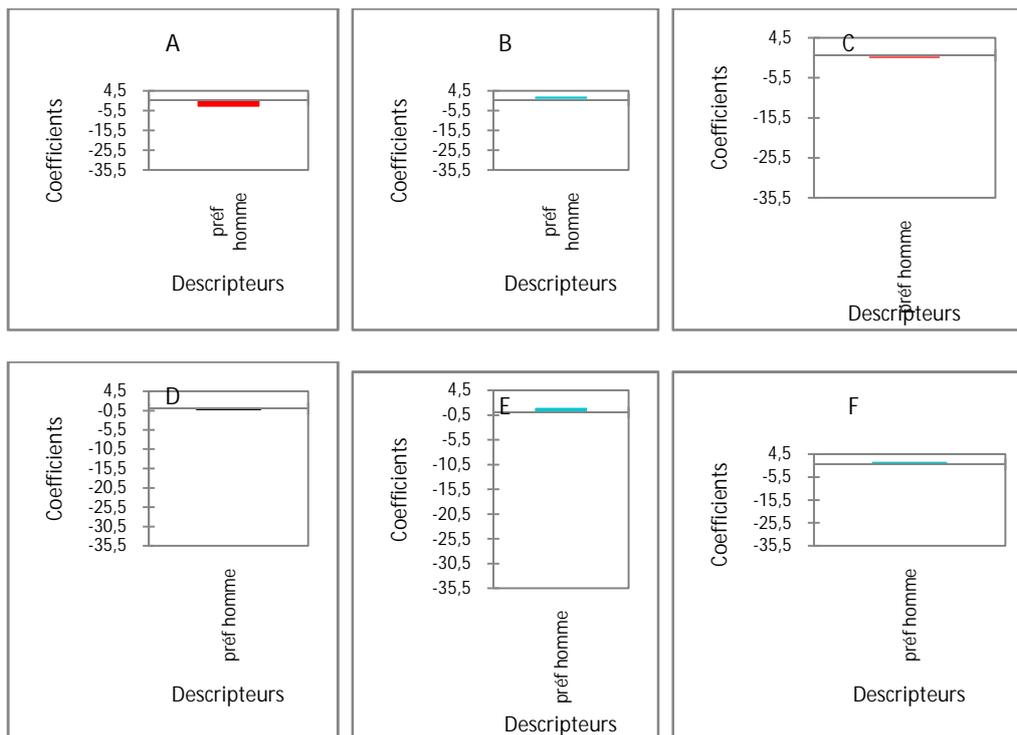
2.3.2/Catégorie de 12-19ans :

➤ **Coefficients des modèles**

a/Résultats :



Figures N°30: Coefficients des modèles des six échantillons des femmes.



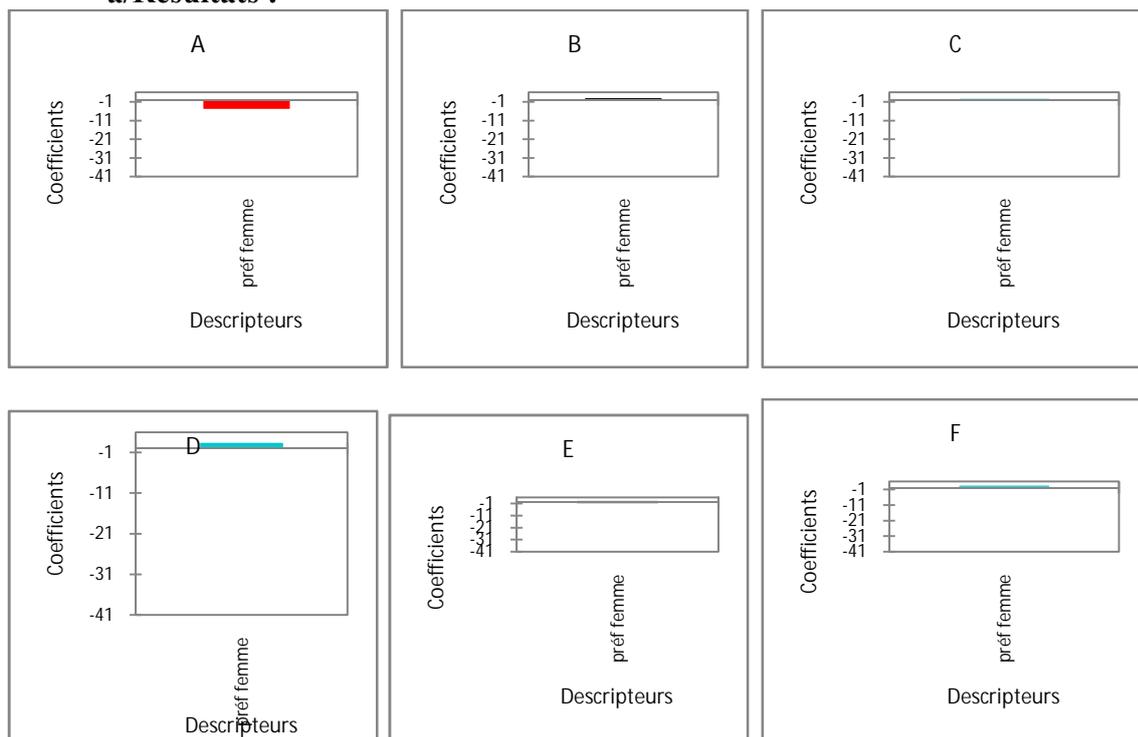
Figures N°31 : Coefficients des modèles des six échantillons des hommes.

b/Discussion :

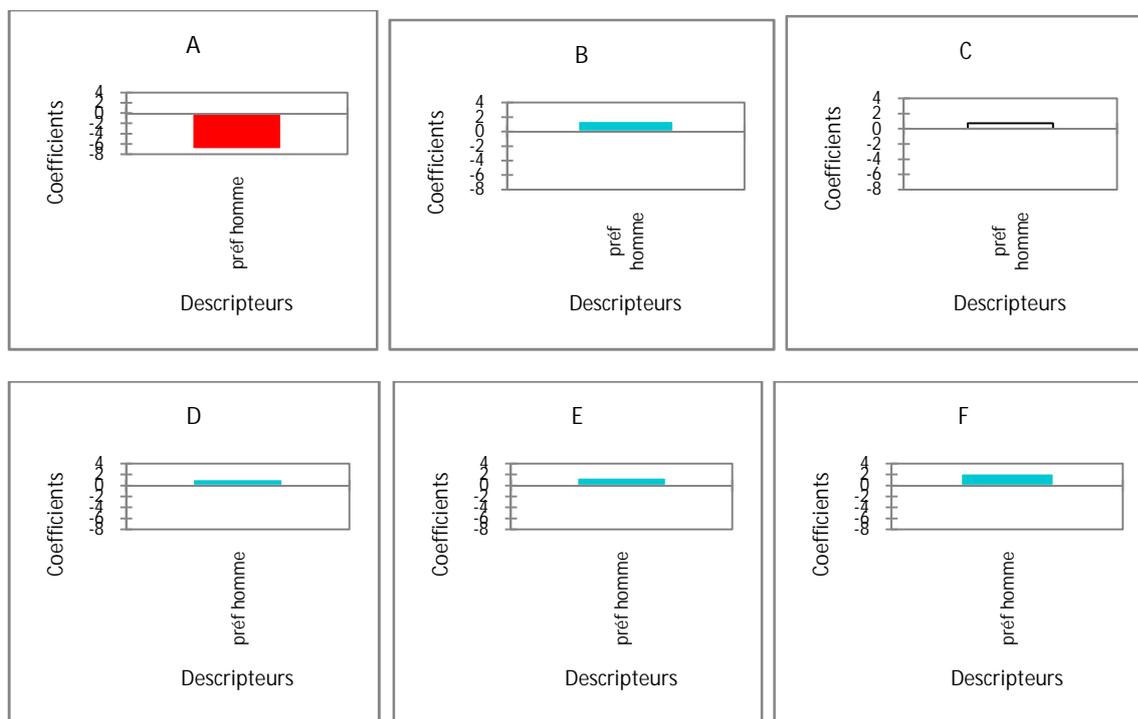
Les graphiques précédents montrent que les deux produits Fet B sont appréciés par les deux sexes. De plus les hommes ont préférés le produit E et ont pénalisés les produits A, C.

2.3.3/Catégorie plus de 20ans :

➤ Coefficients des modèles
a/Résultats :



Figures N°32: Coefficients des modèles des six échantillons des femmes.



Figures N°33 : Coefficients des modèles des six échantillons des hommes.

b/Discussion :

Les graphiques des figures N°32 et N°33 montrent que les produits F, D, C sont faiblement préférés par les femmes alors que les hommes ont préféré les produits F, B, E et D, contrairement à l'échantillon A qui a été pénalisé par les deux sexes.

2.4. Test de l'analyse Procrustéenne généralisée (cf. Annexe n°3) :

2.4.1/ Catégorie de 3-11ans :

Les résultats sont présentés dans les figures ci-dessous :

➤ **Résidus par objet :**

a/Résultats :

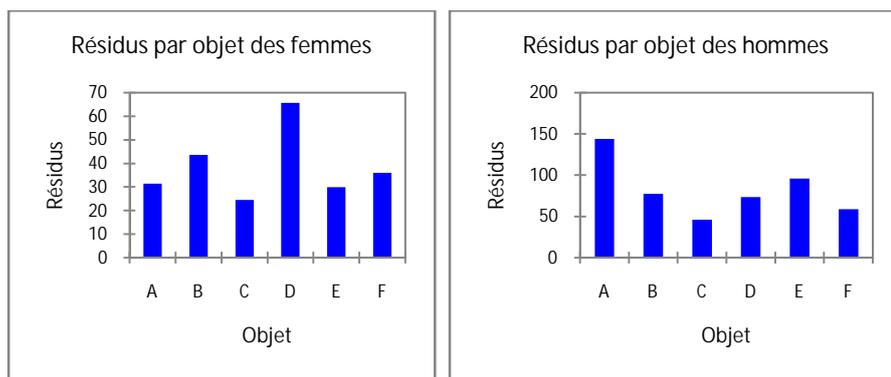


Figure N°34 : résidus par objet pour les femmes et les hommes.

b/Discussion:

Ces deux graphes représentent les résidus par objet après les transformations de l'Analyse Procrustéenne généralisée. Le résidu le plus faible est obtenu pour le produit C aussi bien chez les hommes que chez les femmes de la catégorie de 3-11 ans. Cela indique que le produit C fait l'objet d'un consensus.

➤ **Résidus par configuration :**

a/Résultats :

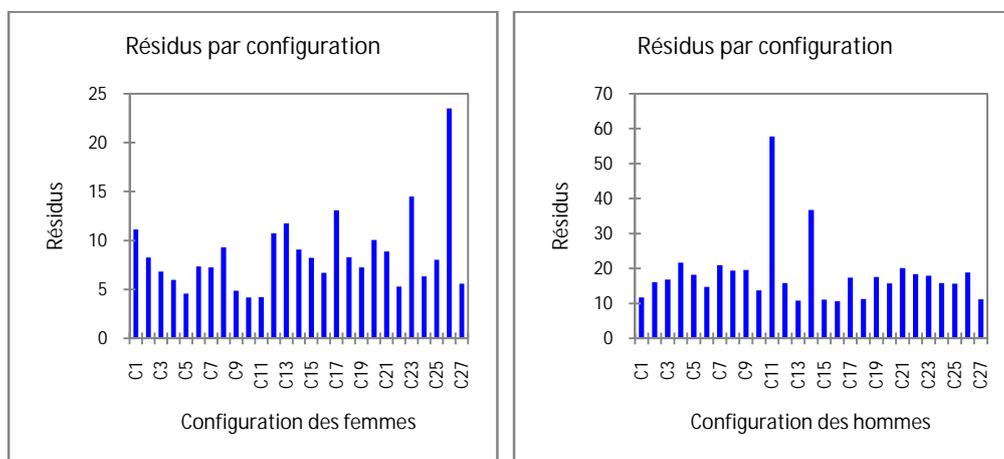


Figure N°35: Résidus par configuration des femmes et des hommes.

b/Discussion :

Le résidu le plus important pour les femmes correspond aux consommateurs n°26, et pour les hommes au consommateur n° 11. Ces résultats indiquent que ces consommateurs sont les plus éloignés du consensus, autrement dit que les notes qu'ils ont données sont sensiblement différentes de celles des autres sujets.

2.4.2/ Catégorie de 12-19ans :

Les résultats sont présentés dans les figures ci-dessous :

➤ **Résidus par objet :**

a/Résultats :

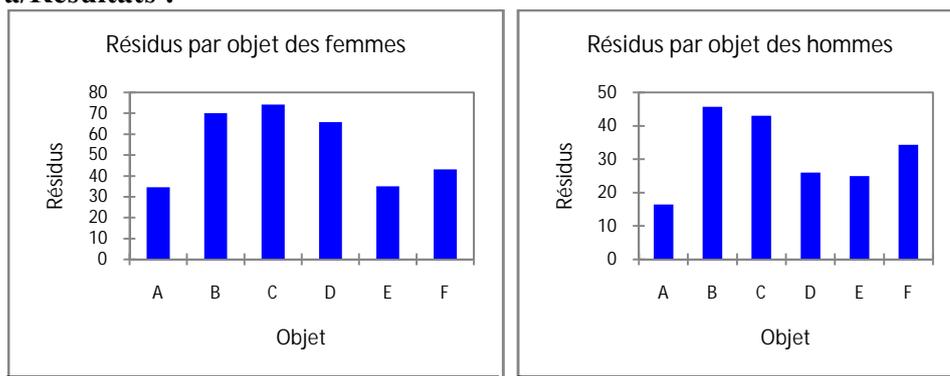


Figure N°36: résidus par objet pour les hommes et les femmes.

b/Discussion :

Le résidu le plus faible obtenu pour le produit A chez les hommes et les femmes de 12 à 19ans. Cela indique que le produit A fait l'objet d'un consensus.

➤ **Résidus par configuration :**

a /Résultats :

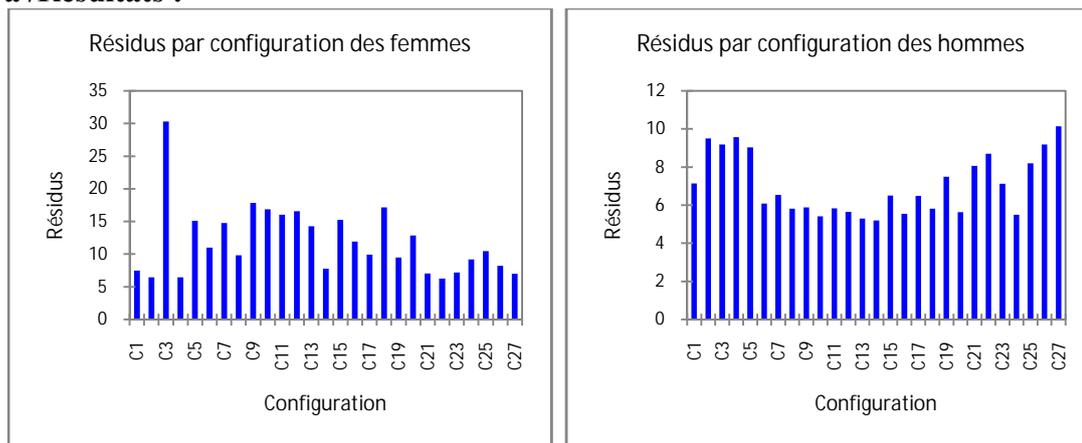


Figure N°37: Résidus par configuration des femmes et des hommes.

b/Discussion :

Ce graphique représente les résidus par configuration après les transformations de l'Analyse Procrustéenne Généralisée. Le résidu le plus important pour les femmes correspond au consommateur n°3, et pour les hommes le consommateur n°27 ce qui indique que ces derniers sont les plus éloignés du consensus, autrement dit que les notes qu'ils ont données sont sensiblement différentes de celles des autres sujets.

2.4.3/ Catégorie plus de 20 ans :

➤ **Résidus par objet :**

Les résultats sont présentés dans les figures ci-dessous :

a/Résultats :

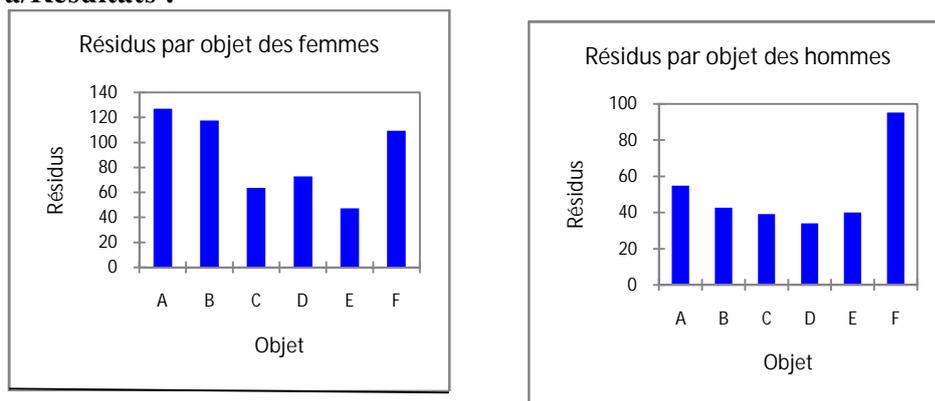


Figure N°38: résidus par objet pour les hommes et les femmes.

b/Discussion:

Ces deux graphes représentent les résidus par objet après les transformations de l'Analyse Procrustéenne généralisée. Nous constatons que le résidu le plus faible est obtenu pour produit E chez les femmes, et le produit D chez les hommes de plus de 20 ans. Cela indique que le produit E fait l'objet d'un consensus pour les femmes et le produit D pour les hommes.

➤ **Résidus par configuration :**

Les résultats sont présentés dans la figure ci-dessous :

a/Résultats :

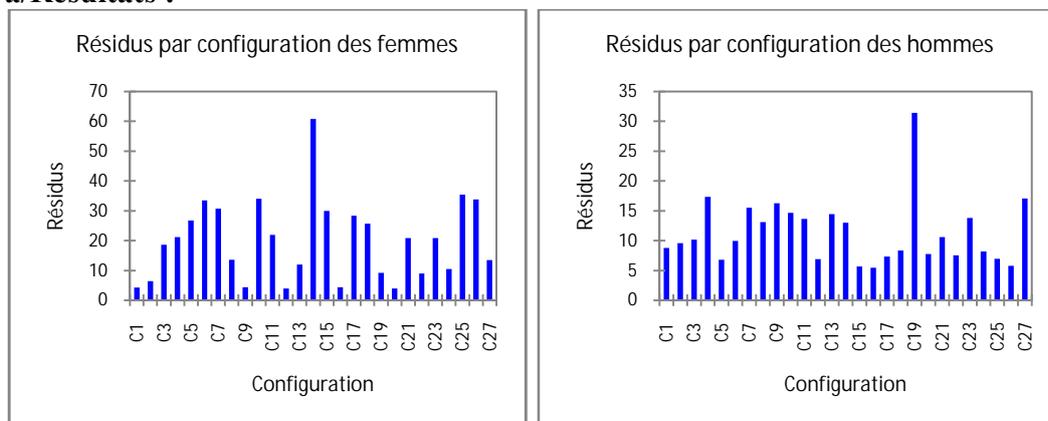


Figure N°39: Résidus par configuration des femmes et des hommes.

b/Discussion :

Ces deux graphes représentent les résidus par configuration après les transformations de l'Analyse Procrustéenne Généralisée. Le résidu le plus important pour les femmes correspond aux consommateurs n°14, et pour les hommes les consommateurs n°19, ce qui indique que ces derniers sont les plus éloignés du consensus, autrement dit que les notes qu'ils ont données sont sensiblement différentes de celles des autres sujets.

2.5. La cartographie de préférence (PREFMAP) (cf. Annexe n°3) :

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 (SCHLICH et MCEWAN, 1992).

a/Résultats :

Tableau N°XIV: Pourcentage de juges satisfaits pour chaque objet :

Objet	%
A	33%
B	67%
C	33%
D	33%
E	67%
F	67%

Tableau N°XV : Objets classés par ordre croissant de préférence :

classe1	classe2	classe3
F	E	D
A	D	B
C	A	C
E	C	E
B	B	A
D	F	F

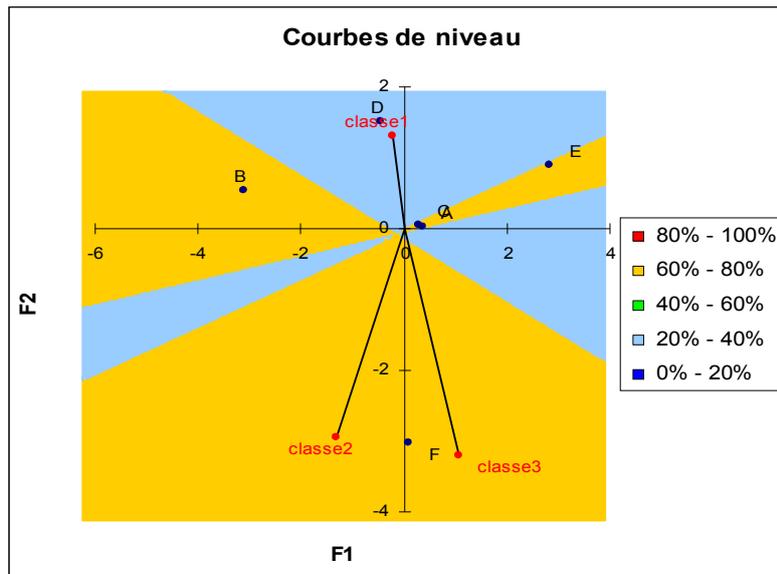


Figure N°40: carte sensorielle

b/ Discussion :

Le produit F caractérisée par sa teneur de 13% de concentré de jus de citron est préféré par la classe2 et la classe3, excepté du classe1 qui a préféré le produit D. L'équipe marketing pourra tenir compte de ces divers éléments pour orienter la mise au point de nouveaux produits.

Conclusion :

Notre travail avait pour but la caractérisation sensorielles et hédonique d'une boisson à base de concentré de jus de citron différemment formulées, produite au niveau de Tchén-Lait /Candia de Bejaia.

A l'issue de notre étude, nous avons abouti aux conclusions suivantes :

- ✓ Les résultats de l'analyse sensorielle effectuée par un panel de dégustateurs experts, ont révélé qu'ils ont tous apprécié les six échantillons par rapport à leur amertume, viscosité et fraîcheur, contrairement à leur couleur .D'autres résultats montrent que l'échantillon F est le plus apprécié par sa couleur.
- ✓ Les résultats de l'analyse hédonique effectuée avec des sujets naïfs nous ont permis de faire les remarques suivantes :
 - Pour la catégorie de moins de 3 à 11 ans, les femmes ont préféré respectivement les produits D, E, F, B et C. Les hommes ont préféré les produits E, F, B et D.
 - Pour la catégorie de 12 à 19 ans, les femmes ont préféré le produit B et F. Les hommes ont préféré respectivement les produits B, F et E.
 - Pour la catégorie de plus de 20 ans, les femmes ont préféré les produits F, D et C. Les hommes ont préféré les produits F, B, E, et D respectivement.

D'après ces résultats, nous pouvons dire que :

- Le produit D pourrait être destiné aux femmes et hommes de 3 à 11 ans
- Le produit B pourrait être recommandé aux femmes et hommes de 12 à 19 ans.
- L'échantillon F serait plus adapté aux hommes et aux femmes de plus de 20 ans.

L'étude de la carte sensorielle des préférences des trois catégories nous a révélé que la majorité des consommateurs ont apprécié le produit F. Aussi nous le recommandons pour une éventuelle commercialisation.

Références bibliographiques

-A-

ADRIAN J. et FRANGNE R. 1986. La science alimentaire de A à Z. Ed. Lavoisier, p293.

AOUFI L. (2009).l'étiquetage et traçabilité des denrées alimentaire. Thèse en science alimentaire et nutrition. Université Mentouri – Constantine.104p.

-B-

BAE JM, Lee EJ, GUYATT G. (2009). Citrus fruit intake and pancreatic cancer risk: a quantitative systematic review.38:168-74.

BATTINELLI L. et MENGONI F. et al. (2003). Effect of limonin and nomilin on HIV-1 replication on infected human mononuclear cells. Planta Med. 69:910-913.

BENAVENTE-GARCIA O et CASTILLO J. (2008).Update on uses and properties of citrus flavonoids: new findings in anticancer, cardiovascular, and anti-inflammatory activity. J.Agric.Food.Chem.56:6185-205.

BLECKER C. (2008) .Approche sensorielle de la texture des aliments – Unité de Technologie des Industries Agro-alimentaires (UTIAA) –FUSAGx Belgique. p3

BOISSEAU N. (2005). Nutrition et bioénergétique du sportif : bases fondamentales, éd. Masson, Paris, p.55-60.

BOURGEOIS C. (2003). Les vitamines dans les industries agroalimentaires, chap. structure chimique et propriétés physicochimique, Paris, p.22-23.

BOUTROLLE I. (2007). Mesure de l'appréciation des aliments par les consommateurs : Etat des pratiques et propositions méthodologique. Thèse de Doctorat Discipline science alimentaire, Agro Paris Tech (centre de Massy).p311.

BOUDRA, A. (2007). Industrie des boissons et des jus de fruits, chap. présentation du sous secteur, Algérie, p.81-82.

-C-

CHAINANI-WU N. (2002). Diet and oral, pharyngeal, and esophageal cancer. Nutr Cancer. 44:104-126.

CLAUSTRIAUX JJ. (2001). Considérations sur l'analyse statistique de données sensorielle. Biotechn. Agron. Soc. Environ. V, (3), pp 155–158.

-D-

DELACHARLERIE et al. (2008). HACCP Organoleptiques : Guide Pratique .Ed : ISBN 978-2-87016-084-8.Belgique. p.65, 66, vol.176

DILLENSEGER C. (2000). Le goût. Agropolis Museum, France. p 3

DIVARD R. et URIEN B. (2001). Le consommateur vit dans un monde de couleurs, Recherche et Applications en Marketing, 16, 1, pp. 3-24.

DOMINGUEZ LOPEZ A. (2002). Caractérisation et optimisation de la Flaveur du jus de citron non fait de Concentré. Thèse en Sciences des Aliments et de Nutrition, Faculté des études supérieures de l'Université Laval. 20-24-191p.

GARRIGUET D. (2008) . Consommation de boissons par les enfants et les adolescents. Statistique Canada, n° 82-003-XPF au catalogue • Rapports sur la santé, vol. 19, n° 4.p1.

-E-

EZAN P. ET PIRIS Y. (2009). « Qu'est-ce que je vais bien pouvoir prendre ? », Confrontés à un assortiment les parents et les enfants perçoivent-ils la même chose ? Actes du 11ème Colloque Etienne Thil, La Rochelle, 3-4 octobre.

-F-

FAIN O., 2005, manifestations rhumatologiques du scorbut, rev. Du Rhumatisme, vol.72, p.201-206.

FERRERA R. et CARO D. (2001).Clé de biologie humaine. Ed. INSERM, Paris.

FOSCHI R. et PELUCCHI C. et al. (2010). Citrus fruit and cancer risk in a network of case-control studies. *Cancer Causes Control*. 21:237-42.

-J-

JUDD C.M., SMITH E.R. and KIDDER L.H (1991). Research Methods in Social Relations. Holt, Rinehart & Winston, New York.

JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY. (2008) .Food Chem.56 (9), pp 3073–3081

-H-

HELLAL Z. (2011). Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et anti-oxydantes de certaines huiles essentielles extraites des citrus. Application sur la sardine (*sardina pilchardus*). Mémoire de magister spécialité biologie, université de Tizi-Ouzou. 24-25 P.

HUSSON F. , LÊ S. and PAGÈS J. (2009). SensoMineR dans Evaluation sensorielle - Manuel méthodologique. Lavoisier, SSHA, 3ème édition.

HIMED L. (2011). Evaluation de l'activité anti-oxydante des huiles essentielles de *citrus limon* : Application à la margarine. Mémoire de magister spécialité sciences alimentaires, université de Constantine. 14-15 P.

-I-

INFANGER E. (2008). Besoins hydriques et boissons. Société Suisse de Nutrition SSN

-G-

GIBOREAU A. (2009). De l'analyse sensorielle au jugement perceptif : l'exemple du toucher. Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard Lyon 1. 138p.

GOVINDACHARI TR. et SURESH G, et al. (2000). Antifungal activity of some tetranortriterpenoids. *Fitoterapia*.71:317-320.

GUERRA A. (2009). La méthodologie sensorielle dans le cadre du contrôle qualité visuel Thèse doctorat spécialité Génie industriel, université de Savoie. Soutenue le 21 octobre 2008. 224p

-K-

KUROWSKA EM. et BANH C, et al. (2000). Regulation of apo B production in HepG2 cells by citrus limonoids. In: Berhow MA, Hasegawa S, Manners GD, editors. *Citrus Limonoids Functional Chemicals in Agriculture and Foods*. Washington, DC: 2000: 175-184.

-L-

LEFEBVRE A. (2006). Intégration des aspects sensoriels dans la conception des emballages en verre : mise au point d'un instrument méthodologique à partir des techniques d'évaluation sensorielle. Thèse de Doctorat en Génie Industriel, Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers Centre de Paris.237p.

LEFEBVRE A. et BASSEREAU JF. (2003). L'analyse sensorielle, une méthode de mesure au service des acteurs de la conception: ses avantages, ses limites, ses voies d'amélioration. Application aux emballages. 10ième Séminaire CONFERE, 3-4 Juillet 2003, Belfort – France, pp. 3-11

Li WQ. et KURIYAMA S. et al. (2010). Citrus consumption and cancer incidence: the Ohsaki cohort study. *Int.J.Cancer* 2010; 127:1913-22.

LICHTLE MC. (2002). Etude expérimentale de l'impact de la couleur d'une annonce publicitaire sur l'attitude envers l'annonce, *Recherche et Applications en Marketing*, 17, pp. 23-39.

-M-

MALIK VS. (2006). Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: a systematic review. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2006; 84: 274–88.

MOISSEFF M. (2011). Analyse sensorielle: la sensorialité humaine comme instrument analytique. *Approches globales d'évaluation de la qualité*, Paris. 1 & 2 décembre 2011.p23-27

MATHLOUTHI JF. (2007). Les boissons rafraichissantes. Dossier CEDUS, université de Reims. P 6-7.

-O-

Office fédéral de la sante publique (2009). Les hydrates de carbone: Aspects nutritionnels et sanitaires. Rapport d'expert de la Commission fédérale de l'alimentation (COFA) 2009; 7-96 (Rapport en allemand seulement; résumés des chapitres: 28-33).

O'MAHONY M. et ROUSSEAU B. (2003). Discrimination testing: a few ideas, old and new. *Food Quality and Préférence*, 14 (2), 157-164

-P-

PERRIN L. (2008). Contribution méthodologique a l'analyse sensorielle du vin. Thèse de Doctorat Spécialité Physico-chimie et qualité des bioproduits. Agro-campus Rennes, Rennes. Soutenue le 1avril 2008. 238p

PEYNAUD E. et BLOUIN J. (2006). Le goût du vin, le grand livre de la dégustation. Paris: DUNOD.pp132-143.

POULOSE SM., HARRIS ED. et PATIL BS. (2005). Citrus limonoids induce apoptosis in human neuroblastoma cells and have radical scavenging activity. *J Nutr.* 135:870-877.

PNNS. (2007). Rapport du groupe de travail PNNS sur les glucides. P 73.

PÉRINEL E. and PAGÈS J. (2004). Optimal nested cross-over designs in sensory analysis. *Food Quality and Preference*, 15(5), 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. 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.

-R-

RAOUX R. (1998). Méthodologie et spécificités de l'analyse sensorielle dans le domaine des corps gras. *Analysis Magazine* 26, N°3.p60-70

ROBERT A. et LOBSTEIN A. (2005). Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Ed : Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 522 p.

ROULLET B. (2004). Influence de la couleur en marketing : vers une neuropsychologie du consommateur, Thèse en Sciences de Gestion, Université Rennes 1. PP89-91.

-S-

SCHNEIDER J. (2011). Eléments et données de base concernant la consommation de boissons sucrées, d'eau et d'eau minérale naturelle. Promotion Sante Suisse. 46p

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

SOUVAGEOT F. (1991). Les épreuves. In : « Evaluation sensorielle "manuel méthodologique" ». 2ème Ed : Tec et doc, lavoisier. Paris vol2. p119.

-T-

TOTTÉ A. (2008). L'analyse sensorielle en entreprise : pour qui ? dans quels buts ? comment procéder ? Formation organisée par l'asbl PTAA à Gembloux, Belgique le 8 avril 2008. vol.8.p.1

TOURAILLE C. (1998). épreuve discriminative, In « Evaluation sensorielle » (Manuel méthodologique).Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris.98p.

-V-

VANDERCAMMEN M. (2007). Vive l'été, sans boisson sucrée. p52.

VERHAGEN JV. (2007). The neurocognitive bases of human multimodal food perception: Consciousness. *Brain Research Reviews*, 53 (2), 271-286.

VINDRAS C. (2010). Mise en place et évaluation d'une méthodologie pour intégrer les aspects sensoriels des légumes dans la sélection pour l'Agriculture Biologique. Master 2pro métrologie de la perception, Université de Claude Bernard Lyon 1. 37p.

-W-

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.

WATTS K.A. (2005). Use of reference standards for sensory evaluation of product quality. *Food Technol.* 33(9):43.

Référence électronique:

-F-

FERLOO. (2011). À <http://www.ferloo.com>

-K-

KOSKINEN. (2011). A
<http://users.kymp.net/citruspages/lemons.html>

-O-

ORDONNANCE DU DFI (2010) sur les boissons sans alcool (en particulier the, infusions, café, jus, sirops, limonades): <http://www.admin.ch/ch/f/rs/8/817.022.111.fr.pdf> (Etat: 1er novembre 2010)

-S-

SANTE CANADA (2011). Le gouvernement Harper annonce de nouvelles mesures pour aider les familles : Nouvelle approche à l'égard des boissons énergisantes. Repéré le 6 octobre 2011 à http://www.hc-sc.gc.ca/ahc-asc/media/nr-cp/_2011/2011-132-fra.php

SANTE CANADA. (2010). *Fichier canadien sur les éléments nutritifs.* à <http://www.hc-sc.gc.ca>

Normes et textes réglementaires :

-A-

AFNOR (2002) : Analyse sensorielle, Recueil général. La Plaine Saint Denis : AFNOR Editions

AFNOR (2000) : Norme AFNOR XP V 09-500 – « Directives générales pour la réalisation d'épreuves hédoniques en laboratoire d'évaluation sensorielle ou en salle de conditions contrôlées impliquant des consommateurs » - Août 2000.

-C-

CODEX ALIMENTARIUS (2000) : Demande d'observations sur l'avant-projet de norme générale codex pour les jus et nectars de fruits.

-F-

FAO. (2011). Projections de la production et de la consommation mondiales d'agrumes. La Havane (Cuba).

EVALUATION SENSORIELLE

Nom :

Prénom :

Date :

Age :

Sexe : Masculin Féminin

Six échantillons de boissons sucrées au citron codés A, B, C, D, E, F vous sont présentés, il vous est demandé de les goûter et d'évaluer les descripteurs suivants : couleur, fraîcheur, arôme, sucrosité, acidité, amertume et viscosité.

A/ ANALYSE SENSORIELLE :

Couleur citron :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

1 → très faiblement intense

2 → faiblement intense

3 → intense

4 → fortement intense

5 → très fortement intense

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à la couleur citron :

A B C D E F

Fraicheur :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

1 → pas du tout frais

2 → faiblement frais

3 → frais

4 → fortement frais

5 → très fortement frais

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à la fraîcheur:

A B C D E F

Arôme citron :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

- 1 → absence d'arôme citron
- 2 → faiblement aromatisé citron
- 3 → Aromatisé citron
- 4 → fortement aromatisé citron
- 5 → très fortement aromatisé citron

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à l'arôme citron:

A B C D E F

Sucrosité :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

- 1 → pas de tout sucré
- 2 → faiblement sucré
- 3 → sucré
- 4 → fortement sucré
- 5 → très fortement sucré

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à la sucrosité:

A B C D E F

Acidité :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

- 1 → absence d'acidité
- 2 → faiblement acide
- 3 → acide
- 4 → fortement acide
- 5 → très fortement acide

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à l'acidité:

A B C D E F

Amertume :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

- 1 → pas du tout amer
- 2 → faiblement amer
- 3 → amer
- 4 → fortement amer
- 5 → très fortement amer

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à l'amertume :

A B C D E F

Viscosité :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

- 1 → absence de viscosité (liquide)
- 2 → faiblement visqueux
- 3 → visqueux
- 4 → fortement visqueux
- 5 → très fortement visqueux

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à la viscosité:

A B C D E F

B/Analyse hédonique :**a/préférence générale :**

Donnez une note de préférence générale de 1 à 9 pour chaque échantillon :

A B C D E F

b/paramètres ayant motivé la préférence générale :

Quels sont les caractères organoleptiques qui ont motivé votre préférence. Exprimez votre avis en mettant une croix sur le ou les descripteurs choisis :

Echantillons Descripteurs	A	B	C	D	E	F
Couleur						
Fraicheur						
Arôme						
Sucrosité						
Acidité						
amertume						
viscosité						

NB : Veuillez rincer votre bouche à chaque dégustation d'un échantillon.

« **Merci pour votre participation** »

EVALUATION HÉDONIQUE

Date :

Age :

Sexe : Masculin Féminin

- Six échantillons de boissons à base de citron codés A, B, C, D, E, F vous sont présentés, il vous est demandé de les goûter successivement et de choisir lequel vous préférez selon les descripteurs suivants :

(Cochez la ou les cases correspondantes)

Echantillons Descripteurs	A	B	C	D	E	F
Couleur						
Fraicheur						
Arôme						
Sucrosité						
Acidité						
Amertume						
Viscosité						

- Donnez une note de préférence générale de 1 à 9 pour chaque échantillon par rapport à l'ensemble des caractères organoleptiques :

A B C D E F

- Etes-vous des consommateurs amateurs de citron ?

Oui non

NB : Veuillez rincer votre bouche à chaque dégustation d'un échantillon.



Figure 1 : La stalle d'évaluation contenant : les six échantillons, le questionnaire, un verre d'eau, papier mouchoir, stylo et un crachoir.



Figure 2 : les jurys en épreuve.

1. Analyse sensorielle :

Tableau N°I : résultats des notes pour l'analyse sensorielle :

obs	juge	session	produit	couleur	fraicheur	arome	sucrosité	acidité	amertume	viscosité	préf géné
1	1	1	A	2	2	2	3	2	2	1	8
2	1	1	B	3	1	3	2	4	2	2	5
3	1	1	C	3	1	3	2	3	3	2	5
4	1	1	D	3	1	3	2	2	4	2	5
5	1	1	E	3	1	3	2	2	4	2	5
6	1	1	F	2	2	2	1	2	3	1	7
7	2	1	A	2	2	3	3	4	2	1	6
8	2	1	B	2	2	3	4	4	1	2	5
9	2	1	C	2	2	3	2	3	3	2	6
10	2	1	D	2	1	3	3	2	2	3	4
11	2	1	E	2	1	4	3	3	2	1	4
12	2	1	F	2	1	4	2	2	1	1	3
13	3	1	A	1	5	4	4	3	5	5	9
14	3	1	B	1	4	5	5	5	2	4	7
15	3	1	C	3	2	2	1	4	4	3	6
16	3	1	D	5	4	2	2	2	2	2	5
17	3	1	E	4	1	1	3	3	1	3	7
18	3	1	F	3	3	1	3	3	5	1	8
19	4	1	A	4	3	3	5	2	2	2	5
20	4	1	B	1	4	2	2	4	2	2	3
21	4	1	C	1	4	1	5	3	4	2	7
22	4	1	D	2	3	2	4	3	3	5	5
23	4	1	E	3	3	1	5	2	4	2	9
24	4	1	F	5	4	2	4	1	4	2	3
25	5	1	A	2	2	1	3	3	4	2	5
26	5	1	B	2	2	2	3	3	3	2	5
27	5	1	C	2	3	2	3	4	3	2	5
28	5	1	D	2	4	3	3	3	4	2	6
29	5	1	E	2	5	3	3	3	4	2	7
30	5	1	F	2	3	1	4	3	3	2	5
31	6	1	A	2	5	2	2	2	3	1	8
32	6	1	B	1	3	2	1	2	4	1	5
33	6	1	C	3	2	4	2	2	2	1	7
34	6	1	D	2	2	3	3	2	2	1	9
35	6	1	E	3	1	2	2	3	4	1	7
36	6	1	F	5	1	4	4	3	3	1	5

37	7	1	A	2	3	3	2	3	2	1	6
38	7	1	B	3	4	3	2	3	2	2	7
39	7	1	C	2	3	2	2	3	2	1	5
40	7	1	D	3	4	3	2	3	2	2	7
41	7	1	E	2	3	3	2	4	2	1	5
42	7	1	F	3	4	4	3	2	2	2	8
43	8	1	A	3	1	2	3	3	3	1	5
44	8	1	B	3	5	5	2	4	4	1	7
45	8	1	C	4	4	4	1	3	3	1	5
46	8	1	D	1	1	4	1	3	3	1	5
47	8	1	E	2	2	4	1	3	2	1	5
48	8	1	F	5	3	4	1	4	2	1	5
49	9	1	A	1	2	2	2	2	2	1	8
50	9	1	B	2	3	4	1	4	4	1	3
51	9	1	C	3	2	3	2	4	4	1	5
52	9	1	D	5	2	2	3	2	2	1	5
53	9	1	E	4	2	3	1	5	5	1	2
54	9	1	F	4	2	3	2	2	2	1	7
55	10	1	A	3	2	2	3	4	1	1	5
56	10	1	B	2	2	3	2	2	2	1	4
56	10	1	C	1	5	4	3	2	2	1	8
58	10	1	D	1	4	5	4	1	2	1	7
59	10	1	E	4	2	3	3	1	3	1	6
60	10	1	F	5	4	3	3	4	3	1	6
61	11	1	A	4	2	5	1	2	3	1	5
62	11	1	B	1	5	2	5	1	1	3	7
63	11	1	C	4	1	4	3	4	2	2	8
64	11	1	D	5	4	5	4	5	5	4	6
65	11	1	E	2	3	3	2	3	4	5	6
66	11	1	F	3	5	1	5	5	5	5	5
67	12	1	A	3	3	3	3	2	2	2	6
68	12	1	B	2	4	4	4	3	3	2	9
69	12	1	C	2	3	3	2	4	3	2	6
70	12	1	D	3	2	3	3	4	2	1	6
71	12	1	E	3	2	5	2	3	4	2	5
72	12	1	F	3	3	2	3	5	2	1	7
73	13	1	A	3	3	4	4	3	1	4	9
74	13	1	B	2	3	3	5	2	1	2	6
75	13	1	C	3	4	4	5	4	2	3	8
76	13	1	D	3	3	2	5	2	1	3	8
77	13	1	E	3	4	3	4	2	2	4	7
78	13	1	F	2	3	2	4	2	1	2	8
79	14	1	A	1	2	4	2	3	5	1	9
80	14	1	B	2	4	5	3	4	3	1	3
81	14	1	C	2	2	5	2	3	2	1	5

82	14	1	D	5	3	3	1	2	1	1	3
83	14	1	E	4	4	3	1	3	3	1	3
84	14	1	F	3	5	3	1	5	1	1	7
85	15	1	A	2	2	3	4	2	2	2	7
86	15	1	B	2	2	3	5	3	1	3	3
87	15	1	C	2	5	3	4	2	3	3	3
88	15	1	D	1	5	4	2	2	3	3	8
89	15	1	E	1	2	2	2	3	2	2	5
90	15	1	F	2	3	2	4	3	2	2	7
91	16	1	A	2	3	3	4	3	4	1	4
92	16	1	B	2	3	4	5	3	4	1	5
93	16	1	C	2	3	3	5	3	4	1	5
94	16	1	D	1	4	4	5	3	3	1	6
95	16	1	E	1	4	3	4	2	3	1	7
96	16	1	F	1	4	2	4	3	3	1	8

2. Evaluation hédonique :

Tableau N°II : résultats des notes de préférences pour l'ensemble des consommateurs :

consommateur	A	B	C	D	E	F
1	4	8	7	9	5	6
2	5	7	8	4	5	9
3	5	9	7	5	8	6
4	5	9	4	5	6	7
5	5	8	5	6	9	7
6	6	9	4	7	6	4
7	8	7	5	6	6	9
8	7	9	4	6	7	8
9	5	8	6	5	9	7
10	7	9	4	5	6	8
11	7	8	5	5	6	9
12	7	9	6	6	7	8
13	7	8	5	6	9	8
14	6	9	4	5	7	8
15	6	9	5	6	7	8
16	6	9	4	5	8	7
17	6	8	5	5	7	9
18	7	9	5	6	7	8
19	6	8	4	6	7	9
20	7	9	4	5	6	8
21	7	9	6	5	8	7
22	6	8	5	4	7	9
23	6	5	3	7	5	8
24	7	2	4	5	7	8
25	5	6	6	7	9	8

26	1	9	6	7	9	1
27	3	8	4	5	6	5
28	2	4	4	6	9	7
29	3	9	6	8	5	4
30	2	8	5	9	4	5
31	4	8	9	7	5	6
32	7	9	8	4	5	6
33	8	7	8	7	5	9
34	4	9	6	5	4	3
35	4	5	7	6	8	9
36	6	9	5	4	7	6
37	7	1	2	2	3	9
38	7	9	3	4	5	8
39	5	7	4	4	9	8
40	6	9	5	5	8	7
41	8	9	5	4	7	6
42	8	7	5	9	6	6
43	6	9	4	5	7	8
44	9	8	5	6	7	8
45	7	9	6	5	7	8
46	7	8	5	4	6	9
47	8	9	6	5	7	8
48	7	9	7	6	4	8
49	7	8	5	6	7	9
50	7	9	8	4	5	8
51	7	9	5	6	6	8
52	4	7	5	6	9	8
53	3	6	8	7	7,5	5
54	5	7	5	8	6	7
55	3	9	7	6	4	8
56	1	3	5	2	9	4
57	1	9	6	5	8	6
58	2	5	3	6	9	7
59	3	2	4	5	9	8
60	4	6	3	2	7	9
61	1	3	5	6	9	7
62	1	3	5	8	7	9
63	7	3	4	2	5	8
64	3	6	5	9	7	8
65	4	7	6	7	9	5
66	3	7,5	5	9	7	6
67	1	9	6	7	8	6,5
68	2	9	5	6	8	7
69	1	7	3	5	9	6
70	5	6	5	4	9	7
71	3	4	5	9	7	8
72	5	8	4	9	5	7
73	5	7	4	5	9	8
74	7	4	5	7	8	6

75	7	6	1	5	7	8
76	7	8	9	5	6	5
77	7	7	4	5	9	6
78	7	8	3	4	4	5
79	9	4	2	6	3	1
80	4	9	3	5	6	8
81	3	8	4	5	9	8
82	1	2	6	7	9	8
83	2	5	6	9	7	7
84	5	9	4	3	4	6
85	1	8	5	6	9	7
86	2	6	4	7	9	6
87	5	7	6	8	9	4
88	2	7	4	9	7	6
89	4	6	5	9	6	6
90	3	8	4	9	6	5
91	1	6	4	7	8	9
92	1	8	6	6	9	7
93	2	6	5	4	9	6
94	3	5	5	9	7	7,5
95	4	7	6	9	8	5
96	2	9	6	8	6	7,5
97	1	9	5	5	7	7
98	3	8	4	6	9	7
99	2	6	5	9	7	6,5
100	2	7	5	9	8	6
101	1	6	7	9	8,5	8
102	2	6	8	9	7	5
103	2	5	7	8	9	6
104	2	4	6	9	7	7
105	3	7	6	9	8	6
106	3	6	5	9	7	8
107	4	6	6	9	7	8
108	2	5	7	9	6	7
109	4	3	5	3	3	4
110	7	9	5	7	6	8
111	7	5	4	6	3	1
112	9	7	7	6	5	6
113	1	8	3	2	9	3
114	2	4	6	9	5	6
115	4	3	3	7	3	5
116	2	3	3	8	5	6
117	3	8	2	8	5	6
118	3	5	8	4	7	5
119	5	7	6	5	4	4
120	1	1	5	8	4	6
121	5	4	3	1	6	8
122	2	3	7	7	5	9
123	6	8	5	4	3	2

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

Tableau N°III : résultats des notes de préférence pour la catégorie de 3 à 11 ans

consommateurs	produit	préférences femme	préférences homme
1	A	2	3
1	B	4	8
1	C	4	4
1	D	6	5
1	E	9	6
1	F	7	5
2	A	5	1
2	B	7	9
2	C	5	6
2	D	8	7
2	E	6	9
2	F	7	1
3	A	3	5
3	B	6	6
3	C	8	6
3	D	7	7
3	E	7,5	9
3	F	5	8
4	A	4	7
4	B	7	2
4	C	5	4
4	D	6	5
4	E	9	7
4	F	8	8
5	A	7	6
5	B	9	5
5	C	5	3
5	D	6	7
5	E	6	5
5	F	8	8
6	A	7	6
6	B	9	8
6	C	8	5
6	D	4	4
6	E	5	7
6	F	8	9
7	A	7	7
7	B	8	9
7	C	5	6

7	D	6	5
7	E	7	8
7	F	9	7
8	A	7	7
8	B	9	9
8	C	7	4
8	D	6	5
8	E	4	6
8	F	8	8
9	A	8	6
9	B	9	8
9	C	6	4
9	D	5	6
9	E	7	7
9	F	8	9
10	A	7	7
10	B	8	9
10	C	5	5
10	D	4	6
10	E	6	7
10	F	9	8
11	A	7	6
11	B	9	8
11	C	6	5
11	D	5	5
11	E	7	7
11	F	8	9
12	A	9	6
12	B	8	9
12	C	5	4
12	D	6	5
12	E	7	8
12	F	8	7
13	A	6	6
13	B	9	9
13	C	4	5
13	D	5	6
13	E	7	7
13	F	8	8
14	A	8	6
14	B	7	9
14	C	5	4
14	D	9	5
14	E	6	7
14	F	6	8
15	A	8	7
15	B	9	8

15	C	5	5
15	D	4	6
15	E	7	9
15	F	6	8
16	A	6	7
16	B	9	9
16	C	5	6
16	D	5	6
16	E	8	7
16	F	7	8
17	A	5	7
17	B	7	8
17	C	4	5
17	D	4	5
17	E	9	6
17	F	8	9
18	A	7	7
18	B	9	9
18	C	3	4
18	D	4	5
18	E	5	6
18	F	8	8
19	A	7	5
19	B	1	8
19	C	2	6
19	D	2	5
19	E	3	9
19	F	9	7
20	A	6	7
20	B	9	9
20	C	5	4
20	D	4	6
20	E	7	7
20	F	6	8
21	A	4	8
21	B	5	7
21	C	7	5
21	D	6	6
21	E	8	6
22	F	9	9
22	A	4	6
22	B	9	9
22	C	6	4
22	D	5	7
22	E	4	6
22	F	3	4
23	A	8	5

23	B	7	8
23	C	8	5
23	D	7	6
23	E	5	9
23	F	9	7
24	A	7	5
24	B	9	9
24	C	8	4
24	D	4	5
24	E	5	6
24	F	6	7
25	A	4	5
25	B	8	9
25	C	9	7
25	D	7	5
25	E	5	8
25	F	6	6
26	A	2	5
26	B	8	7
26	C	5	8
26	D	9	4
26	E	4	5
26	F	5	9
27	A	3	4
27	B	9	8
27	C	6	7
27	D	8	9
27	E	5	5
27	F	4	6

Tableau N°IV : résultats des notes de préférence pour la catégorie de 12 à 19 ans

consommateurs	produits	préférences femme	préférences homme
1	A	1	3
1	B	2	9
1	C	6	7
1	D	7	6
1	E	9	4
1	F	8	8
2	A	2	1
2	B	5	3
2	C	7	5
2	D	9	2
2	E	6	9
2	F	7	4
3	A	4	1

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

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

18	F	7	7
19	A	1	3
19	B	6	4
19	C	4	5
19	D	7	9
19	E	8	7
19	F	9	8
20	A	3	5
20	B	8	6
20	C	4	5
20	D	9	4
20	E	6	9
20	F	5	7
21	A	4	1
21	B	6	7
21	C	5	3
21	D	9	5
21	E	6	9
22	F	6	6
22	A	2	2
22	B	7	9
22	C	4	5
22	D	9	6
22	E	7	8
22	F	6	7
23	A	5	1
23	B	7	9
23	C	6	6
23	D	8	7
23	E	9	8
23	F	4	6,5
24	A	2	3
24	B	6	7,5
24	C	4	5
24	D	7	9
24	E	9	7
24	F	6	6
25	A	1	4
25	B	8	7
25	C	5	6
25	D	6	7
25	E	9	9
25	F	7	5
26	A	5	3
26	B	9	6
26	C	4	5
26	D	3	9

26	E	4	7
26	F	6	8
27	A	2	7
27	B	5	3
27	C	6	4
27	D	9	2
27	E	7	5
27	F	7	8

Tableau N°V : résultats des notes de préférence pour la catégorie plus de 20 ans

consommateurs	produits	préférences femme	préférences homme
1	A	4	3
1	B	3	5
1	C	5	5
1	D	3	6
1	E	3	4
1	F	4	7
2	A	5	2
2	B	6	9
2	C	8	8
2	D	7	5
2	E	4	2
2	F	7	4
3	A	5	3
3	B	3	6
3	C	3	7
3	D	7	7
3	E	7	6
3	F	9	9
4	A	3	5
4	B	1	5
4	C	5	5
4	D	4	5
4	E	3	6
4	F	9	6,5
5	A	2	5
5	B	2	7
5	C	8	4
5	D	5	6
5	E	5	3
5	F	7	5
6	A	2	3
6	B	2	2
6	C	7	3
6	D	8	4
6	E	6	2

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

14	E	3	5
14	F	2	3
15	A	2	4
15	B	3	3
15	C	7	5
15	D	7	2
15	E	5	1
15	F	9	6
16	A	5	1
16	B	4	7
16	C	3	3
16	D	1	2
16	E	6	5
16	F	8	2
17	A	1	6
17	B	1	2
17	C	5	4
17	D	8	1
17	E	4	9
17	F	6	5
18	A	5	1
18	B	7	5
18	C	6	5
18	D	5	7
18	E	4	6
18	F	4	6
19	A	3	4
19	B	5	8
19	C	8	6
19	D	4	3
19	E	7	1
19	F	5	2
20	A	3	1,5
20	B	8	4
20	C	2	4
20	D	8	6
20	E	5	7
20	F	6	4
21	A	2	3
21	B	3	7
21	C	3	5
21	D	8	4
21	E	5	6
21	F	6	8
22	A	4	7
22	B	3	6
22	C	3	4

22	D	7	3
22	E	3	5
22	F	5	8
23	A	2	1
23	B	4	3
23	C	6	2
23	D	9	5
23	E	5	4
23	F	6	6
24	A	1	2
24	B	8	6
24	C	3	1
24	D	2	3
24	E	9	4
24	F	3	5
25	A	9	7
25	B	7	8
25	C	7	6
25	D	6	6
25	E	5	9
25	F	6	7
26	A	7	6
26	B	5	9
26	C	4	6
26	D	6	7
26	E	3	8
26	F	1	7
27	A	7	6
27	B	9	7
27	C	5	6
27	D	7	7
27	E	6	8
27	F	8	9

1. 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.

1.1. Description :

La planification expérimentale est une étape fondamentale pour quiconque veut s'assurer que les données collectées seront exploitables dans les meilleures conditions statistiques possibles. Rien ne sert de faire évaluer des produits par un panel de juges si l'on ne peut ensuite comparer les produits dans des conditions statistiques satisfaisantes. Il n'est par ailleurs pas nécessaire de faire évaluer tous les produits par tous les juges pour pouvoir comparer les produits entre eux.

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.

La génération du plan va donc essayer de concilier la triple exigence suivante :

- Les produits doivent être vus par autant de juges que possible et avec une fréquence globale pour les différents produits aussi homogène que possible,
- Chaque produit doit être vu dans les différentes positions au cours de chaque session, avec une fréquence globale pour chaque couple (position, produit) aussi homogène que possible
- Les différents couples ordonnés de produits doivent être présents dans le plan d'expériences avec une fréquence aussi homogène que possible.

On définit la A-efficacité comme la moyenne harmonique des, au plus $p-1$, valeurs propres non nulles de la matrice A^* , et la D-efficacité comme la moyenne géométrique des mêmes valeurs propres. Les deux critères sont égaux dans le cas idéal où toutes les valeurs propres sont égales.

XLSTAT utilise deux indices afin de vérifier la qualité de ces deux matrices :

- le MDR (mean deviation of R) : c'est-à-dire la déviation par rapport à la moyenne des éléments de la matrice des fréquences des positions
- le MDS (mean deviation of S) : c'est-à-dire la déviation par rapport à la moyenne des éléments de la matrice du carry-over.

1.2. Résultats :

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.

Si des sessions ont été demandées, une première série de résultats est affichée avec les tableaux prenant en compte l'ensemble des sessions. Les résultats correspondant à chaque session sont ensuite affichés.

Le premier tableau présenté est le tableau Juges x Produits indiquant si un juge a évalué (valeur 1) ou non (valeur 0) un produit.

Le tableau des cooccurrences indique combien de fois deux produits ont été évalués par un même juge.

Le tableau MDS/MDR donne des indices qui permettent de juger de la qualité des rangs obtenus. Dans ce tableau apparaît les valeurs optimales lorsqu'elles peuvent être calculées et les valeurs obtenues sur le plan.

Le tableau Juges x Rangs indique, pour chaque juge, quel produit est évalué à chaque étape de l'expérience.

Le tableau des fréquences de colonne indique combien de fois chaque produit a été vu à chaque étape de l'expérience.

Le tableau des carry-over indique combien de fois chaque produit a été évalué juste après un autre.

2. Analyse des pénalités :

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.

2.1. Description

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.

Les données utilisées sont de deux types :

- Des données de préférence correspondant à des indices de satisfaction globaux sur un produit (par exemple, une note d'appréciation globale de 1 à 10 pour un chocolat), ou sur une caractéristique d'un produit (le confort d'une voiture noté de 1 à 10).
- Des données sur une échelle JAR (Just About Right) sur 5, 7 ou 9 niveaux. Dans le cas de 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 ».

La méthode consiste à identifier, en utilisant des ANOVA pour chacune des caractéristiques étudiées sur l'échelle JAR, si à une différence de notation JAR est associée une différence significative au niveau des données globales de préférence. Par exemple, le fait qu'un chocolat soit trop amer, est-il responsable d'un abaissement significatif de la note globale donnée à un chocolat ou non ?

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, avec la moyenne des données pour les autres catégories.

L'analyse de pénalités se subdivise en trois phases :

1. On regroupe les données 1 et 2 d'une part et 4 et 5 d'autre part (dans le cas de l'échelle 1 à 5), ce qui permet d'obtenir une échelle sur trois niveaux, « Pas assez », « JAR » et « Trop ».
2. On calcule puis on compare les moyennes des trois groupes pour les données de préférence pour identifier d'éventuelles différences significatives.
3. On calcule la pénalité puis on teste si elle est significativement différente de 0.

2.2. Résultats :

Après l'affichage des statistiques simples pour l'ensemble des données sélectionnées (préférence et JAR), et de la matrice des corrélations correspondante, XLSTAT affiche un tableau présentant pour chacune des variables JAR les effectifs pour les 5 niveaux (pour le cas de l'échelle 1 à 5). Le diagramme en « barres empilées » correspondant est ensuite affiché.

Le tableau des données agrégées sur trois niveaux est ensuite affiché suivi du tableau des effectifs agrégés sur 3 niveaux. Le diagramme en « barres empilées » correspondant est ensuite affiché.

Le tableau des pénalités fournit ensuite les statistiques pour les 3 niveaux, y compris les moyennes, les impacts sur la moyenne, les pénalités, et les résultats des tests de comparaison.

Enfin 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 (voir l'onglet Options de la boîte de dialogue).

Le dernier graphique (effets sur la moyenne vs %) permet de visualiser les effets sur les moyennes (pas assez, ou trop) en fonction du % de testeurs correspondant. Le % de population seuil choisi pour considérer qu'un résultat est significatif est affiché sur la forme d'une ligne pointillée.

3. Caractérisation des 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.

3.1. Description :

Cet outil, développé suivant les recommandations de Jérôme Pagès et Sébastien Lê du Laboratoire de Mathématiques Appliquées de l'Agrocampus de Rennes, a pour but de permettre aux utilisateurs de XLSTAT de disposer d'un moyen rapide et rigoureux pour identifier quels sont les descripteurs discriminants d'une série de produits évalués lors d'une étude sensorielle et quelles sont les caractéristiques importantes des différents produits.

3.2. Résultats :

Statistiques descriptives : les tableaux de statistiques descriptives présentent pour toutes les variables sélectionnées des statistiques simples. Pour les descripteurs (qui sont des variables quantitatives), sont affichés le nombre d'observations, le nombre de données manquantes, le nombre de données non manquantes, la moyenne, et l'écart-type (non biaisé). Pour les variables qualitatives sont affichés le nom des différentes modalités ainsi que leur fréquence respective.

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. Les valeurs du V-test ainsi que la p-value sont aussi affichées. Un graphique des p-values obtenues est affiché ensuite.

Coefficients du modèle : dans ce tableau sont affichés, pour chaque descripteur et pour chaque produit, les coefficients du modèle sélectionné. Pour chaque combinaison descripteur-produit, le coefficient, la moyenne estimée, la p-value ainsi qu'un intervalle de confiance sur le coefficient sont affichés. Pour chaque produit, un graphique des coefficients associés aux différents descripteurs est affiché.

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.

4. Graphiques sémantiques différentiels :

Utilisez cette méthode pour visualiser les notes attribuées par des juges à des objets pour différents critères.

4.1. Description :

Le psychologue Charles E. Osgood a développé à la fin des années 1950 une méthode de visualisation dénommée Semantic differential dans le but de représenter graphiquement les

différentes connotations associées à un mot par différents individus. Osgood a demandé aux participants de ses études de noter un mot sur une série d'échelles allant d'un extrême à l'autre (par exemple favorable/défavorable). De la distance observée entre les différents profils observés pour des individus ou des groupes d'individus, Osgood a déduit la distance psychologique et éventuellement comportementale entre les individus ou les groupes.

4.2. Résultats :

Le résultat affiché est le graphique sémantique différentiel. Comme il s'agit d'un graphique Excel, vous pouvez ensuite modifier à votre guise les différents éléments

5. 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.

5.1. Description

Procruste (ou Procuste), qui en grec ancien signifie « celui qui allonge en tirant », est un personnage de la mythologie grec. Le nom du bandit Procruste est associé au lit de torture dont il se servait pour supplicier les voyageurs auxquels il proposait le gîte. Procruste installait sa future victime sur un lit à dimensions variables : court pour les grands et long pour les petits. Selon le cas, il tranchait d'un coup d'épée ce qui dépassait du lit ou allongeait le corps du voyageur jusqu'à amener la longueur du malheureux à celle du lit, en utilisant un mécanisme qu'Héphaïstos lui avait fabriqué. Thésée anticipa le piège et se mit dans le lit en biais. Lorsque Procuste vint ajuster le corps de Thésée, il ne comprit pas immédiatement la situation et resta perplexe le temps pour Thésée de sectionner, d'un coup d'épée, le brigand en deux parties égales.

L'analyse procrustéenne généralisée (Generalised Procrustes Analysis ou GPA en anglais) est une méthode mathématique qui permet de réaliser des transformations sur des tableaux multidimensionnels de manière à réduire la distance euclidienne entre ces tableaux.

L'analyse procrustéenne généralisée est souvent utilisée en analyse sensorielle en préalable à une cartographie des préférences (Preference mapping) par exemple pour réduire les effets d'échelles et pour aboutir à une configuration consensuelle. Elle peut aussi permettre d'analyser la proximité de certains termes utilisés par différents experts.

5.2. Résultats

Tableau de PANOVA : inspiré du format du tableau d'analyse de la variable du modèle linéaire, ce tableau permet d'évaluer l'apport respectif des différentes transformations. Dans ce tableau sont présentées la variance résiduelle finale, la variation de variance due à la mise à l'échelle des configurations à la rotation et à la translation. Le calcul de la statistique F de Fisher permet de comparer les contributions relatives des différentes transformations. Les probabilités correspondantes permettent d'évaluer si les transformations ont un effet significatif ou non en terme de réduction de la variance.

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.

Facteurs de mise à l'échelle pour chaque configuration : ce tableau et le diagramme correspondant permettent de comparer les facteurs de mise à l'échelle pour les différentes configurations. Il est utilisé en analyse sensorielle pour comprendre comment les juges ou experts utilisent différemment les échelles de notation.

Matrices de rotation : les matrices de rotation appliquées à chaque configuration sont affichées si l'utilisateur l'a demandé.

Résultats du test de consensus : dans ce tableau sont affichés, le nombre de permutations effectuées, la valeur R_c qui correspond à la proportion de variance totale expliquée par le consensus, et le quantile correspondant à R_c étant donnée la distribution de R_c obtenue suite aux permutations. Pour évaluer si la GPA est efficace, on se fixe un intervalle de confiance (typiquement 95%), et si le quantile est au-delà de l'intervalle de confiance, on conclut que la GPA a significativement réduit la variance.

Résultats du test de dimensions : dans ce tableau sont affichés, pour chaque facteur retenu à l'issue de l'ACP, le nombre de permutations effectuées, le F calculé suite à la GPA (F est ici le rapport de la variance entre les objets sur la variance entre les configurations), le quantile correspondant au F étant donnée la distribution de F obtenue suite aux permutations. Pour évaluer si un facteur contribue significativement à la qualité de la GPA, on se fixe un intervalle de confiance (typiquement 95%), et si le quantile est au-delà de l'intervalle de confiance, on conclut que le facteur contribue significativement. A titre indicatif sont aussi affichées les valeurs critiques et les p-values de la distribution F de Fisher pour le niveau alpha choisi. Il se peut que les conclusions issues de la distribution F de Fisher soit très différentes de ce qu'indique le test de permutation : l'utilisation de la distribution F de Fisher suppose la normalité des données, ce qui n'est pas nécessairement le cas.

Résultats pour la configuration consensus :

Coordonnées des objets avant l'ACP : ce tableau correspond aux coordonnées moyennes des objets, après les transformations de la GPA, et avant l'ACP.

Valeurs propres : si une ACP a été demandée, le tableau des valeurs propres et le diagramme en bâtons correspondant sont affichés. De ces valeurs propres est déduit le pourcentage de variabilité totale correspondant à chaque axe.

Corrélations des variables avec les facteurs : ces résultats correspondent aux corrélations entre les variables de la configuration consensus avant les transformations, avec les facteurs obtenus après les transformations (GPA et ACP si cette dernière a été demandée).

6. 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.

6.1 Description

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. Le niveau de préférence est représenté sur la carte de préférence sous formes de vecteurs, de points idéaux ou anti-idéaux, ou de courbes d'isopréférence en fonction du type de modèle choisi.

6.2. Modèle de préférence :

Pour modéliser les préférences des juges en fonction des critères objectifs ou de combinaison de critères objectifs (si une ACP a permis de générer l'espace à 2 ou 3 dimensions) quatre modèles ont été proposés dans le cadre du PREFMAP. Pour un juge donné, si on désigne par y_i sa préférence pour le produit i , et par X_1, X_2, \dots, X_p les p critères ou combinaisons de critères (en général $p=2$) décrivant le produit i , les modèles sont :

Le modèle vectoriel permet de représenter les individus sur la carte sensorielle sous forme de vecteurs. La taille des vecteurs est fonction du R^2 du modèle : plus le vecteur est long, meilleur est le modèle correspondant. La préférence du juge sera d'autant plus forte que l'on sera loin dans la direction indiquée par le vecteur. L'interprétation de la préférence peut se faire en projetant sur les vecteurs les différents produits (préférence produit). L'inconvénient du modèle vectoriel est qu'il néglige le fait que pour certains critères (le salé ou la température par exemple), on peut avoir une croissance de la préférence jusqu'à un optimum puis une décroissance.

Le modèle circulaire permet de prendre en compte cette notion d'optimum. Si la surface correspondant au modèle a un maximum en terme de préférence (cela se produit si le coefficient b estimé est négatif), on parle de point idéal (venant de l'anglais ideal point à comprendre comme « point correspondant à l'idéal »). Si la surface a au contraire un minimum (cela se produit si le coefficient b estimé est positif), on parle de point anti-idéal (venant de l'anglais anti-ideal point à comprendre comme « point correspondant à l'opposé de l'idéal »). Avec le modèle circulaire, on peut tracer des lignes circulaires d'isopréférence autour du point idéal ou anti-idéal.

Le modèle elliptique est proche du modèle circulaire. Plus souple, il permet de mieux tenir compte d'effets d'échelle. L'inconvénient de ce modèle est que l'optimum du modèle n'existe

pas toujours : comme avec le modèle circulaire, on peut obtenir un point idéal, ou un point anti-idéal, mais il arrive aussi que l'on obtienne un point selle (de la forme de la surface, rappelant une selle de cheval) si tous les coefficients b_j ne sont pas du même signe. Le point selle n'est pas facilement interprétable. Il correspond uniquement à une zone où la préférence est moins sensible aux variations.

Enfin, le modèle quadratique permet de modéliser des structures de préférence plus complexes, en tenant notamment compte d'interactions. Comme avec le modèle elliptique, on peut obtenir un point idéal, un point anti-idéal, ou un point selle si tous les coefficients b_j ne sont pas du même signe.

6.3. Carte des préférences :

La carte des préférences est une vision synthétique de trois types d'éléments :

Les juges (ou groupes de juges si une classification des juges a d'abord été effectuée) représentés au travers du modèle correspondant par un vecteur, un point idéal (noté +), un point anti-idéal (noté -), ou un point selle (noté o) ;

Les objets dont la position sur la carte est déterminée par leurs coordonnées ;

Les descripteurs, qui correspondent aux axes de représentation, ou leur sont liés (lorsqu'une ACP précède le PREFMAP, on étudiera le biplot issu de l'ACP pour interpréter la position des objets en fonction des critères objectifs).

Le PREFMAP, avec l'interprétation qu'en permet la 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.

6.4. Score de préférence :

Le score de préférence de chaque objet pour un juge donné, dont la valeur est comprise entre 0 (minimum) et 1 (maximum), est calculé à partir de la prédiction du modèle correspondant au juge. Le score est d'autant plus élevé que le produit est préféré. Des scores de préférence des différents produits, on déduit un ordre de préférence des objets, pour chacun des juges.

6.5. Contour plot :

Le contour plot (courbes de niveau) permet de visualiser, sur un graphique dont les axes sont les mêmes que ceux de la carte des préférences, les régions correspondant à différents niveaux de consensus de préférence. En chaque point du graphique, on calcule le pourcentage de juges pour lesquels la préférence calculée à partir du modèle est supérieure à leur préférence moyenne. Dans les régions correspondant aux couleurs froides (bleus), une faible proportion de modèles donne de préférences élevées. Au contraire, dans les régions correspondant aux couleurs chaudes (rouge), une forte proportion de modèles donne des préférences élevées.

6.6. Résultats :

Statistiques simples : dans ce tableau sont affichés pour tous les juges et toutes les dimensions de la configuration X (avant transformation si une transformation a été demandée), le nombre de données non manquantes, la moyenne, et l'écart-type (non biaisé).

Matrice de corrélation : ce tableau est affiché afin de vous permettre d'avoir un aperçu des corrélations entre les différentes variables sélectionnées.

Sélection du modèle : ce tableau permet de visualiser quel modèle a été utilisé pour chacun des juges. Si le modèle n'est pas un modèle vectoriel, le type de point solution est affiché (idéal, anti-idéal, selle) avec ses coordonnées.

Analyse de la variance : dans ce tableau sont affichées les statistiques permettant d'évaluer la qualité de l'ajustement du modèle (R^2 , F, et $Pr>F$). Lorsque la p-value ($Pr>F$) est inférieure au niveau de signification choisi, elle est affichée en gras. Si l'option F-ratio a été choisie dans l'onglet « Options », les résultats du test du F-ratio sont affichés (valeur du F et p-value associée).

Coefficients du modèle : dans ce tableau sont affichés, pour chaque juge, les différents coefficients du modèle retenu.

Prédictions du modèle : ce tableau correspond aux préférences estimées par le modèle pour chaque juge et chaque produit. Remarque : si les préférences ont été centrées-réduites, ces résultats correspondent aussi à des préférences centrées-réduites.

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

Rangs des scores de préférence : dans ce tableau sont affichés les rangs des scores de préférence. Plus le rang est élevé, plus la préférence est élevée.

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.

Pourcentage de juges satisfaits : dans ce tableau sont affichés pour chaque produit le pourcentage de juges étant au-dessus du seuil fixé.

La carte des préférences et le contour plot sont ensuite affichés. Sur la carte de préférence, les points idéaux sont figurés par (+), les points anti-idéaux par (-) et les points selle par (o).

Résumé

Cette étude vise la caractérisation sensorielle et hédonique d'une série de boissons au jus de citron différemment formulée produite par Tchén-lait /Candia de Béjaia.

une analyse sensorielle de six boissons au jus de citron différemment formulées à l'aide d'un jury experts que nous avons mis en place au niveau de l'université de Béjaia, a révélé que l'échantillon «F» constitué de 13% de concentré de jus de citron a été apprécié pour sa couleur.

Les résultats de l'analyse sensorielle et hédonique nous permettent de conclure que le produit «F» est le plus préféré, ainsi nous le recommandons pour une éventuelle commercialisation.

Mots clés : Analyse sensorielle, évaluation hédonique, Boisson à base de concentré de jus de citron, panel de dégustation, sujets naïfs, préférence, analyse statistique (XLstat-MX).

Abstract :

This study aims a sensory and hedonic characterization a series of drinking based Limon juice formulated differently produced by Tchén-milk/Candia of Béjaia.

Sensory analysis of six drinks lemon juice differently formulated using an expert panel that we put in place at the University of Béjaia, revealed that the sample "F" consists of 13% concentrated lemon juice has been valued for its color.

The results of the hedonic and sensory analysis, we conclude that the product "F" is the most preferred, and we recommend it for possible commercialization

Keywords: Sensory analysis, hedonic valuation, based drink concentrate, lemon juice, tasting panel, naive, preferably, statistical analysis (XLSTAT-MX).

ملخص-

هذه الدراسة تهدف الى تمييز الحسية و المتعة لسلسلة من مشروبات عصير الليمون مركز، التي صيغت بشكل مختلف و المنتجة من طرف كانديا بجاية

التحليل الحسى لست مشروبات عصير ليمون مركز المضيفة بشكل مختلف باستخدام هيئة من الخبراء التي قمنا بتشكيلها بجامعة بجاية ، كشف أن العينة "ف" هي الأكثر تقديرا من أجل لونها.

نتائج التحليل الحسى و المتعة سمحت لنا باستنتاج أن العينة "ف" هي المفضلة لدى أغلبية المستهلكين إذن نوصى بها من أجل تسويق جديد.

الكلمات الرئيسية تحليل حسى تقدير المتعة مشروبات عصير ليمون مركز مجموعة من المتذوقين شخص عادى غير خبير تفضيل تحليل إحصائى

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA de Bejaia.
Faculté des sciences de la nature et de la vie.
Département des Sciences Alimentaires.

Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'Obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Contrôle de Qualité et Analyse.

Thème :

Caractérisation sensorielle et hédonique d'une série de boisson au jus de citron
différemment formulée produite par
Tchin-Lait/Candia de Bejaia.



Proposé par :

Melle BOURDJIOUA NESMA
Melle BOUMALOU SABRINA

Membre du jury :

Président : Mr MADANI.K
Promoteur : Mr BOUAUDIA. A
Examinatrice : M^{me} TAMANDJARIS
Examinatrice : Melle GUERFI.F
Invité d'honneur : Mr BENMOUHOU.B.Z

Année Universitaire 2011/2012

Remerciements

Remerciements

Nous tenons à remercier avant tout Allah le tout puissant qui nous a donné la santé, le courage, la volonté et la patience de réaliser ce travail.
Au terme de ce travail, il nous est agréable de remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

Nos remerciements vont particulièrement à :

- * Notre promoteur Mr BOUAOUDIA.A d'avoir bien voulu diriger ce travail et pour tous ses conseils fructueux et ses encouragements. Qu'il trouve ici nos sentiments de gratitude et déférence.
- * Mr MADANI.K pour l'honneur qu'il nous a fait pour assurer la présidence du jury et son aide précieuse qu'il trouve ici l'expression de notre profonde connaissance.
- * M^{me} TAMANDJARI.S d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail, qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde sympathie.
- * M^{lle} GUERFI.F d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail, qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde sympathie.
- * Mr BENMOUHOU.B directeur de recherche et développement de TCHIN-LAIT /CANDIA, ainsi qu'à tout le personnel de nous avoir accueilli au sein de l'entreprise, et de nous avoir prêté main forte pour la réalisation d'une partie de notre travail.
- * Nous remercions l'ensemble des dégustateurs experts et naïfs pour leur participation active, sans les quels cette étude n'aurait pas pu être menée à bien.

Sabrina et Nesma



DEDICACES



Je dédie ce mémoire :

A mes très chers parents pour leurs dévouements, leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements. Que ce travail soit, pour eux, un faible témoignage de ma profonde affection et tendresse.

📌 A mes très chers frères : « BADREDDINE, IDIR et GHILES ».

📌 A ma chère sœur : « WASSILA » et son mari et leur fils « YANI ».

📌 A mes grand père et mes grandes mères.

📌 A mes cousins, cousines, oncles et tantes.

📌 A toute la famille de SABRINA.

📌 A tous mes chers amis.

NESMA



DEDICACES



Je dédie ce mémoire :

A mes très chers parents pour leurs dévouements, leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements. Que ce travail soit, pour eux, un faible témoignage de ma profonde affection et tendresse.

📌 A mes très chers frères : « SAMIR, KAMEL et DJAMEL ».

📌 A mes très chères sœurs : « NADJET et HANAN ».

📌 A mon grand père et mes grandes mères.

📌 A mes cousins, cousines, oncles et tantes.

📌 A toute la famille de NESMA.

📌 A tous mes chers amis.

SABRINA

Liste des figures

Figure N°01 : schéma de fabrication d'une boisson sucrée.....	9
Figure N°02 : processus de perception : Recueil et traitement de l'information sensorielle.....	18
Figure N°03 : représentation des voies de perception olfactive directe, ou ortho-nasale, et indirecte, ou rétro-nasale.....	19
Figure N°04 : localisation des quatre saveurs fondamentales.....	20
Figure N°05 : choix de type d'épreuves.....	23
Figure N°06 : pouvoir discriminant par descripteur.....	31
Figure N°07 : coefficients des modèles de l'ensemble des échantillons.....	33
Figure N° 08 : graphique sémantique différentiel de l'échantillon A.....	34
Figure N°09 : graphique sémantique différentiel de l'échantillon B.....	34
Figure N°10 : graphique sémantique différentiel de l'échantillon C.....	35
Figure N°11 : graphique sémantique différentiel de l'échantillon D.....	35
Figure N°12 : graphique sémantique différentiel de l'échantillon E.....	36
Figure N°13 : graphique sémantique différentiel de l'échantillon F.....	36
Figure N°14 : résidus par objet.....	37
Figure N°15 : résidus par configuration.....	37
Figure N°16 : pénalités de l'échantillon A.....	38
Figure N°17 : pénalités de l'échantillon B.....	38
Figure N°18 : pénalités de l'échantillon C.....	39
Figure N°19 : pénalités de l'échantillon D.....	39
Figure N°20 : pénalités de l'échantillon E.....	39
Figure N°21 : pénalités de l'échantillon F.....	40
Figure N°22 : graphique sémantique différentiel des femmes de 3 à 11ans.....	41
Figure N°23 : graphique sémantique différentiel des hommes de 3 à 11ans.....	41
Figure N°24 : graphique sémantique différentiel des femmes de 12 à19ans.....	42

Figure N°25: graphique sémantique différentiel des hommes de 12 à 19ans.....	43
Figure N°26 : graphique sémantique différentiel des femmes de plus de 20ans.....	43
Figure N°27: graphique sémantique différentiel des hommes de plus de 20ans.....	44
Figures N°28: Coefficients des modèles des six échantillons des femmes de 3 à 11 ans.....	45
Figures N°29 : Coefficients des modèles des six échantillons des hommes de 3 à 11 ans.....	45
Figures N°30: Coefficients des modèles des six échantillons des femmes de 12 à 19 ans.....	46
Figures N°31 : Coefficients des modèles des six échantillons des hommes de 12 à 19 ans...	46
Figures N°32: Coefficients des modèles des six échantillons des femmes de plus de 20 ans.....	47
Figures N°33 : Coefficients des modèles des six échantillons des hommes de plus de 20 ans...	47
Figure N°34 : résidus par objet pour les femmes et les hommes.....	48
Figure N°35: Résidus par configuration des femmes et des hommes.....	48
Figure N°36: résidus par objet pour les hommes et les femmes.....	49
Figure N°37: Résidus par configuration des femmes et des hommes.....	49
Figure N°38: résidus par objet pour les hommes et les femmes.....	50
Figure N°39: Résidus par configuration des femmes et des hommes.....	50
Figure N°40 : carte sensorielle	52

Liste des tableaux

Tableau N°I : pourcentages de certains composants d'une boisson sucrée.....	6
Tableau N° II : les quantités de boisson consommées en France varient beaucoup avec l'âge.	7
Tableau N° III : apports énergétiques des boissons.....	7
Tableau N°IV : la valeur nutritive pour 100g de citron cru sans peau.....	14
Tableau N°V : les éléments nutritives de jus de citron frais, 63 ml (1/4 tasse)/65g.....	14
Tableau N°VI : concentration des quatre solutions sapides.....	26
Tableau N°VII : concentration des différentes solutions sucrées.....	27
Tableau N°VIII : liste des quatorze arômes alimentaires.....	27
Tableau N°IX : évaluation du plan pour l'analyse sensorielle.....	31
Tableau N°X : MDS/MDR pour le test de plan d'expérience de l'analyse sensorielle.....	31
Tableau N°XI : Moyennes ajustées par produit	33
Tableau N°XII : évaluation du plan pour l'évaluation hédonique.....	40
Tableau N°XIII : MDS/MDR pour le test de plan d'expérience de l'évaluation hédonique...40	
Tableau N°XIV : Pourcentage de juges satisfaits pour chaque objet	51
Tableau N°XV : Objets classés par ordre croissant de préférence.....	51

Listes des tableaux en annexe 2

Tableau N°I : résultats des notes pour l'analyse sensorielle :	
Tableau N°II : résultats des notes de préférences pour l'ensemble des consommateurs	
Tableau N°III : résultats des notes de préférence pour la catégorie de 3 à 11 ans	
Tableau N°IV : résultats des notes de préférence pour la catégorie de 12 à 19 ans	
Tableau N°V : résultats des notes de préférence pour la catégorie plus de 20 ans	

Sommaire

Glossaire
Liste des figures
Liste des tableaux

Introduction.....1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Boissons sucrées

1. Généralité.....	2
2. Définition.....	2
3. Différents types de boissons sucrées.....	2
3.1. Les Boisson gazeuse.....	2
3.1.1. Les limonades.....	2
3.1.2. Les boissons aux fruits carbonatées ou gazeuses	2
3.1.3. Les sodas.....	2
3.2. Les jus de fruits	2
3.2.1. Les pur jus, obtenus à partir de fruits.....	3
3.2.2. Les pur jus, obtenus à partir de concentré.....	3
3.2.3. Les jus de fruit concentré.....	3
3.2.4. Les nectars de fruits.....	3
3.2.5. Les jus de fruits déshydratés.....	3
3.3. Les boissons plates	3
3.3.1. Les boissons aux fruits	3
3.3.2. Les boissons aromatisées.....	3
3.3.3. Les sirops	4
3.3.4. Les boissons énergétiques.....	4
3.3.5. Les boissons à base de lait.....	4
4. Composition des boissons sucrées.....	4
4.1. Eau.....	4
4.2. Sucres.....	4
4.3. Edulcorants.....	5
4.4. Acides.....	5
4.5. Arômes.....	5
4.6. Pulpe de fruits.....	5
4.7. Jus de fruits.....	5
4.8. Additifs.....	5
4.9. Vitamines et sels minéraux.....	6
5. Consommation des boissons sucrées.....	7
5.1. Selon l'âge et le sexe.....	7
5.1.1. L'apport énergétique de quelques types des boissons sucrées selon l'âge.....	7
6. Fabrication des boissons sucrées.....	8

Chapitre II : Citron (*Citrus limon*)

1. Historique	10
2. Définition	10
3. Description du citronnier	10
4. Classification botanique	11
5. Différentes variétés	11
5.1. Eureka.....	11
5.2. Verna.....	11
5.3. Femminello.....	11
5.4. Interdonoto.....	11
6. Composition chimique de <i>citrus limon</i>	12
6.1. Vitamines.....	12
6.2. Flavonoïdes.....	12
6.3. Huiles essentielles.....	12
6.4. Acide citrique.....	13
6.5. limonoïdes.....	13
6.6. Sels minéraux.....	13
6.7. Protéines et acides aminés.....	13
6.8. Glucides.....	13
7. Valeur nutritionnelle	13
8. Bienfaits du <i>citrus limon</i>	14
8.1. Cancer (prévention).....	14
8.2. Cancer (ralentir la progression).....	14
8.3. Maladies cardiovasculaires.....	15
8.4. Inflammation.....	15
8.5. Hypercholestérolémie.....	15
8.6. Autres bienfaits.....	15

Chapitre III : Evaluation sensorielle

1. Historique	17
2. Définitions	17
2.1. Analyse sensorielle.....	17
2.2. Évaluation sensorielle.....	17
3. Domaines d'application de l'analyse sensorielle	17
3.1. Recherche et développement.....	18
3.2. Marketing.....	18
3.2. Contrôle de qualité.....	18
4. Perceptions sensorielles	18
4.1. Mécanisme de perception sensorielle.....	18
4.2. Perception visuelle.....	19
4.3. Perception olfactive.....	19
4.4. Perception gustative.....	19

4.5. Perception somesthésique.....	20
4.6. Facteurs influençant la perception sensorielle.....	20
5. Propriétés organoleptiques.....	21
5.1. Aspect.....	21
5.2. Arôme.....	21
5.3. Flaveur.....	21
5.4. Saveur.....	21
5.5. Texture.....	21
5.6. Couleur.....	21
6. Étapes de l'évaluation sensorielle.....	22
6.1. Choix du type d'épreuve.....	22
6.1.1.épreuves analytiques	22
6.1.2. Épreuves hédoniques	22
6.2. Constitution d'un groupe	23
6.3. Préparation de l'épreuve	23
6.3.1. Descripteurs	23
6.3.2. Échelles	24
6.4. Présentation des échantillons	24
6.5. Recueil et traitement des données	24

Partie pratique

Chapitre I : Matériels et méthodes

1. Mise en place d'un jury de dégustation expert.....	25
1.1. Matériels de préparation pour la procédure.....	25
1.2. Matériel humain.....	25
1.3. Méthode de spencer.....	25
1.3.1. Définition.....	25
1.3.2. Déroulement de la procédure.....	25
1.3.2.1. Phase de présélection.....	25
1.3.2.2. Phase de sélection.....	25
2. Préparation des six échantillons.....	28
3. Analyse sensorielle.....	28
3.1. Groupe d'évaluation.....	28
3.2. Formulation de questionnaire.....	28
3.3. Préparation de la salle d'évaluation.....	28
3.4. Présentation des échantillons.....	28
3.5. Déroulement de l'épreuve.....	29
4. Evaluation hédonique.....	29
4.1. Les Sujets.....	29
4.2. Formulation de questionnaire.....	29
5. Traitement des résultats avec XLSTAT.....	29

Chapitre II : Résultats et discussions

1. Résultats et discussions de l'analyse sensorielle	31
1.1. Test du plan d'expérience avec XLSTAT-MX.....	31
1.2. Caractérisation des produits.....	31
1.3. Graphiques sémantiques différentiels.....	33
1.4. Test de l'analyse procrustéenne généralisée.....	36
1.5. Test d'Analyse des pénalités.....	38
2. Résultats et discussions de l'analyse hédonique	40
2.1. Test de plan d'expérience avec XLSTAT-MX.....	40
2.2. Graphiques sémantiques différentiels.....	40
2.2.1. Catégorie de 3-11 ans.....	41
2.2.2. Catégorie de 12-19 ans.....	42
2.2.3. Catégorie plus de 20 ans.....	43
2.3. Caractérisation des produits.....	44
2.3.1. Catégorie de 3-11 ans.....	44
2.3.2. Catégorie de 12-19 ans.....	45
2.3.3. Catégorie plus de 20 ans.....	47
2.4. Test de l'analyse procrustéenne généralisée.....	48
2.4.1. Catégorie de 3-11ans.....	48
2.4.2. Catégorie de 12-19ans.....	49
2.4.3. Catégorie plus de 20ans.....	50
2.5. Cartographie de préférence	48

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Glossaire

Antiseptiques : est une substance qui tue ou prévient la croissance **des** bactéries et des virus sur les surfaces externes du corps.

Anti-inflammatoires : est un médicament destiné à combattre une inflammation.

Cancer : est une **maladie** caractérisée par une prolifération cellulaire anormalement importante au sein d'un **tissu** normal de l'organisme.

Diabète : est un dysfonctionnement du système de régulation de la glycémie.

Hypercholestérolémie : un taux élevé de cholestérol sanguin.

Inflammation : est une réaction de défense immunitaire.

Maladies cardiovasculaires : sont les maladies qui concernent le cœur et la circulation sanguine.

Prostaglandines E2, F2 : sont des métabolites de l'acide arachidonique.

Scorbut : est une maladie due à une carence délétère en vitamine C.

La surrénale : glandes paires endocrines situées au-dessus des reins.

Thromboxanes A2 : sont des hormones à effet vasoconstricteurs. Elles engendrent une augmentation de la pression artérielle.

Le comportement des consommateurs vis-à-vis de la nourriture est toujours une démarche complexe. Ils font des choix subjectifs qui dépendent de nombreux critères : mode de vie, habitudes ethniques, sociales,...En général, ils veulent être maîtres de leur choix alimentaire et ils y attachent une très grande importance.

Les industries alimentaires ont donc ressenti le besoin d'étudier les comportements sensoriels des consommateurs afin d'être capables de leur proposer les aliments qu'ils préfèrent et donc qu'ils achèteront. C'est ainsi qu'est apparue la nécessité de l'analyse sensorielle (**TOURAILLE, 1998**).

L'analyse sensorielle est une science multidisciplinaire qui fait appel à des dégustateurs et à leur sens de la vue, de l'odorat, du goût, du toucher et de l'ouïe pour mesurer les caractéristiques sensorielles et l'acceptabilité de produits alimentaires ainsi que de nombreux autres produits. Aucun instrument ne peut reproduire ou remplacer la réaction humaine, ce qui fait que l'élément «évaluation sensorielle» de toute étude alimentaire est essentiel. L'analyse sensorielle s'applique à toute une gamme de domaines comme le développement et l'amélioration des produits, le contrôle de la qualité, l'entreposage et le développement des processus (**WATTS, 2005**).

Les liquides, et plus particulièrement l'eau, sont essentiels pour avoir une bonne nutrition. Même si une part de l'eau consommée provient des aliments, la majeure partie est consommée sous forme de boissons. Par ailleurs, les boissons fournissent des vitamines et des minéraux. Toutefois, elles peuvent aussi être une source importante de sucre, et peuvent contribuer à un excès de calories (**GARRIGUET, 2008**).

Selon l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture en **2011**, pendant la période 2010-2011, la production de citrons a atteint 12,04 millions de tonnes, dont 10 millions de tonnes pour le marché des produits frais et 2,04 millions de tonnes pour le secteur de la transformation. Les importations de citrons représentent approximativement 27 pour cent de la consommation mondiale. La consommation par habitant est relativement élevée dans les pays du Proche-Orient comme la Jordanie, Algérie, le Liban et l'Égypte.

L'objectif de notre travail consiste en la caractérisation sensorielle et hédonique d'une série de boisson au jus de citron différemment formulée produite en collaboration avec Tchinalait/CONDIA, pour obtenir une formule qui répond aux exigences du consommateur en vue de sa commercialisation.

Notre travail est structuré en deux parties : une bibliographique qui traite des boissons sucrées, de l'étude de citron et de l'évaluation sensorielle; l'autre pratique qui regroupe les matériels et méthodes, ainsi que les résultats et discussions.

1. Généralités :

Dans la littérature francophone, les boissons sucrées sont essentiellement désignées par les termes « limonade », « boisson sucrée » et « soda ».

Les boissons sucrées commercialisées ne sont apparues que vers la fin du 19^e siècle aux Etats-Unis. Depuis, leur consommation n'a cessé d'augmenter à l'échelle planétaire.

Pour étancher sa soif, le consommateur peut choisir parmi une large gamme de boissons, à laquelle viennent s'ajouter sans cesse de nouveaux produits. Parmi cette variété de choix, le consommateur privilégie les boissons sucrées (SCHNEIDER, 2011).

2. Définition :

Selon l'ordonnance de Département fédéral de l'intérieur (DFI) en suisse de 2010, la boisson sucrée est une boisson contenant ou non de l'acide carbonique, préparée à partir d'eau potable ou d'eau minérale naturelle et de jus de fruits ou d'arômes, avec ou sans addition de sucres, de caféine ou de quinine.

3. Différents types de boissons sucrées :

3.1. Les Boissons Gazeuses :

Les boissons gazeuses font partie des boissons non alcoolisées, non fermentées. On retrouve dans cette famille :

3.1.1. Les limonades :

L'appellation limonade est réservée aux boissons gazéifiées, sucrées, limpides et incolores, additionnées de matières aromatiques ou sapides provenant du citron et éventuellement d'autres hespéridés, acidulées au moyen des acides citriques, tartriques ou lactiques.

3.1.2. Les boissons aux fruits carbonatées ou gazeuses (type Orangina et N'GAOUS) :

La dénomination est réservée aux boissons préparées à partir d'eau potable et de jus de fruits, jus de fruits concentrés, fruits ou un mélange de ces composants dans une proportion égale ou supérieure à 10 % de jus et inférieure à 25%.

3.1.3. Les sodas :

Dans la famille des sodas, nous retrouvons les boissons à base d'extraits naturels de fruits ou de plantes et qui contiennent du gaz carbonique et du sucre, mais également des édulcorants ou faux sucres (BOUDRA, 2007).

3.2. Les jus de fruits :

Dans la catégorie des Jus de fruits, on retrouve 5 familles :

3.2.1. Les pur jus, obtenus à partir de fruits :

C'est un jus obtenu à partir de fruits par des procédés mécaniques, fermentescibles mais non fermentés, possédant la couleur, l'arôme et le goût caractéristiques du ou des jus de fruits dont il provient. Les jus de fruits frais ne subissent pas de traitement thermique.

3.2.2. Les pur jus, obtenus à partir de concentré :

C'est le produit obtenu à partir de jus de fruit concentrés, par :

-Restitution de la proportion d'eau extraite du jus, lors de la concentration. L'eau ajoutée représentant les caractéristiques appropriées notamment des points de vue chimique, microbiologique et organoleptique, de façon à garantir les qualités essentielles du jus.

- Restitution de son arôme au moyen de substances aromatiques récupérées lors de la concentration du jus de fruits concerné, ou de jus de fruits de la même espèce, et qui représente des caractéristiques organoleptiques équivalentes à celles du jus obtenu à partir des fruits de la même espèce.

3.2.3. Les jus de fruit concentrés :

C'est le produit obtenu à partir de fruits, par élimination physique d'une partie déterminée de l'eau de constitution. Lorsque le produit est destiné à la consommation directe, la concentration est d'au moins 50%.

3.2.4. Les nectars de fruits :

C'est le produit non fermenté mais fermentescible, obtenu par addition d'eau et de sucres au jus de fruits concentré, à la purée de fruit concentrée ou à un mélange de ces produits, et dont la teneur minimale en jus, éventuellement en purée, et l'acidité minimale sont fixés de:

- 25 % à 50 % en teneur minimale en jus
- 4 et 9 g/l. en acidité (exprimé en acide tartrique).

3.2.5. Les jus de fruits déshydratés :

C'est le produit obtenu à partir de jus de fruits par élimination physique de la quasi-totalité de l'eau de constitution. La restitution des composants aromatiques est obligatoire.

3.3. Les boissons plates :

3.3.1. Les boissons aux fruits :

La dénomination est réservée aux boissons préparées à partir d'eau potable et de jus de fruits, jus de fruits concentrés, fruits ou un mélange de ces composants dans une proportion égale ou supérieure à 10 % de jus (**BOUDRA, 2007**).

3.3.2. Les boissons aromatisées :

Cette dénomination est consacrée aux boissons ne comprenant pas de jus de fruits. Elle est composée d'eau, sucre, émulsion, arôme naturel ou artificiel, antioxydant, conservateur, colorants, acide, épaississant... Cette catégorie est, de par sa composition et les besoins satisfaits, plus proche des sodas (sans le gaz) ou des mélanges eau+ sirop que des jus de fruits. L'absence de réglementation et le manque de maturité du marché entretiennent jusqu'à présent ces confusions.

3.3.3. Les sirops :

La dénomination sirop est réservée aux produits concentrés et aromatisés obtenus par dissolution de matières sucrantes glucidiques dans de l'eau, thés glacés. Ce secteur est très faible en Algérie. Pourtant celui-ci est un secteur très dynamique en Europe.

3.3.4. Les boissons énergétiques :

Ces boissons sont constituées d'eau, de sucre, de vitamines (C, B1, B2), de caféine, d'acides aminés (L-Phénylalanine).

3.3.5. Les boissons à base de lait :

Ces boissons sont constituées de lait (en général écrémé), de sucre, de stabilisant, d'aromatisant et de fruits (BOUDRA, 2007).

4. Composition des boissons sucrées :

Les boissons sucrées sont composées essentiellement d'eau, de sucres ou d'édulcorants, de jus de fruits, d'extraits, d'arômes et/ou de pulpe et d'une série d'additifs (VANDERCAMMEN, 2007).

4.1. Eau :

Le composé principal, l'eau, provient d'eau de source locale ou d'eau du réseau, et quelle que soit leur origine, ces eaux reçoivent un traitement adéquat. Elles sont ventilées, filtrées, adoucies, désinfectées et purgées de leur oxygène. Le fer, le chlore et les substances qui donnent un goût à l'eau sont éliminées (VANDERCAMMEN, 2007).

4.2. Sucres:

Le type de sucre ajouté aux limonades dépend de la région de production: en Amérique du Sud, on utilise du sucre de canne, en Amérique du sucre de maïs. En Belgique, le plus souvent, on recourt à du sucre de betteraves. Ce sucre arrive en camion-citerne. Il est contrôlé puis stocké dans des silos puis dans des cuves de stockage. Il est alors mélangé avec de l'eau pour obtenir du sirop de glucose. Les produits light ne contiennent pas de sucre, mais des édulcorants synthétiques. Ces substances sont livrées sous forme de poudre, en sacs ou en vrac (VANDERCAMMEN, 2007).

➤ Les glucides utilisés dans les boissons rafraichissantes sans alcool (BRSA) et leurs fonctionnalités :

Selon le programme national nutrition santé (PNNS) de 2007, le saccharose sous forme cristallisée ou liquide est le glucide essentiellement utilisé. Une minorité de boissons contient en association avec le saccharose du sirop de glucose-fructose, du sirop de glucose.

Les glucides ont trois fonctions principales :

- Agent de sapidité : les glucides contribuent à construire le goût et la saveur de la boisson (en synergie avec les arômes et les acidifiants)
- Agent de texture : les glucides apportent une certaine consistance au produit
- Apport d'énergie rapidement assimilée.

4.3. Edulcorants :

L'édulcorant est une substance non calorique utilisée pour donner une saveur sucrée aux denrées alimentaires et ce, en remplacement total des sucres (AOUFI, 2009).

Les édulcorants synthétiques utilisés dans les boissons light sont surtout de l'aspartame, de la saccharine, de l'acésulfame-K et du cyclamate (VANDERCAMMEN, 2007).

4.4. Acides :

Généralement, les boissons sucrées contiennent une quantité importante d'acide, principalement de l'acide phosphorique ou citrique. Ces acides confèrent à la boisson un caractère rafraîchissant. Contrairement à la teneur en sucre, il n'y a presque pas de différence en ce qui concerne la teneur en acide entre les boissons light et les boissons normales. Les hautes teneurs en acide sont masquées par la grande quantité de sucres et d'édulcorants présente dans les soft drinks (VANDERCAMMEN, 2007).

4.5. Arôme :

Les molécules d'arôme sont des composés organiques dont la tension de vapeur à la pression atmosphérique et à température ambiante est suffisante pour provoquer la volatilisation dans l'atmosphère gazeuse et produire un stimulus olfactif au contact de la muqueuse olfactive (AOUFI, 2009).

Ils sont utilisés pour conférer un arôme à un aliment ou à une boisson, exception faite des saveurs salées, sucrées ou acides. Les notes aromatiques les plus courantes sont à base de fruits (citron, citron vert, orange, pêche,...), d'extraits de plantes, d'épices ou de fleurs (VANDERCAMMEN, 2007).

4.6. Pulpe de fruits :

La pulpe de fruits est le produit non fermenté, mais fermentescible obtenu en passant au tamis la partie comestible du fruit entier ou pelé sans en prélever le jus (CODEX ALIMENTARIUS, 2000).

4.7. Jus de fruits :

Le jus est obtenu par des procédés adaptés qui conservent les caractéristiques physiques, chimiques, organoleptiques et nutritionnelles essentielles des jus du fruit dont il provient. Le jus peut être trouble ou clair et peut contenir des substances aromatiques et des composés volatils restitués, à condition qu'ils proviennent des mêmes espèces de fruits et soient obtenus par des moyens physiques adaptés (CODEX ALIMENTARIUS, 2000).

4.8. Additifs :

➤ Les colorants :

Les colorants ajoutent artificiellement de la couleur aux aliments, pour les rendre en principe plus appétissants ; ils peuvent s'agir de constituants naturels de denrées alimentaires ou d'autres sources naturelles, qui ne sont pas normalement consommés comme aliments en soi et ne sont pas habituellement utilisés comme ingrédients caractéristiques dans l'alimentation.

➤ **Les conservateurs:**

Substances qui prolongent la durée de conservation des denrées alimentaires en les protégeant des altérations dues aux micro-organismes.

➤ **Les antioxydants:**

Substances qui prolongent la durée de conservation des denrées alimentaires en les protégeant des altérations provoquées par l'oxydation (p. ex. modifications de la couleur).

➤ **Les acidifiants:**

Substances qui augmentent l'acidité d'une denrée alimentaire et/ou lui donnent un goût acide.

➤ **Les correcteurs d'acidité :**

Substances qui modifient ou limitent l'acidité ou l'alcalinité d'une denrée alimentaire (AOUFI, 2009).

4.9. Vitamines et sels minéraux :

Les boissons peuvent contenir naturellement des vitamines et minéraux (par les jus de fruits, l'eau,...) mais ils peuvent également être ajoutés. On parle alors de boissons enrichies en vitamines ou minéraux. La quantité et le type de vitamines et sels minéraux varient selon la boisson (VANDERCAMMEN, 2007).

Tableau N°I : pourcentages de certains composants d'une boisson sucrée.

Selon le programme national nutrition santé (PNNS) de 2007, les pourcentages de certains composants d'une boisson sucrée et comme suit :

composants	Boisson sucrée
eau	89,7%
Sucre ajouté	10%
Edulcorants intenses	0%
additifs	0,25%
arômes	0,05%

5. Consommation des boissons sucrées :

5.1. Selon l'âge et le sexe :

L'étude HBSC (Health Behaviour in School-aged Children) constate que la consommation de boissons sucrées augmente à mesure que les enfants avancent en âge et que les garçons consomment plus de boissons sucrées que les filles. Chez les garçons de 15 ans, 38,7 % boivent une ou plusieurs fois par jour des boissons sucrées et 8,7 % une ou plusieurs fois par jour des energy-drinks.

Selon l'étude, 38,7 % des garçons et 50,3 % des filles entre 11 et 15 ans consomment une boisson sucrée au moins une fois par semaine. 30,4 % des garçons et 22,5 % des filles boivent une boisson sucrée chaque jour (**DELGRANDE et ANNAHEIM, 2009**).

Tableau N°II : Les quantités de boissons consommées en France varient beaucoup avec l'âge (**CREDOC, 2010**)

Quantités consommées (en ml/jour)	Enfants 3-5 ans	Enfants 6-11 ans	Adolescents (12-19)	Adultes (20-54)	Seniors (55 +)
Jus de fruits et nectars	94 ml/j	116 ml/j	115 ml/j	63 ml/j	46 ml/j
BRSA	57 ml/j	94 ml/j	182 ml/j	63 ml/j	18 ml/j
Boissons lactées	256 ml/j	219 ml/j	163 ml/j	85 ml/j	72 ml/j

5.1. 1. L'apport énergétique de quelques types des boissons sucrées selon l'âge :

Tableau N°III : apports énergétiques des boissons sucrées (**CREDOC, 2010**).

Contribution des boissons aux apports énergétiques (% des kcal/jour)	Enfants 3-5 ans	Enfants 6-11 ans	Adolescents (12-19)	Adultes (20-54)	Seniors (55 +)
Jus de fruits et nectars	2,7%	2,9%	2,4%	1,3%	0,9%
BRSA	1,4%	2,0%	3,4%	2,2%	0,4%
Boissons lactées	11,9%	7,7%	4,7%	2%	1,0%

6. Fabrication des boissons sucrées :

Les boissons sucrées sont essentiellement fabriquées par des opérations de mélange et de stabilisation par la chaleur avant conditionnement aseptique. Suivant le type de boisson, la composition, la viscosité, l'acidité,...on procédera à des traitements thermiques de stabilisation différents. Ainsi le choix de la méthode de traitement repose sur les critères suivants :

- type de produit (jus, nectar, boisson carbonée ou non)
- acidité du produits traité et rapport Brix/Acide (il est bien connu que les germes acidophile sont moins thermophiles et nécessitent des températures de pasteurisation plus basse)
- présence de pulpes de fruits qui augmentent la viscosité et modifient les propriétés rhéologiques du produit. Éventuellement présence de fibre.
- durée de vie de produit désirée qui dépend de la composition du produit du barème de pasteurisation de la nature de l'emballage et de distribution.
- éventuellement, désaération et homogénéisation. La désaération vise à éviter l'oxydation de la vitamine C pendant le stockage. On la pratique plus en cas de remplissage à froid qu'en remplissage à chaud. L'homogénéisation se pratique essentiellement pour les fruits dont les jus ou les purées sont visqueux et difficile à mélanger (**MATHLOUTHI, 2007**).

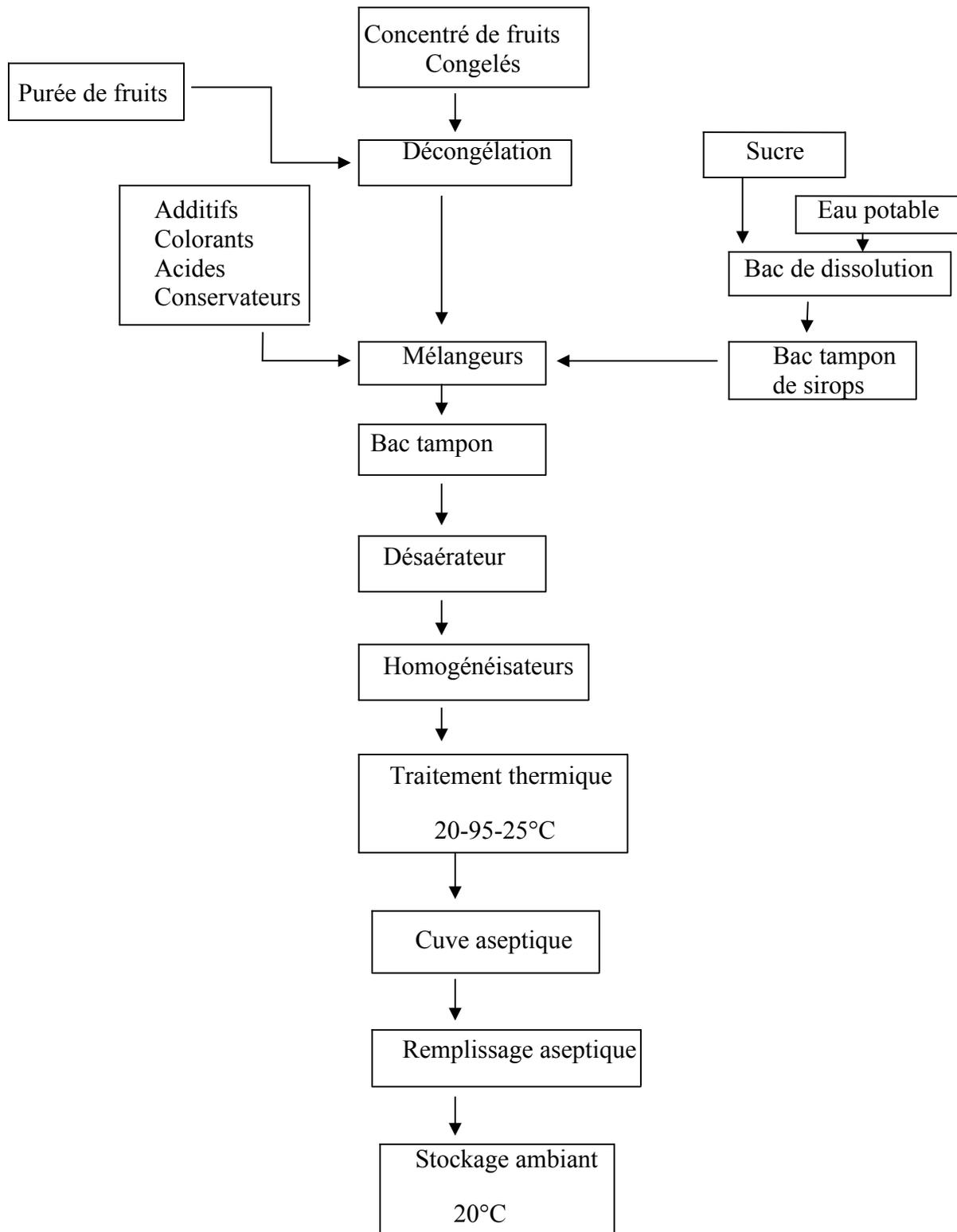


Figure 01 : schéma de fabrication d'une boisson sucrée (MATHLOUTHI, 2007).

1. Historique :

Nom commun : citron.

Nom scientifique : *Citrus limon*

Le citron s'est d'abord appelé « limon », terme emprunté à l'italien *limone*, qui venait lui-même de l'arabo-persan *limûn*. Le mot est apparu dans la langue française en 1351. De là vient le mot « limonade ». Le terme « citron », né en 1398, est dérivé du latin *citrus*. Il a graduellement remplacé « limon » dans la langue populaire.

C'est dans les écrits chinois qu'on fait tout d'abord référence au citron. Une première mention date de 1175. Le citron a probablement été introduit en Chine entre le X^e siècle et le milieu du XII^e siècle, à l'est de la région himalayenne, au sud de la Chine, plus précisément de la Haute Birmanie. Le citron est cultivé par les Grecs et les Romains, voire par les Egyptiens. Ce sont les Arabes qui diffuseront le citron, l'introduisant en Afrique du Nord, en Afrique et en Espagne, de même que dans tout le bassin méditerranéen. Lors des Croisades au Proche-Orient, les Européens de l'ouest, de l'est et du nord découvriront les agrumes qu'ils rapporteront dans leur pays respectif. De là naîtront les premières serres, dites orangeries. Les premiers agrumes : citrons, limes, oranges sont introduits dans le Nouveau monde par Christophe Colomb en 1493 (HELLAL, 2011).

2. Définition :

Le citron est un agrume, fruit du citronnier. Le fruit mûr a une écorce qui va du vert tendre au jaune éclatant sous l'action du froid. La maturité est en fin d'automne et début d'hiver dans l'hémisphère nord. Sa chair est juteuse, acide et riche en vitamine C, ce qui lui vaut - avec sa conservation facile - d'avoir été diffusé sur toute la planète par les navigateurs qui l'utilisent pour prévenir le scorbut (Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008).

3. Description du citronnier :

Le citronnier est un arbuste originaire du sud-est asiatique, cultivé sur le littoral de la Méditerranée et dans toutes les régions du globe à climat semi-tropical (HIMED, 2011).

Le citronnier est un petit arbre épineux, à feuilles persistantes, atteignant 3 à 6 m de hauteur, à cime étalée et peu denses, au feuillage vert clair. Les feuilles composées, unifoliolées, alternées, de forme variable, lancéolées, elliptiques, à bord denticulé, de taille très variable de 5 à 10 cm. Les fleurs blanches et odorantes. Fruit ovoïde, de 5 à 10 cm de diamètre, à peau épaisse, adhérente, jaune clair à maturité odorante (HELLAL, 2011).

Cette plante est l'une des agrumes les plus vigoureuses, de croissance rapide, elle produit de nombreuses branches et fructifie abondamment, et la fructification de l'hiver est plus importante (de 60 à 70% de production annuelle de l'arbre) (HIMED, 2011).

4. classification botanique :

Règne : végétal.

Embranchement : spermaphytes.

Sous- embranchement : angiospermes.

Classe : Eudicotylédones.

Ordre : Rutales.

Sous-classe : Rosidées.

Famille : Rutaceae.

Genre : Citrus.

Espèce : *Citrus limon* (HELLAL, 2011).

5. Différentes variétés:

Le citron a plusieurs variétés dont les plus connues sont : Verna, Eureka, Femminello, Intedonoto.

5.1. Eureka :

Eureka est né en Californie à partir de graines envoyées de la Sicile dans les années 1850. Le fruit de forme oblongue est né tout au long de la saison. Les fleurs sont teintées de rose. Le fruit est lisse, croûte moyenne mince, haute teneur en jus, taux élevé d'acide, faible nombre de graines et de bonne saveur.

5.2. Verna

Verna est d'origine inconnue et est surtout cultivé en Espagne. L'Arbres Verna sont grandes et sans épines. Ils fleurissent généralement deux fois par an. Le fruit peut accrocher sur les arbres sans perte de qualité pendant une longue période.

5.3. Femminello

Femminello est la variété de citron le plus important de l'Italie. C'est un arbre de taille moyenne avec peu d'épines ou non. Dans des conditions appropriées, il fleurit presque toute l'année.

5.4. Interdonato

Interdonato est un hybride naturel de citron et de cédrat. Le fruit est gros, oblong, cylindrique, conique avec, mamelon souligné à l'apex et un cou court ou un collier à la base. La peau est jaune, lisse, brillante, fine et bien accroché. La pulpe est jaune-verdâtre, en 8 ou 9

segments, croquante, juteuse, très acide et légèrement amère. Très peu de graines (KOSKINEN, 2011).

6. Composition chimique de *citrus limon* :

Notons que le citron contient un peu de vitamine A, de vitamines B1 et B2 ainsi que des bioflavonoïdes et de la pectine. Mais c'est la vitamine C qui est de loin la plus présente dans ce fruit. On estime une moyenne de 50 mg de vitamine C pour 100 g de fruit. Il contient également des caroténoïdes et des coumarines (FERLOO, 2011).

6.1. Vitamines :

Une vitamine (de latin Vita= « vie » et amine= nécessaire) est un composé organique non énergétique, indispensable à la croissance de l'organisme et au maintien de l'équilibre vital. Les vitamines doivent être apportées par l'alimentation en quantité suffisante puisque l'homme ne peut pas les synthétiser (BOISSEAU, 2005 ; BOURGEOIS, 2003).

➤ Vitamine C :

La vitamine C est une vitamine hydrosoluble très sensible à l'air, à la lumière et à la chaleur : la cuisson en détruit jusqu'à 35% selon le mode utilisé (BOURGEOIS, 2003).

La vitamine C a une structure apparentée à celle des hexoses ayant pour formule brute $C_6H_8O_6$. La structure précise de la vitamine C, constituée d'un cycle lactone portant une fonction éne-diol (OH-C=C-OH) et deux fonctions alcool, est établie par HAWORTH en 1932 qui lui a donné le nom chimique d'acide ascorbique. Après, sa synthèse à partir de D-glucose est mise au point par REICHSTEIN (FAIN, 2005 ; IFN, 1995).

6.2. Flavonoïdes :

Le terme « flavonoïdes » regroupe un grand nombre de composés naturels, largement répandus dans le règne végétal appartenant à la famille des polyphénols (Mouly et al., 1996). Ce sont des pigments responsables de la coloration de nombreux légumes et fruits présents dans des vacuoles sous forme d'hétérosides, l'ose constituant étant fréquemment le glucose ou le rhamnose (ADRIAN ET FRANGNE, 1986).

6.3. Huiles essentielles :

De l'écorce on extrait une huile essentielle qui contient entre autres substances du [limonène](#) et du [citral](#) (Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008).

Définition de l'huile essentielle : « produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des *Citrus*, soit par distillation sèche. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques ». La composition chimique et le rendement en huiles essentielles varient suivant diverses conditions : l'environnement, le génotype, origine géographique, la période de récolte, le séchage, sa température et sa durée.

La composition d'une l'huile essentielle extraite par expression de l'écorce du *Citrus limon* avec un rendement de 1,2 à 1,5%. Les principaux constituants sont le limonène (65 à 70%), le citral (1 à 5%), le β -pinène (4 à 9%), le γ -terpinène (9 à 12%), le linalol (1,5%), le

cinéole, d'acétate de géranyle, le nonanal, le citronellal, l' α -terpinéol, le camphène et l' α -bisabolène (HIMED, 2011).

6.4. Acide citrique :

La pulpe, de coloration jaune ou verdâtre, est généralement riche en acide citrique, ce qu'il lui donne sa saveur acide.

L'acide citrique est un acide alpha hydroxylé de formule $C_6H_8O_7$. Il est naturellement présent dans le citron en grande quantité (il intervient pour plus de 95 % dans l'acidité de ce fruit). Il est utilisé dans l'industrie alimentaire comme acidifiant (soda), correcteur d'acidité, agent de levuration, dans la composition d'arôme (HIMED, 2011).

6.5. Limonoïdes :

Les limonoïdes sont des triterpènes qui se trouvent à faibles concentrations dans les divers agrumes. Les molécules qui les produisent, comme l'acide limonoïque, proviennent de l'albédo des citrons. Leur concentration dépend de la variété, de la période de la récolte et de la région géographique de provenance des citrons. Le limonin est un composé qui produit une forte saveur amère dans le jus. Cependant, son seuil de détection sensorielle dépend de la sensibilité du dégustateur.

6.6. Sels minéraux :

La concentration totale des sels minéraux du jus de citron dépend fondamentalement de l'origine géographique.

6.7. Protéines et acides aminés :

L'azote organique constitue entre 0.6 et 1.3% de la matière sèche du jus de citron. Il fait partie des acides aminés, des protéines à faible poids moléculaire, des enzymes, des nucléotides, des acides nucléiques et des phosphoprotéines. Environ 70% de l'azote organique se trouve dans le jus sous forme d'acides aminés libres. Le reste est reparti entre des petits peptides d'approximativement 82 kDa de poids moléculaire.

6.8. Glucides :

Le saccharose, le glucose et le fructose sont les principaux glucides du jus citron. On retrouve aussi dans ce groupe chimique des polymères à haut poids moléculaire, comme les pectines et les complexes de cellulose et hemicellulose, qui constituent une partie de la pulpe et les fibres du jus (DOMINGUEZ LOPEZ, 2002).

7. Valeur nutritionnelle :

Le citron est une source de différents éléments nutritifs dont les valeurs sont illustrées dans les tableaux ci-dessus :

Tableau N° IV : la valeur nutritive pour 100g de citron cru sans peau (**Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008**).

eau : 88,98 g	cendres totales : 0,30 g	fibres : 2,8 g	valeur énergétique : 29 kcal
protéines : 1,10 g	lipides : 0,30 g	glucides : 9,32 g	sucres simples : 2,50 g
calcium : 26 mg	fer : 0,60 mg	magnésium : 8 mg	phosphore : 16 mg
potassium : 138 mg	cuivre : 0,037 mg	sodium : 2 mg	zinc : 0,06 mg
vitamine C : 53,0 mg	vitamine B1 : 0,040 mg	vitamine B2 : 0,020 mg	vitamine B3 : 0,100 mg
vitamine B5 : 0,190 mg	vitamine B6 : 0,080 mg	vitamine B9 : 0 µg	vitamine B12 : 0,00 µg
vitamine A : 22 UI	rétinol : 0 µg	vitamine E : 0,15 µg	vitamine K : 0,0 µg
Acides gras saturés : 0,039 g	acides gras mono-insaturés : 0,011 g	Acides gras poly-insaturés : 0,089 g	cholestérol : 0 mg

Tableau N°V : les éléments nutritifs de jus de citron frais, 63ml (1/4 tasse)/65 g (**Santé canada, 2010**).

Calories	16
Protéines	0,3 g
Glucides	5,6 g
Lipides	0,0 g
Fibres alimentaires	0,3 g

8. bienfaits du *citrus limon* :

8.1. Cancer (prévention) :

Plusieurs études ont démontré que la consommation d'agrumes serait reliée à la prévention de certains types de cancer comme le cancer de l'œsophage, le cancer de l'estomac, le cancer du côlon, de la bouche et du pharynx (**CHAINANI-Wu, 2002**).

Selon l'une des études de **FOSCHI et al. (2010)**, une consommation modérée d'agrumes (soit de 1 à 4 portions par semaine) permettrait de réduire les risques de cancers touchant le tube digestif et la partie supérieure du système respiratoire. Une étude populationnelle suggère que la consommation quotidienne d'agrumes jumelée à une consommation élevée de thé vert (1 tasse et plus par jour) serait associée à une plus forte diminution de l'incidence des cancers (**KURIYAMA et al., 2010**).

8.2. Cancer (ralentir la progression) :

Les flavonoïdes, des composés antioxydants contenus dans les agrumes, ont démontré qu'ils pouvaient ralentir la prolifération de plusieurs lignées de cellules cancéreuses (POULOSE, 2005).

8.3. Maladies cardiovasculaires :

Plusieurs études épidémiologiques ont démontré qu'un apport régulier en flavonoïdes provenant d'agrumes est associé à une diminution du risque de maladies cardiovasculaires. Les flavonoïdes contribueraient à améliorer la vasodilatation coronarienne, à diminuer l'agrégation des plaquettes sanguines et à prévenir l'oxydation du « mauvais » cholestérol (LDL) (Benavente-Garcia et Castillo, 2008).

8.4. Inflammation :

Plusieurs études ont démontré que les flavonoïdes des agrumes avaient des propriétés anti-inflammatoires. Ils inhiberaient la synthèse et l'activité de médiateurs impliqués dans l'inflammation (dérivés de l'acide arachidonique, prostaglandines E2, F2 et thromboxanes A2) (Benavente-Garcia et Castillo, 2008).

8.5. Hypercholestérolémie :

Les flavonoïdes et les limonoïdes des agrumes et de leurs jus pourraient avoir un potentiel de réduction de l'hypercholestérolémie. Des études réalisées chez l'animal ont démontré que certains d'entre eux abaissaient le cholestérol sanguin (BANH et al., 2000).

8.6. Autres bienfaits :

Parmi d'autres effets observés, deux limonoïdes présents dans les agrumes (la limonine et la nomiline) inhiberaient la réplication du virus de l'immunodéficience humaine (VIH), en plus d'inhiber l'activité de la protéase du virus (BATTINELLI et al., 2003).

De plus, certains limonoïdes du citron démontrent une activité contre certains champignons pathogènes (Suresh et al., 2000).

Précisons aussi que le citron étant particulièrement riche en vitamine C, rappelons que celle-ci joue un rôle important dans le développement des os et des dents, dans l'intégrité du tissu sanguin et des capillaires ; elle tend à normaliser la pression sanguine et le taux de sucre dans le sang ; elle protège le cristallin et stimule la surrénale et la fonction ovarienne. Elle est un puissant antioxydant et permet également de contrer favorablement les effets néfastes du stress.

Le citron peut avoir des propriétés antiseptiques, il est utilisé dans de nombreux traitements contre le mal de gorge et permet également de faire des cures pour les mains. Il est de plus utilisé en cosmétologie pour éclaircir et unifier le teint. Il élimine 30% de glucose dans le sang, efficace pour le diabète. On le considère aussi comme un agent anti microbien à large spectre contre les infections bactériennes et les champignons, efficace contre les parasites internes et les vers, il régule l'hypertension artérielle et est antidépressive, combat la tension et les désordres nerveux. Il détruit les cellules malignes dans 12 types de cancer, y compris celui du côlon, du sein, de la prostate, du poumon et du pancréas... Les composés de cet arbre ont démontré agir 10.000 fois mieux que le produit Adriamycin, une

drogue chimiothérapeutique normalement utilisée dans le monde, en ralentissant la croissance des cellules du cancer.

Les varices : Le zeste de citron contribue à soulager les varices. Ils contiennent des substances appelées flavonoïdes, et notamment de la rutine, qui diminuent la perméabilité des vaisseaux sanguins (**FERLOO, 2011**).

1. Histoire :

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. **(GIBOREAU, 2009)**.

2. Définition :

2.1. Analyse Sensorielle :

L'analyse sensorielle ou métrologie sensorielle représente l'ensemble des méthodes, des outils et des instruments qui permettent d'évaluer les qualités organoleptiques d'un produit, c'est-à-dire les caractéristiques faisant intervenir les organes des sens de l'être humain : le goût, l'odorat, la vue, le toucher et l'ouïe. L'analyse sensorielle permet d'améliorer un produit en réponse aux attentes sensorielles du consommateur. **(Lefebvre et BASSEREAU, 2003 ; VINDRAS, 2010)**.

L'analyse sensorielle repose sur la dégustation des produits et sur l'analyse des réponses sensorielles données par les dégustateurs. **(RAOUX, 1998)**.

2.2. Evaluation Sensorielle :

Les normes **AFNOR (2002)** définissent l'évaluation sensorielle comme une « *méthode scientifique utilisée pour évoquer, mesurer, analyser et interpréter les réponses à des produits tels qu'ils sont perçus par les sens de la vue, de l'odorat, du toucher, du goût et de l'audition* ». Elle permet d'étudier différents problèmes ou de répondre à diverses questions posées par le fabricant et est utilisée dans de nombreux domaines. **(TOTTÉ, 2008)**.

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

3. Domaines d'application de l'analyse sensorielle :

Dans l'industrie agro-alimentaire, il est important de pouvoir étudier les impressions des consommateurs lorsqu'ils goûtent un produit. Analyser les sensations des consommateurs soumis à des tests permet de connaître l'impact que provoque un produit. **(BOUTROLLE, 2007)**.

Ces domaines d'application de l'analyse sensorielle peuvent être classés en trois familles:

3.1. Recherche et développement :

L'évaluation sensorielle intervient lors de la mise au point de nouveaux produits. Des sujets qualifiés et entraînés sont sollicités pour décrire objectivement les échantillons et évaluer les ressemblances ou dissemblances entre différentes références d'un même type de

produit. Ces études permettent de comparer différentes formulations, d'améliorer un produit, d'évaluer l'incidence d'une modification de processus sur les qualités sensorielles du produit.

3.2. Marketing :

Le marketing garantit l'activité commerciale des industries en explicitant le besoin et les attentes du marché. Il mène des études de marché qui tiennent compte du besoin, des attentes, des remarques, des attitudes des consommateurs vis-à-vis du produit. En termes de marketing, la perception du client est de nos jours mise en avant en utilisant la métrologie sensorielle pour maîtriser l'évaluation subjective qu'ils se font du produit qui leur est présenté. Dans ce cas, les études consommateurs viennent valider les études effectuées en Recherche et Développement et mettre en évidence les axes d'amélioration des produits.

3.3. Contrôle de la qualité :

L'analyse sensorielle est basée sur la perception du contrôleur et non sur celle du client potentiel. Notons que, bien sûr, le contrôleur sera formé selon les attentes du client mais aura malheureusement sa propre sensibilité qui influencera l'analyse.

(GUERRA, 2009)

4. Perception sensorielle:

4.1. Mécanisme de perception :

La perception est une étape majeure de l'évaluation sensorielle. Elle est composée de trois Phases : l'activation des récepteurs sensoriels, l'acquisition de l'information envoyée par ses mêmes récepteurs et la traduction en sensations. **(Figure 01) (GUERRA, 2009).**

Lorsqu'un aliment (stimulus) entre en contact avec les récepteurs sensoriels d'un être humain, l'influx nerveux engendré se propage jusqu'au système nerveux central. Ce phénomène est appelé sensation. Plus ces influx nerveux progressent vers les centres supérieurs du cerveau, plus ils sont filtrés, réduits et stabilisés. A leur arrivée au niveau des centres supérieurs, les influx sont confrontés à la mémoire et à la conscience. Cette projection sur le champ de la conscience d'une partie des sensations correspond au phénomène de perception. **(PERRIN, 2008)**

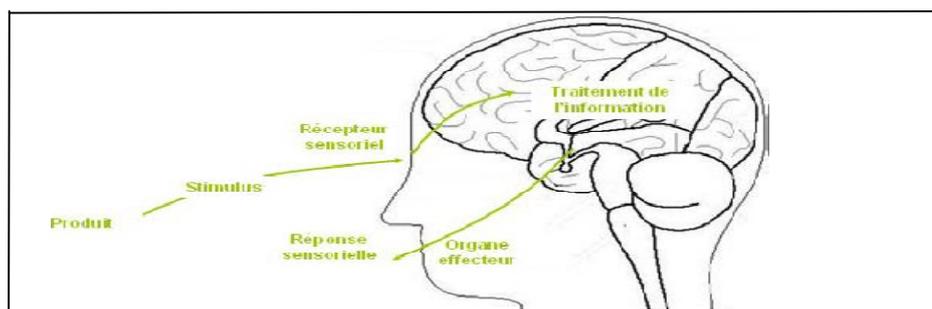


Figure 01: Processus de perception : Recueil et de traitement de l'information sensorielle (GUERRA, 2009).

4.2. Perception visuelle :

L'aspect visuel du produit et en particulier sa couleur sont souvent évoqués comme un motif justifiant le désir ou non de consommer l'aliment. L'étude d'EZAN et PIRIS (2009

souligne que la diversité des couleurs engendre une perception de variété dans l'assortiment des grandes surfaces alimentaires.

La lumière extérieure issue d'un aliment est examinée et recueillie par l'œil qui la concentre sur la rétine. La rétine est recouverte de cellules en bâtonnets, sensibles à l'intensité lumineuse, et de cônes, sensibles à la couleur. Il faut environ 80 millisecondes pour transformer un signal lumineux en perception consciente. (PERRIN, 2008)

4.3. Perception olfactive :

Selon la norme ISO 5492 (1992), l'arôme et l'odeur sont les propriétés organoleptiques perceptibles par l'organe olfactif. On distingue odeur et arôme selon si les composés atteignent l'organe olfactif par voie directe (ortho-nasale) ou par voie indirecte (retro-nasale) (Figure 2). Si les substances volatiles sont perçues directement par flairage, il convient d'utiliser le terme « odeur », alors que le terme « arôme » sera utilisé lorsque les substances volatiles sont entraînées à partir de la bouche.

Une fois le contact établi entre les composés volatils et les neurorécepteurs, un signal est alors transmis aux centres nerveux.

La qualité du message correspond aux propriétés physico-chimiques du composé aromatique et la quantité à la concentration du stimulus olfactif. (PERRIN, 2008)

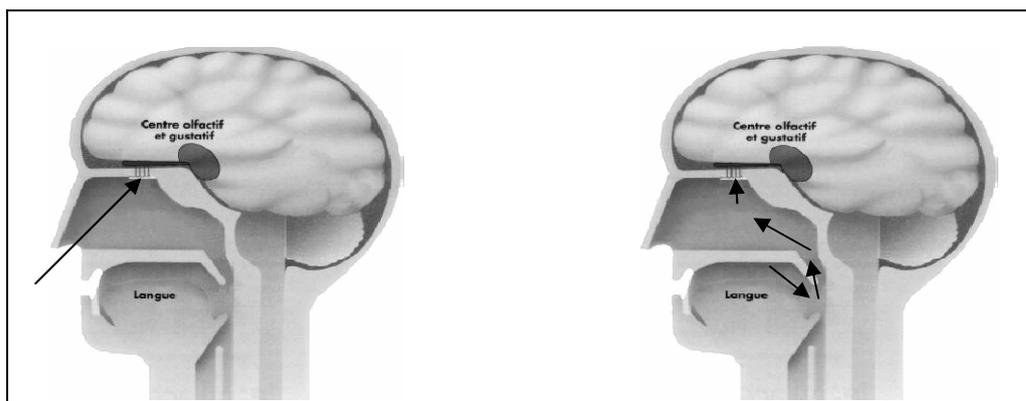


Figure 02 : Représentations des voies de perceptions olfactives directe, ou ortho-nasale (à gauche), et indirecte, ou rétro-nasale (à droite) (PERRIN, 2008)

4.4. Perception gustative

Dans l'espace buccal, la sensation issue des stimuli passe par 7 à 10 millions de cellules sensorielles regroupées en bourgeons gustatifs et formant ce que l'on appelle communément les papilles gustatives. (PEYNAUD *et al.*, 2006).

Il existe 4 sortes de papilles :

- Les papilles filiformes : elles sont impliquées dans la perception somesthésique. Elles détectent les variations de pression, la douleur et les différences thermiques.

- Les papilles caliciformes : sont les plus volumineuses, elles ont une forme circulaire et sont disposées à la partie postérieure de la langue.

- Les papilles fongiformes : sont en forme de champignons occupent la pointe.

- Les papilles foliées localisées sur les bords de la langue

Toutes les papilles caliciformes et la plupart des papilles fongiformes et foliées renferment des bourgeons gustatifs qui contiennent les récepteurs gustatifs et permettent donc la perception des saveurs. Le bout de la langue perçoit les 4 saveurs, mais il est très sensible au salé et au sucré. La partie postérieure de la langue réagit à l'amer, tandis que les bords de la langue sont plus sensibles à l'acide. (TOURAILLE, 1998)

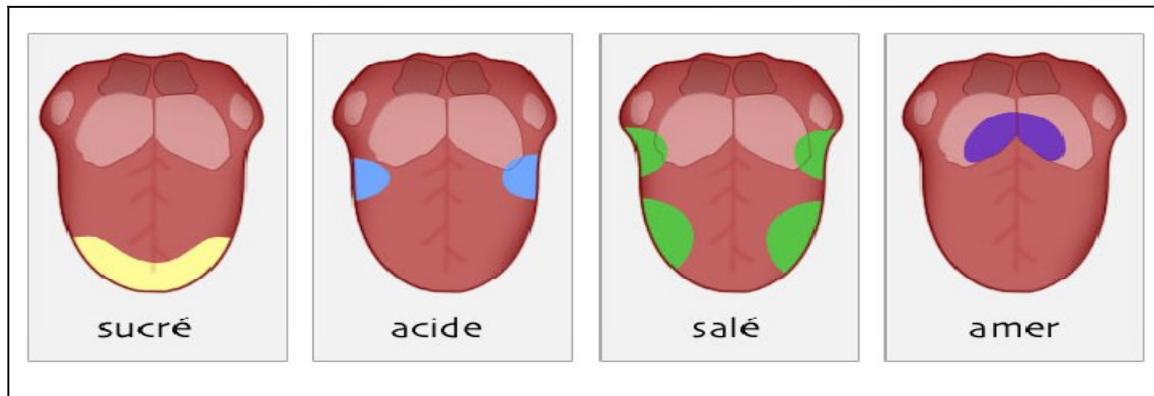


Figure 03 : localisation des quatre saveurs fondamentales (FERRERA et CARO, 2001).

4.5. Perception somesthésique :

Les sensations somesthésiques correspondent aux sensations perçues par la peau, les muscles, les tendons, les articulations. Elles se traduisent par la sensibilité thermique (température), les sensibilités tactile et kinesthésique, résultant de contraintes mécaniques (élasticité, dureté, rugosité, *etc.*), mais aussi par la sensibilité chimique résultant du contact direct de molécules avec les muqueuses, comme le CO₂ ou l'éthanol, provoquant les sensations de piquant, irritant, parfois brûlant. (PERRIR, 2008)

4.6. Facteurs influençant la perception sensorielle :

D'une façon générale, de nombreuses études ont pu montrer que la réponse liée à l'image sensorielle était affectée par des facteurs temporaires comme le contexte, l'adaptation, l'ordre de présentation des échantillons, ou encore par le nombre d'échantillons présentés et la fatigue sensorielle. (O'MAHONY et ROUSSEAU, 2003).

VERHAGEN (2007) explique qu'il existe des convergences neurophysiologiques entre stimulus et facteurs intrinsèques à l'individu et que celles-ci reposent sur une réalité anatomique. Le phénomène de perception impliquerait différentes zones dont certaines seraient directement liées à l'affect, à la dimension hédonique, ou encore à l'identité.

6. Propriétés organoleptiques:

Le terme organoleptique signifie « qui affecte les organes des sens ». Les qualités organoleptiques comprennent les propriétés sensorielles typiques d'un aliment (goût, apparence, couleur, arôme, texture) mais tient aussi compte des sensations en bouche que provoque un aliment ou toute autre sensation liée à la consommation de cet aliment.

(VINDRAS, 2010)

6.1. Aspect:

C'est le premier attribut que le consommateur ou le juge analyse, son étude fait appel à La vue; il englobe la couleur, la forme, la taille, la texture, et ainsi que les propriétés géométriques. (DELACHARLERIE *et al*, 2008).

6.2. Arôme :

Les arômes correspondent aux odeurs émises et ressenties après avoir mis en bouche l'aliment, pendant la dégustation. libérés sous l'effet de la salive et de la mastication, ils vont stimuler notre organe olfactif, par voie rétro-nasale. (DILLENSEGER, 2000).

6.3. Flaveur :

La flaveur est une interprétation psychologique des phénomènes physiologiques qui se déclenchent lors de la dégustation de l'aliment. (DOMINGUEZ LOPEZ, 2002)

6.4. La saveur :

La saveur est définie comme étant la sensation perçue par l'organe gustatif lorsqu'il est stimulé par certaines substances solubles (ISO 5492, 1992). Ces substances sont des molécules chimiques en solution dans la salive. Traditionnellement, on parle de quatre saveurs élémentaires : sucré, salé, acide et amer. Plus récemment, la saveur umami a été ajoutée à ces quatre saveurs : elle correspond à la sensation engendrée par le glutamate de sodium. (PERRIN, 2008)

6.5. La texture:

La texture est l'ensemble des propriétés rhéologiques et de structure d'un produit alimentaire, perceptibles par les mécanorécepteurs, les récepteurs tactiles et, éventuellement, par les récepteurs visuels et auditifs.

La texture est également un critère d'appréciation organoleptique du consommateur pour juger de la qualité et de la fraîcheur des aliments. (BLECKER, 2008)

6.6. Couleur :

La couleur est généralement définie selon trois dimensions. La première dimension de la couleur concerne la teinte : il s'agit de sa « tonalité chromatique » (jaune, rouge ou bleu), de la gamme de coloration. La seconde dimension est la luminosité : elle est relative à sa clarté, qui peut avoir différentes valeurs, allant du noir au blanc pur, en passant par des couleurs intermédiaires (gris), selon la quantité de lumière que la couleur reflète. Enfin, la troisième dimension est la saturation ou chroma : c'est l'intensité de la couleur.

(DIVARD et URIEN, 2001 ; LICHTLE, 2002 ; ROULLET, 2004)

7.Étapes de l'évaluation sensorielle :

7.1. Choix du type d'épreuve :

L'évaluation sensorielle d'un produit permet, soit la mesure de ses caractéristiques sensorielles, soit la mesure du plaisir qu'il procure au consommateur. Ces deux approches

sont souvent complémentaires, mais doivent être soigneusement distingués car les groupes de sujets interrogés sont différents. (AFN 00). On distingue ainsi les essais analytiques (réponses objectives) des essais hédoniques :

7.1.1. L'épreuve analytique :

Une épreuve analytique consiste à mesurer les différences entre les produits. Selon que ces différences sont plus ou moins nettes, cette épreuve débouche, soit sur une étude discriminative, soit sur une étude descriptive. (GUERRA, 2009)

➤ Les épreuves descriptives :

Consistent à mesurer l'intensité de la sensation perçue pour chacun des descripteurs choisis, et d'établir à l'aide de l'ensemble des descripteurs quantifiés, le profil sensoriel du produit. (LEFEBVRE et BASSEREAU, 2003)

Afin de contrôler la qualité sensorielle d'un produit, de vérifier sa conformité avec les objectifs initiaux, d'évaluer l'effet sensoriel de la modification des procédés de production, d'expliquer les préférences des consommateurs, de mesurer et d'interpréter les perceptions de l'Homme, on fait régulièrement appel à des sujets initiés ou entraînés. (LEFEBRE, 2006)

➤ Les épreuves discriminatives :

Visent à détecter la présence ou l'absence de différences sensorielles entre deux produits. La caractéristique sensorielle sur laquelle portent les éventuelles différences n'est généralement pas connue de l'expérimentateur, et jamais des sujets. Toutefois leur emploi est limité car elles permettent uniquement de répondre à la question « ces produits sont-ils perçus comme différents ? ». (Lefebvre, 2006)

7.1.2. Épreuve hédonique :

Un produit alimentaire d'apparence laide n'a aucune chance d'être commercialisé, même si ses qualités gustatives sont exceptionnelles. Les épreuves hédoniques doivent tenir compte de ce fait elles concernent l'étude des préférences et des aversions des consommateurs, des utilisateurs ou des clients. On distingue des épreuves hédoniques de classements et d'évaluations y compris des épreuves de lassitude, d'aversion, d'authenticité et du profil du produit idéal.

➤ épreuves de classement :

Consistent à ranger deux ou plusieurs échantillons de produits selon l'intensité croissante ou décroissante d'une caractéristique sensorielle avec des qualificatifs plus subtils comme le caractère agréable ou non des produits (de moins agréable à plus agréable).

➤ épreuves d'évaluations :

Concernent l'évaluation de l'intensité d'une ou de plusieurs caractéristiques sensorielles pour plusieurs échantillons de produits, sur base des échelles en vue de quantifier des différences, en considérant a priori pour l'analyse statistique chaque caractère indépendamment l'un de l'autre. (CLAUSTRIAUX, 2001)

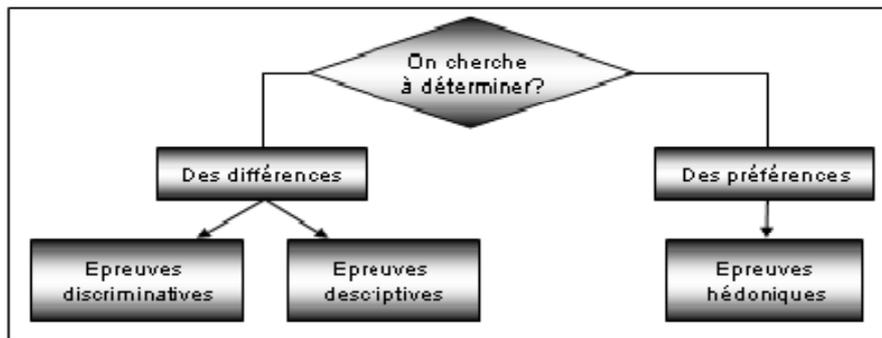


Figure 04 : Choix du type d'épreuves (GUERRA, 2009).

7.2. Constitution d'un groupe :

L'expérimentateur doit constituer son groupe d'évaluateurs en suivant différentes règles qui seront primordiales pour obtenir des résultats concrets et les plus proches de la réalité. Il crée donc son groupe en tenant compte de la disponibilité, de la motivation des personnes ainsi que de l'éventualité qu'ils puissent utiliser le produit de l'évaluation dans leur vie personnelle.

Cette première recherche lui permet de faire un premier tri des sujets, afin de pouvoir commencer à les former à la méthode qu'ils vont devoir suivre, mais aussi afin de les entraîner si nécessaire à l'évaluation qu'ils vont devoir réaliser. (GUERRA, 2009)

7.3. Préparation de l'épreuve :

7.3.1. Descripteurs :

Les sujets expriment leur perception avec leurs propres mots ou avec des mots proposés par l'expérimentateur. Ces mots sont appelés descripteurs puisqu'ils permettent de donner une description précise du produit et de ses caractéristiques. Ils doivent donc répondre à plusieurs critères, comme ceux d'être :

- pertinents, c'est-à-dire appropriés au produit.
- précis, c'est-à-dire ne pas induire d'ambiguïté lors de leur utilisation pour la compréhension du sujet et de l'expérimentateur.
- discriminants, c'est-à-dire être choisis de manière à marquer clairement la différence entre deux produits
- exhaustifs, c'est à dire devant décrire l'ensemble du produit en s'attachant à montrer toutes les différences pouvant exister entre tous les produits.
- Indépendants, c'est-à-dire ne pas se chevaucher par la description de certains éléments du produit.

7.3.2. Échelles :

Chaque descripteur libre ou non peut être lié à une échelle d'intensité permettant de saisir l'importance de la perception du descripteur dans le produit évalué. L'analyse sensorielle définit trois types d'échelle:

- échelle de catégorie : cette échelle est composée de catégories définies par des chiffres, mots ou dessins. Elle se compose donc de valeurs soit sémantiques, soit numériques.

- échelle d'intervalles : cette échelle est une échelle de repérage dont l'origine est arbitraire. De plus, les intervalles représentés sur cette échelle tiennent compte de la distance entre l'intensité perçue pour le descripteur donné. Cette échelle d'intervalle peut être soit structurée, soit non structurée.

- échelle proportionnelle : cette échelle représente le rapport entre deux sensations.

(GUERRA, 2009)

7.4. Présentation des échantillons :

Les échantillons doivent être codés, présentés de façon homogène (température, quantité, récipient) et dans un ordre différent d'un sujet à l'autre et d'une répétition à l'autre pour un même sujet. Au cours d'une même séance, il faut vérifier que chaque échantillon est évalué le même nombre de fois en première position. (RAOUX, 1998)

7.5. Recueil et traitement des données :

Le recueil des résultats peut être effectué de deux façons : sur des fiches papier avec traitement des données grâce à un logiciel de statistique ou à l'aide d'un système informatisé spécialement conçu pour l'analyse sensorielle. Dans ce cas des terminaux individuels situés dans les cabines permettent la saisie des réponses qui sont ensuite traitées par l'ordinateur central.

À l'heure actuelle ces dispositifs sont indispensables, ils facilitent la tâche de l'animateur à tous les niveaux, contribuent à une plus grande motivation des dégustateurs et à une meilleure traçabilité des essais réalisés. (RAOUX, 1998)

1. Mise en place d'un jury de dégustation expert :

Le jury est l'élément majeur de toute épreuve d'analyse sensorielle. Le travail va consister à connaître et à améliorer les performances de groupe à constituer de façon à pouvoir compter sur des individus fiables et discriminants.

Nombreuses méthodes ont été proposées pour la constitution d'un groupe d'évaluation sensorielle par des chercheurs comme GERVAIS et SAUVAGEOT, CROSS et SPENCER. Nous avons fait appel à la méthode de SPENCER qui est une procédure bien précise.

1.1. Matériel de préparation pour la procédure :

Pour cette méthode on a besoin d'une balance, spatule, gobelets, éprouvette, tubes à essais, des cuillères, entonnoir, fiole.

1.2. Matériel humain :

C'est un groupe constitué de différentes catégories d'âge des deux sexes : des enseignants, des techniciens de laboratoire, du personnel de la faculté sont invités à participer à la sélection du groupe.

1.3. Méthode de SPENCER :

1.3.1. Définition :

Développée en vue de former un groupe de généralistes susceptible, après entraînement, d'évaluer diverses denrées alimentaires du point de vue flaveur (complexe olfaction-gustation-sensibilité chimique commune), la procédure de spencer comporte trois étapes de sélection, à l'issue de chaque étape, le sujet est ou n'est pas déclaré bon pour l'étape suivante (SAUVAGEOT, 1991).

1.3.2. Déroulement de la procédure :

La procédure de SPENCER se déroule en 3 phases :

1.3.2.1. Phase de présélection :

Les enseignants, les techniciens et les personnels de la faculté sont informés des tests de sélection pour la mise en place d'un jury expert. Les personnes qui sont intéressées, en bonne santé, disponibles et répondants aux critères de sélection remplissent un questionnaire (cf. Annexe n°1). A l'issue de cette phase, trente sept personnes ont été retenues et invitées pour la sélection proprement dite.

1.3.2.2. Phase de sélection :

La sélection se fait en trois étapes :

- Première étape : essai d'appariement
- Deuxième étape : essai de discrimination

- Troisième étape : essai ayant pour but d'évaluer l'aptitude des sujets à identifier ou décrire une odeur.

- Première étape : reconnaissance des saveurs fondamentales :

Principe :

Cette étape permet de connaître la perception des dégustateurs en ce qui concerne les saveurs fondamentales: le salé, le sucré, l'acide et l'amer. Nous souhaitons en effet savoir si le jury est effectivement capable de détecter par exemple, les saveurs acide ou amère présentes dans certains produits, et s'il ne fait pas de confusion entre ces différentes saveurs. Ces tests nous permettront de repérer les dégustateurs ayant des problèmes sur certains stimuli.

Avant de réaliser le test proprement dit, le juge est invité à goûter et à reconnaître les quatre saveurs fondamentales et il est informé que l'échantillon peut être sucré, salé, amer ou acide. Huit échantillons codés lui sont alors présentés (2 sucrés, 2 salés, 2 acides, 2 amers) dans un ordre aléatoire; il s'agit alors pour chaque personne de remplir un questionnaire (cf. Annexe n°1) en indiquant en face la saveur reconnue le numéro de l'échantillon correspondant. Aucune erreur n'est tolérée.

Mode opératoire :

Pour ce test on a préparé quatre solutions selon la procédure de SPENCER. La quantité nécessaire pour chaque saveur est calculée selon le nombre de personnes participants et dont les concentrations sont les suivantes :

Tableau N°VI: concentration des quatre solutions sapides

solutions	Concentration (g/l)
Solution acide	0.7 g d'acide citrique/l d'eau
Solution amère	0.7 g de caféine/l d'eau
Solution salée	2 g de chlorure de sodium/l d'eau
Solution sucrée	20 g de saccharose/l d'eau

- Deuxième étape : la différenciation des seuils :

Principe :

Cette étape consiste en la détermination de l'acuité sensorielle des dégustateurs. Un jury de dégustation doit être capable d'analyser et de quantifier les caractéristiques des produits, et par conséquent de déceler les différences d'intensité quand elles existent. C'est la raison pour

laquelle des tests de détection des seuils de différenciation ont été mis en place. Quatre échantillons codés (A, B, C, D) sont alors présentés et le sujet est invité à classer par ordre d'intensité sucrée croissante, les quatre solutions de saccharose. Aucune erreur n'est tolérée (cf. Annexe N°1).

Mode opératoire :

Pour ce test on a préparé quatre solutions sucrées de différentes concentrations selon la procédure de SPENCER. La quantité nécessaire est de 1.5 litres pour chaque solution et dont les concentrations sont les suivantes :

Tableau N°VII : concentration des différentes solutions sucrées

Première concentration	75 g de saccharose /l d'eau
deuxième concentration	100 g de saccharose /l d'eau
troisième concentration	125 g de saccharose /l d'eau
quatrième concentration	150 g de saccharose /l d'eau

- Troisième étape : identification des quatorze odeurs

Principe :

Cette dernière étape consiste en l'évaluation du potentiel des sujets à décrire ou à communiquer les informations sur les réponses sensorielles. Le sujet doit flairer quatorze arômes alimentaires, les identifier ou tout au moins les décrire ; ils disposent de onze minutes, soit 45 secondes par arôme. Pour chaque arôme la note reçue est au plus égale à 5 et la limite inférieure pour être invité à participer aux séances d'entraînement est fixée à 40.

Mode opératoire :

Les quatorze arômes alimentaires sont contenus dans des tubes à essais bien fermés et codés de 1 à 14. Le sujet dispose d'un questionnaire (cf. Annexe n°1) et il est invité à flairer et identifier l'odeur qui correspond à chaque numéro.

Tableau N°VIII: Liste des arômes alimentaires utilisés.

Arômes alimentaires	
Chocolat Fraise Citron Miel Caramel Banane Orange	Pistache Noisette Pomme verte Amande amère Amande douce Vanille Eau de fleur d'orangé

Suite aux résultats obtenus, 19 personnes ont été sélectionnées pour faire partie du jury expert.

2. Préparation des six échantillons :

Dans un bécher de 8 litre, rempli d'eau de process et soumis à une agitation nous versons les différents ingrédients (sucre, acide citrique et le concentré citron) pesés selon chaque recette et on ajuste avec de l'eau jusqu'à 9 litres.

Après homogénéisation du mélange, on le verse dans des flacons en verre stérilisée qui sont en suite mis dans l'autoclave à une température de 85°C pendant 5 minutes. Une fois autoclavées, le produit est mis dans des bouteilles en plastique. Elles sont en suite transportées dans des glacières jusqu'au laboratoire de l'université ou elles sont stockées à une température de + 5°C.

3. Analyse sensorielle :

L'analyse sensorielle est un outil précieux qui permet d'identifier et de mesurer les propriétés organoleptiques des produits telles qu'elles sont perçues par nos sens, afin d'acquérir les informations nécessaires à la création de produits satisfaisant les attentes des consommateurs. Plus précisément, des études de marché et de préférences des consommateurs sont essentielles pour le développement de tous nouveaux produits.

Une étude qualitative et quantitative est réalisée à l'aide d'un jury expert pour déterminer et caractériser les propriétés organoleptiques de six formules d'une boisson à base de citron.

3.1. Groupe d'évaluation :

16 dégustateurs experts sont utilisés dont 12 sont parmi les experts sélectionnés cette année et 4 des experts formés suite à une étude réalisée en 2008 à l'université A/Mira de Bejaïa dont le thème est : « mise en place d'un jury de dégustation expert ».

3.2. Formulation de questionnaire :

Le choix des descripteurs pour la mise en place du questionnaire s'est porté sur la couleur, la fraîcheur, l'acidité, la sucrosité, l'arôme, l'amertume, la viscosité d'une boisson à base de citron sur une échelle structuré noté de 1 à 5.

3.3. Préparation de la salle d'évaluation :

Cette analyse est effectuée dans le laboratoire de l'analyse sensorielle de l'université qui est équipé d'une salle d'évaluation avec 11 postes et une salle de préparation qui est attenante à cette dernière. Le laboratoire est bien aéré, et bien éclairé permettant un bon déroulement des différents tests de dégustation.

3.4. Présentation des échantillons :

Six gobelets transparents codés A, B, C, D, E, F contenant 50 ml de chaque échantillon sont présentés dans un ordre qui diffère d'un jury à un autre.

Chaque expert dispose d'un gobelet rempli d'eau, un crachoir, stylo, papier mouchoir, un questionnaire et six échantillons de boisson à base de citron à la même température (+5°C), il est informé de suivre l'ordre de présentation.

Le codage des six échantillons est comme suit :

échantillons	SUCRE (g /l)	Acide citrique (g /l)	Jus de citron (g /l)
A	147	1.5	44.4
B	139	1.48	42
C	135	1.47	44.25
D	135.01	0.98	44.25
E	134.97	0.79	44.2
F	138.99	1.48	41.35 (13%)

3.5. Déroulement de l'épreuve :

La dégustation des six échantillons s'est déroulée le matin de 8 heures 30 minutes à 11 heures 30 minutes et l'après midi de 13 heures à 16 heures 30 minutes.

4. Evaluation hédonique :

Elle consiste à mesurer le plaisir et le déplaisir des consommateurs et connaître leurs préférences par rapport à les six échantillons afin d'obtenir une meilleure formule qui répond mieux aux exigences des consommateurs.

4.1. Les sujets :

160 consommateurs naïfs (enseignants, travailleurs, étudiants et personnes en dehors de l'université) de différents âges sont divisés en trois catégories comme suit :

- Entre 3-11 ans
- Entre 12-19 ans
- Supérieure ou égale à 20 ans

4.2. Formulation du questionnaire :

Nous avons choisi les descripteurs suivants : couleur, fraîcheur, viscosité, acidité, sucrosité, arôme, d'une boisson à base de citron. Les dégustateurs sont invités à cocher leurs préférences à l'aide d'une croix par rapport aux descripteurs ci-dessus, puis donner une note de préférence aux six échantillons sur une échelle de 1 à 9.

5. Traitement des résultats avec XLSTAT :

Grâce à XLSTAT, il est désormais possible d'utiliser les techniques les plus modernes et les plus performantes d'analyse de données, de statistique et de modélisation, sans jamais quitter Microsoft Excel.

XLSTAT est un outil complet d'analyse de données et de statistique dont la particularité est d'être parfaitement intégré à Excel. L'accès aux différents modules est possible grâce à des menus et à des barres d'outils. XLSTAT utilise Microsoft Excel comme une interface de récupération des données et d'affichage des résultats.

Les résultats obtenus sont traités par XLSTAT-MX qui est un module statistique principalement destiné à l'analyse des données des études marketing. Ce logiciel est un complément essentiel pour les utilisateurs de XLSTAT-Pro qui analysent des données sensorielles.

Les fonctionnalités offertes par XLSTAT-MX 2012 sont : plan d'expérience, analyse en composantes principales(ACP), analyse procrustéenne généralisée(GPA), cartographie des préférences (PREFMAP), caractérisation de produit, analyses de pénalités, graphique sémantique différentiel (**addinsoft ,1995-2012 et xlstat version, 2012.3.03**).

1. Résultats et discussions de l'analyse sensorielle :

1-1-Test du plan d'expérience avec XL Stat-MX (cf. Annexe n°3):

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 :

Tableau N°IX : Evaluation du plan :

A-Efficacité	1,000
D-Efficacité	1,000

Tableau N°X : MDS/MDR :

	obtenu	optimal
MDR	0,444	0,444
MDS	0,444	0,444

b/Discussion :

D'après les résultats un plan optimal a été trouvé donc notre plan pour l'évaluation des six produits est idéal et peut être utilisé pour une étude statistique et avoir des résultats fiables.

1-2- caractérisation des produits (cf. Annexe n°3):

Cet outil est utilisé 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 (**HUSSON et PAGES, 2009**).

➤ **Pouvoir discriminant par descripteur :**

a/Résultats :

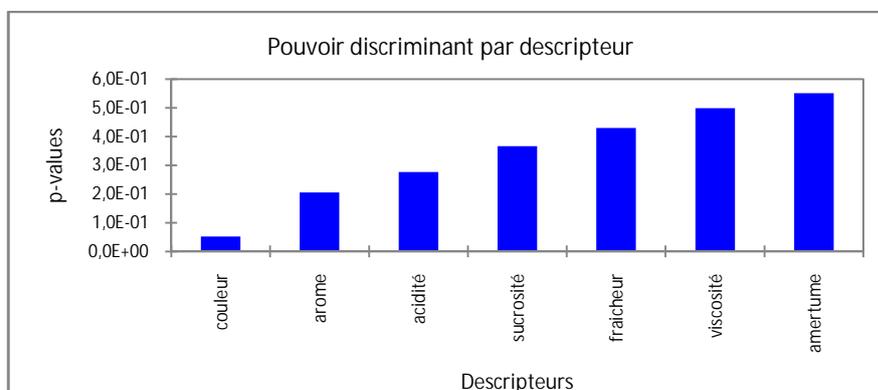


Figure N°06: Pouvoir discriminant par descripteur.

b/Discussion :

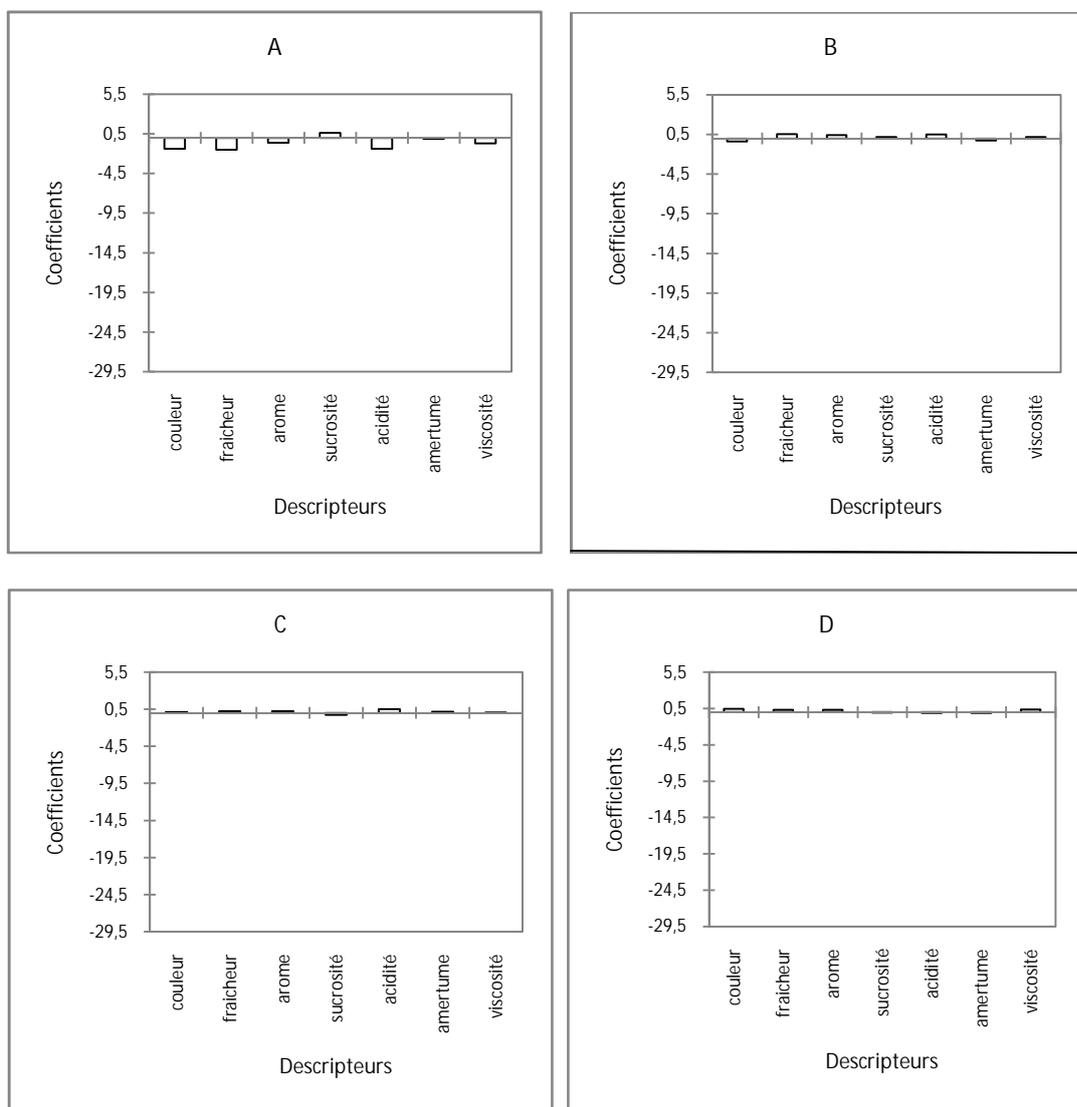
Les résultats révèlent que le pouvoir discriminant par descripteur est dominant pour l’amertume, la viscosité, suivi par la fraîcheur et la sucrosité ; il est moyen pour l’acidité et l’arôme et faible pour la couleur.

➤ **Coefficients des modèles :**

Ils rassemblent l’ensemble des sorties importantes des analyses de la variance effectuées.

a/Résultats :

Les résultats sont présentés dans la figure ci-dessous :



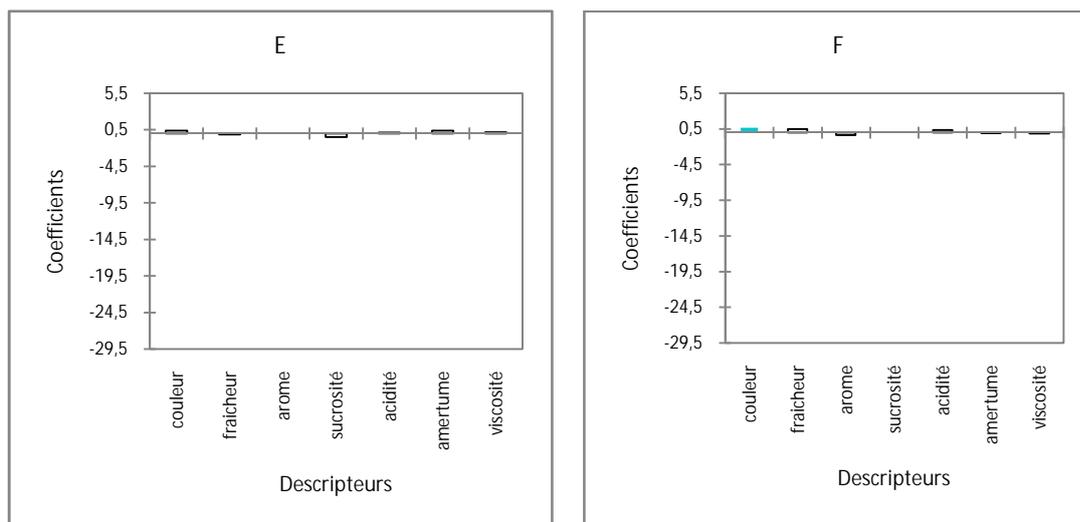


Figure N°07 : Coefficients des modèles de l'ensemble des échantillons.

Tableau N°XI : Moyennes ajustées par produit :

	acidité	fraicheur	viscosité	couleur	arôme	amertume	sucrosité
C	2,771	1,333	1,615	2,563	2,813	3,167	1,854
E	2,396	0,958	1,740	2,813	2,563	3,354	1,604
F	2,646	1,583	1,427	3,250	2,188	2,917	2,104
D	2,146	1,396	1,927	2,875	2,875	2,854	2,042
B	2,771	1,646	1,740	2,063	3,000	2,729	2,292
A	0,896	-0,417	0,865	1,063	1,938	2,854	2,729

b/Discussion :

L'apparition de la couleur bleu indique un effet significativement positif de la couleur sur le produit F, et l'absence de la couleur rouge indique qu'il n'y a pas un effet significativement négatif des descripteurs sur les produits. On peut donc dire qu'il n'ya pas d'effet descripteurs sur les produits sauf pour le produit F.

1-3- Graphiques sémantiques différentiels (cf. Annexe n°3):

Cette méthode est utilisée pour visualiser les notes attribuées par des juges à des objets pour différents critères (JUDD et SMITH et KIDDER, 1991).

Les résultats des six échantillons sont présentés dans les figures ci-dessous :

❖ **Echantillon A :**

a/Résultat :

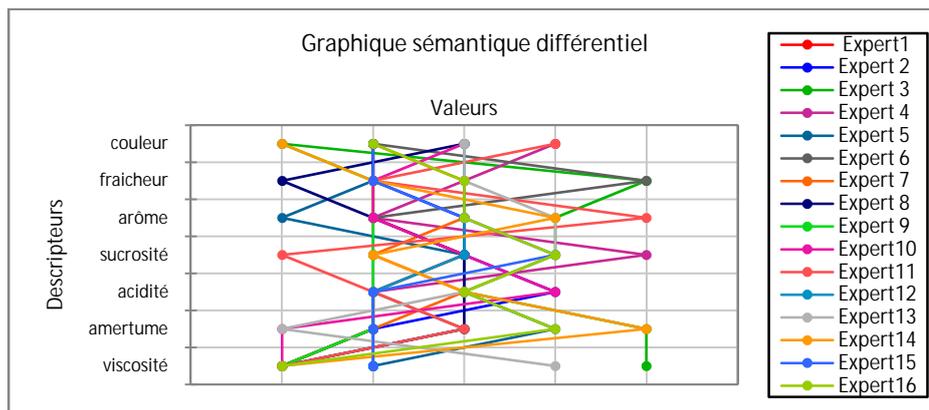


Figure N°08: graphique sémantique différentiel.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 12 et 15 qui ont des opinions rapprochées.

❖ **Echantillon B :**

a/Résultat :

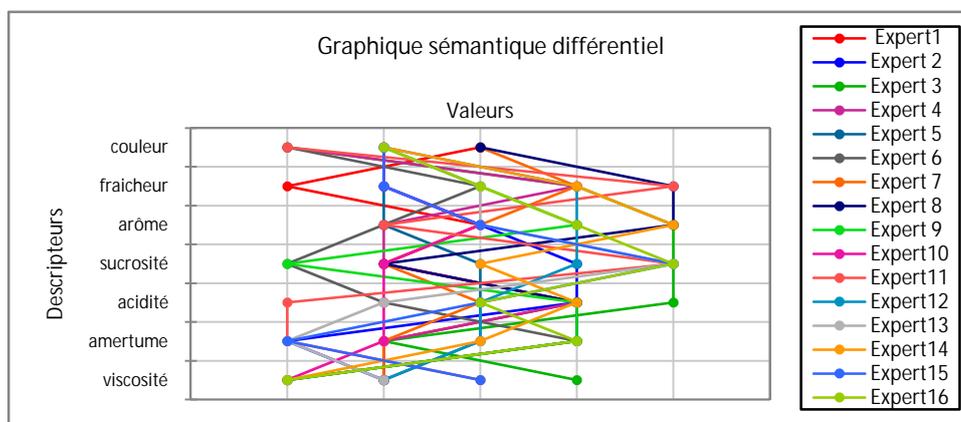


Figure N°09: graphique sémantique différentiel.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 2 et 15 qui ont des opinions rapprochées.

❖ **Echantillon C :**

a/Résultat :

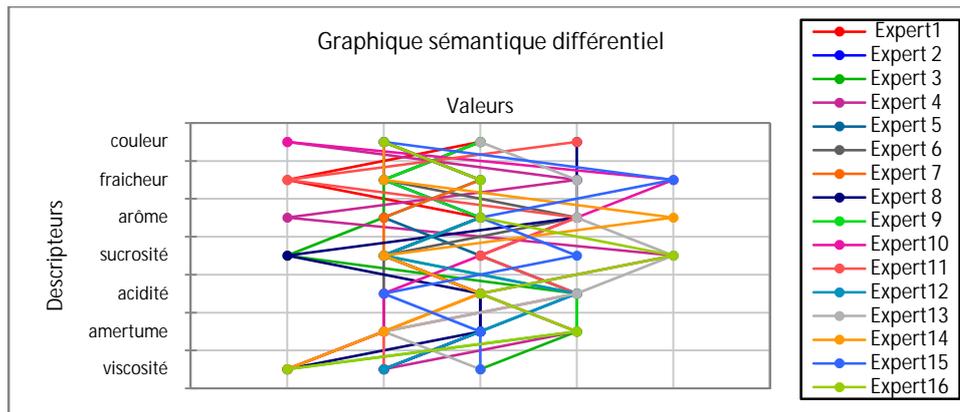


Figure N°10: graphique sémantique différentiel.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 12 et 5 qui ont des opinions rapprochées.

❖ **Echantillon D :**

a/Résultat :

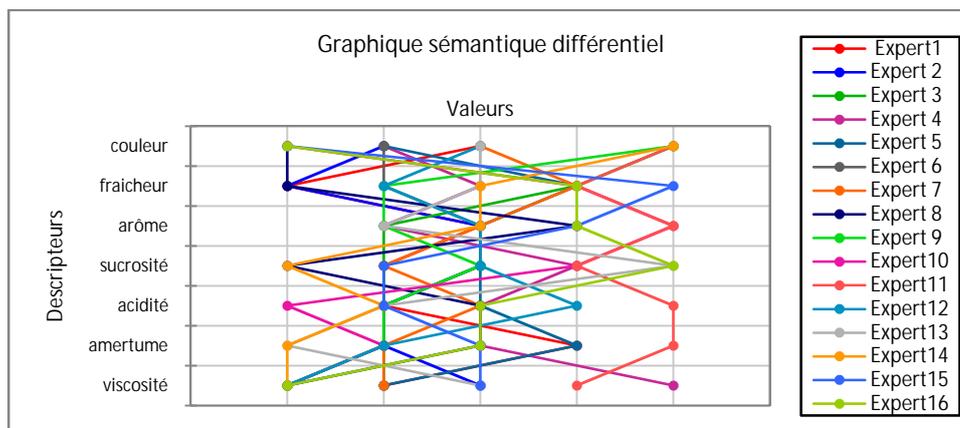


Figure N°11: graphique sémantique différentiel.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 6 et 9 qui ont des opinions rapprochées.

❖ **Echantillon E :**
a/Résultat :

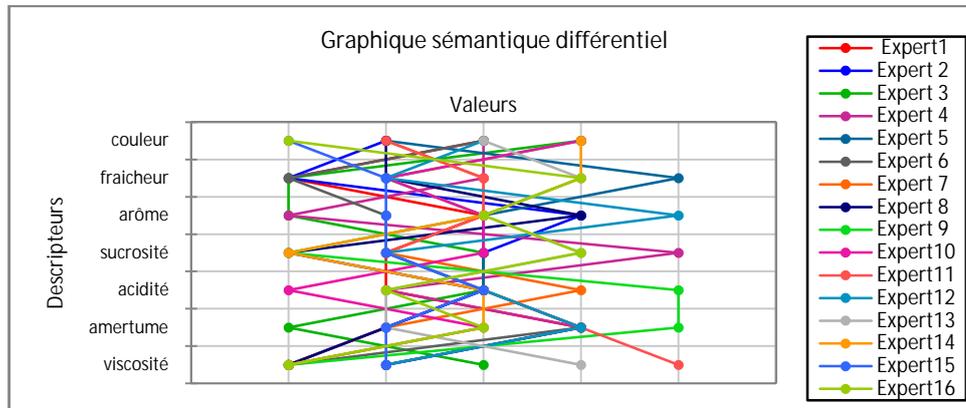


Figure N°12: graphique sémantique différentiel.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 2 et 8 qui ont des opinions rapprochées.

❖ **Echantillon F :**
a/Résultat :

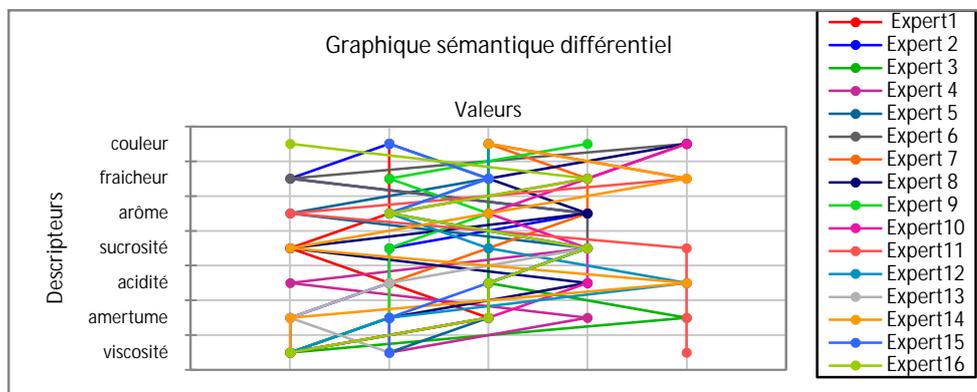


Figure N°13: graphique sémantique différentiel.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 15 et 16 qui ont des opinions rapprochées.

1-4-Test de l'analyse Procrustéenne généralisée (cf. Annexe n°3) :

L'analyse procrustéenne généralisée est souvent utilisée en analyse sensorielle en préalable à une cartographie des préférences (Preference mapping) par exemple pour réduire les effets d'échelles et pour aboutir à une configuration consensuelle (MASSART et al., 2002)

Les résultats sont présentés dans les figures suivantes :

❖ **résidus par objet :**

a/Résultat :

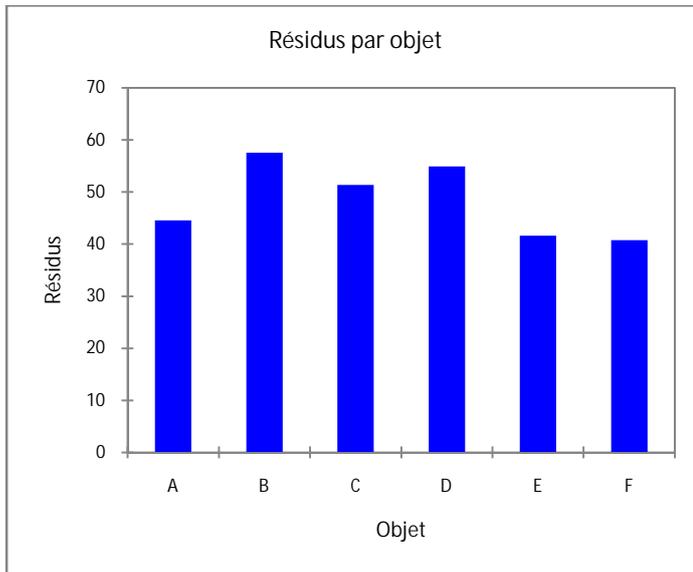


Figure N°14 : résidus par objet.

b/Discussion:

Ce graphique représente les résidus par objet après les transformations de l'Analyse Procrustéenne généralisée. On peut voir que le résidu le plus faible est obtenu pour le produit F. Cela indique que le produit fait l'objet d'un consensus au niveau du jury.

❖ **Résidus par configuration :**

a/Résultat :

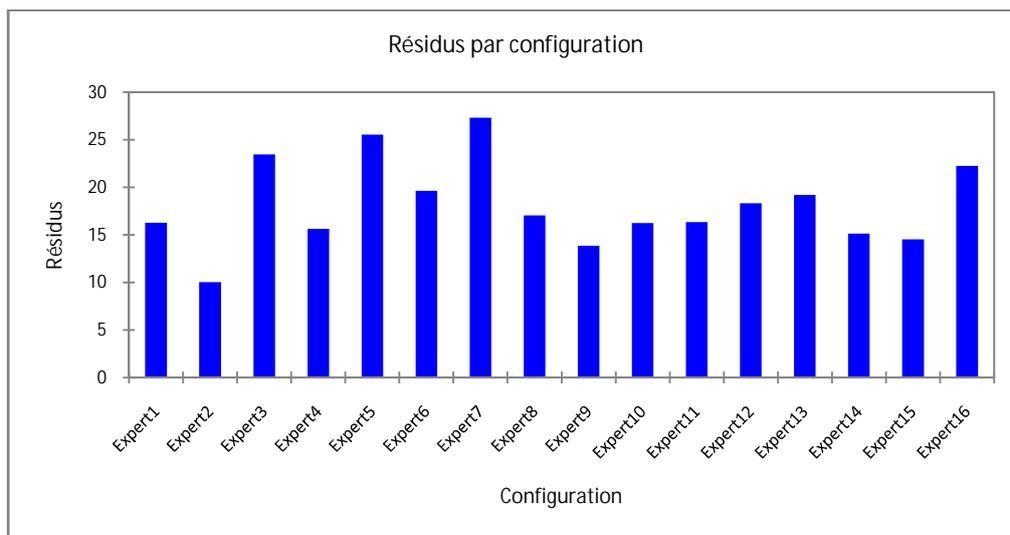


Figure N°15 : Résidus par configuration

b/Discussion:

Ce graphique représente les résidus par configuration après les transformations de l'Analyse Procrustéenne Généralisée. On peut voir que le résidu le plus important correspond à l'expert n°7, ce qui indique que cet expert est le plus éloigné du consensus, autrement dit que les notes qu'il a données sont sensiblement différentes de celles des autres experts.

1-5-Test d'analyse des pénalités (cf. Annexe n°3):

L'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 (POPPER et al., 2004).

a/Résultats :

Les résultats sont présentés dans les figures ci-dessous :

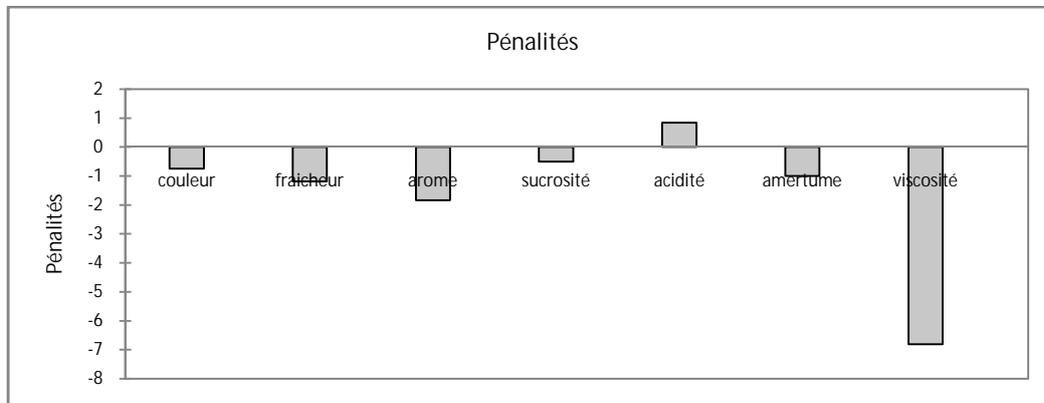


Figure N°16: Pénalités de l'échantillon A

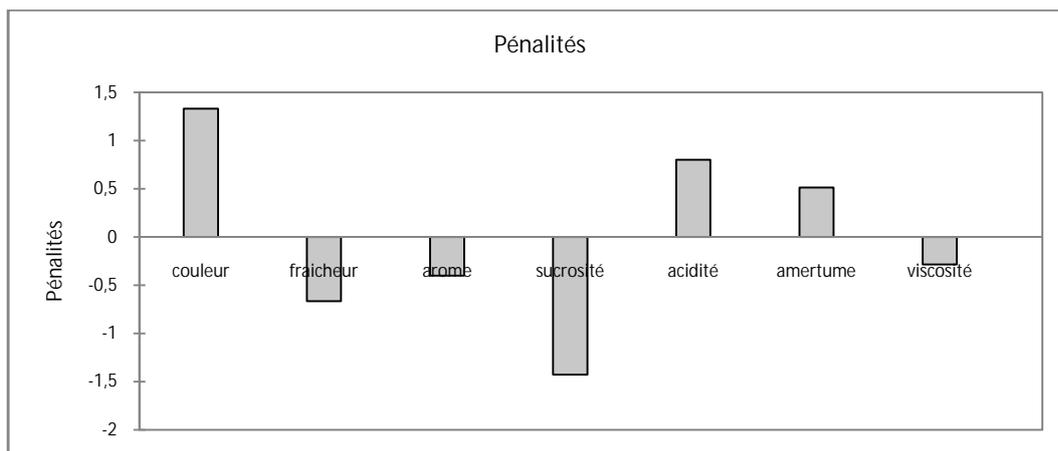


Figure N°17: Pénalités de l'échantillon B

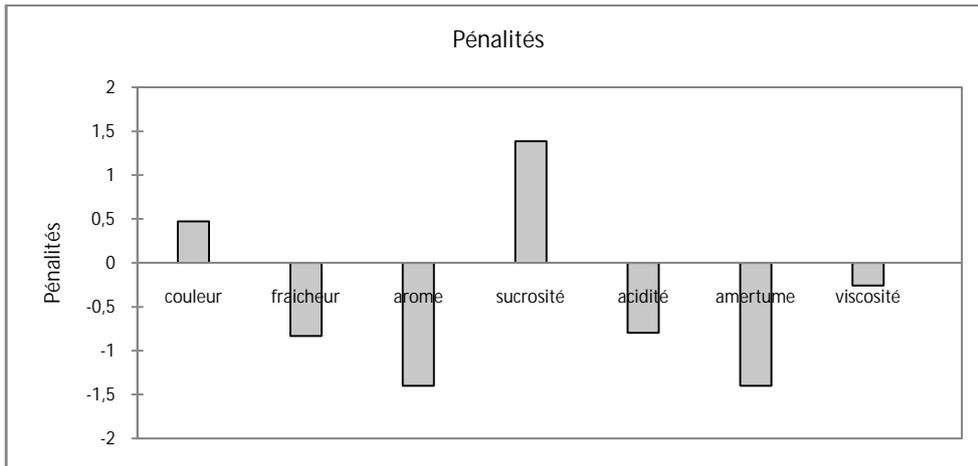


Figure N°18 : Pénalités de l'échantillon C

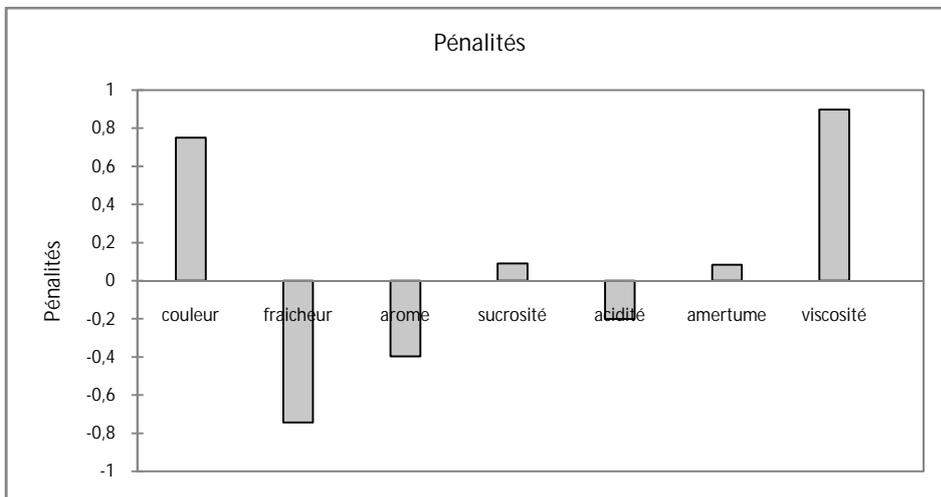


Figure N°19 : Pénalités de l'échantillon D

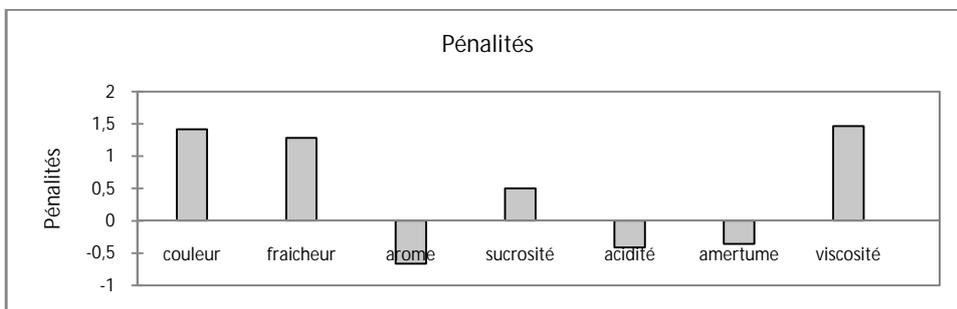


Figure N°20 : Pénalités de l'échantillon E

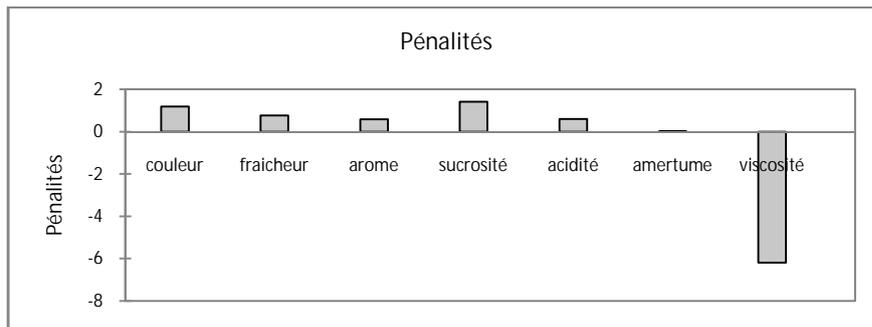


Figure N°21 : Pénalités de l'échantillon F

b/Discussion :

L'apparition des barres en gris indique que l'effectif de groupe est inférieur au seuil choisi (5%), donc nous ne pouvons pas vous prononcer sur un éventuel axe d'amélioration des produits.

2. Résultats et discussions de l'analyse hédonique :

2.1. Test du plan d'expérience avec XL Stat-MX (cf. Annexe n°3):

a/Résultats :

Tableau N°XII : Evaluation du plan :

A-Efficacité	1,000
D-Efficacité	1,000

Tableau N°XIII : MDS/MDR :

	obtenu	optimal
MDR	0,444	0,444
MDS	0,444	0,444

b/Discussion :

Aux vus des résultats obtenus, un plan optimal a été trouvé. Ce plan est idéal pour l'évaluation des six échantillons et peut être utilisé pour une étude statistique en vue d'acquérir des résultats fiables.

2.2. Graphiques sémantiques différentiels (cf. Annexe n°3) :

2.2.1/Catégorie de 3-11ans :

➤ **Graphes sémantique différentiel des femmes :**

a/Résultat :

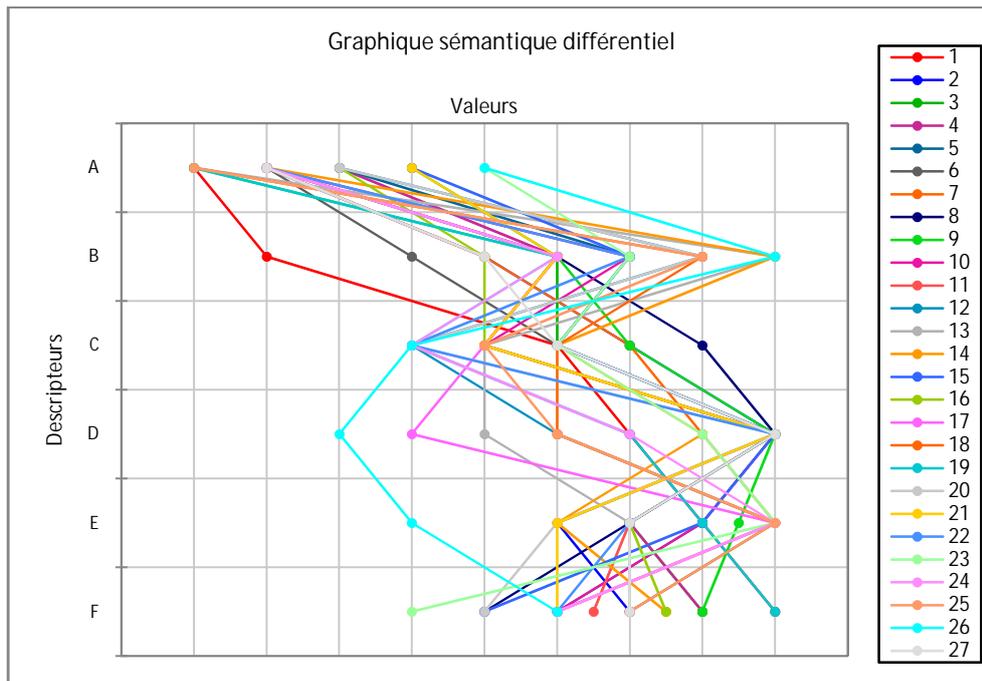


Figure N°22 : graphique sémantique différentiel des femmes de 3-11ans.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 16 et 27 qui ont des opinions rapprochées.

- **Grphe sémantique différentiel des hommes :**
- a/Résultat :**

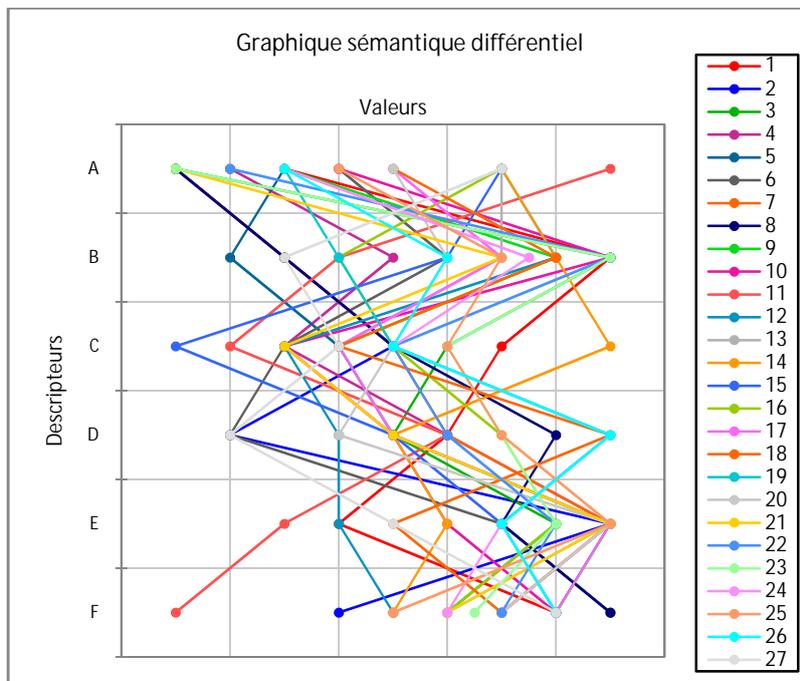


Figure N°23 : graphique sémantique différentiel des hommes de 3-11ans.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 8 et 26 qui ont des opinions rapprochées.

2.2.2/ Catégorie de 12-19ans :

➤ **Graphe sémantique différentiel des femmes :**

a/Résultat :

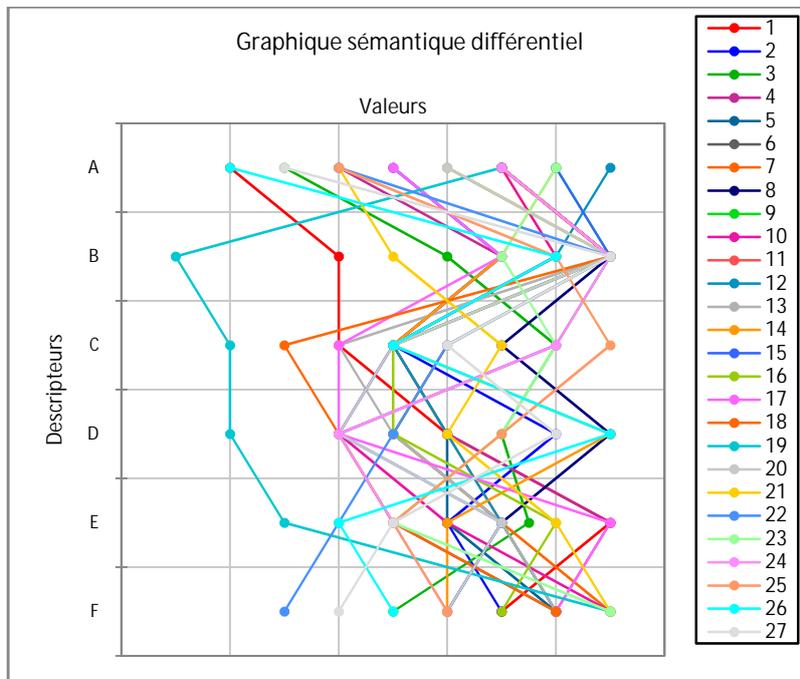


Figure N°24 : graphique sémantique différentiel des femmes de 12-19ans.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les consommatrices donnent des notes assez variables, à l'exception des consommatrices 3 et 21 qui ont des opinions rapprochées.

➤ **Graphe sémantique différentiel des hommes :**

a/Résultat :

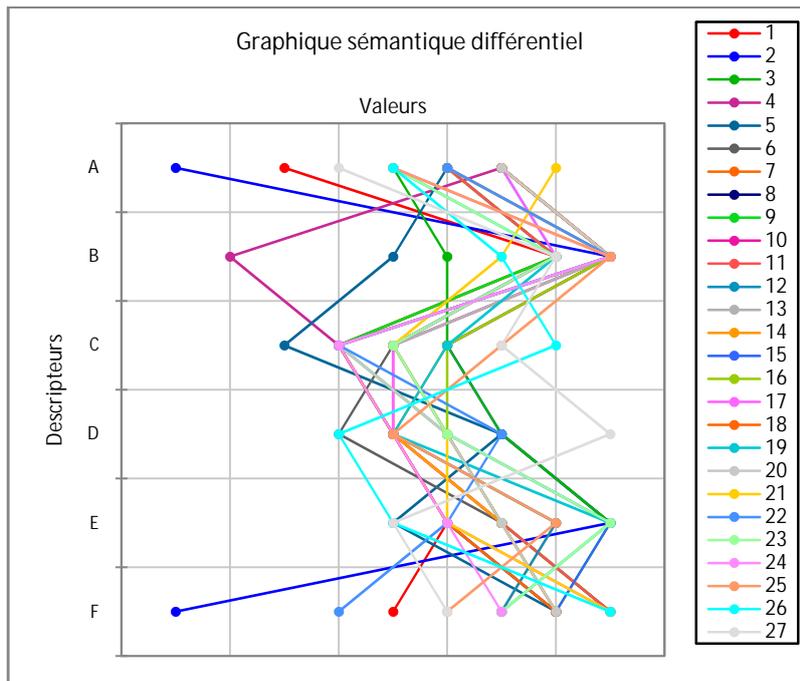


Figure N°25 : graphique sémantique différentiel des hommes de 12-19ans.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 21 et 24 qui ont des opinions rapprochées.

2.2.3/ Catégorie plus de 20ans :

➤ **Grphe sémantique différentiel des femmes :**
a/Résultat :

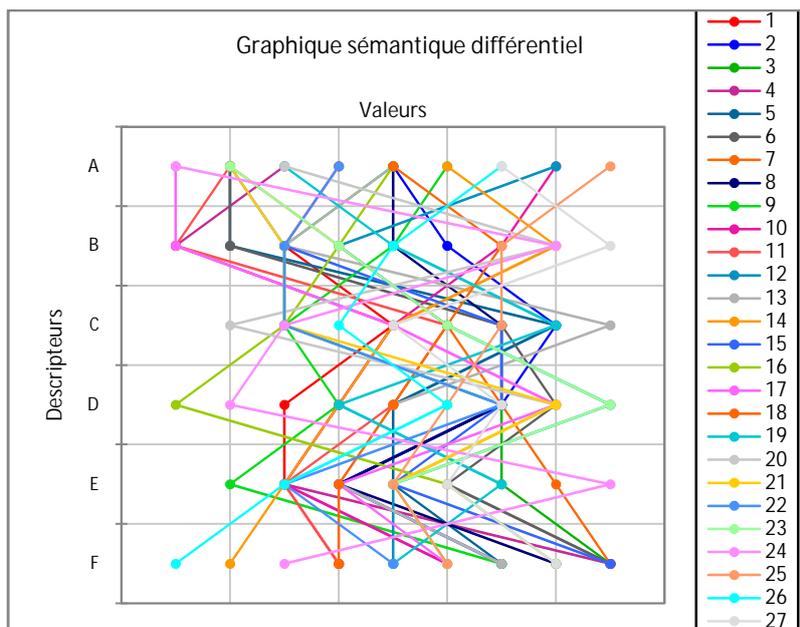


Figure N°26 : graphique sémantique différentiel des femmes plus de 20ans.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 24 et 25 qui ont des opinions rapprochées.

- **Graphique sémantique différentiel des hommes :**
a/Résultat :

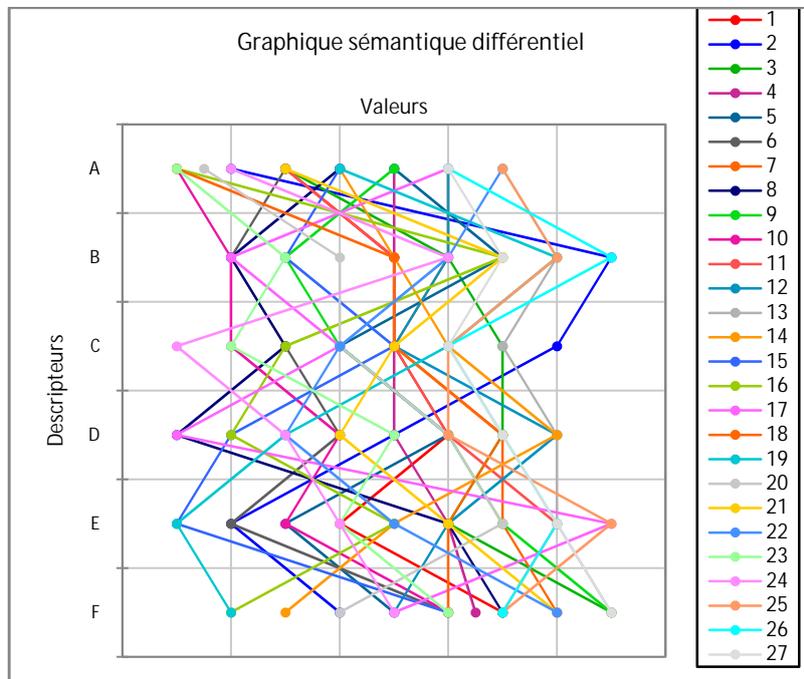


Figure N°27 : graphique sémantique différentiel des hommes de plus de 20ans.

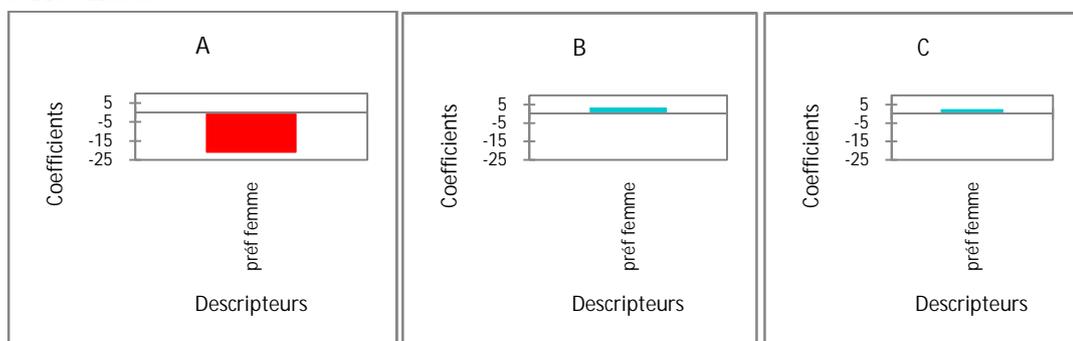
b/Discussion :

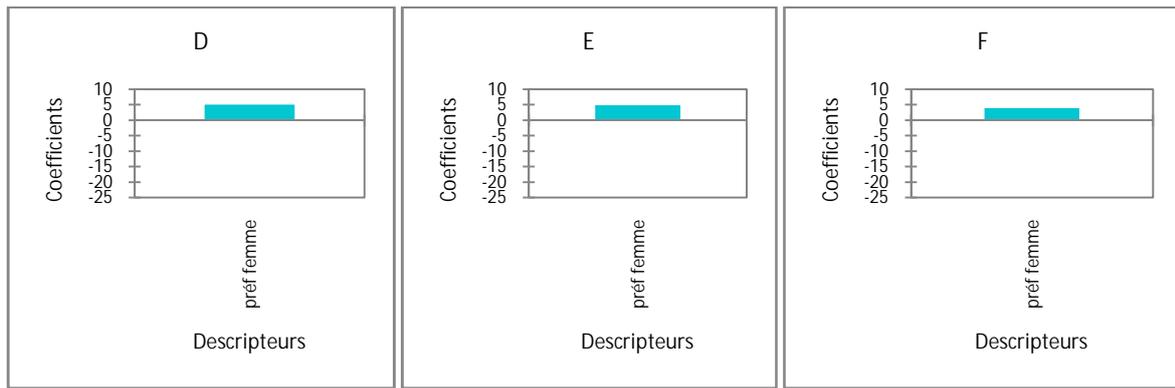
Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 4 et 27 qui ont des opinions rapprochées.

2.3. Caractérisation des produits (cf. Annexe n°3) :

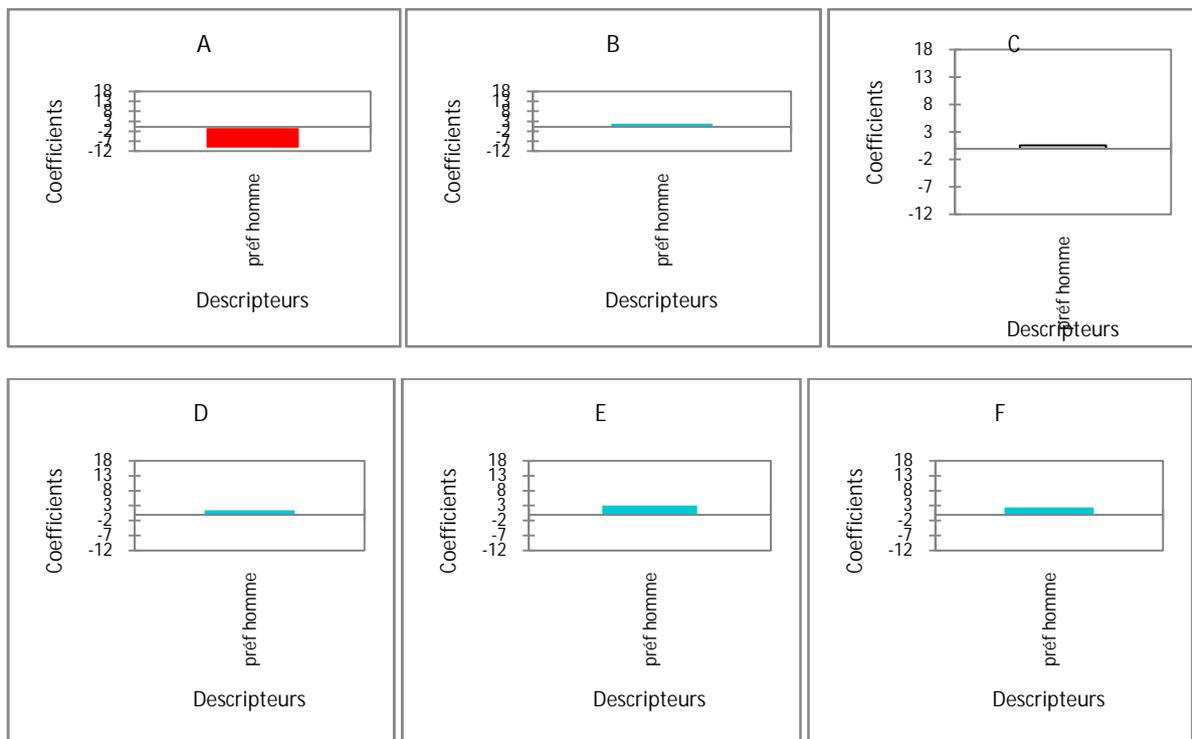
2.3.1/Catégorie de 3-11ans :

- **Coefficients des modèles :**
a/Résultats :





Figures N°28: Coefficients des modèles des six échantillons des femmes



Figures N°29: Coefficients des modèles des six échantillons des hommes.

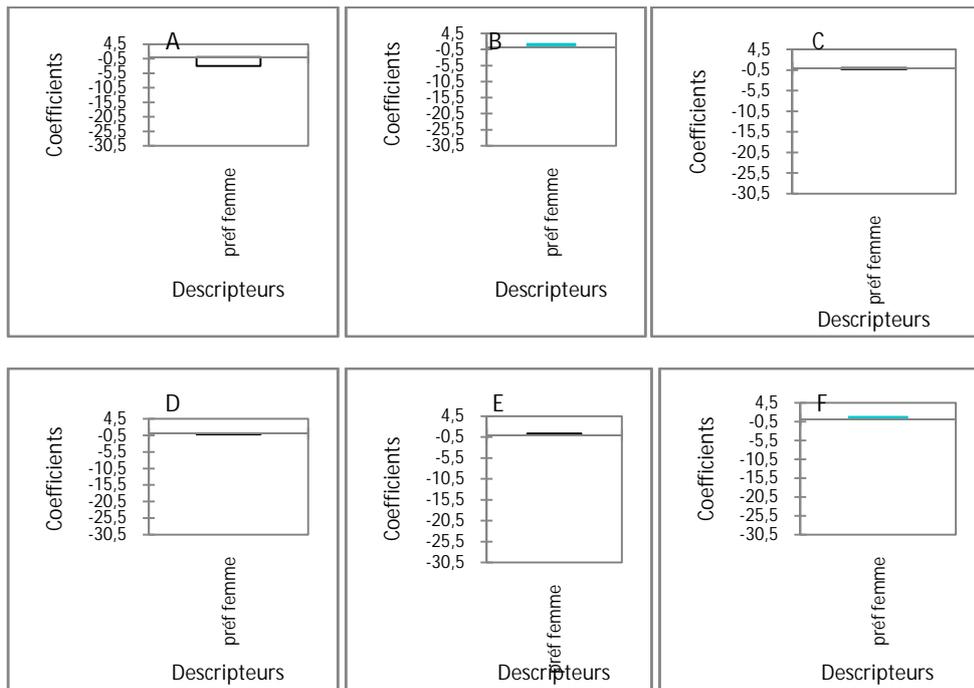
-Discussion:

L'analyse des graphes nous permet de conclure que les femmes ont préféré les échantillons B, C, D, E et F et les hommes les échantillons B, D, E et F. Pour l'échantillon A il a été pénalisé aussi bien par les femmes que par les hommes.

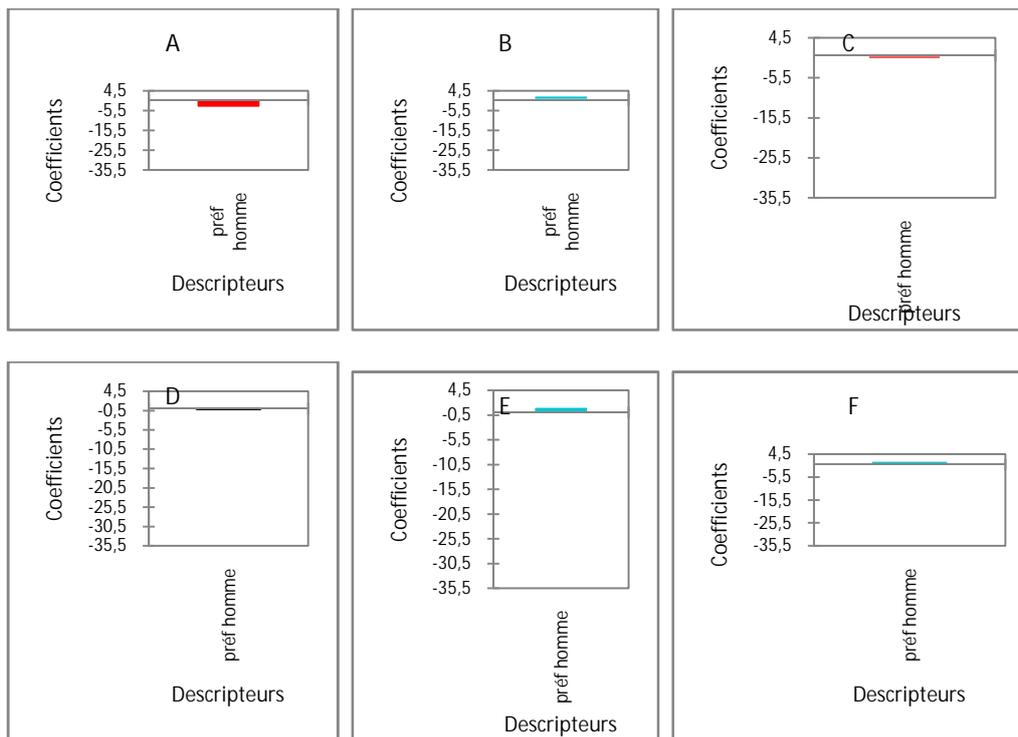
2.3.2/Catégorie de 12-19ans :

➤ **Coefficients des modèles**

a/Résultats :



Figures N°30: Coefficients des modèles des six échantillons des femmes.



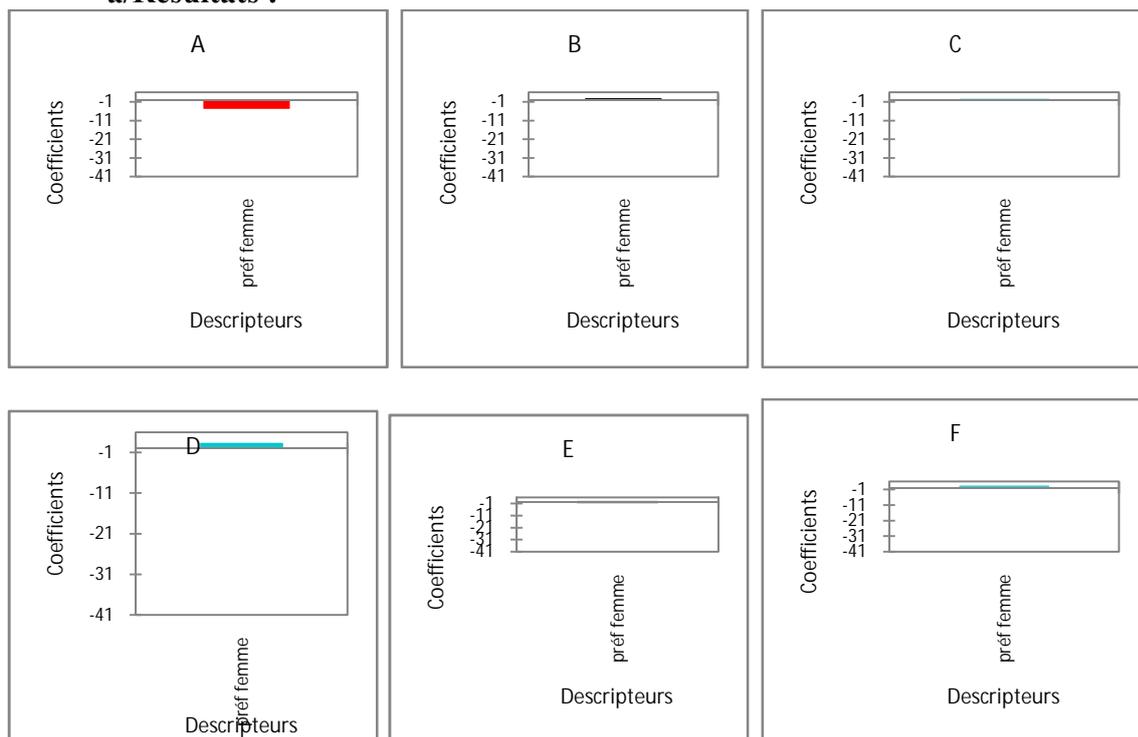
Figures N°31 : Coefficients des modèles des six échantillons des hommes.

b/Discussion :

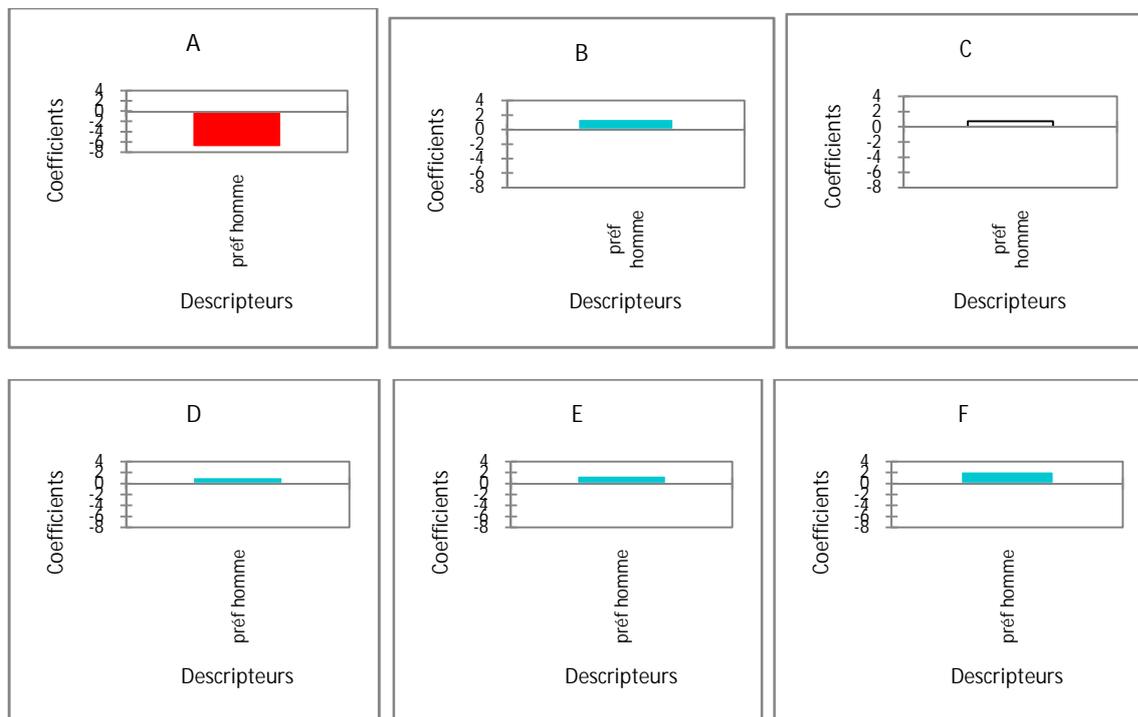
Les graphiques précédents montrent que les deux produits Fet B sont appréciés par les deux sexes. De plus les hommes ont préférés le produit E et ont pénalisés les produits A, C.

2.3.3/Catégorie plus de 20ans :

➤ Coefficients des modèles
a/Résultats :



Figures N°32: Coefficients des modèles des six échantillons des femmes.



Figures N°33 : Coefficients des modèles des six échantillons des hommes.

b/Discussion :

Les graphiques des figures N°32 et N°33 montrent que les produits F, D, C sont faiblement préférés par les femmes alors que les hommes ont préféré les produits F, B, E et D, contrairement à l'échantillon A qui a été pénalisé par les deux sexes.

2.4. Test de l'analyse Procrustéenne généralisée (cf. Annexe n°3) :

2.4.1/ Catégorie de 3-11ans :

Les résultats sont présentés dans les figures ci-dessous :

➤ **Résidus par objet :**

a/Résultats :

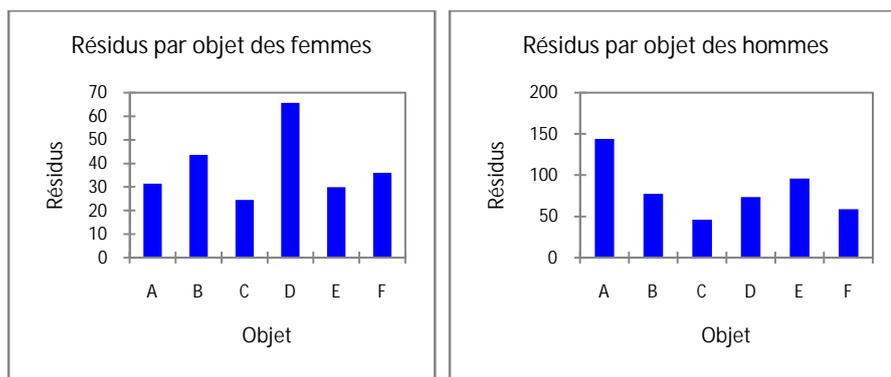


Figure N°34 : résidus par objet pour les femmes et les hommes.

b/Discussion:

Ces deux graphes représentent les résidus par objet après les transformations de l'Analyse Procrustéenne généralisée. Le résidu le plus faible est obtenu pour le produit C aussi bien chez les hommes que chez les femmes de la catégorie de 3-11 ans. Cela indique que le produit C fait l'objet d'un consensus.

➤ **Résidus par configuration :**

a/Résultats :

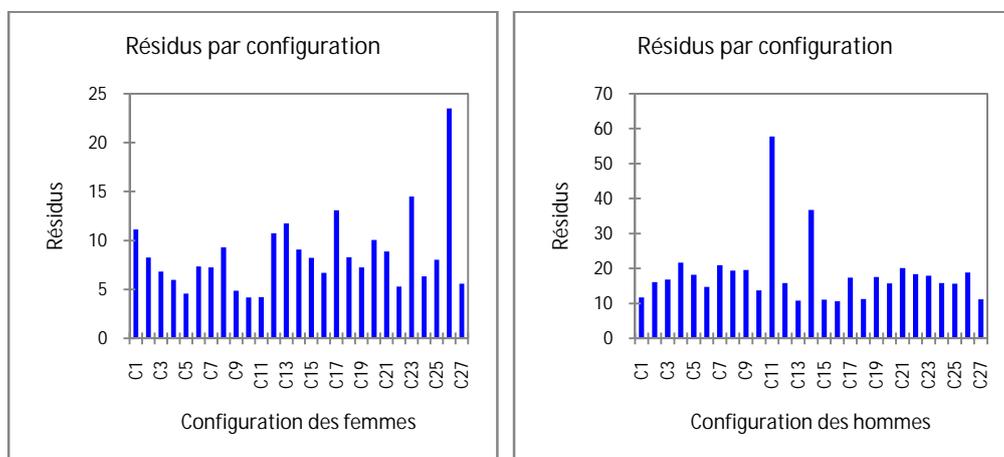


Figure N°35: Résidus par configuration des femmes et des hommes.

b/Discussion :

Le résidu le plus important pour les femmes correspond aux consommateurs n°26, et pour les hommes au consommateur n° 11. Ces résultats indiquent que ces consommateurs sont les plus éloignés du consensus, autrement dit que les notes qu'ils ont données sont sensiblement différentes de celles des autres sujets.

2.4.2/ Catégorie de 12-19ans :

Les résultats sont présentés dans les figures ci-dessous :

➤ **Résidus par objet :**

a/Résultats :

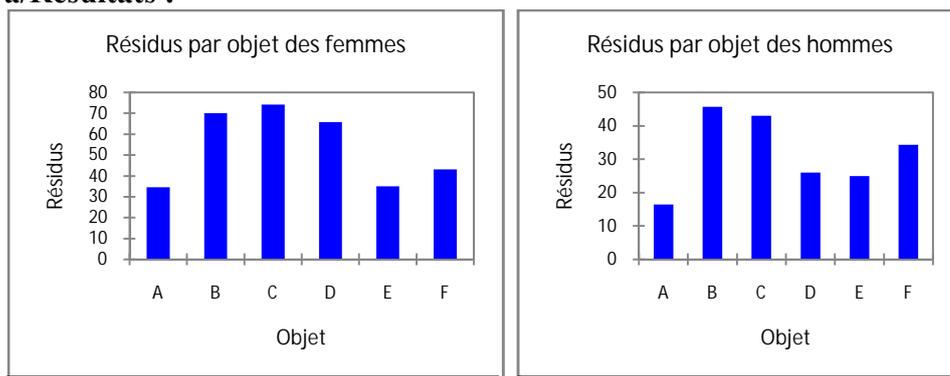


Figure N°36: résidus par objet pour les hommes et les femmes.

b/Discussion :

Le résidu le plus faible obtenu pour le produit A chez les hommes et les femmes de 12 à 19ans. Cela indique que le produit A fait l'objet d'un consensus.

➤ **Résidus par configuration :**

a /Résultats :

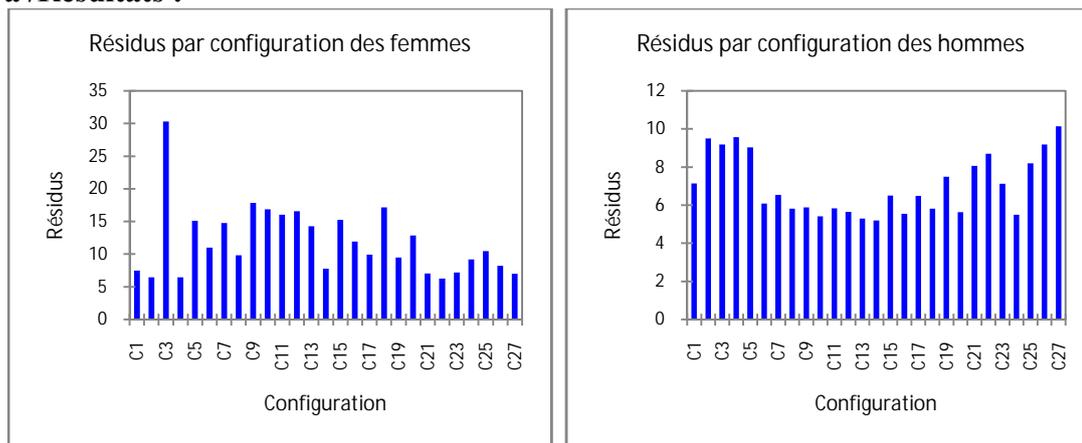


Figure N°37: Résidus par configuration des femmes et des hommes.

b/Discussion :

Ce graphique représente les résidus par configuration après les transformations de l'Analyse Procrustéenne Généralisée. Le résidu le plus important pour les femmes correspond au consommateur n°3, et pour les hommes le consommateur n°27 ce qui indique que ces derniers sont les plus éloignés du consensus, autrement dit que les notes qu'ils ont données sont sensiblement différentes de celles des autres sujets.

2.4.3/ Catégorie plus de 20 ans :

➤ **Résidus par objet :**

Les résultats sont présentés dans les figures ci-dessous :

a/Résultats :

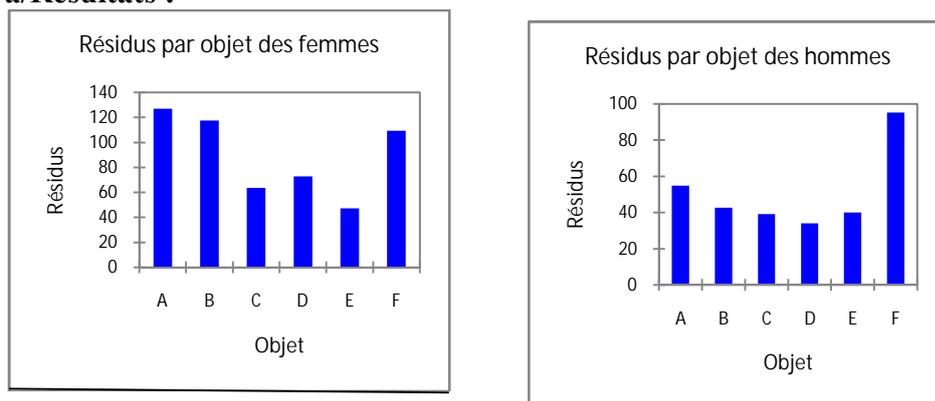


Figure N°38: résidus par objet pour les hommes et les femmes.

b/Discussion:

Ces deux graphes représentent les résidus par objet après les transformations de l'Analyse Procrustéenne généralisée. Nous constatons que le résidu le plus faible est obtenu pour produit E chez les femmes, et le produit D chez les hommes de plus de 20 ans. Cela indique que le produit E fait l'objet d'un consensus pour les femmes et le produit D pour les hommes.

➤ **Résidus par configuration :**

Les résultats sont présentés dans la figure ci-dessous :

a/Résultats :

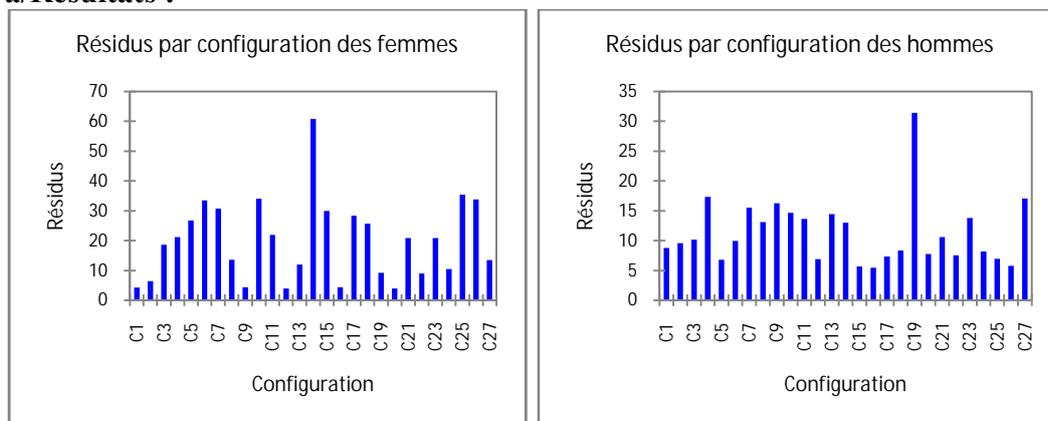


Figure N°39: Résidus par configuration des femmes et des hommes.

b/Discussion :

Ces deux graphes représentent les résidus par configuration après les transformations de l'Analyse Procrustéenne Généralisée. Le résidu le plus important pour les femmes correspond aux consommateurs n°14, et pour les hommes les consommateurs n°19, ce qui indique que ces derniers sont les plus éloignés du consensus, autrement dit que les notes qu'ils ont données sont sensiblement différentes de celles des autres sujets.

2.5. La cartographie de préférence (PREFMAP) (cf. Annexe n°3) :

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 (SCHLICH et MCEWAN, 1992).

a/Résultats :

Tableau N°XIV: Pourcentage de juges satisfaits pour chaque objet :

Objet	%
A	33%
B	67%
C	33%
D	33%
E	67%
F	67%

Tableau N°XV : Objets classés par ordre croissant de préférence :

classe1	classe2	classe3
F	E	D
A	D	B
C	A	C
E	C	E
B	B	A
D	F	F

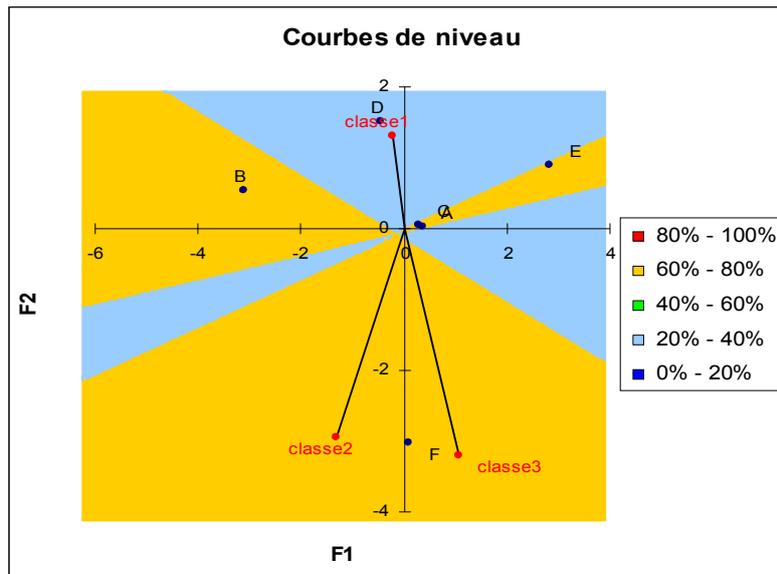


Figure N°40: carte sensorielle

b/ Discussion :

Le produit F caractérisée par sa teneur de 13% de concentré de jus de citron est préféré par la classe2 et la classe3, excepté du classe1 qui a préféré le produit D. L'équipe marketing pourra tenir compte de ces divers éléments pour orienter la mise au point de nouveaux produits.

Conclusion :

Notre travail avait pour but la caractérisation sensorielles et hédonique d'une boisson à base de concentré de jus de citron différemment formulées, produite au niveau de Tchén-Lait /Candia de Bejaia.

A l'issue de notre étude, nous avons abouti aux conclusions suivantes :

- ✓ Les résultats de l'analyse sensorielle effectuée par un panel de dégustateurs experts, ont révélé qu'ils ont tous apprécié les six échantillons par rapport à leur amertume, viscosité et fraîcheur, contrairement à leur couleur .D'autres résultats montrent que l'échantillon F est le plus apprécié par sa couleur.
- ✓ Les résultats de l'analyse hédonique effectuée avec des sujets naïfs nous ont permis de faire les remarques suivantes :
 - Pour la catégorie de moins de 3 à 11 ans, les femmes ont préféré respectivement les produits D, E, F, B et C. Les hommes ont préféré les produits E, F, B et D.
 - Pour la catégorie de 12 à 19 ans, les femmes ont préféré le produit B et F. Les hommes ont préféré respectivement les produits B, F et E.
 - Pour la catégorie de plus de 20 ans, les femmes ont préféré les produits F, D et C. Les hommes ont préféré les produits F, B, E, et D respectivement.

D'après ces résultats, nous pouvons dire que :

- Le produit D pourrait être destiné aux femmes et hommes de 3 à 11 ans
- Le produit B pourrait être recommandé aux femmes et hommes de 12 à 19 ans.
- L'échantillon F serait plus adapté aux hommes et aux femmes de plus de 20 ans.

L'étude de la carte sensorielle des préférences des trois catégories nous a révélé que la majorité des consommateurs ont apprécié le produit F. Aussi nous le recommandons pour une éventuelle commercialisation.

Références bibliographiques

-A-

ADRIAN J. et FRANGNE R. 1986. La science alimentaire de A à Z. Ed. Lavoisier, p293.

AOUFI L. (2009).l'étiquetage et traçabilité des denrées alimentaire. Thèse en science alimentaire et nutrition. Université Mentouri – Constantine.104p.

-B-

BAE JM, Lee EJ, GUYATT G. (2009). Citrus fruit intake and pancreatic cancer risk: a quantitative systematic review.38:168-74.

BATTINELLI L. et MENGONI F. et al. (2003). Effect of limonin and nomilin on HIV-1 replication on infected human mononuclear cells. Planta Med. 69:910-913.

BENAVENTE-GARCIA O et CASTILLO J. (2008).Update on uses and properties of citrus flavonoids: new findings in anticancer, cardiovascular, and anti-inflammatory activity. J.Agric.Food.Chem.56:6185-205.

BLECKER C. (2008) .Approche sensorielle de la texture des aliments – Unité de Technologie des Industries Agro-alimentaires (UTIAA) –FUSAGx Belgique. p3

BOISSEAU N. (2005). Nutrition et bioénergétique du sportif : bases fondamentales, éd. Masson, Paris, p.55-60.

BOURGEOIS C. (2003). Les vitamines dans les industries agroalimentaires, chap. structure chimique et propriétés physicochimique, Paris, p.22-23.

BOUTROLLE I. (2007). Mesure de l'appréciation des aliments par les consommateurs : Etat des pratiques et propositions méthodologique. Thèse de Doctorat Discipline science alimentaire, Agro Paris Tech (centre de Massy).p311.

BOUDRA, A. (2007). Industrie des boissons et des jus de fruits, chap. présentation du sous secteur, Algérie, p.81-82.

-C-

CHAINANI-WU N. (2002). Diet and oral, pharyngeal, and esophageal cancer. Nutr Cancer. 44:104-126.

CLAUSTRIAUX JJ. (2001). Considérations sur l'analyse statistique de données sensorielle. Biotechn. Agron. Soc. Environ. V, (3), pp 155–158.

-D-

DELACHARLERIE et al. (2008). HACCP Organoleptiques : Guide Pratique .Ed : ISBN 978-2-87016-084-8.Belgique. p.65, 66, vol.176

DILLENSEGER C. (2000). Le goût. Agropolis Museum, France. p 3

DIVARD R. et URIEN B. (2001). Le consommateur vit dans un monde de couleurs, Recherche et Applications en Marketing, 16, 1, pp. 3-24.

DOMINGUEZ LOPEZ A. (2002). Caractérisation et optimisation de la Flaveur du jus de citron non fait de Concentré. Thèse en Sciences des Aliments et de Nutrition, Faculté des études supérieures de l'Université Laval. 20-24-191p.

GARRIGUET D. (2008) . Consommation de boissons par les enfants et les adolescents. Statistique Canada, n° 82-003-XPF au catalogue • Rapports sur la santé, vol. 19, n° 4.p1.

-E-

EZAN P. ET PIRIS Y. (2009). « Qu'est-ce que je vais bien pouvoir prendre ? », Confrontés à un assortiment les parents et les enfants perçoivent-ils la même chose ? Actes du 11ème Colloque Etienne Thil, La Rochelle, 3-4 octobre.

-F-

FAIN O., 2005, manifestations rhumatologiques du scorbut, rev. Du Rhumatisme, vol.72, p.201-206.

FERRERA R. et CARO D. (2001).Clé de biologie humaine. Ed. INSERM, Paris.

FOSCHI R. et PELUCCHI C. et al. (2010). Citrus fruit and cancer risk in a network of case-control studies. *Cancer Causes Control.* 21:237-42.

-J-

JUDD C.M., SMITH E.R. and KIDDER L.H (1991). Research Methods in Social Relations. Holt, Rinehart & Winston, New York.

JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY. (2008) .Food Chem.56 (9), pp 3073–3081

-H-

HELLAL Z. (2011). Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et anti-oxydantes de certaines huiles essentielles extraites des citrus. Application sur la sardine (*sardina pilchardus*). Mémoire de magister spécialité biologie, université de Tizi-Ouzou. 24-25 P.

HUSSON F. , LÊ S. and PAGÈS J. (2009). SensoMineR dans Evaluation sensorielle - Manuel méthodologique. Lavoisier, SSHA, 3ème édition.

HIMED L. (2011). Evaluation de l'activité anti-oxydante des huiles essentielles de *citrus limon* : Application à la margarine. Mémoire de magister spécialité sciences alimentaires, université de Constantine. 14-15 P.

-I-

INFANGER E. (2008). Besoins hydriques et boissons. Société Suisse de Nutrition SSN

-G-

GIBOREAU A. (2009). De l'analyse sensorielle au jugement perceptif : l'exemple du toucher. Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard Lyon 1. 138p.

GOVINDACHARI TR. et SURESH G, et al. (2000). Antifungal activity of some tetranortriterpenoids. *Fitoterapia*.71:317-320.

GUERRA A. (2009). La méthodologie sensorielle dans le cadre du contrôle qualité visuel Thèse doctorat spécialité Génie industriel, université de Savoie. Soutenue le 21 octobre 2008. 224p

-K-

KUROWSKA EM. et BANH C, et al. (2000). Regulation of apo B production in HepG2 cells by citrus limonoids. In: Berhow MA, Hasegawa S, Manners GD, editors. *Citrus Limonoids Functional Chemicals in Agriculture and Foods*. Washington, DC: 2000: 175-184.

-L-

LEFEBVRE A. (2006). Intégration des aspects sensoriels dans la conception des emballages en verre : mise au point d'un instrument méthodologique à partir des techniques d'évaluation sensorielle. Thèse de Doctorat en Génie Industriel, Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers Centre de Paris.237p.

LEFEBVRE A. et BASSEREAU JF. (2003). L'analyse sensorielle, une méthode de mesure au service des acteurs de la conception: ses avantages, ses limites, ses voies d'amélioration. Application aux emballages. 10ième Séminaire CONFERE, 3-4 Juillet 2003, Belfort – France, pp. 3-11

Li WQ. et KURIYAMA S. et al. (2010). Citrus consumption and cancer incidence: the Ohsaki cohort study. *Int.J.Cancer* 2010; 127:1913-22.

LICHTLE MC. (2002). Etude expérimentale de l'impact de la couleur d'une annonce publicitaire sur l'attitude envers l'annonce, *Recherche et Applications en Marketing*, 17, pp. 23-39.

-M-

MALIK VS. (2006). Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: a systematic review. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2006; 84: 274–88.

MOISSEFF M. (2011). Analyse sensorielle: la sensorialité humaine comme instrument analytique. *Approches globales d'évaluation de la qualité*, Paris. 1 & 2 décembre 2011.p23-27

MATHLOUTHI JF. (2007). Les boissons rafraichissantes. Dossier CEDUS, université de Reims. P 6-7.

-O-

Office fédéral de la sante publique (2009). Les hydrates de carbone: Aspects nutritionnels et sanitaires. Rapport d'expert de la Commission fédérale de l'alimentation (COFA) 2009; 7-96 (Rapport en allemand seulement; résumés des chapitres: 28-33).

O'MAHONY M. et ROUSSEAU B. (2003). Discrimination testing: a few ideas, old and new. *Food Quality and Préférence*, 14 (2), 157-164

-P-

PERRIN L. (2008). Contribution méthodologique a l'analyse sensorielle du vin. Thèse de Doctorat Spécialité Physico-chimie et qualité des bioproduits. Agro-campus Rennes, Rennes. Soutenue le 1avril 2008. 238p

PEYNAUD E. et BLOUIN J. (2006). Le goût du vin, le grand livre de la dégustation. Paris: DUNOD.pp132-143.

POULOSE SM., HARRIS ED. et PATIL BS. (2005). Citrus limonoids induce apoptosis in human neuroblastoma cells and have radical scavenging activity. *J Nutr.* 135:870-877.

PNNS. (2007). Rapport du groupe de travail PNNS sur les glucides. P 73.

PÉRINEL E. and PAGÈS J. (2004). Optimal nested cross-over designs in sensory analysis. *Food Quality and Preference*, 15(5), 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. 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.

-R-

RAOUX R. (1998). Méthodologie et spécificités de l'analyse sensorielle dans le domaine des corps gras. *Analysis Magazine* 26, N°3.p60-70

ROBERT A. et LOBSTEIN A. (2005). Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Ed : Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 522 p.

ROULLET B. (2004). Influence de la couleur en marketing : vers une neuropsychologie du consommateur, Thèse en Sciences de Gestion, Université Rennes 1. PP89-91.

-S-

SCHNEIDER J. (2011). Eléments et données de base concernant la consommation de boissons sucrées, d'eau et d'eau minérale naturelle. Promotion Sante Suisse. 46p

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

SOUVAGEOT F. (1991). Les épreuves. In : « Evaluation sensorielle "manuel méthodologique" ». 2ème Ed : Tec et doc, lavoisier. Paris vol2. p119.

-T-

TOTTÉ A. (2008). L'analyse sensorielle en entreprise : pour qui ? dans quels buts ? comment procéder ? Formation organisée par l'asbl PTAA à Gembloux, Belgique le 8 avril 2008. vol.8.p.1

TOURAILLE C. (1998). épreuve discriminative, In « Evaluation sensorielle » (Manuel méthodologique).Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris.98p.

-V-

VANDERCAMMEN M. (2007). Vive l'été, sans boisson sucrée. p52.

VERHAGEN JV. (2007). The neurocognitive bases of human multimodal food perception: Consciousness. *Brain Research Reviews*, 53 (2), 271-286.

VINDRAS C. (2010). Mise en place et évaluation d'une méthodologie pour intégrer les aspects sensoriels des légumes dans la sélection pour l'Agriculture Biologique. Master 2pro métrologie de la perception, Université de Claude Bernard Lyon 1. 37p.

-W-

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.

WATTS K.A. (2005). Use of reference standards for sensory evaluation of product quality. *Food Technol.* 33(9):43.

Référence électronique:

-F-

FERLOO. (2011). À <http://www.ferloo.com>

-K-

KOSKINEN. (2011). A
<http://users.kymp.net/citruspages/lemons.html>

-O-

ORDONNANCE DU DFI (2010) sur les boissons sans alcool (en particulier the, infusions, café, jus, sirops, limonades): <http://www.admin.ch/ch/f/rs/8/817.022.111.fr.pdf> (Etat: 1er novembre 2010)

-S-

SANTE CANADA (2011). Le gouvernement Harper annonce de nouvelles mesures pour aider les familles : Nouvelle approche à l'égard des boissons énergisantes. Repéré le 6 octobre 2011 à http://www.hc-sc.gc.ca/ahc-asc/media/nr-cp/_2011/2011-132-fra.php

SANTE CANADA. (2010). *Fichier canadien sur les éléments nutritifs.* à <http://www.hc-sc.gc.ca>

Normes et textes réglementaires :

-A-

AFNOR (2002) : Analyse sensorielle, Recueil général. La Plaine Saint Denis : AFNOR Editions

AFNOR (2000) : Norme AFNOR XP V 09-500 – « Directives générales pour la réalisation d'épreuves hédoniques en laboratoire d'évaluation sensorielle ou en salle de conditions contrôlées impliquant des consommateurs » - Août 2000.

-C-

CODEX ALIMENTARIUS (2000) : Demande d'observations sur l'avant-projet de norme générale codex pour les jus et nectars de fruits.

-F-

FAO. (2011). Projections de la production et de la consommation mondiales d'agrumes. La Havane (Cuba).

EVALUATION SENSORIELLE

Nom :

Prénom :

Date :

Age :

Sexe : Masculin Féminin

Six échantillons de boissons sucrées au citron codés A, B, C, D, E, F vous sont présentés, il vous est demandé de les goûter et d'évaluer les descripteurs suivants : couleur, fraîcheur, arôme, sucrosité, acidité, amertume et viscosité.

A/ ANALYSE SENSORIELLE :

Couleur citron :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

1 → très faiblement intense

2 → faiblement intense

3 → intense

4 → fortement intense

5 → très fortement intense

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à la couleur citron :

A B C D E F

Fraicheur :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

1 → pas du tout frais

2 → faiblement frais

3 → frais

4 → fortement frais

5 → très fortement frais

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à la fraîcheur:

A B C D E F

Arôme citron :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

- 1 → absence d'arôme citron
- 2 → faiblement aromatisé citron
- 3 → Aromatisé citron
- 4 → fortement aromatisé citron
- 5 → très fortement aromatisé citron

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à l'arôme citron:

A B C D E F

Sucrosité :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

- 1 → pas de tout sucré
- 2 → faiblement sucré
- 3 → sucré
- 4 → fortement sucré
- 5 → très fortement sucré

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à la sucrosité:

A B C D E F

Acidité :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

- 1 → absence d'acidité
- 2 → faiblement acide
- 3 → acide
- 4 → fortement acide
- 5 → très fortement acide

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à l'acidité:

A B C D E F

Amertume :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

- 1 → pas du tout amer
- 2 → faiblement amer
- 3 → amer
- 4 → fortement amer
- 5 → très fortement amer

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à l'amertume :

A B C D E F

Viscosité :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

- 1 → absence de viscosité (liquide)
- 2 → faiblement visqueux
- 3 → visqueux
- 4 → fortement visqueux
- 5 → très fortement visqueux

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à la viscosité:

A B C D E F

B/Analyse hédonique :**a/préférence générale :**

Donnez une note de préférence générale de 1 à 9 pour chaque échantillon :

A B C D E F

b/paramètres ayant motivé la préférence générale :

Quels sont les caractères organoleptiques qui ont motivé votre préférence. Exprimez votre avis en mettant une croix sur le ou les descripteurs choisis :

Echantillons						
Descripteurs	A	B	C	D	E	F
Couleur						
Fraicheur						
Arôme						
Sucrosité						
Acidité						
amertume						
viscosité						

NB : Veuillez rincer votre bouche à chaque dégustation d'un échantillon.

« **Merci pour votre participation** »

EVALUATION HÉDONIQUE

Date :

Age :

Sexe : Masculin Féminin

- Six échantillons de boissons à base de citron codés A, B, C, D, E, F vous sont présentés, il vous est demandé de les goûter successivement et de choisir lequel vous préférez selon les descripteurs suivants :

(Cochez la ou les cases correspondantes)

Echantillons Descripteurs	A	B	C	D	E	F
Couleur						
Fraicheur						
Arôme						
Sucrosité						
Acidité						
Amertume						
Viscosité						

- Donnez une note de préférence générale de 1 à 9 pour chaque échantillon par rapport à l'ensemble des caractères organoleptiques :

A B C D E F

- Etes-vous des consommateurs amateurs de citron ?

Oui non

NB : Veuillez rincer votre bouche à chaque dégustation d'un échantillon.



Figure 1 : La stalle d'évaluation contenant : les six échantillons, le questionnaire, un verre d'eau, papier mouchoir, stylo et un crachoir.



Figure 2 : les jurys en épreuve.

1. Analyse sensorielle :

Tableau N°I : résultats des notes pour l'analyse sensorielle :

obs	juge	session	produit	couleur	fraicheur	arome	sucrosité	acidité	amertume	viscosité	préf géné
1	1	1	A	2	2	2	3	2	2	1	8
2	1	1	B	3	1	3	2	4	2	2	5
3	1	1	C	3	1	3	2	3	3	2	5
4	1	1	D	3	1	3	2	2	4	2	5
5	1	1	E	3	1	3	2	2	4	2	5
6	1	1	F	2	2	2	1	2	3	1	7
7	2	1	A	2	2	3	3	4	2	1	6
8	2	1	B	2	2	3	4	4	1	2	5
9	2	1	C	2	2	3	2	3	3	2	6
10	2	1	D	2	1	3	3	2	2	3	4
11	2	1	E	2	1	4	3	3	2	1	4
12	2	1	F	2	1	4	2	2	1	1	3
13	3	1	A	1	5	4	4	3	5	5	9
14	3	1	B	1	4	5	5	5	2	4	7
15	3	1	C	3	2	2	1	4	4	3	6
16	3	1	D	5	4	2	2	2	2	2	5
17	3	1	E	4	1	1	3	3	1	3	7
18	3	1	F	3	3	1	3	3	5	1	8
19	4	1	A	4	3	3	5	2	2	2	5
20	4	1	B	1	4	2	2	4	2	2	3
21	4	1	C	1	4	1	5	3	4	2	7
22	4	1	D	2	3	2	4	3	3	5	5
23	4	1	E	3	3	1	5	2	4	2	9
24	4	1	F	5	4	2	4	1	4	2	3
25	5	1	A	2	2	1	3	3	4	2	5
26	5	1	B	2	2	2	3	3	3	2	5
27	5	1	C	2	3	2	3	4	3	2	5
28	5	1	D	2	4	3	3	3	4	2	6
29	5	1	E	2	5	3	3	3	4	2	7
30	5	1	F	2	3	1	4	3	3	2	5
31	6	1	A	2	5	2	2	2	3	1	8
32	6	1	B	1	3	2	1	2	4	1	5
33	6	1	C	3	2	4	2	2	2	1	7
34	6	1	D	2	2	3	3	2	2	1	9
35	6	1	E	3	1	2	2	3	4	1	7
36	6	1	F	5	1	4	4	3	3	1	5

37	7	1	A	2	3	3	2	3	2	1	6
38	7	1	B	3	4	3	2	3	2	2	7
39	7	1	C	2	3	2	2	3	2	1	5
40	7	1	D	3	4	3	2	3	2	2	7
41	7	1	E	2	3	3	2	4	2	1	5
42	7	1	F	3	4	4	3	2	2	2	8
43	8	1	A	3	1	2	3	3	3	1	5
44	8	1	B	3	5	5	2	4	4	1	7
45	8	1	C	4	4	4	1	3	3	1	5
46	8	1	D	1	1	4	1	3	3	1	5
47	8	1	E	2	2	4	1	3	2	1	5
48	8	1	F	5	3	4	1	4	2	1	5
49	9	1	A	1	2	2	2	2	2	1	8
50	9	1	B	2	3	4	1	4	4	1	3
51	9	1	C	3	2	3	2	4	4	1	5
52	9	1	D	5	2	2	3	2	2	1	5
53	9	1	E	4	2	3	1	5	5	1	2
54	9	1	F	4	2	3	2	2	2	1	7
55	10	1	A	3	2	2	3	4	1	1	5
56	10	1	B	2	2	3	2	2	2	1	4
56	10	1	C	1	5	4	3	2	2	1	8
58	10	1	D	1	4	5	4	1	2	1	7
59	10	1	E	4	2	3	3	1	3	1	6
60	10	1	F	5	4	3	3	4	3	1	6
61	11	1	A	4	2	5	1	2	3	1	5
62	11	1	B	1	5	2	5	1	1	3	7
63	11	1	C	4	1	4	3	4	2	2	8
64	11	1	D	5	4	5	4	5	5	4	6
65	11	1	E	2	3	3	2	3	4	5	6
66	11	1	F	3	5	1	5	5	5	5	5
67	12	1	A	3	3	3	3	2	2	2	6
68	12	1	B	2	4	4	4	3	3	2	9
69	12	1	C	2	3	3	2	4	3	2	6
70	12	1	D	3	2	3	3	4	2	1	6
71	12	1	E	3	2	5	2	3	4	2	5
72	12	1	F	3	3	2	3	5	2	1	7
73	13	1	A	3	3	4	4	3	1	4	9
74	13	1	B	2	3	3	5	2	1	2	6
75	13	1	C	3	4	4	5	4	2	3	8
76	13	1	D	3	3	2	5	2	1	3	8
77	13	1	E	3	4	3	4	2	2	4	7
78	13	1	F	2	3	2	4	2	1	2	8
79	14	1	A	1	2	4	2	3	5	1	9
80	14	1	B	2	4	5	3	4	3	1	3
81	14	1	C	2	2	5	2	3	2	1	5

82	14	1	D	5	3	3	1	2	1	1	3
83	14	1	E	4	4	3	1	3	3	1	3
84	14	1	F	3	5	3	1	5	1	1	7
85	15	1	A	2	2	3	4	2	2	2	7
86	15	1	B	2	2	3	5	3	1	3	3
87	15	1	C	2	5	3	4	2	3	3	3
88	15	1	D	1	5	4	2	2	3	3	8
89	15	1	E	1	2	2	2	3	2	2	5
90	15	1	F	2	3	2	4	3	2	2	7
91	16	1	A	2	3	3	4	3	4	1	4
92	16	1	B	2	3	4	5	3	4	1	5
93	16	1	C	2	3	3	5	3	4	1	5
94	16	1	D	1	4	4	5	3	3	1	6
95	16	1	E	1	4	3	4	2	3	1	7
96	16	1	F	1	4	2	4	3	3	1	8

2. Evaluation hédonique :

Tableau N°II : résultats des notes de préférences pour l'ensemble des consommateurs :

consommateur	A	B	C	D	E	F
1	4	8	7	9	5	6
2	5	7	8	4	5	9
3	5	9	7	5	8	6
4	5	9	4	5	6	7
5	5	8	5	6	9	7
6	6	9	4	7	6	4
7	8	7	5	6	6	9
8	7	9	4	6	7	8
9	5	8	6	5	9	7
10	7	9	4	5	6	8
11	7	8	5	5	6	9
12	7	9	6	6	7	8
13	7	8	5	6	9	8
14	6	9	4	5	7	8
15	6	9	5	6	7	8
16	6	9	4	5	8	7
17	6	8	5	5	7	9
18	7	9	5	6	7	8
19	6	8	4	6	7	9
20	7	9	4	5	6	8
21	7	9	6	5	8	7
22	6	8	5	4	7	9
23	6	5	3	7	5	8
24	7	2	4	5	7	8
25	5	6	6	7	9	8

26	1	9	6	7	9	1
27	3	8	4	5	6	5
28	2	4	4	6	9	7
29	3	9	6	8	5	4
30	2	8	5	9	4	5
31	4	8	9	7	5	6
32	7	9	8	4	5	6
33	8	7	8	7	5	9
34	4	9	6	5	4	3
35	4	5	7	6	8	9
36	6	9	5	4	7	6
37	7	1	2	2	3	9
38	7	9	3	4	5	8
39	5	7	4	4	9	8
40	6	9	5	5	8	7
41	8	9	5	4	7	6
42	8	7	5	9	6	6
43	6	9	4	5	7	8
44	9	8	5	6	7	8
45	7	9	6	5	7	8
46	7	8	5	4	6	9
47	8	9	6	5	7	8
48	7	9	7	6	4	8
49	7	8	5	6	7	9
50	7	9	8	4	5	8
51	7	9	5	6	6	8
52	4	7	5	6	9	8
53	3	6	8	7	7,5	5
54	5	7	5	8	6	7
55	3	9	7	6	4	8
56	1	3	5	2	9	4
57	1	9	6	5	8	6
58	2	5	3	6	9	7
59	3	2	4	5	9	8
60	4	6	3	2	7	9
61	1	3	5	6	9	7
62	1	3	5	8	7	9
63	7	3	4	2	5	8
64	3	6	5	9	7	8
65	4	7	6	7	9	5
66	3	7,5	5	9	7	6
67	1	9	6	7	8	6,5
68	2	9	5	6	8	7
69	1	7	3	5	9	6
70	5	6	5	4	9	7
71	3	4	5	9	7	8
72	5	8	4	9	5	7
73	5	7	4	5	9	8
74	7	4	5	7	8	6

75	7	6	1	5	7	8
76	7	8	9	5	6	5
77	7	7	4	5	9	6
78	7	8	3	4	4	5
79	9	4	2	6	3	1
80	4	9	3	5	6	8
81	3	8	4	5	9	8
82	1	2	6	7	9	8
83	2	5	6	9	7	7
84	5	9	4	3	4	6
85	1	8	5	6	9	7
86	2	6	4	7	9	6
87	5	7	6	8	9	4
88	2	7	4	9	7	6
89	4	6	5	9	6	6
90	3	8	4	9	6	5
91	1	6	4	7	8	9
92	1	8	6	6	9	7
93	2	6	5	4	9	6
94	3	5	5	9	7	7,5
95	4	7	6	9	8	5
96	2	9	6	8	6	7,5
97	1	9	5	5	7	7
98	3	8	4	6	9	7
99	2	6	5	9	7	6,5
100	2	7	5	9	8	6
101	1	6	7	9	8,5	8
102	2	6	8	9	7	5
103	2	5	7	8	9	6
104	2	4	6	9	7	7
105	3	7	6	9	8	6
106	3	6	5	9	7	8
107	4	6	6	9	7	8
108	2	5	7	9	6	7
109	4	3	5	3	3	4
110	7	9	5	7	6	8
111	7	5	4	6	3	1
112	9	7	7	6	5	6
113	1	8	3	2	9	3
114	2	4	6	9	5	6
115	4	3	3	7	3	5
116	2	3	3	8	5	6
117	3	8	2	8	5	6
118	3	5	8	4	7	5
119	5	7	6	5	4	4
120	1	1	5	8	4	6
121	5	4	3	1	6	8
122	2	3	7	7	5	9
123	6	8	5	4	3	2

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

Tableau N°III : résultats des notes de préférence pour la catégorie de 3 à 11 ans

consommateurs	produit	préférences femme	préférences homme
1	A	2	3
1	B	4	8
1	C	4	4
1	D	6	5
1	E	9	6
1	F	7	5
2	A	5	1
2	B	7	9
2	C	5	6
2	D	8	7
2	E	6	9
2	F	7	1
3	A	3	5
3	B	6	6
3	C	8	6
3	D	7	7
3	E	7,5	9
3	F	5	8
4	A	4	7
4	B	7	2
4	C	5	4
4	D	6	5
4	E	9	7
4	F	8	8
5	A	7	6
5	B	9	5
5	C	5	3
5	D	6	7
5	E	6	5
5	F	8	8
6	A	7	6
6	B	9	8
6	C	8	5
6	D	4	4
6	E	5	7
6	F	8	9
7	A	7	7
7	B	8	9
7	C	5	6

7	D	6	5
7	E	7	8
7	F	9	7
8	A	7	7
8	B	9	9
8	C	7	4
8	D	6	5
8	E	4	6
8	F	8	8
9	A	8	6
9	B	9	8
9	C	6	4
9	D	5	6
9	E	7	7
9	F	8	9
10	A	7	7
10	B	8	9
10	C	5	5
10	D	4	6
10	E	6	7
10	F	9	8
11	A	7	6
11	B	9	8
11	C	6	5
11	D	5	5
11	E	7	7
11	F	8	9
12	A	9	6
12	B	8	9
12	C	5	4
12	D	6	5
12	E	7	8
12	F	8	7
13	A	6	6
13	B	9	9
13	C	4	5
13	D	5	6
13	E	7	7
13	F	8	8
14	A	8	6
14	B	7	9
14	C	5	4
14	D	9	5
14	E	6	7
14	F	6	8
15	A	8	7
15	B	9	8

15	C	5	5
15	D	4	6
15	E	7	9
15	F	6	8
16	A	6	7
16	B	9	9
16	C	5	6
16	D	5	6
16	E	8	7
16	F	7	8
17	A	5	7
17	B	7	8
17	C	4	5
17	D	4	5
17	E	9	6
17	F	8	9
18	A	7	7
18	B	9	9
18	C	3	4
18	D	4	5
18	E	5	6
18	F	8	8
19	A	7	5
19	B	1	8
19	C	2	6
19	D	2	5
19	E	3	9
19	F	9	7
20	A	6	7
20	B	9	9
20	C	5	4
20	D	4	6
20	E	7	7
20	F	6	8
21	A	4	8
21	B	5	7
21	C	7	5
21	D	6	6
21	E	8	6
22	F	9	9
22	A	4	6
22	B	9	9
22	C	6	4
22	D	5	7
22	E	4	6
22	F	3	4
23	A	8	5

23	B	7	8
23	C	8	5
23	D	7	6
23	E	5	9
23	F	9	7
24	A	7	5
24	B	9	9
24	C	8	4
24	D	4	5
24	E	5	6
24	F	6	7
25	A	4	5
25	B	8	9
25	C	9	7
25	D	7	5
25	E	5	8
25	F	6	6
26	A	2	5
26	B	8	7
26	C	5	8
26	D	9	4
26	E	4	5
26	F	5	9
27	A	3	4
27	B	9	8
27	C	6	7
27	D	8	9
27	E	5	5
27	F	4	6

Tableau N°IV : résultats des notes de préférence pour la catégorie de 12 à 19 ans

consommateurs	produits	préférences femme	préférences homme
1	A	1	3
1	B	2	9
1	C	6	7
1	D	7	6
1	E	9	4
1	F	8	8
2	A	2	1
2	B	5	3
2	C	7	5
2	D	9	2
2	E	6	9
2	F	7	4
3	A	4	1

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

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

18	F	7	7
19	A	1	3
19	B	6	4
19	C	4	5
19	D	7	9
19	E	8	7
19	F	9	8
20	A	3	5
20	B	8	6
20	C	4	5
20	D	9	4
20	E	6	9
20	F	5	7
21	A	4	1
21	B	6	7
21	C	5	3
21	D	9	5
21	E	6	9
22	F	6	6
22	A	2	2
22	B	7	9
22	C	4	5
22	D	9	6
22	E	7	8
22	F	6	7
23	A	5	1
23	B	7	9
23	C	6	6
23	D	8	7
23	E	9	8
23	F	4	6,5
24	A	2	3
24	B	6	7,5
24	C	4	5
24	D	7	9
24	E	9	7
24	F	6	6
25	A	1	4
25	B	8	7
25	C	5	6
25	D	6	7
25	E	9	9
25	F	7	5
26	A	5	3
26	B	9	6
26	C	4	5
26	D	3	9

26	E	4	7
26	F	6	8
27	A	2	7
27	B	5	3
27	C	6	4
27	D	9	2
27	E	7	5
27	F	7	8

Tableau N°V : résultats des notes de préférence pour la catégorie plus de 20 ans

consommateurs	produits	préférences femme	préférences homme
1	A	4	3
1	B	3	5
1	C	5	5
1	D	3	6
1	E	3	4
1	F	4	7
2	A	5	2
2	B	6	9
2	C	8	8
2	D	7	5
2	E	4	2
2	F	7	4
3	A	5	3
3	B	3	6
3	C	3	7
3	D	7	7
3	E	7	6
3	F	9	9
4	A	3	5
4	B	1	5
4	C	5	5
4	D	4	5
4	E	3	6
4	F	9	6,5
5	A	2	5
5	B	2	7
5	C	8	4
5	D	5	6
5	E	5	3
5	F	7	5
6	A	2	3
6	B	2	2
6	C	7	3
6	D	8	4
6	E	6	2

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

14	E	3	5
14	F	2	3
15	A	2	4
15	B	3	3
15	C	7	5
15	D	7	2
15	E	5	1
15	F	9	6
16	A	5	1
16	B	4	7
16	C	3	3
16	D	1	2
16	E	6	5
16	F	8	2
17	A	1	6
17	B	1	2
17	C	5	4
17	D	8	1
17	E	4	9
17	F	6	5
18	A	5	1
18	B	7	5
18	C	6	5
18	D	5	7
18	E	4	6
18	F	4	6
19	A	3	4
19	B	5	8
19	C	8	6
19	D	4	3
19	E	7	1
19	F	5	2
20	A	3	1,5
20	B	8	4
20	C	2	4
20	D	8	6
20	E	5	7
20	F	6	4
21	A	2	3
21	B	3	7
21	C	3	5
21	D	8	4
21	E	5	6
21	F	6	8
22	A	4	7
22	B	3	6
22	C	3	4

22	D	7	3
22	E	3	5
22	F	5	8
23	A	2	1
23	B	4	3
23	C	6	2
23	D	9	5
23	E	5	4
23	F	6	6
24	A	1	2
24	B	8	6
24	C	3	1
24	D	2	3
24	E	9	4
24	F	3	5
25	A	9	7
25	B	7	8
25	C	7	6
25	D	6	6
25	E	5	9
25	F	6	7
26	A	7	6
26	B	5	9
26	C	4	6
26	D	6	7
26	E	3	8
26	F	1	7
27	A	7	6
27	B	9	7
27	C	5	6
27	D	7	7
27	E	6	8
27	F	8	9

1. 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.

1.1. Description :

La planification expérimentale est une étape fondamentale pour quiconque veut s'assurer que les données collectées seront exploitables dans les meilleures conditions statistiques possibles. Rien ne sert de faire évaluer des produits par un panel de juges si l'on ne peut ensuite comparer les produits dans des conditions statistiques satisfaisantes. Il n'est par ailleurs pas nécessaire de faire évaluer tous les produits par tous les juges pour pouvoir comparer les produits entre eux.

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.

La génération du plan va donc essayer de concilier la triple exigence suivante :

- Les produits doivent être vus par autant de juges que possible et avec une fréquence globale pour les différents produits aussi homogène que possible,
- Chaque produit doit être vu dans les différentes positions au cours de chaque session, avec une fréquence globale pour chaque couple (position, produit) aussi homogène que possible
- Les différents couples ordonnés de produits doivent être présents dans le plan d'expériences avec une fréquence aussi homogène que possible.

On définit la A-efficacité comme la moyenne harmonique des, au plus $p-1$, valeurs propres non nulles de la matrice A^* , et la D-efficacité comme la moyenne géométrique des mêmes valeurs propres. Les deux critères sont égaux dans le cas idéal où toutes les valeurs propres sont égales.

XLSTAT utilise deux indices afin de vérifier la qualité de ces deux matrices :

- le MDR (mean deviation of R) : c'est-à-dire la déviation par rapport à la moyenne des éléments de la matrice des fréquences des positions
- le MDS (mean deviation of S) : c'est-à-dire la déviation par rapport à la moyenne des éléments de la matrice du carry-over.

1.2. Résultats :

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.

Si des sessions ont été demandées, une première série de résultats est affichée avec les tableaux prenant en compte l'ensemble des sessions. Les résultats correspondant à chaque session sont ensuite affichés.

Le premier tableau présenté est le tableau Juges x Produits indiquant si un juge a évalué (valeur 1) ou non (valeur 0) un produit.

Le tableau des cooccurrences indique combien de fois deux produits ont été évalués par un même juge.

Le tableau MDS/MDR donne des indices qui permettent de juger de la qualité des rangs obtenus. Dans ce tableau apparaît les valeurs optimales lorsqu'elles peuvent être calculées et les valeurs obtenues sur le plan.

Le tableau Juges x Rangs indique, pour chaque juge, quel produit est évalué à chaque étape de l'expérience.

Le tableau des fréquences de colonne indique combien de fois chaque produit a été vu à chaque étape de l'expérience.

Le tableau des carry-over indique combien de fois chaque produit a été évalué juste après un autre.

2. Analyse des pénalités :

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.

2.1. Description

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.

Les données utilisées sont de deux types :

- Des données de préférence correspondant à des indices de satisfaction globaux sur un produit (par exemple, une note d'appréciation globale de 1 à 10 pour un chocolat), ou sur une caractéristique d'un produit (le confort d'une voiture noté de 1 à 10).
- Des données sur une échelle JAR (Just About Right) sur 5, 7 ou 9 niveaux. Dans le cas de 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 ».

La méthode consiste à identifier, en utilisant des ANOVA pour chacune des caractéristiques étudiées sur l'échelle JAR, si à une différence de notation JAR est associée une différence significative au niveau des données globales de préférence. Par exemple, le fait qu'un chocolat soit trop amer, est-il responsable d'un abaissement significatif de la note globale donnée à un chocolat ou non ?

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, avec la moyenne des données pour les autres catégories.

L'analyse de pénalités se subdivise en trois phases :

1. On regroupe les données 1 et 2 d'une part et 4 et 5 d'autre part (dans le cas de l'échelle 1 à 5), ce qui permet d'obtenir une échelle sur trois niveaux, « Pas assez », « JAR » et « Trop ».
2. On calcule puis on compare les moyennes des trois groupes pour les données de préférence pour identifier d'éventuelles différences significatives.
3. On calcule la pénalité puis on teste si elle est significativement différente de 0.

2.2. Résultats :

Après l'affichage des statistiques simples pour l'ensemble des données sélectionnées (préférence et JAR), et de la matrice des corrélations correspondante, XLSTAT affiche un tableau présentant pour chacune des variables JAR les effectifs pour les 5 niveaux (pour le cas de l'échelle 1 à 5). Le diagramme en « barres empilées » correspondant est ensuite affiché.

Le tableau des données agrégées sur trois niveaux est ensuite affiché suivi du tableau des effectifs agrégés sur 3 niveaux. Le diagramme en « barres empilées » correspondant est ensuite affiché.

Le tableau des pénalités fournit ensuite les statistiques pour les 3 niveaux, y compris les moyennes, les impacts sur la moyenne, les pénalités, et les résultats des tests de comparaison.

Enfin 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 (voir l'onglet Options de la boîte de dialogue).

Le dernier graphique (effets sur la moyenne vs %) permet de visualiser les effets sur les moyennes (pas assez, ou trop) en fonction du % de testeurs correspondant. Le % de population seuil choisi pour considérer qu'un résultat est significatif est affiché sur la forme d'une ligne pointillée.

3. Caractérisation des 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.

3.1. Description :

Cet outil, développé suivant les recommandations de Jérôme Pagès et Sébastien Lê du Laboratoire de Mathématiques Appliquées de l'Agrocampus de Rennes, a pour but de permettre aux utilisateurs de XLSTAT de disposer d'un moyen rapide et rigoureux pour identifier quels sont les descripteurs discriminants d'une série de produits évalués lors d'une étude sensorielle et quelles sont les caractéristiques importantes des différents produits.

3.2. Résultats :

Statistiques descriptives : les tableaux de statistiques descriptives présentent pour toutes les variables sélectionnées des statistiques simples. Pour les descripteurs (qui sont des variables quantitatives), sont affichés le nombre d'observations, le nombre de données manquantes, le nombre de données non manquantes, la moyenne, et l'écart-type (non biaisé). Pour les variables qualitatives sont affichés le nom des différentes modalités ainsi que leur fréquence respective.

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. Les valeurs du V-test ainsi que la p-value sont aussi affichées. Un graphique des p-values obtenues est affiché ensuite.

Coefficients du modèle : dans ce tableau sont affichés, pour chaque descripteur et pour chaque produit, les coefficients du modèle sélectionné. Pour chaque combinaison descripteur-produit, le coefficient, la moyenne estimée, la p-value ainsi qu'un intervalle de confiance sur le coefficient sont affichés. Pour chaque produit, un graphique des coefficients associés aux différents descripteurs est affiché.

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.

4. Graphiques sémantiques différentiels :

Utilisez cette méthode pour visualiser les notes attribuées par des juges à des objets pour différents critères.

4.1. Description :

Le psychologue Charles E. Osgood a développé à la fin des années 1950 une méthode de visualisation dénommée Semantic differential dans le but de représenter graphiquement les

différentes connotations associées à un mot par différents individus. Osgood a demandé aux participants de ses études de noter un mot sur une série d'échelles allant d'un extrême à l'autre (par exemple favorable/défavorable). De la distance observée entre les différents profils observés pour des individus ou des groupes d'individus, Osgood a déduit la distance psychologique et éventuellement comportementale entre les individus ou les groupes.

4.2. Résultats :

Le résultat affiché est le graphique sémantique différentiel. Comme il s'agit d'un graphique Excel, vous pouvez ensuite modifier à votre guise les différents éléments

5. 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.

5.1. Description

Procruste (ou Procuste), qui en grec ancien signifie « celui qui allonge en tirant », est un personnage de la mythologie grec. Le nom du bandit Procruste est associé au lit de torture dont il se servait pour supplicier les voyageurs auxquels il proposait le gîte. Procruste installait sa future victime sur un lit à dimensions variables : court pour les grands et long pour les petits. Selon le cas, il tranchait d'un coup d'épée ce qui dépassait du lit ou allongeait le corps du voyageur jusqu'à amener la longueur du malheureux à celle du lit, en utilisant un mécanisme qu'Héphaïstos lui avait fabriqué. Thésée anticipa le piège et se mit dans le lit en biais. Lorsque Procuste vint ajuster le corps de Thésée, il ne comprit pas immédiatement la situation et resta perplexe le temps pour Thésée de sectionner, d'un coup d'épée, le brigand en deux parties égales.

L'analyse procrustéenne généralisée (Generalised Procrustes Analysis ou GPA en anglais) est une méthode mathématique qui permet de réaliser des transformations sur des tableaux multidimensionnels de manière à réduire la distance euclidienne entre ces tableaux.

L'analyse procrustéenne généralisée est souvent utilisée en analyse sensorielle en préalable à une cartographie des préférences (Preference mapping) par exemple pour réduire les effets d'échelles et pour aboutir à une configuration consensuelle. Elle peut aussi permettre d'analyser la proximité de certains termes utilisés par différents experts.

5.2. Résultats

Tableau de PANOVA : inspiré du format du tableau d'analyse de la variable du modèle linéaire, ce tableau permet d'évaluer l'apport respectif des différentes transformations. Dans ce tableau sont présentées la variance résiduelle finale, la variation de variance due à la mise à l'échelle des configurations à la rotation et à la translation. Le calcul de la statistique F de Fisher permet de comparer les contributions relatives des différentes transformations. Les probabilités correspondantes permettent d'évaluer si les transformations ont un effet significatif ou non en terme de réduction de la variance.

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.

Facteurs de mise à l'échelle pour chaque configuration : ce tableau et le diagramme correspondant permettent de comparer les facteurs de mise à l'échelle pour les différentes configurations. Il est utilisé en analyse sensorielle pour comprendre comment les juges ou experts utilisent différemment les échelles de notation.

Matrices de rotation : les matrices de rotation appliquées à chaque configuration sont affichées si l'utilisateur l'a demandé.

Résultats du test de consensus : dans ce tableau sont affichés, le nombre de permutations effectuées, la valeur R_c qui correspond à la proportion de variance totale expliquée par le consensus, et le quantile correspondant à R_c étant donnée la distribution de R_c obtenue suite aux permutations. Pour évaluer si la GPA est efficace, on se fixe un intervalle de confiance (typiquement 95%), et si le quantile est au-delà de l'intervalle de confiance, on conclut que la GPA a significativement réduit la variance.

Résultats du test de dimensions : dans ce tableau sont affichés, pour chaque facteur retenu à l'issue de l'ACP, le nombre de permutations effectuées, le F calculé suite à la GPA (F est ici le rapport de la variance entre les objets sur la variance entre les configurations), le quantile correspondant au F étant donnée la distribution de F obtenue suite aux permutations. Pour évaluer si un facteur contribue significativement à la qualité de la GPA, on se fixe un intervalle de confiance (typiquement 95%), et si le quantile est au-delà de l'intervalle de confiance, on conclut que le facteur contribue significativement. A titre indicatif sont aussi affichées les valeurs critiques et les p-values de la distribution F de Fisher pour le niveau alpha choisi. Il se peut que les conclusions issues de la distribution F de Fisher soit très différentes de ce qu'indique le test de permutation : l'utilisation de la distribution F de Fisher suppose la normalité des données, ce qui n'est pas nécessairement le cas.

Résultats pour la configuration consensus :

Coordonnées des objets avant l'ACP : ce tableau correspond aux coordonnées moyennes des objets, après les transformations de la GPA, et avant l'ACP.

Valeurs propres : si une ACP a été demandée, le tableau des valeurs propres et le diagramme en bâtons correspondant sont affichés. De ces valeurs propres est déduit le pourcentage de variabilité totale correspondant à chaque axe.

Corrélations des variables avec les facteurs : ces résultats correspondent aux corrélations entre les variables de la configuration consensus avant les transformations, avec les facteurs obtenus après les transformations (GPA et ACP si cette dernière a été demandée).

6. 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.

6.1 Description

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. Le niveau de préférence est représenté sur la carte de préférence sous formes de vecteurs, de points idéaux ou anti-idéaux, ou de courbes d'isopréférence en fonction du type de modèle choisi.

6.2. Modèle de préférence :

Pour modéliser les préférences des juges en fonction des critères objectifs ou de combinaison de critères objectifs (si une ACP a permis de générer l'espace à 2 ou 3 dimensions) quatre modèles ont été proposés dans le cadre du PREFMAP. Pour un juge donné, si on désigne par y_i sa préférence pour le produit i , et par X_1, X_2, \dots, X_p les p critères ou combinaisons de critères (en général $p=2$) décrivant le produit i , les modèles sont :

Le modèle vectoriel permet de représenter les individus sur la carte sensorielle sous forme de vecteurs. La taille des vecteurs est fonction du R^2 du modèle : plus le vecteur est long, meilleur est le modèle correspondant. La préférence du juge sera d'autant plus forte que l'on sera loin dans la direction indiquée par le vecteur. L'interprétation de la préférence peut se faire en projetant sur les vecteurs les différents produits (préférence produit). L'inconvénient du modèle vectoriel est qu'il néglige le fait que pour certains critères (le salé ou la température par exemple), on peut avoir une croissance de la préférence jusqu'à un optimum puis une décroissance.

Le modèle circulaire permet de prendre en compte cette notion d'optimum. Si la surface correspondant au modèle a un maximum en terme de préférence (cela se produit si le coefficient b estimé est négatif), on parle de point idéal (venant de l'anglais ideal point à comprendre comme « point correspondant à l'idéal »). Si la surface a au contraire un minimum (cela se produit si le coefficient b estimé est positif), on parle de point anti-idéal (venant de l'anglais anti-ideal point à comprendre comme « point correspondant à l'opposé de l'idéal »). Avec le modèle circulaire, on peut tracer des lignes circulaires d'isopréférence autour du point idéal ou anti-idéal.

Le modèle elliptique est proche du modèle circulaire. Plus souple, il permet de mieux tenir compte d'effets d'échelle. L'inconvénient de ce modèle est que l'optimum du modèle n'existe

pas toujours : comme avec le modèle circulaire, on peut obtenir un point idéal, ou un point anti-idéal, mais il arrive aussi que l'on obtienne un point selle (de la forme de la surface, rappelant une selle de cheval) si tous les coefficients b_j ne sont pas du même signe. Le point selle n'est pas facilement interprétable. Il correspond uniquement à une zone où la préférence est moins sensible aux variations.

Enfin, le modèle quadratique permet de modéliser des structures de préférence plus complexes, en tenant notamment compte d'interactions. Comme avec le modèle elliptique, on peut obtenir un point idéal, un point anti-idéal, ou un point selle si tous les coefficients b_j ne sont pas du même signe.

6.3. Carte des préférences :

La carte des préférences est une vision synthétique de trois types d'éléments :

Les juges (ou groupes de juges si une classification des juges a d'abord été effectuée) représentés au travers du modèle correspondant par un vecteur, un point idéal (noté +), un point anti-idéal (noté -), ou un point selle (noté o) ;

Les objets dont la position sur la carte est déterminée par leurs coordonnées ;

Les descripteurs, qui correspondent aux axes de représentation, ou leur sont liés (lorsqu'une ACP précède le PREFMAP, on étudiera le biplot issu de l'ACP pour interpréter la position des objets en fonction des critères objectifs).

Le PREFMAP, avec l'interprétation qu'en permet la 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.

6.4. Score de préférence :

Le score de préférence de chaque objet pour un juge donné, dont la valeur est comprise entre 0 (minimum) et 1 (maximum), est calculé à partir de la prédiction du modèle correspondant au juge. Le score est d'autant plus élevé que le produit est préféré. Des scores de préférence des différents produits, on déduit un ordre de préférence des objets, pour chacun des juges.

6.5. Contour plot :

Le contour plot (courbes de niveau) permet de visualiser, sur un graphique dont les axes sont les mêmes que ceux de la carte des préférences, les régions correspondant à différents niveaux de consensus de préférence. En chaque point du graphique, on calcule le pourcentage de juges pour lesquels la préférence calculée à partir du modèle est supérieure à leur préférence moyenne. Dans les régions correspondant aux couleurs froides (bleus), une faible proportion de modèles donne de préférences élevées. Au contraire, dans les régions correspondant aux couleurs chaudes (rouge), une forte proportion de modèles donne des préférences élevées.

6.6. Résultats :

Statistiques simples : dans ce tableau sont affichés pour tous les juges et toutes les dimensions de la configuration X (avant transformation si une transformation a été demandée), le nombre de données non manquantes, la moyenne, et l'écart-type (non biaisé).

Matrice de corrélation : ce tableau est affiché afin de vous permettre d'avoir un aperçu des corrélations entre les différentes variables sélectionnées.

Sélection du modèle : ce tableau permet de visualiser quel modèle a été utilisé pour chacun des juges. Si le modèle n'est pas un modèle vectoriel, le type de point solution est affiché (idéal, anti-idéal, selle) avec ses coordonnées.

Analyse de la variance : dans ce tableau sont affichées les statistiques permettant d'évaluer la qualité de l'ajustement du modèle (R^2 , F, et $Pr>F$). Lorsque la p-value ($Pr>F$) est inférieure au niveau de signification choisi, elle est affichée en gras. Si l'option F-ratio a été choisie dans l'onglet « Options », les résultats du test du F-ratio sont affichés (valeur du F et p-value associée).

Coefficients du modèle : dans ce tableau sont affichés, pour chaque juge, les différents coefficients du modèle retenu.

Prédictions du modèle : ce tableau correspond aux préférences estimées par le modèle pour chaque juge et chaque produit. Remarque : si les préférences ont été centrées-réduites, ces résultats correspondent aussi à des préférences centrées-réduites.

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

Rangs des scores de préférence : dans ce tableau sont affichés les rangs des scores de préférence. Plus le rang est élevé, plus la préférence est élevée.

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.

Pourcentage de juges satisfaits : dans ce tableau sont affichés pour chaque produit le pourcentage de juges étant au-dessus du seuil fixé.

La carte des préférences et le contour plot sont ensuite affichés. Sur la carte de préférence, les points idéaux sont figurés par (+), les points anti-idéaux par (-) et les points selle par (o).

Résumé

Cette étude vise la caractérisation sensorielle et hédonique d'une série de boissons au jus de citron différemment formulée produite par Tchén-lait /Candia de Béjaia.

une analyse sensorielle de six boissons au jus de citron différemment formulées à l'aide d'un jury experts que nous avons mis en place au niveau de l'université de Béjaia, a révélé que l'échantillon «F» constitué de 13% de concentré de jus de citron a été apprécié pour sa couleur.

Les résultats de l'analyse sensorielle et hédonique nous permettent de conclure que le produit «F» est le plus préféré, ainsi nous le recommandons pour une éventuelle commercialisation.

Mots clés : Analyse sensorielle, évaluation hédonique, Boisson à base de concentré de jus de citron, panel de dégustation, sujets naïfs, préférence, analyse statistique (XLstat-MX).

Abstract :

This study aims a sensory and hedonic characterization a series of drinking based Limon juice formulated differently produced by Tchén-milk/Candia of Béjaia.

Sensory analysis of six drinks lemon juice differently formulated using an expert panel that we put in place at the University of Béjaia, revealed that the sample "F" consists of 13% concentrated lemon juice has been valued for its color.

The results of the hedonic and sensory analysis, we conclude that the product "F" is the most preferred, and we recommend it for possible commercialization

Keywords: Sensory analysis, hedonic valuation, based drink concentrate, lemon juice, tasting panel, naive, preferably, statistical analysis (XLSTAT-MX).

ملخص-

هذه الدراسة تهدف الى تمييز الحسية و المتعة لسلسلة من مشروبات عصير الليمون مركز، التي صيغت بشكل مختلف و المنتجة من طرف كانديا بجاية

التحليل الحسى لست مشروبات عصير ليمون مركز المضيفة بشكل مختلف باستخدام هيئة من الخبراء التي قمنا بتشكيلها بجامعة بجاية ، كشف أن العينة "ف" هي الأكثر تقديرا من أجل لونها.

نتائج التحليل الحسى و المتعة سمحت لنا باستنتاج أن العينة "ف" هي المفضلة لدى أغلبية المستهلكين إذن نوصى بها من أجل تسويق جديد.

الكلمات الرئيسية تحليل حسى تقدير المتعة مشروبات عصير ليمون مركز مجموعة من المتذوقين شخص عادى غير خبير تفضيل تحليل إحصائى

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA de Bejaia.
Faculté des sciences de la nature et de la vie.
Département des Sciences Alimentaires.

Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'Obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Contrôle de Qualité et Analyse.

Thème :

Caractérisation sensorielle et hédonique d'une série de boisson au jus de citron
différemment formulée produite par
Tchin-Lait/Candia de Bejaia.



Proposé par :

Melle BOURDJIOUA NESMA
Melle BOUMALOU SABRINA

Membre du jury :

Président : Mr MADANI.K
Promoteur : Mr BOUAUDIA. A
Examinatrice : M^{me} TAMANDJARIS
Examinatrice : Melle GUERFI.F
Invité d'honneur : Mr BENMOUHOU.B.Z

Année Universitaire 2011/2012

Remerciements

Remerciements

Nous tenons à remercier avant tout Allah le tout puissant qui nous a donné la santé, le courage, la volonté et la patience de réaliser ce travail.
Au terme de ce travail, il nous est agréable de remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

Nos remerciements vont particulièrement à :

- * Notre promoteur Mr BOUAOUDIA.A d'avoir bien voulu diriger ce travail et pour tous ses conseils fructueux et ses encouragements. Qu'il trouve ici nos sentiments de gratitude et déférence.
- * Mr MADANI.K pour l'honneur qu'il nous a fait pour assurer la présidence du jury et son aide précieuse qu'il trouve ici l'expression de notre profonde connaissance.
- * M^{me} TAMANDJARI.S d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail, qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde sympathie.
- * M^{lle} GUERFI.F d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail, qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde sympathie.
- * Mr BENMOUHOU.B directeur de recherche et développement de TCHIN-LAIT /CANDIA, ainsi qu'à tout le personnel de nous avoir accueilli au sein de l'entreprise, et de nous avoir prêté main forte pour la réalisation d'une partie de notre travail.
- * Nous remercions l'ensemble des dégustateurs experts et naïfs pour leur participation active, sans les quels cette étude n'aurait pas pu être menée à bien.

Sabrina et Nesma



DEDICACES



Je dédie ce mémoire :

A mes très chers parents pour leurs dévouements, leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements. Que ce travail soit, pour eux, un faible témoignage de ma profonde affection et tendresse.

📌 A mes très chers frères : « BADREDDINE, IDIR et GHILES ».

📌 A ma chère sœur : « WASSILA » et son mari et leur fils « YANI ».

📌 A mes grand père et mes grandes mères.

📌 A mes cousins, cousines, oncles et tantes.

📌 A toute la famille de SABRINA.

📌 A tous mes chers amis.

NESMA



DEDICACES



Je dédie ce mémoire :

A mes très chers parents pour leurs dévouements, leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements. Que ce travail soit, pour eux, un faible témoignage de ma profonde affection et tendresse.

📌 A mes très chers frères : « SAMIR, KAMEL et DJAMEL ».

📌 A mes très chères sœurs : « NADJET et HANAN ».

📌 A mon grand père et mes grandes mères.

📌 A mes cousins, cousines, oncles et tantes.

📌 A toute la famille de NESMA.

📌 A tous mes chers amis.

SABRINA

Liste des figures

Figure N°01 : schéma de fabrication d'une boisson sucrée.....	9
Figure N°02 : processus de perception : Recueil et traitement de l'information sensorielle.....	18
Figure N°03 : représentation des voies de perception olfactive directe, ou ortho-nasale, et indirecte, ou rétro-nasale.....	19
Figure N°04 : localisation des quatre saveurs fondamentales.....	20
Figure N°05 : choix de type d'épreuves.....	23
Figure N°06 : pouvoir discriminant par descripteur.....	31
Figure N°07 : coefficients des modèles de l'ensemble des échantillons.....	33
Figure N° 08 : graphique sémantique différentiel de l'échantillon A.....	34
Figure N°09 : graphique sémantique différentiel de l'échantillon B.....	34
Figure N°10 : graphique sémantique différentiel de l'échantillon C.....	35
Figure N°11 : graphique sémantique différentiel de l'échantillon D.....	35
Figure N°12 : graphique sémantique différentiel de l'échantillon E.....	36
Figure N°13 : graphique sémantique différentiel de l'échantillon F.....	36
Figure N°14 : résidus par objet.....	37
Figure N°15 : résidus par configuration.....	37
Figure N°16 : pénalités de l'échantillon A.....	38
Figure N°17 : pénalités de l'échantillon B.....	38
Figure N°18 : pénalités de l'échantillon C.....	39
Figure N°19 : pénalités de l'échantillon D.....	39
Figure N°20 : pénalités de l'échantillon E.....	39
Figure N°21 : pénalités de l'échantillon F.....	40
Figure N°22 : graphique sémantique différentiel des femmes de 3 à 11ans.....	41
Figure N°23 : graphique sémantique différentiel des hommes de 3 à 11ans.....	41
Figure N°24 : graphique sémantique différentiel des femmes de 12 à19ans.....	42

Figure N°25: graphique sémantique différentiel des hommes de 12 à 19ans.....	43
Figure N°26 : graphique sémantique différentiel des femmes de plus de 20ans.....	43
Figure N°27: graphique sémantique différentiel des hommes de plus de 20ans.....	44
Figures N°28: Coefficients des modèles des six échantillons des femmes de 3 à 11 ans.....	45
Figures N°29 : Coefficients des modèles des six échantillons des hommes de 3 à 11 ans.....	45
Figures N°30: Coefficients des modèles des six échantillons des femmes de 12 à 19 ans.....	46
Figures N°31 : Coefficients des modèles des six échantillons des hommes de 12 à 19 ans...	46
Figures N°32: Coefficients des modèles des six échantillons des femmes de plus de 20 ans.....	47
Figures N°33 : Coefficients des modèles des six échantillons des hommes de plus de 20 ans...	47
Figure N°34 : résidus par objet pour les femmes et les hommes.....	48
Figure N°35: Résidus par configuration des femmes et des hommes.....	48
Figure N°36: résidus par objet pour les hommes et les femmes.....	49
Figure N°37: Résidus par configuration des femmes et des hommes.....	49
Figure N°38: résidus par objet pour les hommes et les femmes.....	50
Figure N°39: Résidus par configuration des femmes et des hommes.....	50
Figure N°40 : carte sensorielle	52

Liste des tableaux

Tableau N°I : pourcentages de certains composants d'une boisson sucrée.....	6
Tableau N° II : les quantités de boisson consommées en France varient beaucoup avec l'âge.	7
Tableau N° III : apports énergétiques des boissons.....	7
Tableau N°IV : la valeur nutritive pour 100g de citron cru sans peau.....	14
Tableau N°V : les éléments nutritives de jus de citron frais, 63 ml (1/4 tasse)/65g.....	14
Tableau N°VI : concentration des quatre solutions sapides.....	26
Tableau N°VII : concentration des différentes solutions sucrées.....	27
Tableau N°VIII : liste des quatorze arômes alimentaires.....	27
Tableau N°IX : évaluation du plan pour l'analyse sensorielle.....	31
Tableau N°X : MDS/MDR pour le test de plan d'expérience de l'analyse sensorielle.....	31
Tableau N°XI : Moyennes ajustées par produit	33
Tableau N°XII : évaluation du plan pour l'évaluation hédonique.....	40
Tableau N°XIII : MDS/MDR pour le test de plan d'expérience de l'évaluation hédonique...40	
Tableau N°XIV : Pourcentage de juges satisfaits pour chaque objet	51
Tableau N°XV : Objets classés par ordre croissant de préférence.....	51

Listes des tableaux en annexe 2

Tableau N°I : résultats des notes pour l'analyse sensorielle :	
Tableau N°II : résultats des notes de préférences pour l'ensemble des consommateurs	
Tableau N°III : résultats des notes de préférence pour la catégorie de 3 à 11 ans	
Tableau N°IV : résultats des notes de préférence pour la catégorie de 12 à 19 ans	
Tableau N°V : résultats des notes de préférence pour la catégorie plus de 20 ans	

Sommaire

Glossaire
Liste des figures
Liste des tableaux

Introduction.....1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Boissons sucrées

1. Généralité.....	2
2. Définition.....	2
3. Différents types de boissons sucrées.....	2
3.1. Les Boisson gazeuse.....	2
3.1.1. Les limonades.....	2
3.1.2. Les boissons aux fruits carbonatées ou gazeuses	2
3.1.3. Les sodas.....	2
3.2. Les jus de fruits	2
3.2.1. Les pur jus, obtenus à partir de fruits.....	3
3.2.2. Les pur jus, obtenus à partir de concentré.....	3
3.2.3. Les jus de fruit concentré.....	3
3.2.4. Les nectars de fruits.....	3
3.2.5. Les jus de fruits déshydratés.....	3
3.3. Les boissons plates	3
3.3.1. Les boissons aux fruits	3
3.3.2. Les boissons aromatisées.....	3
3.3.3. Les sirops	4
3.3.4. Les boissons énergétiques.....	4
3.3.5. Les boissons à base de lait.....	4
4. Composition des boissons sucrées.....	4
4.1. Eau.....	4
4.2. Sucres.....	4
4.3. Edulcorants.....	5
4.4. Acides.....	5
4.5. Arômes.....	5
4.6. Pulpe de fruits.....	5
4.7. Jus de fruits.....	5
4.8. Additifs.....	5
4.9. Vitamines et sels minéraux.....	6
5. Consommation des boissons sucrées.....	7
5.1. Selon l'âge et le sexe.....	7
5.1.1. L'apport énergétique de quelques types des boissons sucrées selon l'âge.....	7
6. Fabrication des boissons sucrées.....	8

Chapitre II : Citron (*Citrus limon*)

1. Historique	10
2. Définition	10
3. Description du citronnier	10
4. Classification botanique	11
5. Différentes variétés	11
5.1. Eureka.....	11
5.2. Verna.....	11
5.3. Femminello.....	11
5.4. Interdonoto.....	11
6. Composition chimique de <i>citrus limon</i>	12
6.1. Vitamines.....	12
6.2. Flavonoïdes.....	12
6.3. Huiles essentielles.....	12
6.4. Acide citrique.....	13
6.5. limonoïdes.....	13
6.6. Sels minéraux.....	13
6.7. Protéines et acides aminés.....	13
6.8. Glucides.....	13
7. Valeur nutritionnelle	13
8. Bienfaits du <i>citrus limon</i>	14
8.1. Cancer (prévention).....	14
8.2. Cancer (ralentir la progression).....	14
8.3. Maladies cardiovasculaires.....	15
8.4. Inflammation.....	15
8.5. Hypercholestérolémie.....	15
8.6. Autres bienfaits.....	15

Chapitre III : Evaluation sensorielle

1. Historique	17
2. Définitions	17
2.1. Analyse sensorielle.....	17
2.2. Évaluation sensorielle.....	17
3. Domaines d'application de l'analyse sensorielle	17
3.1. Recherche et développement.....	18
3.2. Marketing.....	18
3.2. Contrôle de qualité.....	18
4. Perceptions sensorielles	18
4.1. Mécanisme de perception sensorielle.....	18
4.2. Perception visuelle.....	19
4.3. Perception olfactive.....	19
4.4. Perception gustative.....	19

4.5. Perception somesthésique.....	20
4.6. Facteurs influençant la perception sensorielle.....	20
5. Propriétés organoleptiques.....	21
5.1. Aspect.....	21
5.2. Arôme.....	21
5.3. Flaveur.....	21
5.4. Saveur.....	21
5.5. Texture.....	21
5.6. Couleur.....	21
6. Étapes de l'évaluation sensorielle.....	22
6.1. Choix du type d'épreuve.....	22
6.1.1.épreuves analytiques	22
6.1.2. Épreuves hédoniques	22
6.2. Constitution d'un groupe	23
6.3. Préparation de l'épreuve	23
6.3.1. Descripteurs	23
6.3.2. Échelles	24
6.4. Présentation des échantillons	24
6.5. Recueil et traitement des données	24

Partie pratique

Chapitre I : Matériels et méthodes

1. Mise en place d'un jury de dégustation expert.....	25
1.1. Matériels de préparation pour la procédure.....	25
1.2. Matériel humain.....	25
1.3. Méthode de spencer.....	25
1.3.1. Définition.....	25
1.3.2. Déroulement de la procédure.....	25
1.3.2.1. Phase de présélection.....	25
1.3.2.2. Phase de sélection.....	25
2. Préparation des six échantillons.....	28
3. Analyse sensorielle.....	28
3.1. Groupe d'évaluation.....	28
3.2. Formulation de questionnaire.....	28
3.3. Préparation de la salle d'évaluation.....	28
3.4. Présentation des échantillons.....	28
3.5. Déroulement de l'épreuve.....	29
4. Evaluation hédonique.....	29
4.1. Les Sujets.....	29
4.2. Formulation de questionnaire.....	29
5. Traitement des résultats avec XLSTAT.....	29

Chapitre II : Résultats et discussions

1. Résultats et discussions de l'analyse sensorielle	31
1.1. Test du plan d'expérience avec XLSTAT-MX.....	31
1.2. Caractérisation des produits.....	31
1.3. Graphiques sémantiques différentiels.....	33
1.4. Test de l'analyse procrustéenne généralisée.....	36
1.5. Test d'Analyse des pénalités.....	38
2. Résultats et discussions de l'analyse hédonique	40
2.1. Test de plan d'expérience avec XLSTAT-MX.....	40
2.2. Graphiques sémantiques différentiels.....	40
2.2.1. Catégorie de 3-11 ans.....	41
2.2.2. Catégorie de 12-19 ans.....	42
2.2.3. Catégorie plus de 20 ans.....	43
2.3. Caractérisation des produits.....	44
2.3.1. Catégorie de 3-11 ans.....	44
2.3.2. Catégorie de 12-19 ans.....	45
2.3.3. Catégorie plus de 20 ans.....	47
2.4. Test de l'analyse procrustéenne généralisée.....	48
2.4.1. Catégorie de 3-11ans.....	48
2.4.2. Catégorie de 12-19ans.....	49
2.4.3. Catégorie plus de 20ans.....	50
2.5. Cartographie de préférence	48

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Glossaire

Antiseptiques : est une substance qui tue ou prévient la croissance **des** bactéries et des virus sur les surfaces externes du corps.

Anti-inflammatoires : est un médicament destiné à combattre une inflammation.

Cancer : est une **maladie** caractérisée par une prolifération cellulaire anormalement importante au sein d'un **tissu** normal de l'organisme.

Diabète : est un dysfonctionnement du système de régulation de la glycémie.

Hypercholestérolémie : un taux élevé de cholestérol sanguin.

Inflammation : est une réaction de défense immunitaire.

Maladies cardiovasculaires : sont les maladies qui concernent le cœur et la circulation sanguine.

Prostaglandines E2, F2 : sont des métabolites de l'acide arachidonique.

Scorbut : est une maladie due à une carence délétère en vitamine C.

La surrénale : glandes paires endocrines situées au-dessus des reins.

Thromboxanes A2 : sont des hormones à effet vasoconstricteurs. Elles engendrent une augmentation de la pression artérielle.

Le comportement des consommateurs vis-à-vis de la nourriture est toujours une démarche complexe. Ils font des choix subjectifs qui dépendent de nombreux critères : mode de vie, habitudes ethniques, sociales,...En général, ils veulent être maîtres de leur choix alimentaire et ils y attachent une très grande importance.

Les industries alimentaires ont donc ressenti le besoin d'étudier les comportements sensoriels des consommateurs afin d'être capables de leur proposer les aliments qu'ils préfèrent et donc qu'ils achèteront. C'est ainsi qu'est apparue la nécessité de l'analyse sensorielle (**TOURAILLE, 1998**).

L'analyse sensorielle est une science multidisciplinaire qui fait appel à des dégustateurs et à leur sens de la vue, de l'odorat, du goût, du toucher et de l'ouïe pour mesurer les caractéristiques sensorielles et l'acceptabilité de produits alimentaires ainsi que de nombreux autres produits. Aucun instrument ne peut reproduire ou remplacer la réaction humaine, ce qui fait que l'élément «évaluation sensorielle» de toute étude alimentaire est essentiel. L'analyse sensorielle s'applique à toute une gamme de domaines comme le développement et l'amélioration des produits, le contrôle de la qualité, l'entreposage et le développement des processus (**WATTS, 2005**).

Les liquides, et plus particulièrement l'eau, sont essentiels pour avoir une bonne nutrition. Même si une part de l'eau consommée provient des aliments, la majeure partie est consommée sous forme de boissons. Par ailleurs, les boissons fournissent des vitamines et des minéraux. Toutefois, elles peuvent aussi être une source importante de sucre, et peuvent contribuer à un excès de calories (**GARRIGUET, 2008**).

Selon l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture en **2011**, pendant la période 2010-2011, la production de citrons a atteint 12,04 millions de tonnes, dont 10 millions de tonnes pour le marché des produits frais et 2,04 millions de tonnes pour le secteur de la transformation. Les importations de citrons représentent approximativement 27 pour cent de la consommation mondiale. La consommation par habitant est relativement élevée dans les pays du Proche-Orient comme la Jordanie, Algérie, le Liban et l'Égypte.

L'objectif de notre travail consiste en la caractérisation sensorielle et hédonique d'une série de boisson au jus de citron différemment formulée produite en collaboration avec Tchinalait/CONDIA, pour obtenir une formule qui répond aux exigences du consommateur en vue de sa commercialisation.

Notre travail est structuré en deux parties : une bibliographique qui traite des boissons sucrées, de l'étude de citron et de l'évaluation sensorielle; l'autre pratique qui regroupe les matériels et méthodes, ainsi que les résultats et discussions.

1. Généralités :

Dans la littérature francophone, les boissons sucrées sont essentiellement désignées par les termes « limonade », « boisson sucrée » et « soda ».

Les boissons sucrées commercialisées ne sont apparues que vers la fin du 19^e siècle aux Etats-Unis. Depuis, leur consommation n'a cessé d'augmenter à l'échelle planétaire.

Pour étancher sa soif, le consommateur peut choisir parmi une large gamme de boissons, à laquelle viennent s'ajouter sans cesse de nouveaux produits. Parmi cette variété de choix, le consommateur privilégie les boissons sucrées (SCHNEIDER, 2011).

2. Définition :

Selon l'ordonnance de Département fédéral de l'intérieur (DFI) en suisse de 2010, la boisson sucrée est une boisson contenant ou non de l'acide carbonique, préparée à partir d'eau potable ou d'eau minérale naturelle et de jus de fruits ou d'arômes, avec ou sans addition de sucres, de caféine ou de quinine.

3. Différents types de boissons sucrées :

3.1. Les Boissons Gazeuses :

Les boissons gazeuses font partie des boissons non alcoolisées, non fermentées. On retrouve dans cette famille :

3.1.1. Les limonades :

L'appellation limonade est réservée aux boissons gazéifiées, sucrées, limpides et incolores, additionnées de matières aromatiques ou sapides provenant du citron et éventuellement d'autres hespéridés, acidulées au moyen des acides citriques, tartriques ou lactiques.

3.1.2. Les boissons aux fruits carbonatées ou gazeuses (type Orangina et N'GAOUS) :

La dénomination est réservée aux boissons préparées à partir d'eau potable et de jus de fruits, jus de fruits concentrés, fruits ou un mélange de ces composants dans une proportion égale ou supérieure à 10 % de jus et inférieure à 25%.

3.1.3. Les sodas :

Dans la famille des sodas, nous retrouvons les boissons à base d'extraits naturels de fruits ou de plantes et qui contiennent du gaz carbonique et du sucre, mais également des édulcorants ou faux sucres (BOUDRA, 2007).

3.2. Les jus de fruits :

Dans la catégorie des Jus de fruits, on retrouve 5 familles :

3.2.1. Les pur jus, obtenus à partir de fruits :

C'est un jus obtenu à partir de fruits par des procédés mécaniques, fermentescibles mais non fermentés, possédant la couleur, l'arôme et le goût caractéristiques du ou des jus de fruits dont il provient. Les jus de fruits frais ne subissent pas de traitement thermique.

3.2.2. Les pur jus, obtenus à partir de concentré :

C'est le produit obtenu à partir de jus de fruit concentrés, par :

-Restitution de la proportion d'eau extraite du jus, lors de la concentration. L'eau ajoutée représentant les caractéristiques appropriées notamment des points de vue chimique, microbiologique et organoleptique, de façon à garantir les qualités essentielles du jus.

- Restitution de son arôme au moyen de substances aromatiques récupérées lors de la concentration du jus de fruits concerné, ou de jus de fruits de la même espèce, et qui représente des caractéristiques organoleptiques équivalentes à celles du jus obtenu à partir des fruits de la même espèce.

3.2.3. Les jus de fruit concentrés :

C'est le produit obtenu à partir de fruits, par élimination physique d'une partie déterminée de l'eau de constitution. Lorsque le produit est destiné à la consommation directe, la concentration est d'au moins 50%.

3.2.4. Les nectars de fruits :

C'est le produit non fermenté mais fermentescible, obtenu par addition d'eau et de sucres au jus de fruits concentré, à la purée de fruit concentrée ou à un mélange de ces produits, et dont la teneur minimale en jus, éventuellement en purée, et l'acidité minimale sont fixés de:

- 25 % à 50 % en teneur minimale en jus
- 4 et 9 g/l. en acidité (exprimé en acide tartrique).

3.2.5. Les jus de fruits déshydratés :

C'est le produit obtenu à partir de jus de fruits par élimination physique de la quasi-totalité de l'eau de constitution. La restitution des composants aromatiques est obligatoire.

3.3. Les boissons plates :

3.3.1. Les boissons aux fruits :

La dénomination est réservée aux boissons préparées à partir d'eau potable et de jus de fruits, jus de fruits concentrés, fruits ou un mélange de ces composants dans une proportion égale ou supérieure à 10 % de jus (**BOUDRA, 2007**).

3.3.2. Les boissons aromatisées :

Cette dénomination est consacrée aux boissons ne comprenant pas de jus de fruits. Elle est composée d'eau, sucre, émulsion, arôme naturel ou artificiel, antioxydant, conservateur, colorants, acide, épaississant... Cette catégorie est, de par sa composition et les besoins satisfaits, plus proche des sodas (sans le gaz) ou des mélanges eau+ sirop que des jus de fruits. L'absence de réglementation et le manque de maturité du marché entretiennent jusqu'à présent ces confusions.

3.3.3. Les sirops :

La dénomination sirop est réservée aux produits concentrés et aromatisés obtenus par dissolution de matières sucrantes glucidiques dans de l'eau, thés glacés. Ce secteur est très faible en Algérie. Pourtant celui-ci est un secteur très dynamique en Europe.

3.3.4. Les boissons énergétiques :

Ces boissons sont constituées d'eau, de sucre, de vitamines (C, B1, B2), de caféine, d'acides aminés (L-Phénylalanine).

3.3.5. Les boissons à base de lait :

Ces boissons sont constituées de lait (en général écrémé), de sucre, de stabilisant, d'aromatisant et de fruits (BOUDRA, 2007).

4. Composition des boissons sucrées :

Les boissons sucrées sont composées essentiellement d'eau, de sucres ou d'édulcorants, de jus de fruits, d'extraits, d'arômes et/ou de pulpe et d'une série d'additifs (VANDERCAMMEN, 2007).

4.1. Eau :

Le composé principal, l'eau, provient d'eau de source locale ou d'eau du réseau, et quelle que soit leur origine, ces eaux reçoivent un traitement adéquat. Elles sont ventilées, filtrées, adoucies, désinfectées et purgées de leur oxygène. Le fer, le chlore et les substances qui donnent un goût à l'eau sont éliminées (VANDERCAMMEN, 2007).

4.2. Sucres:

Le type de sucre ajouté aux limonades dépend de la région de production: en Amérique du Sud, on utilise du sucre de canne, en Amérique du sucre de maïs. En Belgique, le plus souvent, on recourt à du sucre de betteraves. Ce sucre arrive en camion-citerne. Il est contrôlé puis stocké dans des silos puis dans des cuves de stockage. Il est alors mélangé avec de l'eau pour obtenir du sirop de glucose. Les produits light ne contiennent pas de sucre, mais des édulcorants synthétiques. Ces substances sont livrées sous forme de poudre, en sacs ou en vrac (VANDERCAMMEN, 2007).

➤ Les glucides utilisés dans les boissons rafraichissantes sans alcool (BRSA) et leurs fonctionnalités :

Selon le programme national nutrition santé (PNNS) de 2007, le saccharose sous forme cristallisée ou liquide est le glucide essentiellement utilisé. Une minorité de boissons contient en association avec le saccharose du sirop de glucose-fructose, du sirop de glucose.

Les glucides ont trois fonctions principales :

- Agent de sapidité : les glucides contribuent à construire le goût et la saveur de la boisson (en synergie avec les arômes et les acidifiants)
- Agent de texture : les glucides apportent une certaine consistance au produit
- Apport d'énergie rapidement assimilée.

4.3. Edulcorants :

L'édulcorant est une substance non calorique utilisée pour donner une saveur sucrée aux denrées alimentaires et ce, en remplacement total des sucres (AOUFI, 2009).

Les édulcorants synthétiques utilisés dans les boissons light sont surtout de l'aspartame, de la saccharine, de l'acésulfame-K et du cyclamate (VANDERCAMMEN, 2007).

4.4. Acides :

Généralement, les boissons sucrées contiennent une quantité importante d'acide, principalement de l'acide phosphorique ou citrique. Ces acides confèrent à la boisson un caractère rafraîchissant. Contrairement à la teneur en sucre, il n'y a presque pas de différence en ce qui concerne la teneur en acide entre les boissons light et les boissons normales. Les hautes teneurs en acide sont masquées par la grande quantité de sucres et d'édulcorants présente dans les soft drinks (VANDERCAMMEN, 2007).

4.5. Arôme :

Les molécules d'arôme sont des composés organiques dont la tension de vapeur à la pression atmosphérique et à température ambiante est suffisante pour provoquer la volatilisation dans l'atmosphère gazeuse et produire un stimulus olfactif au contact de la muqueuse olfactive (AOUFI, 2009).

Ils sont utilisés pour conférer un arôme à un aliment ou à une boisson, exception faite des saveurs salées, sucrées ou acides. Les notes aromatiques les plus courantes sont à base de fruits (citron, citron vert, orange, pêche,...), d'extraits de plantes, d'épices ou de fleurs (VANDERCAMMEN, 2007).

4.6. Pulpe de fruits :

La pulpe de fruits est le produit non fermenté, mais fermentescible obtenu en passant au tamis la partie comestible du fruit entier ou pelé sans en prélever le jus (CODEX ALIMENTARIUS, 2000).

4.7. Jus de fruits :

Le jus est obtenu par des procédés adaptés qui conservent les caractéristiques physiques, chimiques, organoleptiques et nutritionnelles essentielles des jus du fruit dont il provient. Le jus peut être trouble ou clair et peut contenir des substances aromatiques et des composés volatils restitués, à condition qu'ils proviennent des mêmes espèces de fruits et soient obtenus par des moyens physiques adaptés (CODEX ALIMENTARIUS, 2000).

4.8. Additifs :

➤ Les colorants :

Les colorants ajoutent artificiellement de la couleur aux aliments, pour les rendre en principe plus appétissants ; ils peuvent s'agir de constituants naturels de denrées alimentaires ou d'autres sources naturelles, qui ne sont pas normalement consommés comme aliments en soi et ne sont pas habituellement utilisés comme ingrédients caractéristiques dans l'alimentation.

➤ **Les conservateurs:**

Substances qui prolongent la durée de conservation des denrées alimentaires en les protégeant des altérations dues aux micro-organismes.

➤ **Les antioxydants:**

Substances qui prolongent la durée de conservation des denrées alimentaires en les protégeant des altérations provoquées par l'oxydation (p. ex. modifications de la couleur).

➤ **Les acidifiants:**

Substances qui augmentent l'acidité d'une denrée alimentaire et/ou lui donnent un goût acide.

➤ **Les correcteurs d'acidité :**

Substances qui modifient ou limitent l'acidité ou l'alcalinité d'une denrée alimentaire (AOUFI, 2009).

4.9. Vitamines et sels minéraux :

Les boissons peuvent contenir naturellement des vitamines et minéraux (par les jus de fruits, l'eau,...) mais ils peuvent également être ajoutés. On parle alors de boissons enrichies en vitamines ou minéraux. La quantité et le type de vitamines et sels minéraux varient selon la boisson (VANDERCAMMEN, 2007).

Tableau N°I : pourcentages de certains composants d'une boisson sucrée.

Selon le programme national nutrition santé (PNNS) de 2007, les pourcentages de certains composants d'une boisson sucrée et comme suit :

composants	Boisson sucrée
eau	89,7%
Sucre ajouté	10%
Edulcorants intenses	0%
additifs	0,25%
arômes	0,05%

5. Consommation des boissons sucrées :

5.1. Selon l'âge et le sexe :

L'étude HBSC (Health Behaviour in School-aged Children) constate que la consommation de boissons sucrées augmente à mesure que les enfants avancent en âge et que les garçons consomment plus de boissons sucrées que les filles. Chez les garçons de 15 ans, 38,7 % boivent une ou plusieurs fois par jour des boissons sucrées et 8,7 % une ou plusieurs fois par jour des energy-drinks.

Selon l'étude, 38,7 % des garçons et 50,3 % des filles entre 11 et 15 ans consomment une boisson sucrée au moins une fois par semaine. 30,4 % des garçons et 22,5 % des filles boivent une boisson sucrée chaque jour (**DELGRANDE et ANNAHEIM, 2009**).

Tableau N°II : Les quantités de boissons consommées en France varient beaucoup avec l'âge (**CREDOC, 2010**)

Quantités consommées (en ml/jour)	Enfants 3-5 ans	Enfants 6-11 ans	Adolescents (12-19)	Adultes (20-54)	Seniors (55 +)
Jus de fruits et nectars	94 ml/j	116 ml/j	115 ml/j	63 ml/j	46 ml/j
BRSA	57 ml/j	94 ml/j	182 ml/j	63 ml/j	18 ml/j
Boissons lactées	256 ml/j	219 ml/j	163 ml/j	85 ml/j	72 ml/j

5.1. 1. L'apport énergétique de quelques types des boissons sucrées selon l'âge :

Tableau N°III : apports énergétiques des boissons sucrées (**CREDOC, 2010**).

Contribution des boissons aux apports énergétiques (% des kcal/jour)	Enfants 3-5 ans	Enfants 6-11 ans	Adolescents (12-19)	Adultes (20-54)	Seniors (55 +)
Jus de fruits et nectars	2,7%	2,9%	2,4%	1,3%	0,9%
BRSA	1,4%	2,0%	3,4%	2,2%	0,4%
Boissons lactées	11,9%	7,7%	4,7%	2%	1,0%

6. Fabrication des boissons sucrées :

Les boissons sucrées sont essentiellement fabriquées par des opérations de mélange et de stabilisation par la chaleur avant conditionnement aseptique. Suivant le type de boisson, la composition, la viscosité, l'acidité,...on procédera à des traitements thermiques de stabilisation différents. Ainsi le choix de la méthode de traitement repose sur les critères suivants :

- type de produit (jus, nectar, boisson carbonée ou non)
- acidité du produits traité et rapport Brix/Acide (il est bien connu que les germes acidophile sont moins thermophiles et nécessitent des températures de pasteurisation plus basse)
- présence de pulpes de fruits qui augmentent la viscosité et modifient les propriétés rhéologiques du produit. Éventuellement présence de fibre.
- durée de vie de produit désirée qui dépend de la composition du produit du barème de pasteurisation de la nature de l'emballage et de distribution.
- éventuellement, désaération et homogénéisation. La désaération vise à éviter l'oxydation de la vitamine C pendant le stockage. On la pratique plus en cas de remplissage à froid qu'en remplissage à chaud. L'homogénéisation se pratique essentiellement pour les fruits dont les jus ou les purées sont visqueux et difficile à mélanger (**MATHLOUTHI, 2007**).

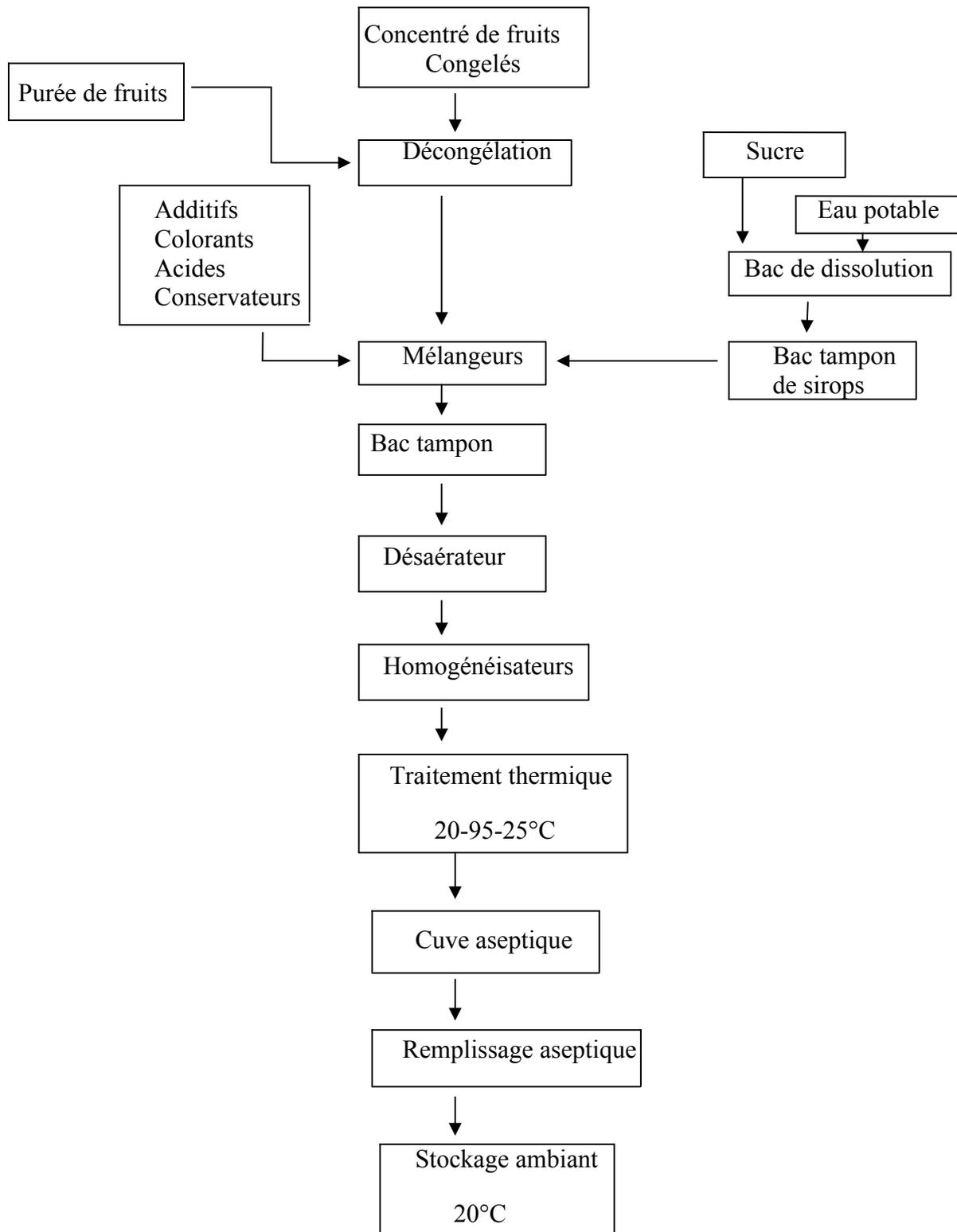


Figure 01 : schéma de fabrication d'une boisson sucrée (MATHLOUTHI, 2007).

1. Historique :

Nom commun : citron.

Nom scientifique : *Citrus limon*

Le citron s'est d'abord appelé « limon », terme emprunté à l'italien *limone*, qui venait lui-même de l'arabo-persan *limûn*. Le mot est apparu dans la langue française en 1351. De là vient le mot « limonade ». Le terme « citron », né en 1398, est dérivé du latin *citrus*. Il a graduellement remplacé « limon » dans la langue populaire.

C'est dans les écrits chinois qu'on fait tout d'abord référence au citron. Une première mention date de 1175. Le citron a probablement été introduit en Chine entre le X^e siècle et le milieu du XII^e siècle, à l'est de la région himalayenne, au sud de la Chine, plus précisément de la Haute Birmanie. Le citron est cultivé par les Grecs et les Romains, voire par les Egyptiens. Ce sont les Arabes qui diffuseront le citron, l'introduisant en Afrique du Nord, en Afrique et en Espagne, de même que dans tout le bassin méditerranéen. Lors des Croisades au Proche-Orient, les Européens de l'ouest, de l'est et du nord découvriront les agrumes qu'ils rapporteront dans leur pays respectif. De là naîtront les premières serres, dites orangeries. Les premiers agrumes : citrons, limes, oranges sont introduits dans le Nouveau monde par Christophe Colomb en 1493 (HELLAL, 2011).

2. Définition :

Le citron est un agrume, fruit du citronnier. Le fruit mûr a une écorce qui va du vert tendre au jaune éclatant sous l'action du froid. La maturité est en fin d'automne et début d'hiver dans l'hémisphère nord. Sa chair est juteuse, acide et riche en vitamine C, ce qui lui vaut - avec sa conservation facile - d'avoir été diffusé sur toute la planète par les navigateurs qui l'utilisent pour prévenir le scorbut (Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008).

3. Description du citronnier :

Le citronnier est un arbuste originaire du sud-est asiatique, cultivé sur le littoral de la Méditerranée et dans toutes les régions du globe à climat semi-tropical (HIMED, 2011).

Le citronnier est un petit arbre épineux, à feuilles persistantes, atteignant 3 à 6 m de hauteur, à cime étalée et peu denses, au feuillage vert clair. Les feuilles composées, unifoliolées, alternées, de forme variable, lancéolées, elliptiques, à bord denticulé, de taille très variable de 5 à 10 cm. Les fleurs blanches et odorantes. Fruit ovoïde, de 5 à 10 cm de diamètre, à peau épaisse, adhérente, jaune clair à maturité odorante (HELLAL, 2011).

Cette plante est l'une des agrumes les plus vigoureuses, de croissance rapide, elle produit de nombreuses branches et fructifie abondamment, et la fructification de l'hiver est plus importante (de 60 à 70% de production annuelle de l'arbre) (HIMED, 2011).

4. classification botanique :

Règne : végétal.

Embranchement : spermaphytes.

Sous- embranchement : angiospermes.

Classe : Eudicotylédones.

Ordre : Rutales.

Sous-classe : Rosidées.

Famille : Rutaceae.

Genre : Citrus.

Espèce : *Citrus limon* (HELLAL, 2011).

5. Différentes variétés:

Le citron a plusieurs variétés dont les plus connues sont : Verna, Eureka, Femminello, Intedonoto.

5.1. Eureka :

Eureka est né en Californie à partir de graines envoyées de la Sicile dans les années 1850. Le fruit de forme oblongue est né tout au long de la saison. Les fleurs sont teintées de rose. Le fruit est lisse, croûte moyenne mince, haute teneur en jus, taux élevé d'acide, faible nombre de graines et de bonne saveur.

5.2. Verna

Verna est d'origine inconnue et est surtout cultivé en Espagne. L'Arbres Verna sont grandes et sans épines. Ils fleurissent généralement deux fois par an. Le fruit peut accrocher sur les arbres sans perte de qualité pendant une longue période.

5.3. Femminello

Femminello est la variété de citron le plus important de l'Italie. C'est un arbre de taille moyenne avec peu d'épines ou non. Dans des conditions appropriées, il fleurit presque toute l'année.

5.4. Interdonato

Interdonato est un hybride naturel de citron et de cédrat. Le fruit est gros, oblong, cylindrique, conique avec, mamelon souligné à l'apex et un cou court ou un collier à la base. La peau est jaune, lisse, brillante, fine et bien accroché. La pulpe est jaune-verdâtre, en 8 ou 9

segments, croquante, juteuse, très acide et légèrement amère. Très peu de graines (KOSKINEN, 2011).

6. Composition chimique de *citrus limon* :

Notons que le citron contient un peu de vitamine A, de vitamines B1 et B2 ainsi que des bioflavonoïdes et de la pectine. Mais c'est la vitamine C qui est de loin la plus présente dans ce fruit. On estime une moyenne de 50 mg de vitamine C pour 100 g de fruit. Il contient également des caroténoïdes et des coumarines (FERLOO, 2011).

6.1. Vitamines :

Une vitamine (de latin Vita= « vie » et amine= nécessaire) est un composé organique non énergétique, indispensable à la croissance de l'organisme et au maintien de l'équilibre vital. Les vitamines doivent être apportées par l'alimentation en quantité suffisante puisque l'homme ne peut pas les synthétiser (BOISSEAU, 2005 ; BOURGEOIS, 2003).

➤ Vitamine C :

La vitamine C est une vitamine hydrosoluble très sensible à l'air, à la lumière et à la chaleur : la cuisson en détruit jusqu'à 35% selon le mode utilisé (BOURGEOIS, 2003).

La vitamine C a une structure apparentée à celle des hexoses ayant pour formule brute $C_6H_8O_6$. La structure précise de la vitamine C, constituée d'un cycle lactone portant une fonction éne-diol (OH-C=C-OH) et deux fonctions alcool, est établie par HAWORTH en 1932 qui lui a donné le nom chimique d'acide ascorbique. Après, sa synthèse à partir de D-glucose est mise au point par REICHSTEIN (FAIN, 2005 ; IFN, 1995).

6.2. Flavonoïdes :

Le terme « flavonoïdes » regroupe un grand nombre de composés naturels, largement répandus dans le règne végétal appartenant à la famille des polyphénols (Mouly et al., 1996). Ce sont des pigments responsables de la coloration de nombreux légumes et fruits présents dans des vacuoles sous forme d'hétérosides, l'ose constituant étant fréquemment le glucose ou le rhamnose (ADRIAN ET FRANGNE, 1986).

6.3. Huiles essentielles :

De l'écorce on extrait une huile essentielle qui contient entre autres substances du [limonène](#) et du [citral](#) (Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008).

Définition de l'huile essentielle : « produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des *Citrus*, soit par distillation sèche. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques ». La composition chimique et le rendement en huiles essentielles varient suivant diverses conditions : l'environnement, le génotype, origine géographique, la période de récolte, le séchage, sa température et sa durée.

La composition d'une l'huile essentielle extraite par expression de l'écorce du *Citrus limon* avec un rendement de 1,2 à 1,5%. Les principaux constituants sont le limonène (65 à 70%), le citral (1 à 5%), le β -pinène (4 à 9%), le γ -terpinène (9 à 12%), le linalol (1,5%), le

cinéole, d'acétate de géranyle, le nonanal, le citronellal, l' α -terpinéol, le camphène et l' α -bisabolène (HIMED, 2011).

6.4. Acide citrique :

La pulpe, de coloration jaune ou verdâtre, est généralement riche en acide citrique, ce qu'il lui donne sa saveur acide.

L'acide citrique est un acide alpha hydroxylé de formule $C_6H_8O_7$. Il est naturellement présent dans le citron en grande quantité (il intervient pour plus de 95 % dans l'acidité de ce fruit). Il est utilisé dans l'industrie alimentaire comme acidifiant (soda), correcteur d'acidité, agent de levuration, dans la composition d'arôme (HIMED, 2011).

6.5. Limonoïdes :

Les limonoïdes sont des triterpènes qui se trouvent à faibles concentrations dans les divers agrumes. Les molécules qui les produisent, comme l'acide limonoïque, proviennent de l'albédo des citrons. Leur concentration dépend de la variété, de la période de la récolte et de la région géographique de provenance des citrons. Le limonin est un composé qui produit une forte saveur amère dans le jus. Cependant, son seuil de détection sensorielle dépend de la sensibilité du dégustateur.

6.6. Sels minéraux :

La concentration totale des sels minéraux du jus de citron dépend fondamentalement de l'origine géographique.

6.7. Protéines et acides aminés :

L'azote organique constitue entre 0.6 et 1.3% de la matière sèche du jus de citron. Il fait partie des acides aminés, des protéines à faible poids moléculaire, des enzymes, des nucléotides, des acides nucléiques et des phosphoprotéines. Environ 70% de l'azote organique se trouve dans le jus sous forme d'acides aminés libres. Le reste est reparti entre des petits peptides d'approximativement 82 kDa de poids moléculaire.

6.8. Glucides :

Le saccharose, le glucose et le fructose sont les principaux glucides du jus citron. On retrouve aussi dans ce groupe chimique des polymères à haut poids moléculaire, comme les pectines et les complexes de cellulose et hemicellulose, qui constituent une partie de la pulpe et les fibres du jus (DOMINGUEZ LOPEZ, 2002).

7. Valeur nutritionnelle :

Le citron est une source de différents éléments nutritifs dont les valeurs sont illustrées dans les tableaux ci-dessus :

Tableau N° IV : la valeur nutritive pour 100g de citron cru sans peau (**Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008**).

eau : 88,98 g	cendres totales : 0,30 g	fibres : 2,8 g	valeur énergétique : 29 kcal
protéines : 1,10 g	lipides : 0,30 g	glucides : 9,32 g	sucres simples : 2,50 g
calcium : 26 mg	fer : 0,60 mg	magnésium : 8 mg	phosphore : 16 mg
potassium : 138 mg	cuivre : 0,037 mg	sodium : 2 mg	zinc : 0,06 mg
vitamine C : 53,0 mg	vitamine B1 : 0,040 mg	vitamine B2 : 0,020 mg	vitamine B3 : 0,100 mg
vitamine B5 : 0,190 mg	vitamine B6 : 0,080 mg	vitamine B9 : 0 µg	vitamine B12 : 0,00 µg
vitamine A : 22 UI	rétinol : 0 µg	vitamine E : 0,15 µg	vitamine K : 0,0 µg
Acides gras saturés : 0,039 g	acides gras mono-insaturés : 0,011 g	Acides gras poly-insaturés : 0,089 g	cholestérol : 0 mg

Tableau N°V : les éléments nutritifs de jus de citron frais, 63ml (1/4 tasse)/65 g (**Santé canada, 2010**).

Calories	16
Protéines	0,3 g
Glucides	5,6 g
Lipides	0,0 g
Fibres alimentaires	0,3 g

8. bienfaits du *citrus limon* :

8.1. Cancer (prévention) :

Plusieurs études ont démontré que la consommation d'agrumes serait reliée à la prévention de certains types de cancer comme le cancer de l'œsophage, le cancer de l'estomac, le cancer du côlon, de la bouche et du pharynx (**CHAINANI-Wu, 2002**).

Selon l'une des études de **FOSCHI et al. (2010)**, une consommation modérée d'agrumes (soit de 1 à 4 portions par semaine) permettrait de réduire les risques de cancers touchant le tube digestif et la partie supérieure du système respiratoire. Une étude populationnelle suggère que la consommation quotidienne d'agrumes jumelée à une consommation élevée de thé vert (1 tasse et plus par jour) serait associée à une plus forte diminution de l'incidence des cancers (**KURIYAMA et al., 2010**).

8.2. Cancer (ralentir la progression) :

Les flavonoïdes, des composés antioxydants contenus dans les agrumes, ont démontré qu'ils pouvaient ralentir la prolifération de plusieurs lignées de cellules cancéreuses (POULOSE, 2005).

8.3. Maladies cardiovasculaires :

Plusieurs études épidémiologiques ont démontré qu'un apport régulier en flavonoïdes provenant d'agrumes est associé à une diminution du risque de maladies cardiovasculaires. Les flavonoïdes contribueraient à améliorer la vasodilatation coronarienne, à diminuer l'agrégation des plaquettes sanguines et à prévenir l'oxydation du « mauvais » cholestérol (LDL) (Benavente-Garcia et Castillo, 2008).

8.4. Inflammation :

Plusieurs études ont démontré que les flavonoïdes des agrumes avaient des propriétés anti-inflammatoires. Ils inhiberaient la synthèse et l'activité de médiateurs impliqués dans l'inflammation (dérivés de l'acide arachidonique, prostaglandines E2, F2 et thromboxanes A2) (Benavente-Garcia et Castillo, 2008).

8.5. Hypercholestérolémie :

Les flavonoïdes et les limonoïdes des agrumes et de leurs jus pourraient avoir un potentiel de réduction de l'hypercholestérolémie. Des études réalisées chez l'animal ont démontré que certains d'entre eux abaissaient le cholestérol sanguin (BANH et al., 2000).

8.6. Autres bienfaits :

Parmi d'autres effets observés, deux limonoïdes présents dans les agrumes (la limonine et la nomiline) inhiberaient la réplication du virus de l'immunodéficience humaine (VIH), en plus d'inhiber l'activité de la protéase du virus (BATTINELLI et al., 2003).

De plus, certains limonoïdes du citron démontrent une activité contre certains champignons pathogènes (Suresh et al., 2000).

Précisons aussi que le citron étant particulièrement riche en vitamine C, rappelons que celle-ci joue un rôle important dans le développement des os et des dents, dans l'intégrité du tissu sanguin et des capillaires ; elle tend à normaliser la pression sanguine et le taux de sucre dans le sang ; elle protège le cristallin et stimule la surrénale et la fonction ovarienne. Elle est un puissant antioxydant et permet également de contrer favorablement les effets néfastes du stress.

Le citron peut avoir des propriétés antiseptiques, il est utilisé dans de nombreux traitements contre le mal de gorge et permet également de faire des cures pour les mains. Il est de plus utilisé en cosmétologie pour éclaircir et unifier le teint. Il élimine 30% de glucose dans le sang, efficace pour le diabète. On le considère aussi comme un agent anti microbien à large spectre contre les infections bactériennes et les champignons, efficace contre les parasites internes et les vers, il régule l'hypertension artérielle et est antidépressive, combat la tension et les désordres nerveux. Il détruit les cellules malignes dans 12 types de cancer, y compris celui du côlon, du sein, de la prostate, du poumon et du pancréas... Les composés de cet arbre ont démontré agir 10.000 fois mieux que le produit Adriamycin, une

drogue chimiothérapeutique normalement utilisée dans le monde, en ralentissant la croissance des cellules du cancer.

Les varices : Le zeste de citron contribue à soulager les varices. Ils contiennent des substances appelées flavonoïdes, et notamment de la rutine, qui diminuent la perméabilité des vaisseaux sanguins (**FERLOO, 2011**).

1. Histoire :

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. **(GIBOREAU, 2009)**.

2. Définition :

2.1. Analyse Sensorielle :

L'analyse sensorielle ou métrologie sensorielle représente l'ensemble des méthodes, des outils et des instruments qui permettent d'évaluer les qualités organoleptiques d'un produit, c'est-à-dire les caractéristiques faisant intervenir les organes des sens de l'être humain : le goût, l'odorat, la vue, le toucher et l'ouïe. L'analyse sensorielle permet d'améliorer un produit en réponse aux attentes sensorielles du consommateur. **(Lefebvre et BASSEREAU, 2003 ; VINDRAS, 2010)**.

L'analyse sensorielle repose sur la dégustation des produits et sur l'analyse des réponses sensorielles données par les dégustateurs. **(RAOUX, 1998)**.

2.2. Evaluation Sensorielle :

Les normes **AFNOR (2002)** définissent l'évaluation sensorielle comme une « *méthode scientifique utilisée pour évoquer, mesurer, analyser et interpréter les réponses à des produits tels qu'ils sont perçus par les sens de la vue, de l'odorat, du toucher, du goût et de l'audition* ». Elle permet d'étudier différents problèmes ou de répondre à diverses questions posées par le fabricant et est utilisée dans de nombreux domaines. **(TOTTÉ, 2008)**.

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

3. Domaines d'application de l'analyse sensorielle :

Dans l'industrie agro-alimentaire, il est important de pouvoir étudier les impressions des consommateurs lorsqu'ils goûtent un produit. Analyser les sensations des consommateurs soumis à des tests permet de connaître l'impact que provoque un produit. **(BOUTROLLE, 2007)**.

Ces domaines d'application de l'analyse sensorielle peuvent être classés en trois familles:

3.1. Recherche et développement :

L'évaluation sensorielle intervient lors de la mise au point de nouveaux produits. Des sujets qualifiés et entraînés sont sollicités pour décrire objectivement les échantillons et évaluer les ressemblances ou dissemblances entre différentes références d'un même type de

produit. Ces études permettent de comparer différentes formulations, d'améliorer un produit, d'évaluer l'incidence d'une modification de processus sur les qualités sensorielles du produit.

3.2. Marketing :

Le marketing garantit l'activité commerciale des industries en explicitant le besoin et les attentes du marché. Il mène des études de marché qui tiennent compte du besoin, des attentes, des remarques, des attitudes des consommateurs vis-à-vis du produit. En termes de marketing, la perception du client est de nos jours mise en avant en utilisant la métrologie sensorielle pour maîtriser l'évaluation subjective qu'ils se font du produit qui leur est présenté. Dans ce cas, les études consommateurs viennent valider les études effectuées en Recherche et Développement et mettre en évidence les axes d'amélioration des produits.

3.3. Contrôle de la qualité :

L'analyse sensorielle est basée sur la perception du contrôleur et non sur celle du client potentiel. Notons que, bien sûr, le contrôleur sera formé selon les attentes du client mais aura malheureusement sa propre sensibilité qui influencera l'analyse.

(GUERRA, 2009)

4. Perception sensorielle:

4.1. Mécanisme de perception :

La perception est une étape majeure de l'évaluation sensorielle. Elle est composée de trois Phases : l'activation des récepteurs sensoriels, l'acquisition de l'information envoyée par ses mêmes récepteurs et la traduction en sensations. **(Figure 01) (GUERRA, 2009).**

Lorsqu'un aliment (stimulus) entre en contact avec les récepteurs sensoriels d'un être humain, l'influx nerveux engendré se propage jusqu'au système nerveux central. Ce phénomène est appelé sensation. Plus ces influx nerveux progressent vers les centres supérieurs du cerveau, plus ils sont filtrés, réduits et stabilisés. A leur arrivée au niveau des centres supérieurs, les influx sont confrontés à la mémoire et à la conscience. Cette projection sur le champ de la conscience d'une partie des sensations correspond au phénomène de perception. **(PERRIN, 2008)**

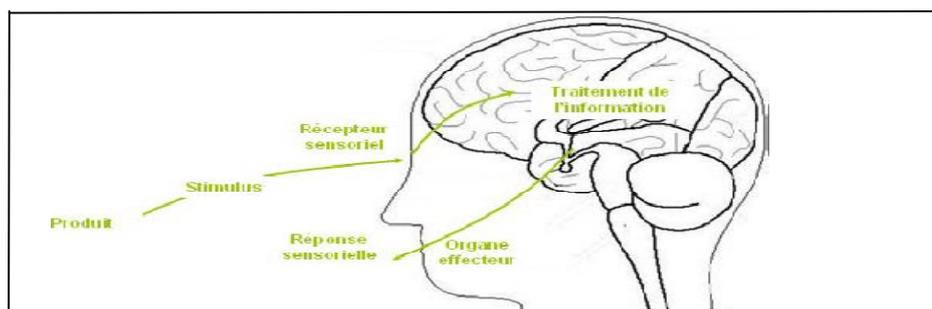


Figure 01: Processus de perception : Recueil et de traitement de l'information sensorielle (GUERRA, 2009).

4.2. Perception visuelle :

L'aspect visuel du produit et en particulier sa couleur sont souvent évoqués comme un motif justifiant le désir ou non de consommer l'aliment. L'étude d'EZAN et PIRIS (2009

souligne que la diversité des couleurs engendre une perception de variété dans l'assortiment des grandes surfaces alimentaires.

La lumière extérieure issue d'un aliment est examinée et recueillie par l'œil qui la concentre sur la rétine. La rétine est recouverte de cellules en bâtonnets, sensibles à l'intensité lumineuse, et de cônes, sensibles à la couleur. Il faut environ 80 millisecondes pour transformer un signal lumineux en perception consciente. (PERRIN, 2008)

4.3. Perception olfactive :

Selon la norme ISO 5492 (1992), l'arôme et l'odeur sont les propriétés organoleptiques perceptibles par l'organe olfactif. On distingue odeur et arôme selon si les composés atteignent l'organe olfactif par voie directe (ortho-nasale) ou par voie indirecte (retro-nasale) (Figure 2). Si les substances volatiles sont perçues directement par flairage, il convient d'utiliser le terme « odeur », alors que le terme « arôme » sera utilisé lorsque les substances volatiles sont entraînées à partir de la bouche.

Une fois le contact établi entre les composés volatils et les neurorécepteurs, un signal est alors transmis aux centres nerveux.

La qualité du message correspond aux propriétés physico-chimiques du composé aromatique et la quantité à la concentration du stimulus olfactif. (PERRIN, 2008)

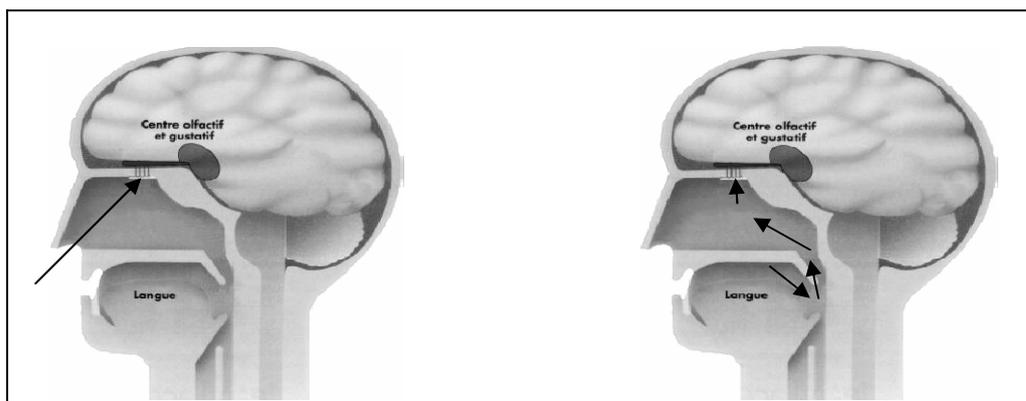


Figure 02 : Représentations des voies de perceptions olfactives directe, ou ortho-nasale (à gauche), et indirecte, ou rétro-nasale (à droite) (PERRIN, 2008)

4.4. Perception gustative

Dans l'espace buccal, la sensation issue des stimuli passe par 7 à 10 millions de cellules sensorielles regroupées en bourgeons gustatifs et formant ce que l'on appelle communément les papilles gustatives. (PEYNAUD *et al.*, 2006).

Il existe 4 sortes de papilles :

- Les papilles filiformes : elles sont impliquées dans la perception somesthésique. Elles détectent les variations de pression, la douleur et les différences thermiques.

- Les papilles caliciformes : sont les plus volumineuses, elles ont une forme circulaire et sont disposées à la partie postérieure de la langue.

- Les papilles fongiformes : sont en forme de champignons occupent la pointe.

- Les papilles foliées localisées sur les bords de la langue

Toutes les papilles caliciformes et la plupart des papilles fongiformes et foliées renferment des bourgeons gustatifs qui contiennent les récepteurs gustatifs et permettent donc la perception des saveurs. Le bout de la langue perçoit les 4 saveurs, mais il est très sensible au salé et au sucré. La partie postérieure de la langue réagit à l'amer, tandis que les bords de la langue sont plus sensibles à l'acide. (TOURAILLE, 1998)

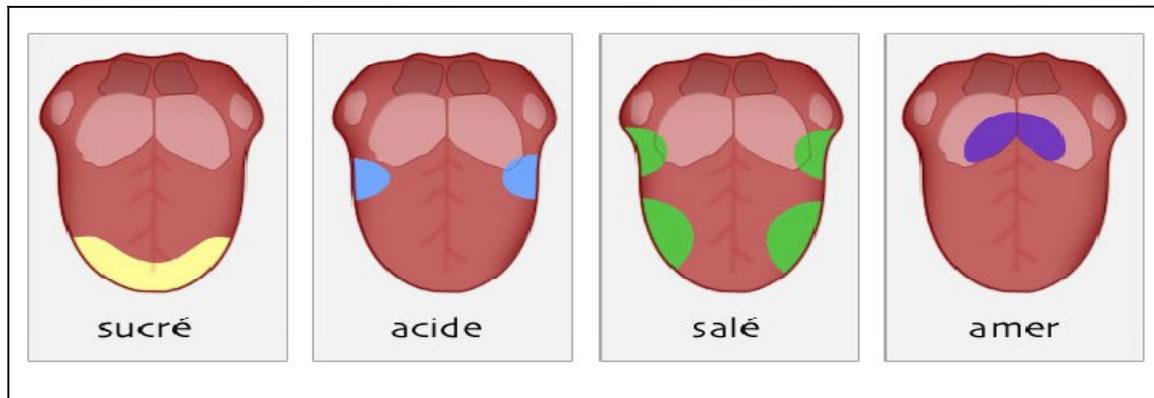


Figure 03 : localisation des quatre saveurs fondamentales (FERRERA et CARO, 2001).

4.5. Perception somesthésique :

Les sensations somesthésiques correspondent aux sensations perçues par la peau, les muscles, les tendons, les articulations. Elles se traduisent par la sensibilité thermique (température), les sensibilités tactile et kinesthésique, résultant de contraintes mécaniques (élasticité, dureté, rugosité, *etc.*), mais aussi par la sensibilité chimique résultant du contact direct de molécules avec les muqueuses, comme le CO₂ ou l'éthanol, provoquant les sensations de piquant, irritant, parfois brûlant. (PERRIR, 2008)

4.6. Facteurs influençant la perception sensorielle :

D'une façon générale, de nombreuses études ont pu montrer que la réponse liée à l'image sensorielle était affectée par des facteurs temporaires comme le contexte, l'adaptation, l'ordre de présentation des échantillons, ou encore par le nombre d'échantillons présentés et la fatigue sensorielle. (O'MAHONY et ROUSSEAU, 2003).

VERHAGEN (2007) explique qu'il existe des convergences neurophysiologiques entre stimulus et facteurs intrinsèques à l'individu et que celles-ci reposent sur une réalité anatomique. Le phénomène de perception impliquerait différentes zones dont certaines seraient directement liées à l'affect, à la dimension hédonique, ou encore à l'identité.

6. Propriétés organoleptiques:

Le terme organoleptique signifie « qui affecte les organes des sens ». Les qualités organoleptiques comprennent les propriétés sensorielles typiques d'un aliment (goût, apparence, couleur, arôme, texture) mais tient aussi compte des sensations en bouche que provoque un aliment ou toute autre sensation liée à la consommation de cet aliment.

(VINDRAS, 2010)

6.1. Aspect:

C'est le premier attribut que le consommateur ou le juge analyse, son étude fait appel à La vue; il englobe la couleur, la forme, la taille, la texture, et ainsi que les propriétés géométriques. (DELACHARLERIE et al, 2008).

6.2. Arôme :

Les arômes correspondent aux odeurs émises et ressenties après avoir mis en bouche l'aliment, pendant la dégustation. libérés sous l'effet de la salive et de la mastication, ils vont stimuler notre organe olfactif, par voie rétro-nasale. (DILLENSEGER, 2000).

6.3. Flaveur :

La flaveur est une interprétation psychologique des phénomènes physiologiques qui se déclenchent lors de la dégustation de l'aliment. (DOMINGUEZ LOPEZ, 2002)

6.4. La saveur :

La saveur est définie comme étant la sensation perçue par l'organe gustatif lorsqu'il est stimulé par certaines substances solubles (ISO 5492, 1992). Ces substances sont des molécules chimiques en solution dans la salive. Traditionnellement, on parle de quatre saveurs élémentaires : sucré, salé, acide et amer. Plus récemment, la saveur umami a été ajoutée à ces quatre saveurs : elle correspond à la sensation engendrée par le glutamate de sodium. (PERRIN, 2008)

6.5. La texture:

La texture est l'ensemble des propriétés rhéologiques et de structure d'un produit alimentaire, perceptibles par les mécanorécepteurs, les récepteurs tactiles et, éventuellement, par les récepteurs visuels et auditifs.

La texture est également un critère d'appréciation organoleptique du consommateur pour juger de la qualité et de la fraîcheur des aliments. (BLECKER, 2008)

6.6. Couleur :

La couleur est généralement définie selon trois dimensions. La première dimension de la couleur concerne la teinte : il s'agit de sa « tonalité chromatique » (jaune, rouge ou bleu), de la gamme de coloration. La seconde dimension est la luminosité : elle est relative à sa clarté, qui peut avoir différentes valeurs, allant du noir au blanc pur, en passant par des couleurs intermédiaires (gris), selon la quantité de lumière que la couleur reflète. Enfin, la troisième dimension est la saturation ou chroma : c'est l'intensité de la couleur.

(DIVARD et URIEN, 2001 ; LICHTLE, 2002 ; ROULLET, 2004)

7.Étapes de l'évaluation sensorielle :

7.1. Choix du type d'épreuve :

L'évaluation sensorielle d'un produit permet, soit la mesure de ses caractéristiques sensorielles, soit la mesure du plaisir qu'il procure au consommateur. Ces deux approches

sont souvent complémentaires, mais doivent être soigneusement distingués car les groupes de sujets interrogés sont différents. (AFN 00). On distingue ainsi les essais analytiques (réponses objectives) des essais hédoniques :

7.1.1. L'épreuve analytique :

Une épreuve analytique consiste à mesurer les différences entre les produits. Selon que ces différences sont plus ou moins nettes, cette épreuve débouche, soit sur une étude discriminative, soit sur une étude descriptive. (GUERRA, 2009)

➤ Les épreuves descriptives :

Consistent à mesurer l'intensité de la sensation perçue pour chacun des descripteurs choisis, et d'établir à l'aide de l'ensemble des descripteurs quantifiés, le profil sensoriel du produit. (LEFEBVRE et BASSEREAU, 2003)

Afin de contrôler la qualité sensorielle d'un produit, de vérifier sa conformité avec les objectifs initiaux, d'évaluer l'effet sensoriel de la modification des procédés de production, d'expliquer les préférences des consommateurs, de mesurer et d'interpréter les perceptions de l'Homme, on fait régulièrement appel à des sujets initiés ou entraînés. (LEFEBRE, 2006)

➤ Les épreuves discriminatives :

Visent à détecter la présence ou l'absence de différences sensorielles entre deux produits. La caractéristique sensorielle sur laquelle portent les éventuelles différences n'est généralement pas connue de l'expérimentateur, et jamais des sujets. Toutefois leur emploi est limité car elles permettent uniquement de répondre à la question « ces produits sont-ils perçus comme différents ? ». (Lefebvre, 2006)

7.1.2. Épreuve hédonique :

Un produit alimentaire d'apparence laide n'a aucune chance d'être commercialisé, même si ses qualités gustatives sont exceptionnelles. Les épreuves hédoniques doivent tenir compte de ce fait elles concernent l'étude des préférences et des aversions des consommateurs, des utilisateurs ou des clients. On distingue des épreuves hédoniques de classements et d'évaluations y compris des épreuves de lassitude, d'aversion, d'authenticité et du profil du produit idéal.

➤ épreuves de classement :

Consistent à ranger deux ou plusieurs échantillons de produits selon l'intensité croissante ou décroissante d'une caractéristique sensorielle avec des qualificatifs plus subtils comme le caractère agréable ou non des produits (de moins agréable à plus agréable).

➤ épreuves d'évaluations :

Concernent l'évaluation de l'intensité d'une ou de plusieurs caractéristiques sensorielles pour plusieurs échantillons de produits, sur base des échelles en vue de quantifier des différences, en considérant a priori pour l'analyse statistique chaque caractère indépendamment l'un de l'autre. (CLAUSTRIAUX, 2001)

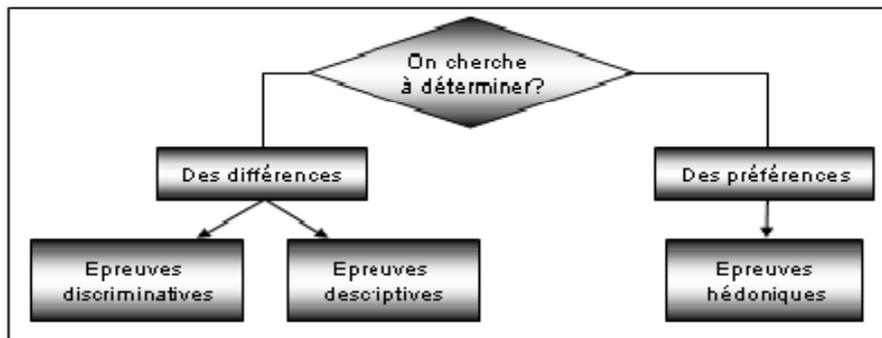


Figure 04 : Choix du type d'épreuves (GUERRA, 2009).

7.2. Constitution d'un groupe :

L'expérimentateur doit constituer son groupe d'évaluateurs en suivant différentes règles qui seront primordiales pour obtenir des résultats concrets et les plus proches de la réalité. Il crée donc son groupe en tenant compte de la disponibilité, de la motivation des personnes ainsi que de l'éventualité qu'ils puissent utiliser le produit de l'évaluation dans leur vie personnelle.

Cette première recherche lui permet de faire un premier tri des sujets, afin de pouvoir commencer à les former à la méthode qu'ils vont devoir suivre, mais aussi afin de les entraîner si nécessaire à l'évaluation qu'ils vont devoir réaliser. (GUERRA, 2009)

7.3. Préparation de l'épreuve :

7.3.1. Descripteurs :

Les sujets expriment leur perception avec leurs propres mots ou avec des mots proposés par l'expérimentateur. Ces mots sont appelés descripteurs puisqu'ils permettent de donner une description précise du produit et de ses caractéristiques. Ils doivent donc répondre à plusieurs critères, comme ceux d'être :

- pertinents, c'est-à-dire appropriés au produit.
- précis, c'est-à-dire ne pas induire d'ambiguïté lors de leur utilisation pour la compréhension du sujet et de l'expérimentateur.
- discriminants, c'est-à-dire être choisis de manière à marquer clairement la différence entre deux produits
- exhaustifs, c'est à dire devant décrire l'ensemble du produit en s'attachant à montrer toutes les différences pouvant exister entre tous les produits.
- Indépendants, c'est-à-dire ne pas se chevaucher par la description de certains éléments du produit.

7.3.2. Échelles :

Chaque descripteur libre ou non peut être lié à une échelle d'intensité permettant de saisir l'importance de la perception du descripteur dans le produit évalué. L'analyse sensorielle définit trois types d'échelle:

- échelle de catégorie : cette échelle est composée de catégories définies par des chiffres, mots ou dessins. Elle se compose donc de valeurs soit sémantiques, soit numériques.

- échelle d'intervalles : cette échelle est une échelle de repérage dont l'origine est arbitraire. De plus, les intervalles représentés sur cette échelle tiennent compte de la distance entre l'intensité perçue pour le descripteur donné. Cette échelle d'intervalle peut être soit structurée, soit non structurée.

- échelle proportionnelle : cette échelle représente le rapport entre deux sensations.

(GUERRA, 2009)

7.4. Présentation des échantillons :

Les échantillons doivent être codés, présentés de façon homogène (température, quantité, récipient) et dans un ordre différent d'un sujet à l'autre et d'une répétition à l'autre pour un même sujet. Au cours d'une même séance, il faut vérifier que chaque échantillon est évalué le même nombre de fois en première position. **(RAOUX, 1998)**

7.5. Recueil et traitement des données :

Le recueil des résultats peut être effectué de deux façons : sur des fiches papier avec traitement des données grâce à un logiciel de statistique ou à l'aide d'un système informatisé spécialement conçu pour l'analyse sensorielle. Dans ce cas des terminaux individuels situés dans les cabines permettent la saisie des réponses qui sont ensuite traitées par l'ordinateur central.

À l'heure actuelle ces dispositifs sont indispensables, ils facilitent la tâche de l'animateur à tous les niveaux, contribuent à une plus grande motivation des dégustateurs et à une meilleure traçabilité des essais réalisés. **(RAOUX, 1998)**

1. Mise en place d'un jury de dégustation expert :

Le jury est l'élément majeur de toute épreuve d'analyse sensorielle. Le travail va consister à connaître et à améliorer les performances de groupe à constituer de façon à pouvoir compter sur des individus fiables et discriminants.

Nombreuses méthodes ont été proposées pour la constitution d'un groupe d'évaluation sensorielle par des chercheurs comme GERVAIS et SAUVAGEOT, CROSS et SPENCER. Nous avons fait appel à la méthode de SPENCER qui est une procédure bien précise.

1.1. Matériel de préparation pour la procédure :

Pour cette méthode on a besoin d'une balance, spatule, gobelets, éprouvette, tubes à essais, des cuillères, entonnoir, fiole.

1.2. Matériel humain :

C'est un groupe constitué de différentes catégories d'âge des deux sexes : des enseignants, des techniciens de laboratoire, du personnel de la faculté sont invités à participer à la sélection du groupe.

1.3. Méthode de SPENCER :

1.3.1. Définition :

Développée en vue de former un groupe de généralistes susceptible, après entraînement, d'évaluer diverses denrées alimentaires du point de vue flaveur (complexe olfaction-gustation-sensibilité chimique commune), la procédure de spencer comporte trois étapes de sélection, à l'issue de chaque étape, le sujet est ou n'est pas déclaré bon pour l'étape suivante (SAUVAGEOT, 1991).

1.3.2. Déroulement de la procédure :

La procédure de SPENCER se déroule en 3 phases :

1.3.2.1. Phase de présélection :

Les enseignants, les techniciens et les personnels de la faculté sont informés des tests de sélection pour la mise en place d'un jury expert. Les personnes qui sont intéressées, en bonne santé, disponibles et répondants aux critères de sélection remplissent un questionnaire (cf. Annexe n°1). A l'issue de cette phase, trente sept personnes ont été retenues et invitées pour la sélection proprement dite.

1.3.2.2. Phase de sélection :

La sélection se fait en trois étapes :

- Première étape : essai d'appariement
- Deuxième étape : essai de discrimination

- Troisième étape : essai ayant pour but d'évaluer l'aptitude des sujets à identifier ou décrire une odeur.

- Première étape : reconnaissance des saveurs fondamentales :

Principe :

Cette étape permet de connaître la perception des dégustateurs en ce qui concerne les saveurs fondamentales: le salé, le sucré, l'acide et l'amer. Nous souhaitons en effet savoir si le jury est effectivement capable de détecter par exemple, les saveurs acide ou amère présentes dans certains produits, et s'il ne fait pas de confusion entre ces différentes saveurs. Ces tests nous permettront de repérer les dégustateurs ayant des problèmes sur certains stimuli.

Avant de réaliser le test proprement dit, le juge est invité à goûter et à reconnaître les quatre saveurs fondamentales et il est informé que l'échantillon peut être sucré, salé, amer ou acide. Huit échantillons codés lui sont alors présentés (2 sucrés, 2 salés, 2 acides, 2 amers) dans un ordre aléatoire; il s'agit alors pour chaque personne de remplir un questionnaire (cf. Annexe n°1) en indiquant en face la saveur reconnue le numéro de l'échantillon correspondant. Aucune erreur n'est tolérée.

Mode opératoire :

Pour ce test on a préparé quatre solutions selon la procédure de SPENCER. La quantité nécessaire pour chaque saveur est calculée selon le nombre de personnes participants et dont les concentrations sont les suivantes :

Tableau N°VI: concentration des quatre solutions sapides

solutions	Concentration (g/l)
Solution acide	0.7 g d'acide citrique/l d'eau
Solution amère	0.7 g de caféine/l d'eau
Solution salée	2 g de chlorure de sodium/l d'eau
Solution sucrée	20 g de saccharose/l d'eau

- Deuxième étape : la différenciation des seuils :

Principe :

Cette étape consiste en la détermination de l'acuité sensorielle des dégustateurs. Un jury de dégustation doit être capable d'analyser et de quantifier les caractéristiques des produits, et par conséquent de déceler les différences d'intensité quand elles existent. C'est la raison pour

laquelle des tests de détection des seuils de différenciation ont été mis en place. Quatre échantillons codés (A, B, C, D) sont alors présentés et le sujet est invité à classer par ordre d'intensité sucrée croissante, les quatre solutions de saccharose. Aucune erreur n'est tolérée (cf. Annexe N°1).

Mode opératoire :

Pour ce test on a préparé quatre solutions sucrées de différentes concentrations selon la procédure de SPENCER. La quantité nécessaire est de 1.5 litres pour chaque solution et dont les concentrations sont les suivantes :

Tableau N°VII : concentration des différentes solutions sucrées

Première concentration	75 g de saccharose /l d'eau
deuxième concentration	100 g de saccharose /l d'eau
troisième concentration	125 g de saccharose /l d'eau
quatrième concentration	150 g de saccharose /l d'eau

- Troisième étape : identification des quatorze odeurs

Principe :

Cette dernière étape consiste en l'évaluation du potentiel des sujets à décrire ou à communiquer les informations sur les réponses sensorielles. Le sujet doit flairer quatorze arômes alimentaires, les identifier ou tout au moins les décrire ; ils disposent de onze minutes, soit 45 secondes par arôme. Pour chaque arôme la note reçue est au plus égale à 5 et la limite inférieure pour être invité à participer aux séances d'entraînement est fixée à 40.

Mode opératoire :

Les quatorze arômes alimentaires sont contenus dans des tubes à essais bien fermés et codés de 1 à 14. Le sujet dispose d'un questionnaire (cf. Annexe n°1) et il est invité à flairer et identifier l'odeur qui correspond à chaque numéro.

Tableau N°VIII: Liste des arômes alimentaires utilisés.

Arômes alimentaires	
Chocolat Fraise Citron Miel Caramel Banane Orange	Pistache Noisette Pomme verte Amande amère Amande douce Vanille Eau de fleur d'orangé

Suite aux résultats obtenus, 19 personnes ont été sélectionnées pour faire partie du jury expert.

2. Préparation des six échantillons :

Dans un b cher de 8 litre, rempli d'eau de process et soumis à une agitation nous versons les différents ingrédients (sucre, acide citrique et le concentré citron) pesés selon chaque recette et on ajuste avec de l'eau jusqu'à 9 litres.

Après homogénéisation du mélange, on le verse dans des flacons en verre stérilisée qui sont en suite mis dans l'autoclave à une température de 85 C pendant 5 minutes. Une fois autoclavées, le produit est mis dans des bouteilles en plastique. Elles sont en suite transportées dans des glacières jusqu'au laboratoire de l'université ou elles sont stockées à une température de + 5 C.

3. Analyse sensorielle :

L'analyse sensorielle est un outil précieux qui permet d'identifier et de mesurer les propriétés organoleptiques des produits telles qu'elles sont perçues par nos sens, afin d'acquérir les informations nécessaires à la création de produits satisfaisant les attentes des consommateurs. Plus précisément, des études de marché et de préférences des consommateurs sont essentielles pour le développement de tous nouveaux produits.

Une étude qualitative et quantitative est réalisée à l'aide d'un jury expert pour déterminer et caractériser les propriétés organoleptiques de six formules d'une boisson à base de citron.

3.1. Groupe d'évaluation :

16 dégustateurs experts sont utilisés dont 12 sont parmi les experts sélectionnés cette année et 4 des experts formés suite à une étude réalisée en 2008 à l'université A/Mira de Bejaïa dont le thème est : « mise en place d'un jury de dégustation expert ».

3.2. Formulation de questionnaire :

Le choix des descripteurs pour la mise en place du questionnaire s'est porté sur la couleur, la fraicheur, l'acidité, la sucrosité, l'arôme, l'amertume, la viscosité d'une boisson à base de citron sur une échelle structuré noté de 1 à 5.

3.3. Préparation de la salle d'évaluation :

Cette analyse est effectuée dans le laboratoire de l'analyse sensorielle de l'université qui est équipé d'une salle d'évaluation avec 11 postes et une salle de préparation qui est attenante à cette dernière. Le laboratoire est bien aéré, et bien éclairé permettant un bon déroulement des différents tests de dégustation.

3.4. Présentation des échantillons :

Six gobelets transparents codés A, B, C, D, E, F contenant 50 ml de chaque échantillon sont présentés dans un ordre qui diffère d'un jury à un autre.

Chaque expert dispose d'un gobelet rempli d'eau, un crachoir, stylo, papier mouchoir, un questionnaire et six échantillons de boisson à base de citron à la même température (+5°C), il est informé de suivre l'ordre de présentation.

Le codage des six échantillons est comme suit :

échantillons	SUCRE (g /l)	Acide citrique (g /l)	Jus de citron (g /l)
A	147	1.5	44.4
B	139	1.48	42
C	135	1.47	44.25
D	135.01	0.98	44.25
E	134.97	0.79	44.2
F	138.99	1.48	41.35 (13%)

3.5. Déroulement de l'épreuve :

La dégustation des six échantillons s'est déroulée le matin de 8 heures 30 minutes à 11 heures 30 minutes et l'après midi de 13 heures à 16 heures 30 minutes.

4. Evaluation hédonique :

Elle consiste à mesurer le plaisir et le déplaisir des consommateurs et connaître leurs préférences par rapport à les six échantillons afin d'obtenir une meilleure formule qui répond mieux aux exigences des consommateurs.

4.1. Les sujets :

160 consommateurs naïfs (enseignants, travailleurs, étudiants et personnes en dehors de l'université) de différents âges sont divisés en trois catégories comme suit :

- Entre 3-11 ans
- Entre 12-19 ans
- Supérieure ou égale à 20 ans

4.2. Formulation du questionnaire :

Nous avons choisi les descripteurs suivants : couleur, fraîcheur, viscosité, acidité, sucrosité, arôme, d'une boisson à base de citron. Les dégustateurs sont invités à cocher leurs préférences à l'aide d'une croix par rapport aux descripteurs ci-dessus, puis donner une note de préférence aux six échantillons sur une échelle de 1 à 9.

5. Traitement des résultats avec XLSTAT :

Grâce à XLSTAT, il est désormais possible d'utiliser les techniques les plus modernes et les plus performantes d'analyse de données, de statistique et de modélisation, sans jamais quitter Microsoft Excel.

XLSTAT est un outil complet d'analyse de données et de statistique dont la particularité est d'être parfaitement intégré à Excel. L'accès aux différents modules est possible grâce à des menus et à des barres d'outils. XLSTAT utilise Microsoft Excel comme une interface de récupération des données et d'affichage des résultats.

Les résultats obtenus sont traités par XLSTAT-MX qui est un module statistique principalement destiné à l'analyse des données des études marketing. Ce logiciel est un complément essentiel pour les utilisateurs de XLSTAT-Pro qui analysent des données sensorielles.

Les fonctionnalités offertes par XLSTAT-MX 2012 sont : plan d'expérience, analyse en composantes principales(ACP), analyse procrustéenne généralisée(GPA), cartographie des préférences (PREFMAP), caractérisation de produit, analyses de pénalités, graphique sémantique différentiel (**addinsoft ,1995-2012 et xlstat version, 2012.3.03**).

1. Résultats et discussions de l'analyse sensorielle :

1-1-Test du plan d'expérience avec XL Stat-MX (cf. Annexe n°3):

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 :

Tableau N°IX : Evaluation du plan :

A-Efficacité	1,000
D-Efficacité	1,000

Tableau N°X : MDS/MDR :

	obtenu	optimal
MDR	0,444	0,444
MDS	0,444	0,444

b/Discussion :

D'après les résultats un plan optimal a été trouvé donc notre plan pour l'évaluation des six produits est idéal et peut être utilisé pour une étude statistique et avoir des résultats fiables.

1-2- caractérisation des produits (cf. Annexe n°3):

Cet outil est utilisé 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 (**HUSSON et PAGES, 2009**).

➤ **Pouvoir discriminant par descripteur :**

a/Résultats :

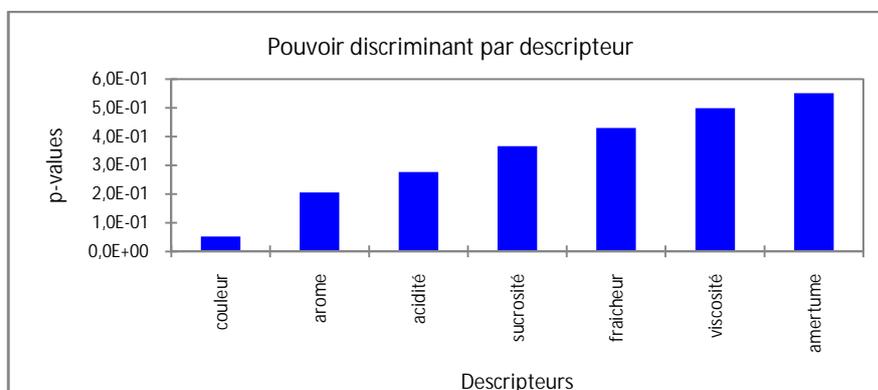


Figure N°06: Pouvoir discriminant par descripteur.

b/Discussion :

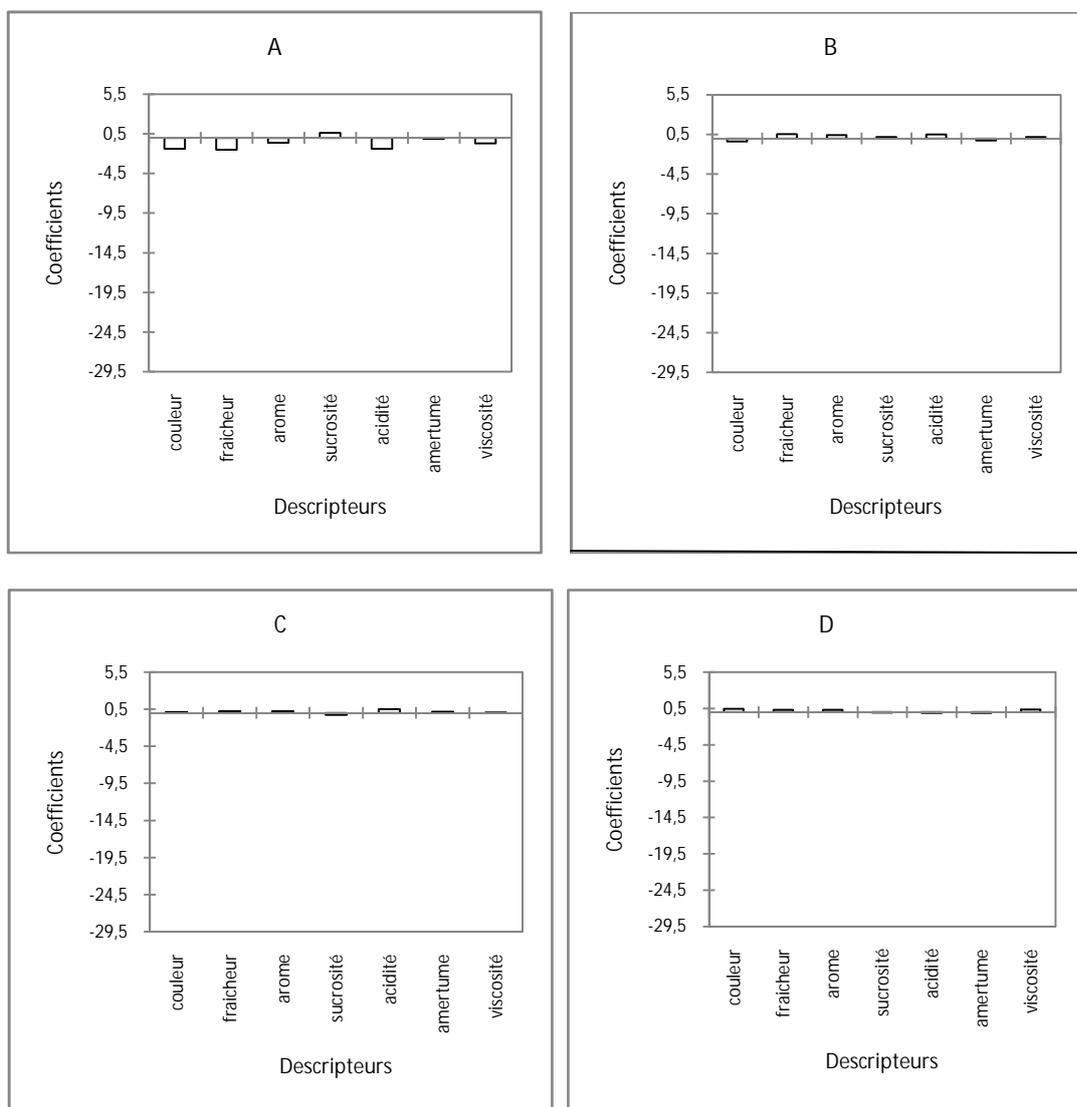
Les résultats révèlent que le pouvoir discriminant par descripteur est dominant pour l’amertume, la viscosité, suivi par la fraîcheur et la sucrosité ; il est moyen pour l’acidité et l’arôme et faible pour la couleur.

➤ **Coefficients des modèles :**

Ils rassemblent l’ensemble des sorties importantes des analyses de la variance effectuées.

a/Résultats :

Les résultats sont présentés dans la figure ci-dessous :



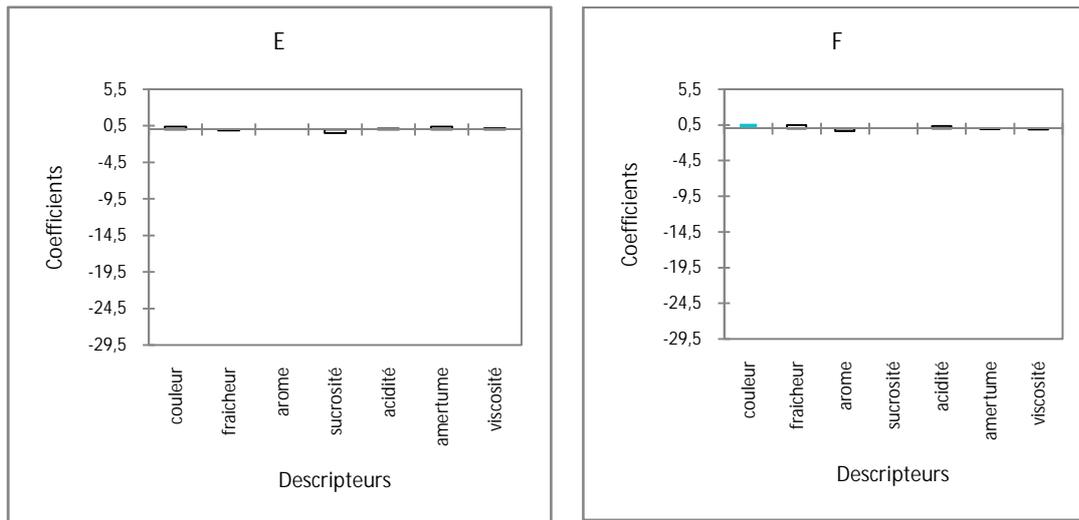


Figure N°07 : Coefficients des modèles de l'ensemble des échantillons.

Tableau N°XI : Moyennes ajustées par produit :

	acidité	fraicheur	viscosité	couleur	arôme	amertume	sucrosité
C	2,771	1,333	1,615	2,563	2,813	3,167	1,854
E	2,396	0,958	1,740	2,813	2,563	3,354	1,604
F	2,646	1,583	1,427	3,250	2,188	2,917	2,104
D	2,146	1,396	1,927	2,875	2,875	2,854	2,042
B	2,771	1,646	1,740	2,063	3,000	2,729	2,292
A	0,896	-0,417	0,865	1,063	1,938	2,854	2,729

b/Discussion :

L'apparition de la couleur bleu indique un effet significativement positif de la couleur sur le produit F, et l'absence de la couleur rouge indique qu'il n'y a pas un effet significativement négatif des descripteurs sur les produits. On peut donc dire qu'il n'ya pas d'effet descripteurs sur les produits sauf pour le produit F.

1-3- Graphiques sémantiques différentiels (cf. Annexe n°3):

Cette méthode est utilisée pour visualiser les notes attribuées par des juges à des objets pour différents critères (JUDD et SMITH et KIDDER, 1991).

Les résultats des six échantillons sont présentés dans les figures ci-dessous :

❖ **Echantillon A :**

a/Résultat :

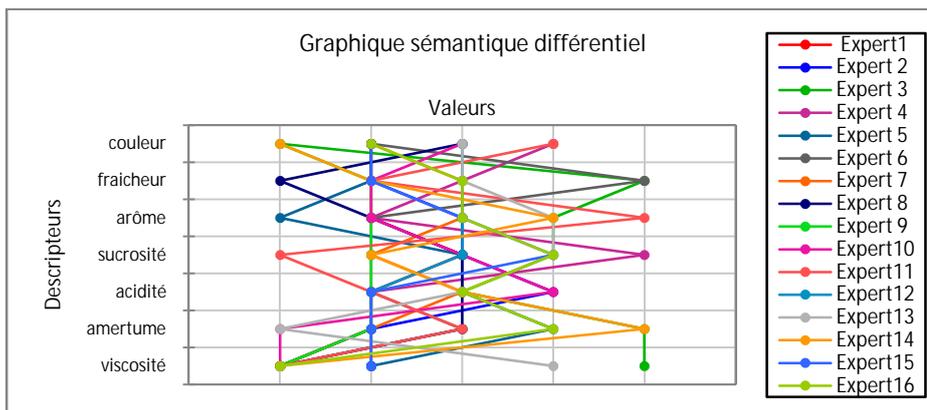


Figure N°08: graphique sémantique différentiel.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 12 et 15 qui ont des opinions rapprochées.

❖ **Echantillon B :**

a/Résultat :

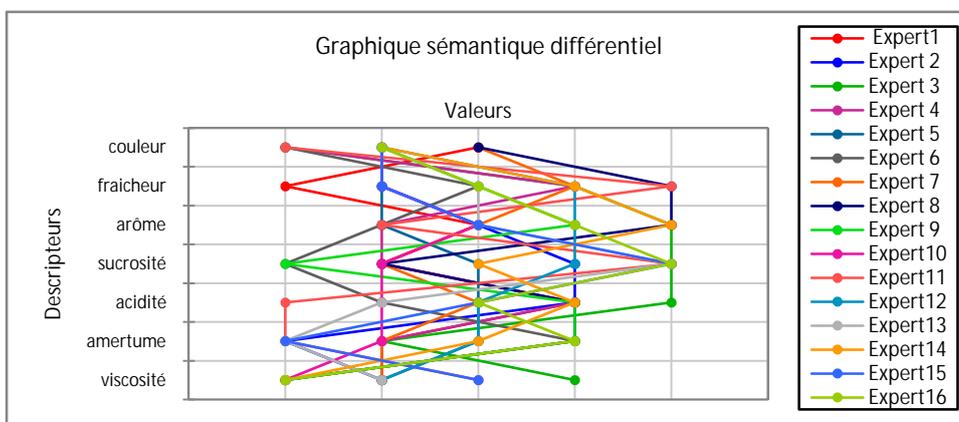


Figure N°09: graphique sémantique différentiel.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 2 et 15 qui ont des opinions rapprochées.

❖ **Echantillon C :**

a/Résultat :

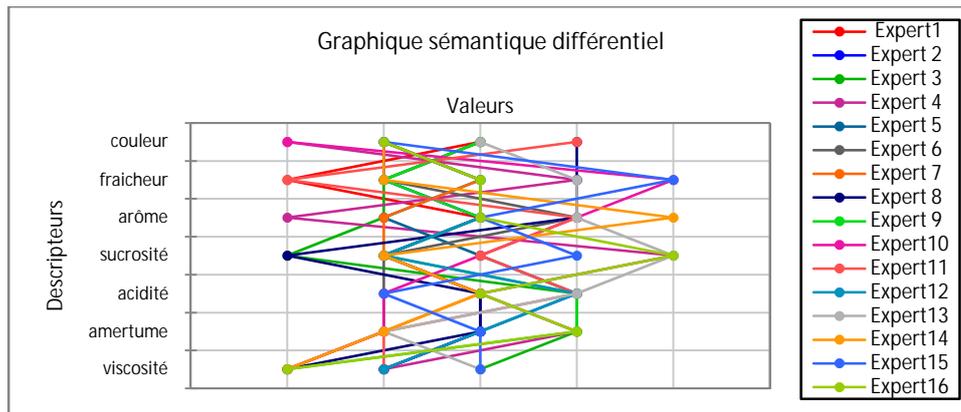


Figure N°10: graphique sémantique différentiel.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 12 et 5 qui ont des opinions rapprochées.

❖ **Echantillon D :**

a/Résultat :

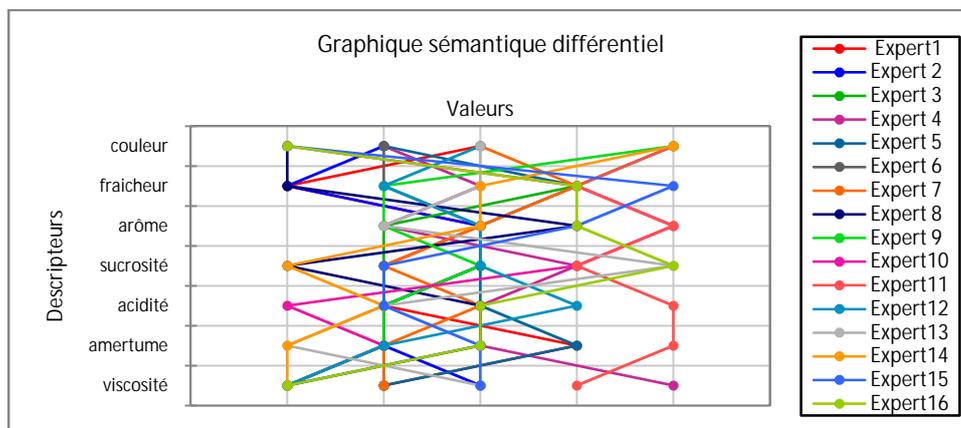


Figure N°11: graphique sémantique différentiel.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 6 et 9 qui ont des opinions rapprochées.

❖ **Echantillon E :**
a/Résultat :

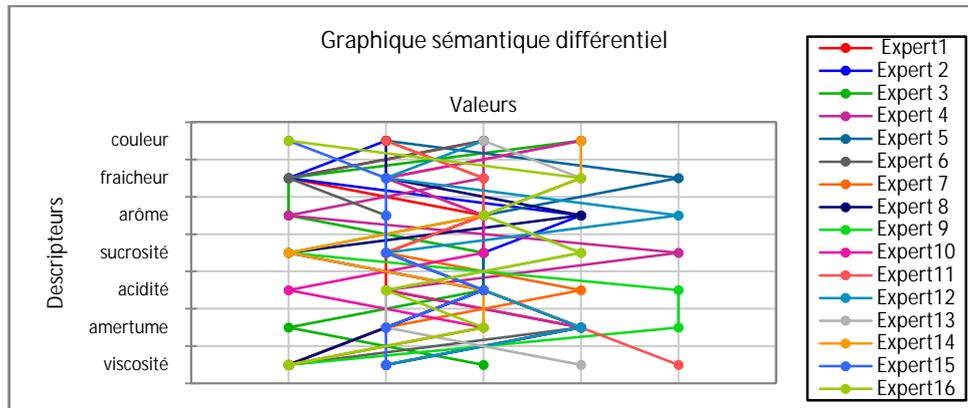


Figure N°12: graphique sémantique différentiel.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 2 et 8 qui ont des opinions rapprochées.

❖ **Echantillon F :**
a/Résultat :

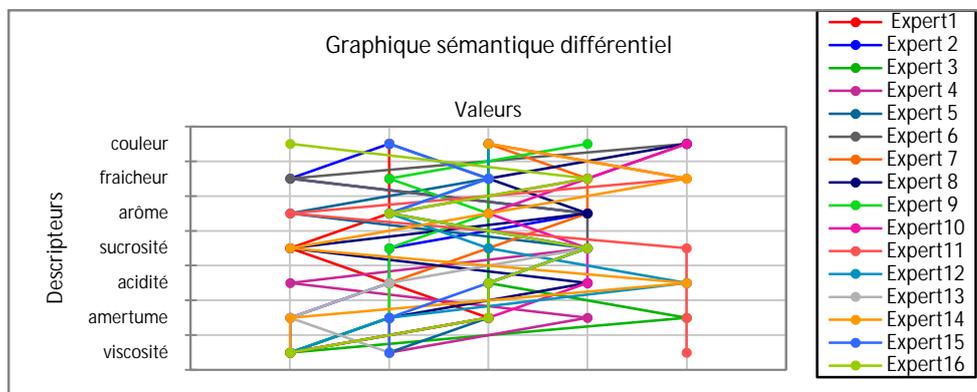


Figure N°13: graphique sémantique différentiel.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 15 et 16 qui ont des opinions rapprochées.

1-4-Test de l'analyse Procrustéenne généralisée (cf. Annexe n°3) :

L'analyse procrustéenne généralisée est souvent utilisée en analyse sensorielle en préalable à une cartographie des préférences (Preference mapping) par exemple pour réduire les effets d'échelles et pour aboutir à une configuration consensuelle (MASSART et al., 2002)

Les résultats sont présentés dans les figures suivantes :

❖ **résidus par objet :**

a/Résultat :

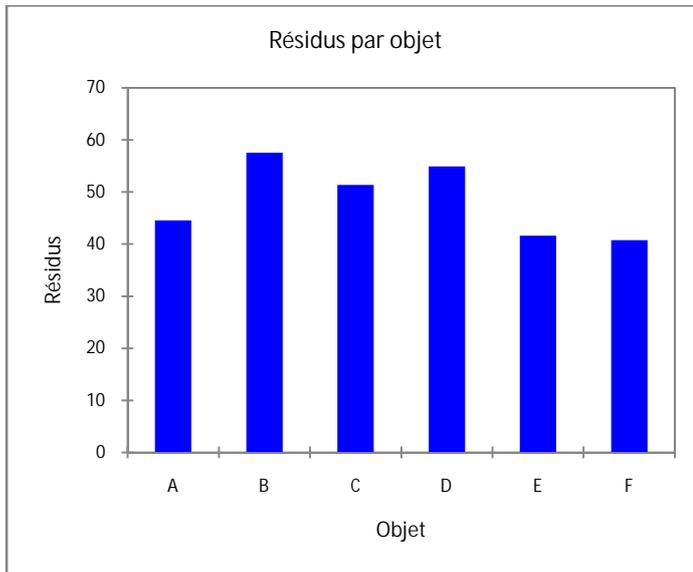


Figure N°14 : résidus par objet.

b/Discussion:

Ce graphique représente les résidus par objet après les transformations de l'Analyse Procrustéenne généralisée. On peut voir que le résidu le plus faible est obtenu pour le produit F. Cela indique que le produit fait l'objet d'un consensus au niveau du jury.

❖ **Résidus par configuration :**

a/Résultat :

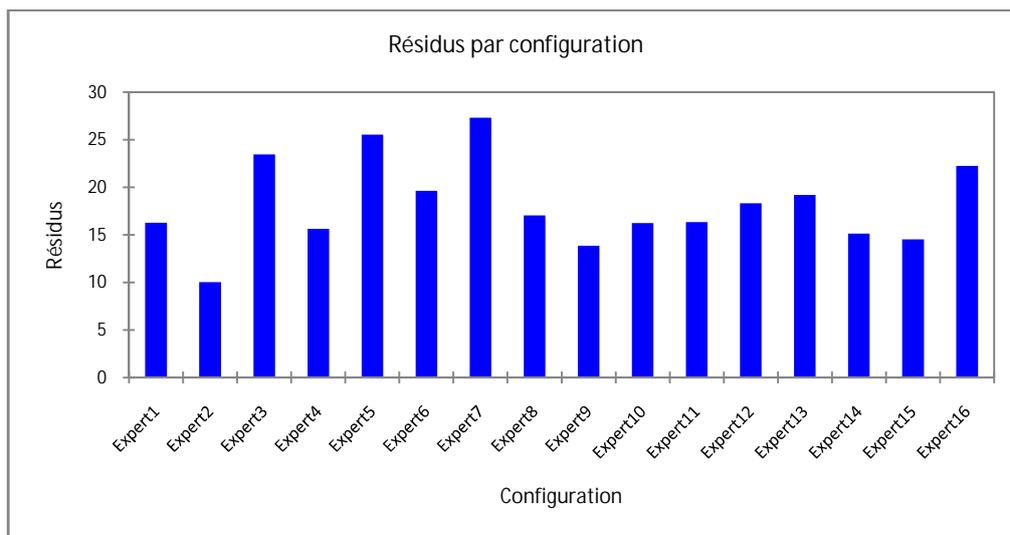


Figure N°15 : Résidus par configuration

b/Discussion:

Ce graphique représente les résidus par configuration après les transformations de l'Analyse Procrustéenne Généralisée. On peut voir que le résidu le plus important correspond à l'expert n°7, ce qui indique que cet expert est le plus éloigné du consensus, autrement dit que les notes qu'il a données sont sensiblement différentes de celles des autres experts.

1-5-Test d'analyse des pénalités (cf. Annexe n°3):

L'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 (POPPER et al., 2004).

a/Résultats :

Les résultats sont présentés dans les figures ci-dessous :

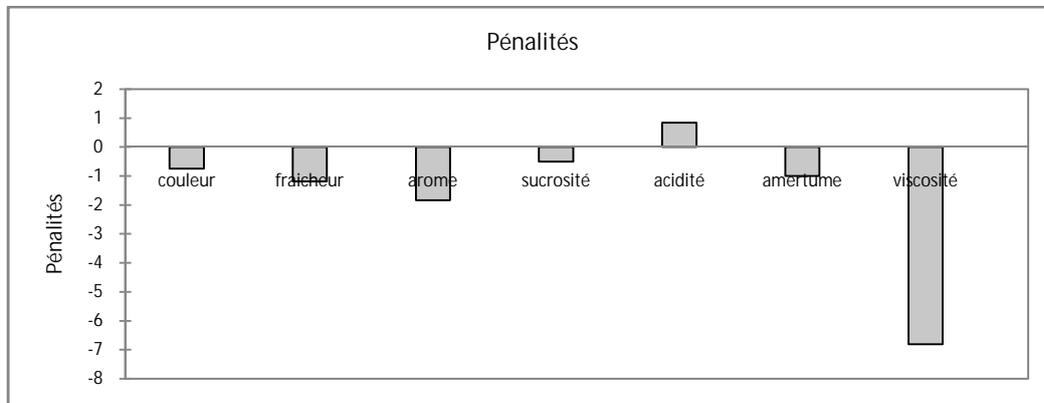


Figure N°16: Pénalités de l'échantillon A

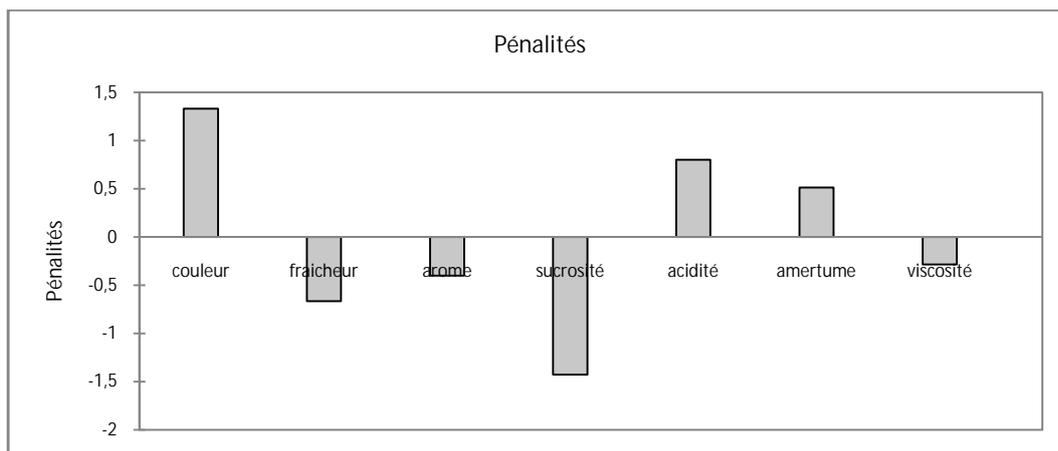


Figure N°17: Pénalités de l'échantillon B

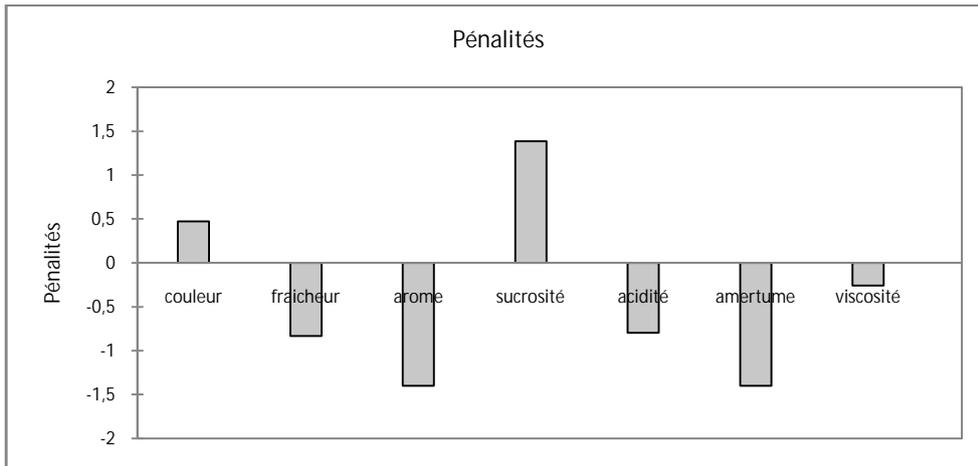


Figure N°18 : Pénalités de l'échantillon C

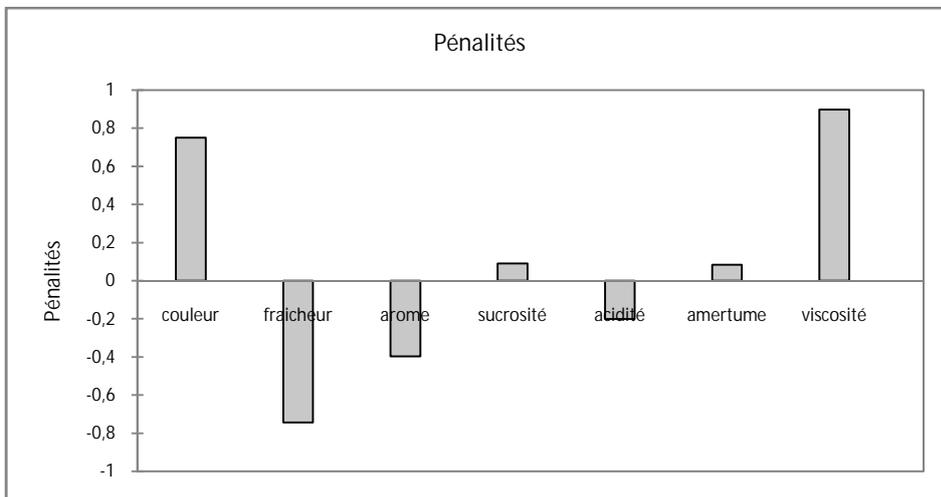


Figure N°19 : Pénalités de l'échantillon D

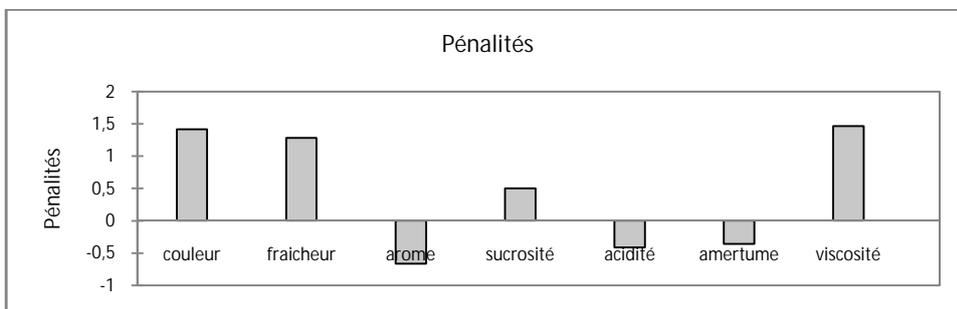


Figure N°20 : Pénalités de l'échantillon E

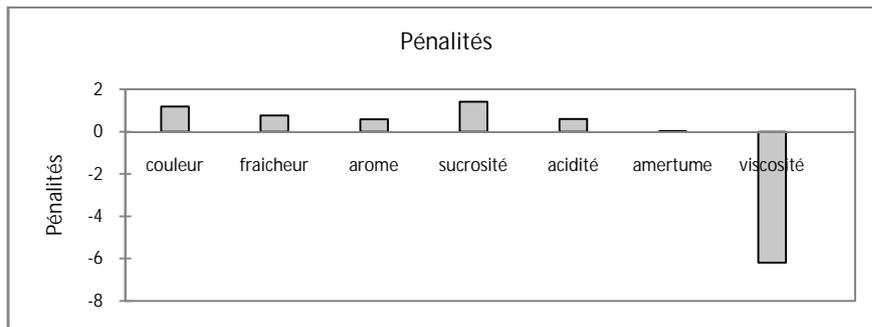


Figure N°21 : Pénalités de l'échantillon F

b/Discussion :

L'apparition des barres en gris indique que l'effectif de groupe est inférieur au seuil choisi (5%), donc nous ne pouvons pas vous prononcer sur un éventuel axe d'amélioration des produits.

2. Résultats et discussions de l'analyse hédonique :

2.1. Test du plan d'expérience avec XL Stat-MX (cf. Annexe n°3):

a/Résultats :

Tableau N°XII : Evaluation du plan :

A-Efficacité	1,000
D-Efficacité	1,000

Tableau N°XIII : MDS/MDR :

	obtenu	optimal
MDR	0,444	0,444
MDS	0,444	0,444

b/Discussion :

Aux vus des résultats obtenus, un plan optimal a été trouvé. Ce plan est idéal pour l'évaluation des six échantillons et peut être utilisé pour une étude statistique en vue d'acquérir des résultats fiables.

2.2. Graphiques sémantiques différentiels (cf. Annexe n°3) :

2.2.1/Catégorie de 3-11ans :

➤ **Graphe sémantique différentiel des femmes :**

a/Résultat :

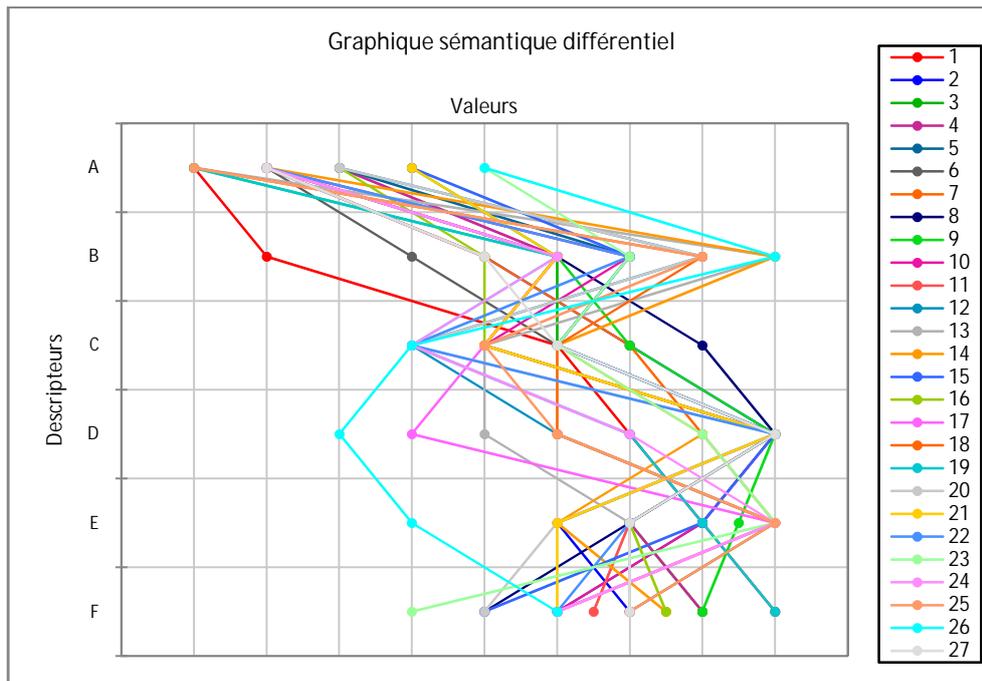


Figure N°22 : graphique sémantique différentiel des femmes de 3-11ans.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 16 et 27 qui ont des opinions rapprochées.

- **Grphe sémantique différentiel des hommes :**
- a/Résultat :**

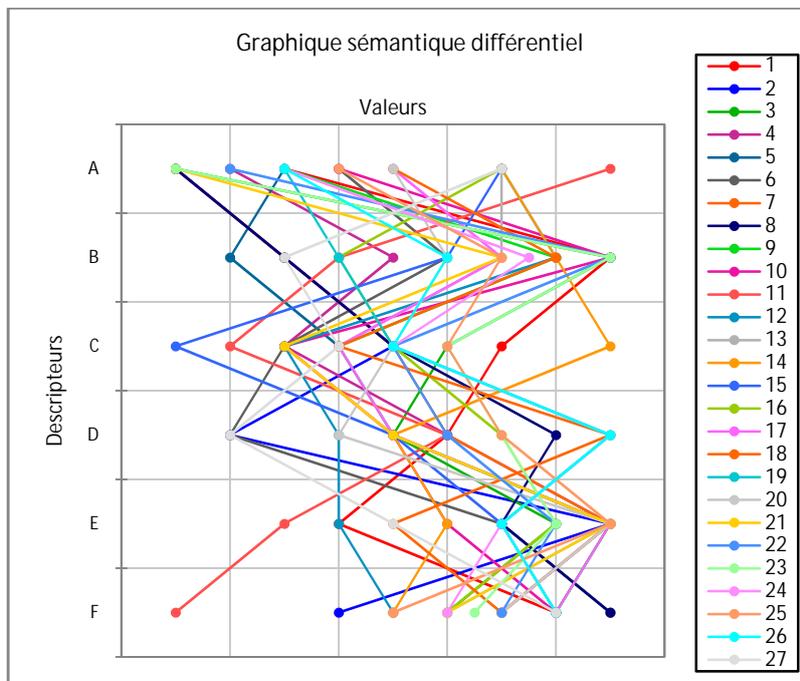


Figure N°23 : graphique sémantique différentiel des hommes de 3-11ans.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 8 et 26 qui ont des opinions rapprochées.

2.2.2/ Catégorie de 12-19ans :

➤ **Graphe sémantique différentiel des femmes :**

a/Résultat :

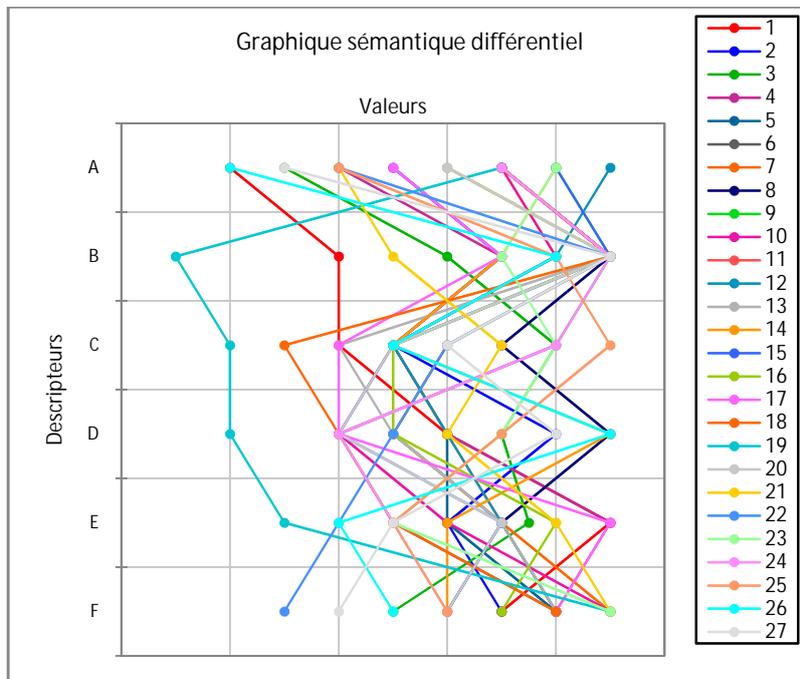


Figure N°24 : graphique sémantique différentiel des femmes de 12-19ans.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les consommatrices donnent des notes assez variables, à l'exception des consommatrices 3 et 21 qui ont des opinions rapprochées.

➤ **Graphe sémantique différentiel des hommes :**

a/Résultat :

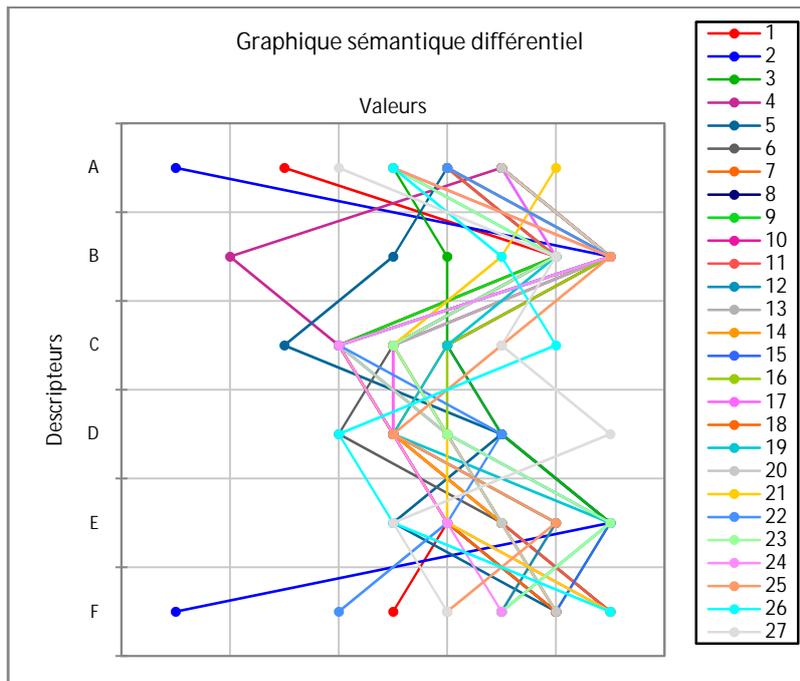


Figure N°25 : graphique sémantique différentiel des hommes de 12-19ans.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 21 et 24 qui ont des opinions rapprochées.

2.2.3/ Catégorie plus de 20ans :

➤ **Grphe sémantique différentiel des femmes :**
a/Résultat :

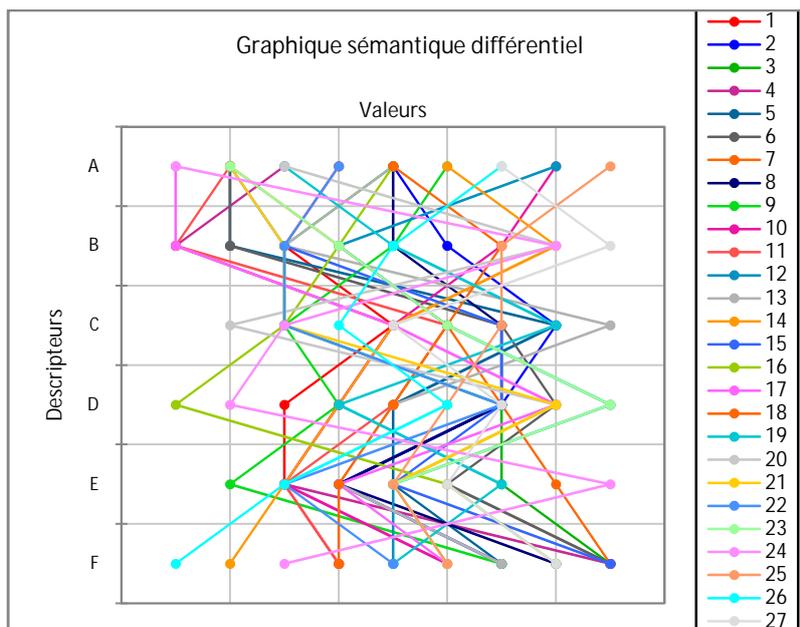


Figure N°26 : graphique sémantique différentiel des femmes plus de 20ans.

b/Discussion :

Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 24 et 25 qui ont des opinions rapprochées.

- **Graphique sémantique différentiel des hommes :**
a/Résultat :

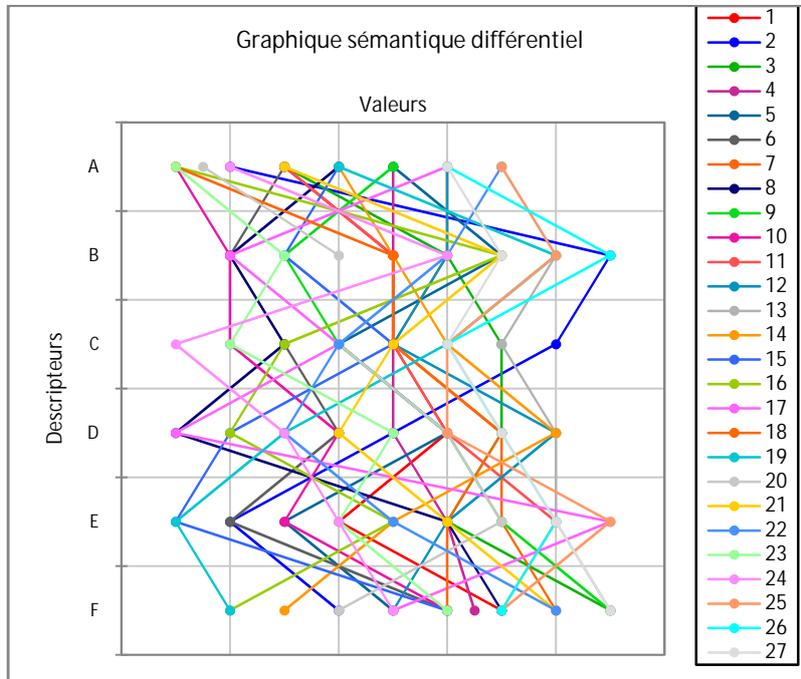


Figure N°27 : graphique sémantique différentiel des hommes de plus de 20ans.

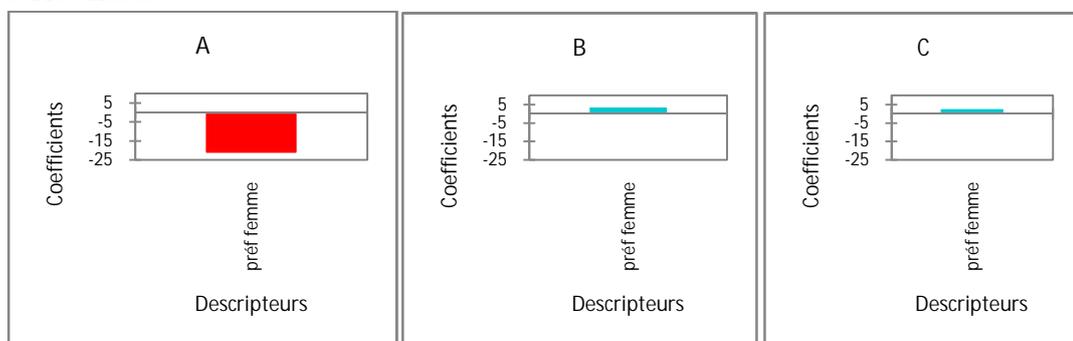
b/Discussion :

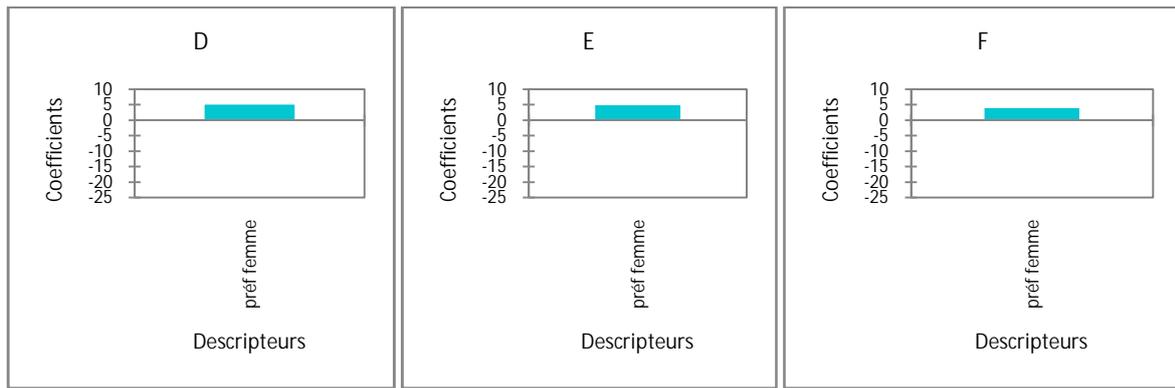
Sur le graphique, nous remarquons que les juges donnent des notes assez variables, à l'exception des juges 4 et 27 qui ont des opinions rapprochées.

2.3. Caractérisation des produits (cf. Annexe n°3) :

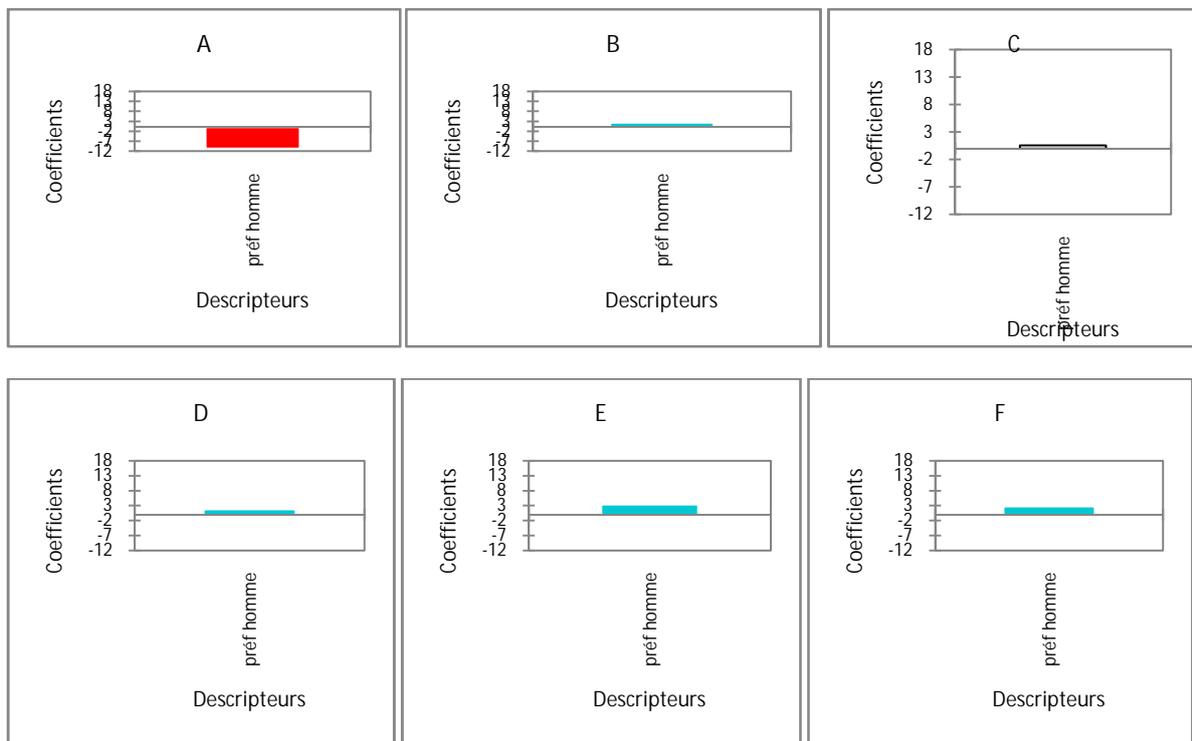
2.3.1/Catégorie de 3-11ans :

- **Coefficients des modèles :**
a/Résultats :





Figures N°28: Coefficients des modèles des six échantillons des femmes



Figures N°29: Coefficients des modèles des six échantillons des hommes.

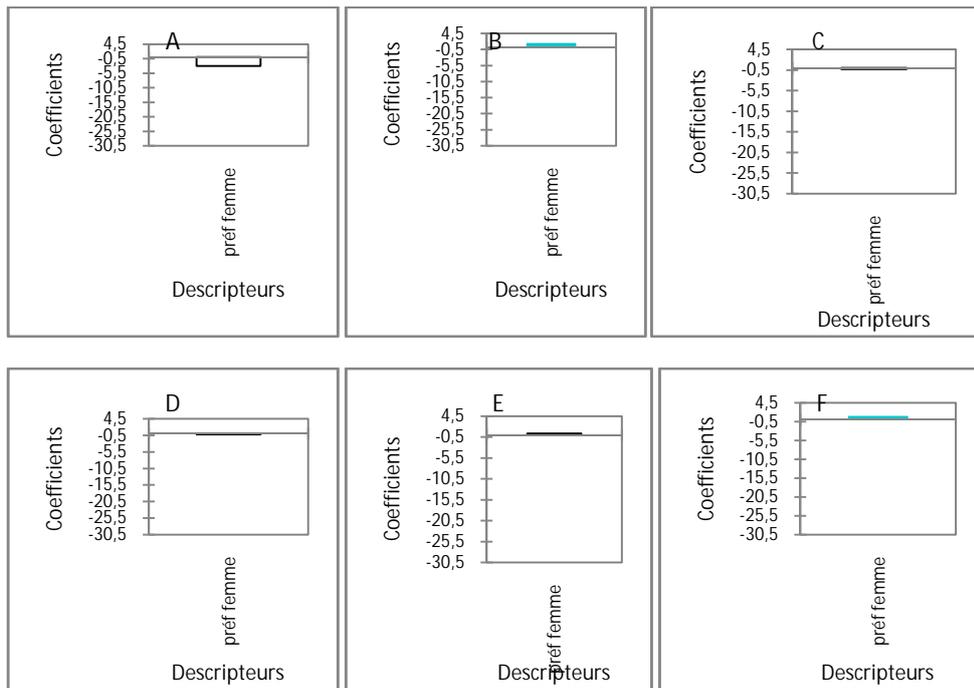
-Discussion:

L'analyse des graphes nous permet de conclure que les femmes ont préféré les échantillons B, C, D, E et F et les hommes les échantillons B, D, E et F. Pour l'échantillon A il a été pénalisé aussi bien par les femmes que par les hommes.

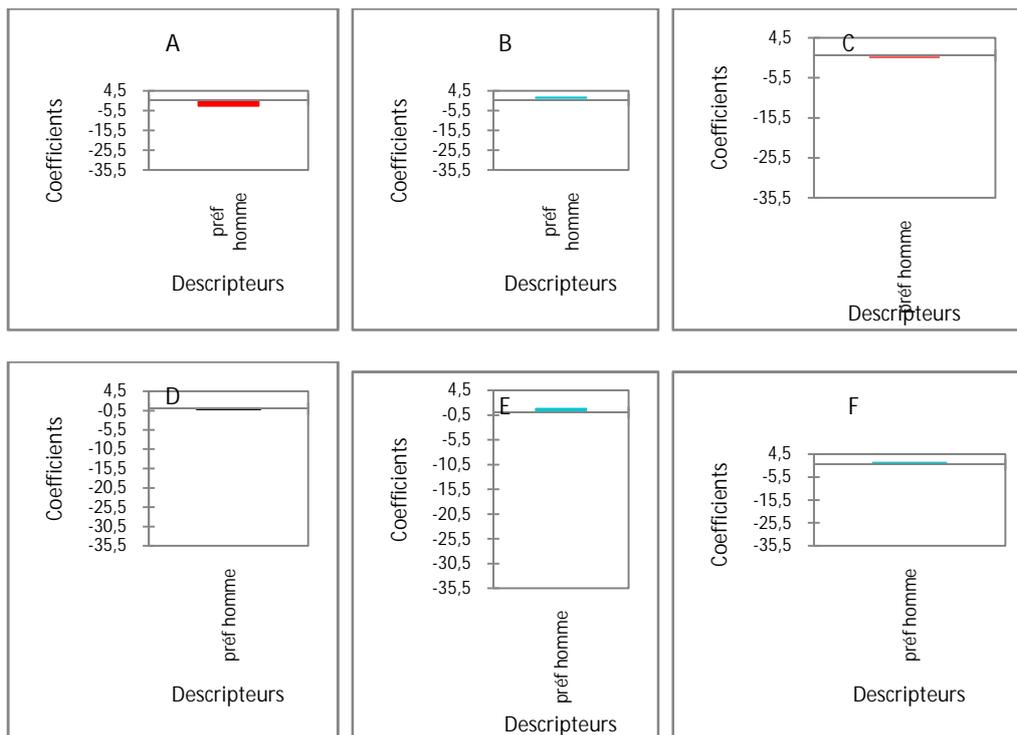
2.3.2/Catégorie de 12-19ans :

➤ **Coefficients des modèles**

a/Résultats :



Figures N°30: Coefficients des modèles des six échantillons des femmes.



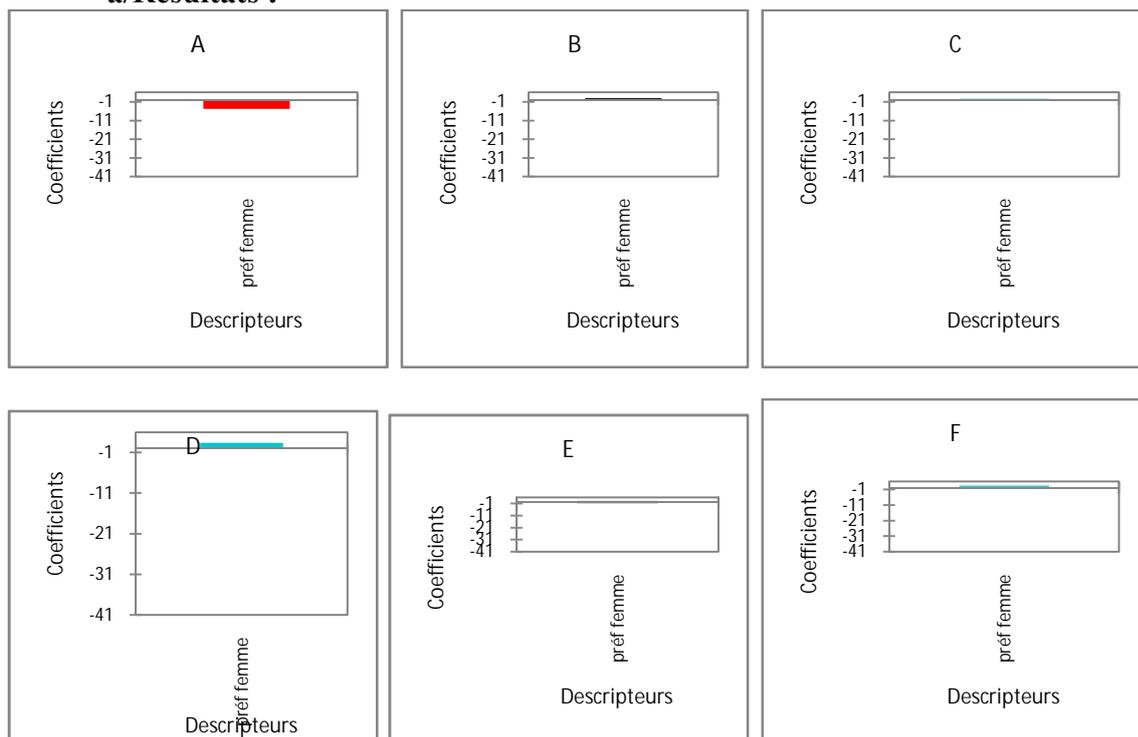
Figures N°31 : Coefficients des modèles des six échantillons des hommes.

b/Discussion :

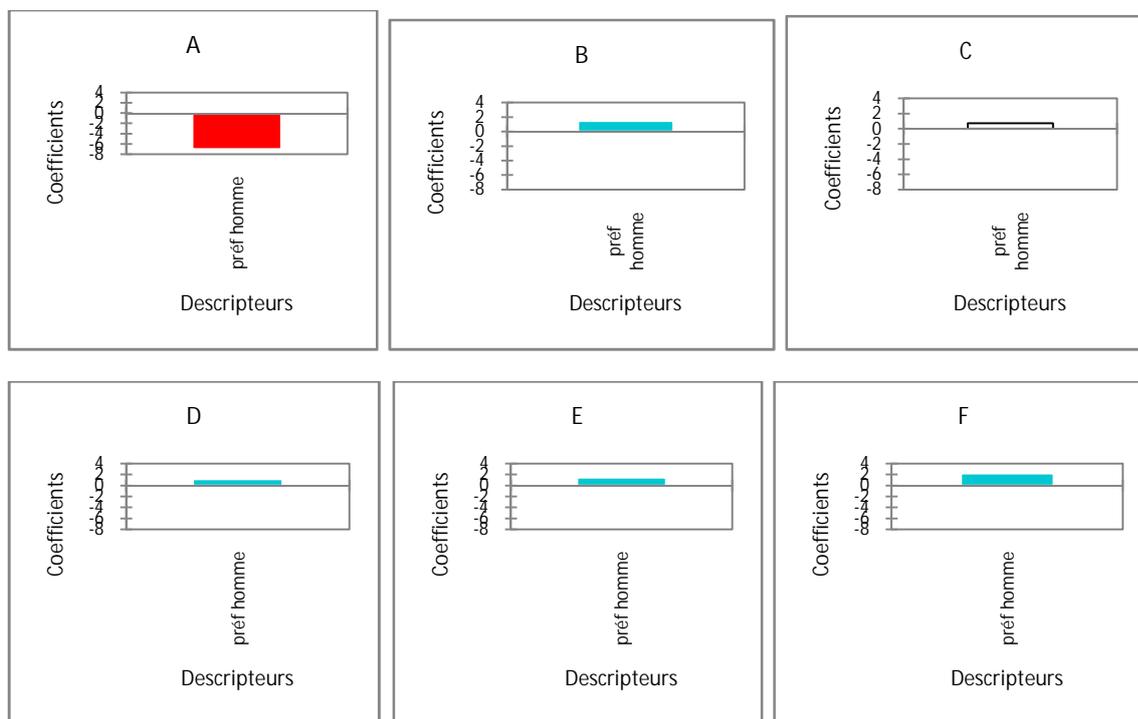
Les graphiques précédents montrent que les deux produits Fet B sont appréciés par les deux sexes. De plus les hommes ont préférés le produit E et ont pénalisés les produits A, C.

2.3.3/Catégorie plus de 20ans :

➤ Coefficients des modèles
a/Résultats :



Figures N°32: Coefficients des modèles des six échantillons des femmes.



Figures N°33 : Coefficients des modèles des six échantillons des hommes.

b/Discussion :

Les graphiques des figures N°32 et N°33 montrent que les produits F, D, C sont faiblement préférés par les femmes alors que les hommes ont préféré les produits F, B, E et D, contrairement à l'échantillon A qui a été pénalisé par les deux sexes.

2.4. Test de l'analyse Procrustéenne généralisée (cf. Annexe n°3) :

2.4.1/ Catégorie de 3-11ans :

Les résultats sont présentés dans les figures ci-dessous :

➤ **Résidus par objet :**

a/Résultats :

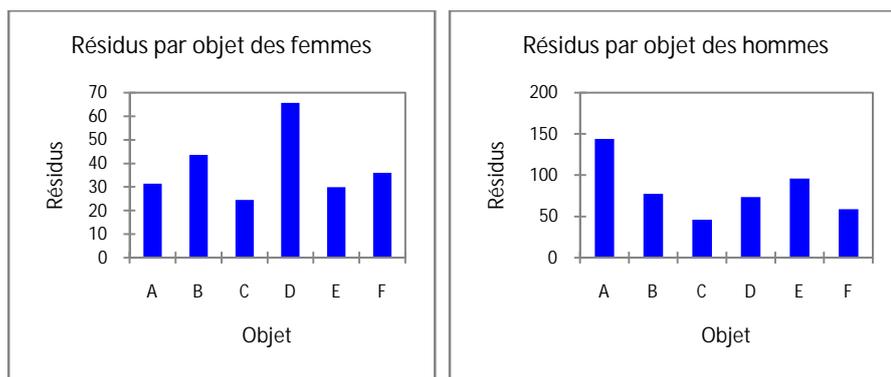


Figure N°34 : résidus par objet pour les femmes et les hommes.

b/Discussion:

Ces deux graphes représentent les résidus par objet après les transformations de l'Analyse Procrustéenne généralisée. Le résidu le plus faible est obtenu pour le produit C aussi bien chez les hommes que chez les femmes de la catégorie de 3-11ans. Cela indique que le produit C fait l'objet d'un consensus.

➤ **Résidus par configuration :**

a/Résultats :

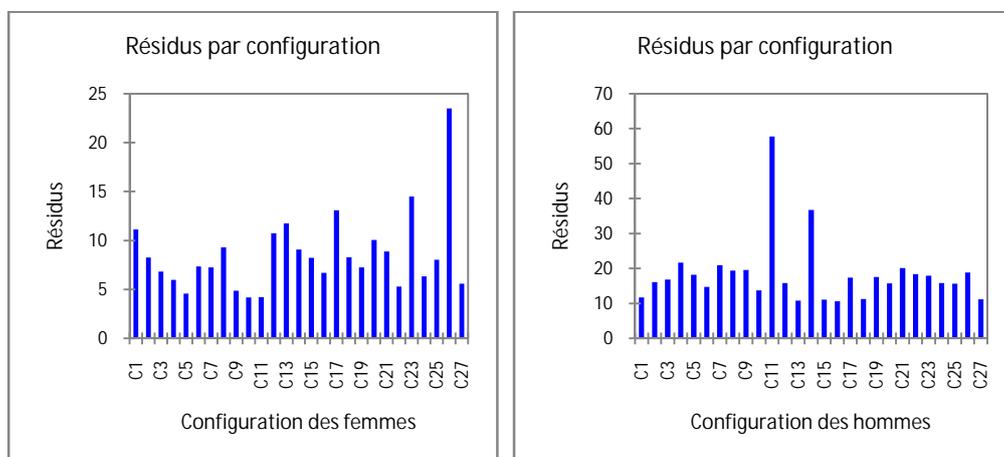


Figure N°35: Résidus par configuration des femmes et des hommes.

b/Discussion :

Le résidu le plus important pour les femmes correspond aux consommateurs n°26, et pour les hommes au consommateur n° 11. Ces résultats indiquent que ces consommateurs sont les plus éloignés du consensus, autrement dit que les notes qu'ils ont données sont sensiblement différentes de celles des autres sujets.

2.4.2/ Catégorie de 12-19ans :

Les résultats sont présentés dans les figures ci-dessous :

➤ **Résidus par objet :**

a/Résultats :

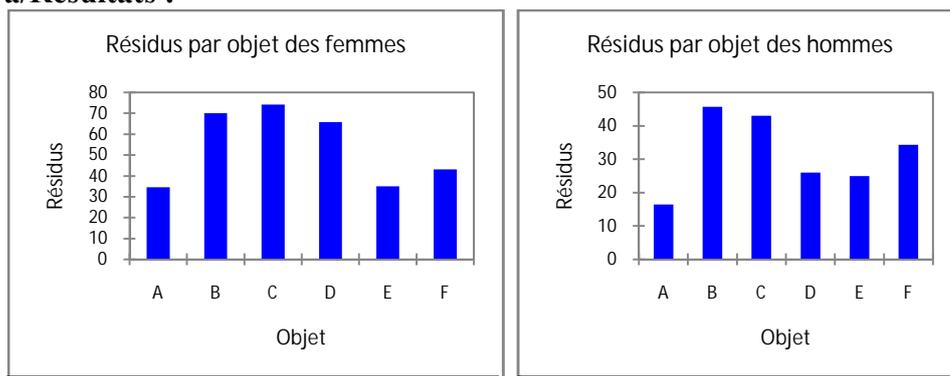


Figure N°36: résidus par objet pour les hommes et les femmes.

b/Discussion :

Le résidu le plus faible obtenu pour le produit A chez les hommes et les femmes de 12 à 19ans. Cela indique que le produit A fait l'objet d'un consensus.

➤ **Résidus par configuration :**

a /Résultats :

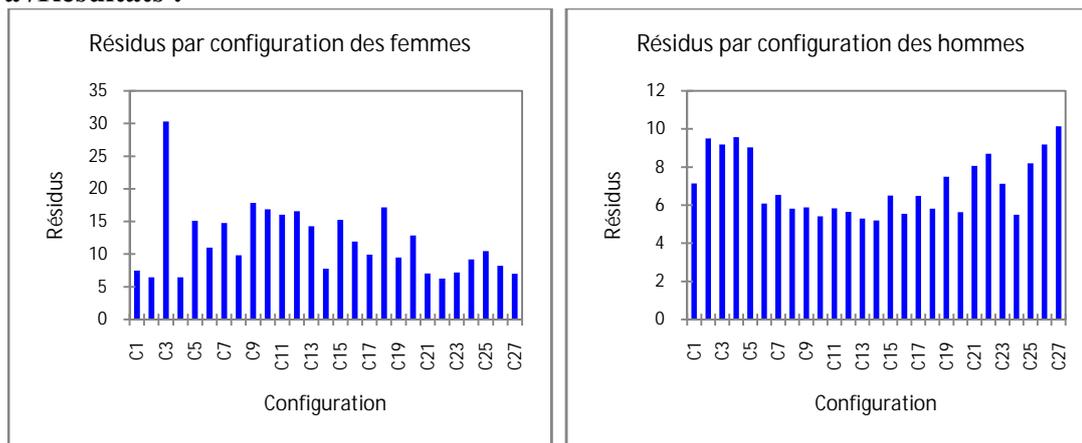


Figure N°37: Résidus par configuration des femmes et des hommes.

b/Discussion :

Ce graphique représente les résidus par configuration après les transformations de l'Analyse Procrustéenne Généralisée. Le résidu le plus important pour les femmes correspond au consommateur n°3, et pour les hommes le consommateur n°27 ce qui indique que ces derniers sont les plus éloignés du consensus, autrement dit que les notes qu'ils ont données sont sensiblement différentes de celles des autres sujets.

2.4.3/ Catégorie plus de 20 ans :

➤ **Résidus par objet :**

Les résultats sont présentés dans les figures ci-dessous :

a/Résultats :

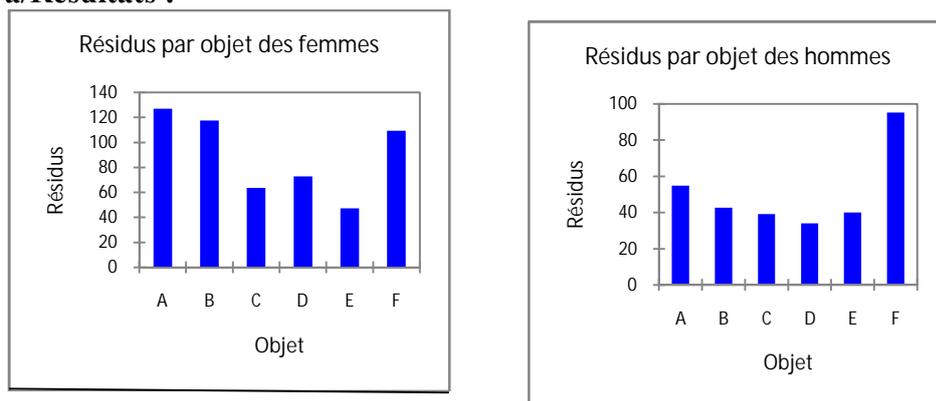


Figure N°38: résidus par objet pour les hommes et les femmes.

b/Discussion:

Ces deux graphes représentent les résidus par objet après les transformations de l'Analyse Procrustéenne généralisée. Nous constatons que le résidu le plus faible est obtenu pour produit E chez les femmes, et le produit D chez les hommes de plus de 20 ans. Cela indique que le produit E fait l'objet d'un consensus pour les femmes et le produit D pour les hommes.

➤ **Résidus par configuration :**

Les résultats sont présentés dans la figure ci-dessous :

a/Résultats :

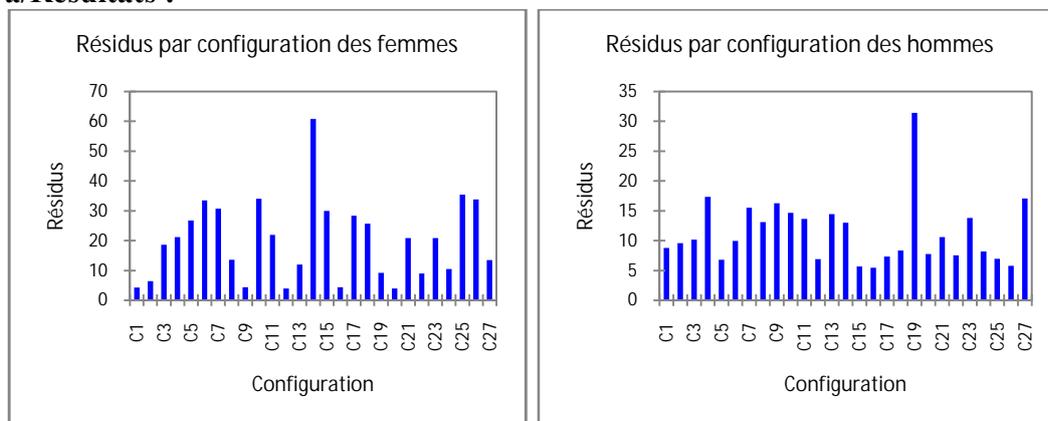


Figure N°39: Résidus par configuration des femmes et des hommes.

b/Discussion :

Ces deux graphes représentent les résidus par configuration après les transformations de l'Analyse Procrustéenne Généralisée. Le résidu le plus important pour les femmes correspond aux consommateurs n°14, et pour les hommes les consommateurs n°19, ce qui indique que ces derniers sont les plus éloignés du consensus, autrement dit que les notes qu'ils ont données sont sensiblement différentes de celles des autres sujets.

2.5. La cartographie de préférence (PREFMAP) (cf. Annexe n°3) :

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 (SCHLICH et MCEWAN, 1992).

a/Résultats :

Tableau N°XIV: Pourcentage de juges satisfaits pour chaque objet :

Objet	%
A	33%
B	67%
C	33%
D	33%
E	67%
F	67%

Tableau N°XV : Objets classés par ordre croissant de préférence :

classe1	classe2	classe3
F	E	D
A	D	B
C	A	C
E	C	E
B	B	A
D	F	F

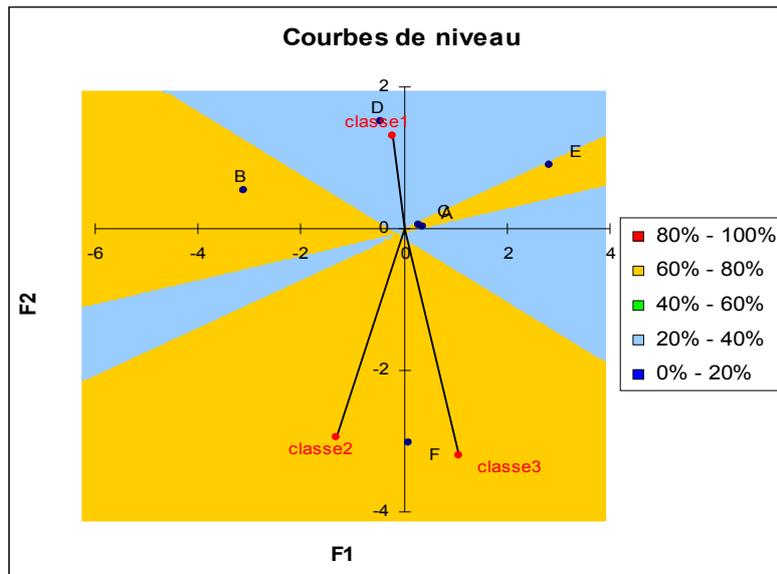


Figure N°40: carte sensorielle

b/ Discussion :

Le produit F caractérisée par sa teneur de 13% de concentré de jus de citron est préféré par la classe2 et la classe3, excepté du classe1 qui a préféré le produit D. L'équipe marketing pourra tenir compte de ces divers éléments pour orienter la mise au point de nouveaux produits.

Conclusion :

Notre travail avait pour but la caractérisation sensorielles et hédonique d'une boisson à base de concentré de jus de citron différemment formulées, produite au niveau de Tchén-Lait /Candia de Bejaia.

A l'issue de notre étude, nous avons abouti aux conclusions suivantes :

- ✓ Les résultats de l'analyse sensorielle effectuée par un panel de dégustateurs experts, ont révélé qu'ils ont tous apprécié les six échantillons par rapport à leur amertume, viscosité et fraîcheur, contrairement à leur couleur .D'autres résultats montrent que l'échantillon F est le plus apprécié par sa couleur.
- ✓ Les résultats de l'analyse hédonique effectuée avec des sujets naïfs nous ont permis de faire les remarques suivantes :
 - Pour la catégorie de moins de 3 à 11 ans, les femmes ont préféré respectivement les produits D, E, F, B et C. Les hommes ont préféré les produits E, F, B et D.
 - Pour la catégorie de 12 à 19 ans, les femmes ont préféré le produit B et F. Les hommes ont préféré respectivement les produits B, F et E.
 - Pour la catégorie de plus de 20 ans, les femmes ont préféré les produits F, D et C. Les hommes ont préféré les produits F, B, E, et D respectivement.

D'après ces résultats, nous pouvons dire que :

- Le produit D pourrait être destiné aux femmes et hommes de 3 à 11 ans
- Le produit B pourrait être recommandé aux femmes et hommes de 12 à 19 ans.
- L'échantillon F serait plus adapté aux hommes et aux femmes de plus de 20 ans.

L'étude de la carte sensorielle des préférences des trois catégories nous a révélé que la majorité des consommateurs ont apprécié le produit F. Aussi nous le recommandons pour une éventuelle commercialisation.

Références bibliographiques

-A-

ADRIAN J. et FRANGNE R. 1986. La science alimentaire de A à Z. Ed. Lavoisier, p293.

AOUFI L. (2009).l'étiquetage et traçabilité des denrées alimentaire. Thèse en science alimentaire et nutrition. Université Mentouri – Constantine.104p.

-B-

BAE JM, Lee EJ, GUYATT G. (2009). Citrus fruit intake and pancreatic cancer risk: a quantitative systematic review.38:168-74.

BATTINELLI L. et MENGONI F. et al. (2003). Effect of limonin and nomilin on HIV-1 replication on infected human mononuclear cells. Planta Med. 69:910-913.

BENAVENTE-GARCIA O et CASTILLO J. (2008).Update on uses and properties of citrus flavonoids: new findings in anticancer, cardiovascular, and anti-inflammatory activity. J.Agric.Food.Chem.56:6185-205.

BLECKER C. (2008) .Approche sensorielle de la texture des aliments – Unité de Technologie des Industries Agro-alimentaires (UTIAA) –FUSAGx Belgique. p3

BOISSEAU N. (2005). Nutrition et bioénergétique du sportif : bases fondamentales, éd. Masson, Paris, p.55-60.

BOURGEOIS C. (2003). Les vitamines dans les industries agroalimentaires, chap. structure chimique et propriétés physicochimique, Paris, p.22-23.

BOUTROLLE I. (2007). Mesure de l'appréciation des aliments par les consommateurs : Etat des pratiques et propositions méthodologique. Thèse de Doctorat Discipline science alimentaire, Agro Paris Tech (centre de Massy).p311.

BOUDRA, A. (2007). Industrie des boissons et des jus de fruits, chap. présentation du sous secteur, Algérie, p.81-82.

-C-

CHAINANI-WU N. (2002). Diet and oral, pharyngeal, and esophageal cancer. Nutr Cancer. 44:104-126.

CLAUSTRIAUX JJ. (2001). Considérations sur l'analyse statistique de données sensorielle. Biotechn. Agron. Soc. Environ. V, (3), pp 155–158.

-D-

DELACHARLERIE et al. (2008). HACCP Organoleptiques : Guide Pratique .Ed : ISBN 978-2-87016-084-8.Belgique. p.65, 66, vol.176

DILLENSEGER C. (2000). Le goût. Agropolis Museum, France. p 3

DIVARD R. et URIEN B. (2001). Le consommateur vit dans un monde de couleurs, Recherche et Applications en Marketing, 16, 1, pp. 3-24.

DOMINGUEZ LOPEZ A. (2002). Caractérisation et optimisation de la Flaveur du jus de citron non fait de Concentré. Thèse en Sciences des Aliments et de Nutrition, Faculté des études supérieures de l'Université Laval. 20-24-191p.

GARRIGUET D. (2008) . Consommation de boissons par les enfants et les adolescents. Statistique Canada, n° 82-003-XPF au catalogue • Rapports sur la santé, vol. 19, n° 4.p1.

-E-

EZAN P. ET PIRIS Y. (2009). « Qu'est-ce que je vais bien pouvoir prendre ? », Confrontés à un assortiment les parents et les enfants perçoivent-ils la même chose ? Actes du 11ème Colloque Etienne Thil, La Rochelle, 3-4 octobre.

-F-

FAIN O., 2005, manifestations rhumatologiques du scorbut, rev. Du Rhumatisme, vol.72, p.201-206.

FERRERA R. et CARO D. (2001).Clé de biologie humaine. Ed. INSERM, Paris.

FOSCHI R. et PELUCCHI C. et al. (2010). Citrus fruit and cancer risk in a network of case-control studies. *Cancer Causes Control*. 21:237-42.

-J-

JUDD C.M., SMITH E.R. and KIDDER L.H (1991). Research Methods in Social Relations. Holt, Rinehart & Winston, New York.

JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY. (2008) .Food Chem.56 (9), pp 3073–3081

-H-

HELLAL Z. (2011). Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et anti-oxydantes de certaines huiles essentielles extraites des citrus. Application sur la sardine (*sardina pilchardus*). Mémoire de magister spécialité biologie, université de Tizi-Ouzou. 24-25 P.

HUSSON F. , LÊ S. and PAGÈS J. (2009). SensoMineR dans Evaluation sensorielle - Manuel méthodologique. Lavoisier, SSHA, 3ème édition.

HIMED L. (2011). Evaluation de l'activité anti-oxydante des huiles essentielles de *citrus limon* : Application à la margarine. Mémoire de magister spécialité sciences alimentaires, université de Constantine. 14-15 P.

-I-

INFANGER E. (2008). Besoins hydriques et boissons. Société Suisse de Nutrition SSN

-G-

GIBOREAU A. (2009). De l'analyse sensorielle au jugement perceptif : l'exemple du toucher. Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard Lyon 1. 138p.

GOVINDACHARI TR. et SURESH G, et al. (2000). Antifungal activity of some tetranortriterpenoids. *Fitoterapia*.71:317-320.

GUERRA A. (2009). La méthodologie sensorielle dans le cadre du contrôle qualité visuel Thèse doctorat spécialité Génie industriel, université de Savoie. Soutenue le 21 octobre 2008. 224p

-K-

KUROWSKA EM. et BANH C, et al. (2000). Regulation of apo B production in HepG2 cells by citrus limonoids. In: Berhow MA, Hasegawa S, Manners GD, editors. *Citrus Limonoids Functional Chemicals in Agriculture and Foods*. Washington, DC: 2000: 175-184.

-L-

LEFEBVRE A. (2006). Intégration des aspects sensoriels dans la conception des emballages en verre : mise au point d'un instrument méthodologique à partir des techniques d'évaluation sensorielle. Thèse de Doctorat en Génie Industriel, Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers Centre de Paris.237p.

LEFEBVRE A. et BASSEREAU JF. (2003). L'analyse sensorielle, une méthode de mesure au service des acteurs de la conception: ses avantages, ses limites, ses voies d'amélioration. Application aux emballages. 10ième Séminaire CONFERE, 3-4 Juillet 2003, Belfort – France, pp. 3-11

Li WQ. et KURIYAMA S. et al. (2010). Citrus consumption and cancer incidence: the Ohsaki cohort study. *Int.J.Cancer* 2010; 127:1913-22.

LICHTLE MC. (2002). Etude expérimentale de l'impact de la couleur d'une annonce publicitaire sur l'attitude envers l'annonce, *Recherche et Applications en Marketing*, 17, pp. 23-39.

-M-

MALIK VS. (2006). Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: a systematic review. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2006; 84: 274–88.

MOISSEFF M. (2011). Analyse sensorielle: la sensorialité humaine comme instrument analytique. *Approches globales d'évaluation de la qualité*, Paris. 1 & 2 décembre 2011.p23-27

MATHLOUTHI JF. (2007). Les boissons rafraichissantes. Dossier CEDUS, université de Reims. P 6-7.

-O-

Office fédéral de la sante publique (2009). Les hydrates de carbone: Aspects nutritionnels et sanitaires. Rapport d'expert de la Commission fédérale de l'alimentation (COFA) 2009; 7-96 (Rapport en allemand seulement; résumés des chapitres: 28-33).

O'MAHONY M. et ROUSSEAU B. (2003). Discrimination testing: a few ideas, old and new. *Food Quality and Préférence*, 14 (2), 157-164

-P-

PERRIN L. (2008). Contribution méthodologique a l'analyse sensorielle du vin. Thèse de Doctorat Spécialité Physico-chimie et qualité des bioproduits. Agro-campus Rennes, Rennes. Soutenue le 1avril 2008. 238p

PEYNAUD E. et BLOUIN J. (2006). Le goût du vin, le grand livre de la dégustation. Paris: DUNOD.pp132-143.

POULOSE SM., HARRIS ED. et PATIL BS. (2005). Citrus limonoids induce apoptosis in human neuroblastoma cells and have radical scavenging activity. *J Nutr.* 135:870-877.

PNNS. (2007). Rapport du groupe de travail PNNS sur les glucides. P 73.

PÉRINEL E. and PAGÈS J. (2004). Optimal nested cross-over designs in sensory analysis. *Food Quality and Preference*, 15(5), 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. 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.

-R-

RAOUX R. (1998). Méthodologie et spécificités de l'analyse sensorielle dans le domaine des corps gras. *Analysis Magazine* 26, N°3.p60-70

ROBERT A. et LOBSTEIN A. (2005). Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Ed : Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 522 p.

ROULLET B. (2004). Influence de la couleur en marketing : vers une neuropsychologie du consommateur, Thèse en Sciences de Gestion, Université Rennes 1. PP89-91.

-S-

SCHNEIDER J. (2011). Eléments et données de base concernant la consommation de boissons sucrées, d'eau et d'eau minérale naturelle. Promotion Sante Suisse. 46p

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

SOUVAGEOT F. (1991). Les épreuves. In : « Evaluation sensorielle "manuel méthodologique" ». 2ème Ed : Tec et doc, lavoisier. Paris vol2. p119.

-T-

TOTTÉ A. (2008). L'analyse sensorielle en entreprise : pour qui ? dans quels buts ? comment procéder ? Formation organisée par l'asbl PTAA à Gembloux, Belgique le 8 avril 2008. vol.8.p.1

TOURAILLE C. (1998). épreuve discriminative, In « Evaluation sensorielle » (Manuel méthodologique).Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris.98p.

-V-

VANDERCAMMEN M. (2007). Vive l'été, sans boisson sucrée. p52.

VERHAGEN JV. (2007). The neurocognitive bases of human multimodal food perception: Consciousness. *Brain Research Reviews*, 53 (2), 271-286.

VINDRAS C. (2010). Mise en place et évaluation d'une méthodologie pour intégrer les aspects sensoriels des légumes dans la sélection pour l'Agriculture Biologique. Master 2pro métrologie de la perception, Université de Claude Bernard Lyon 1. 37p.

-W-

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.

WATTS K.A. (2005). Use of reference standards for sensory evaluation of product quality. *Food Technol.* 33(9):43.

Référence électronique:

-F-

FERLOO. (2011). À <http://www.ferloo.com>

-K-

KOSKINEN. (2011). A
<http://users.kymp.net/citruspages/lemons.html>

-O-

ORDONNANCE DU DFI (2010) sur les boissons sans alcool (en particulier the, infusions, café, jus, sirops, limonades): <http://www.admin.ch/ch/f/rs/8/817.022.111.fr.pdf> (Etat: 1er novembre 2010)

-S-

SANTE CANADA (2011). Le gouvernement Harper annonce de nouvelles mesures pour aider les familles : Nouvelle approche à l'égard des boissons énergisantes. Repéré le 6 octobre 2011 à http://www.hc-sc.gc.ca/ahc-asc/media/nr-cp/_2011/2011-132-fra.php

SANTE CANADA. (2010). *Fichier canadien sur les éléments nutritifs.* à <http://www.hc-sc.gc.ca>

Normes et textes réglementaires :

-A-

AFNOR (2002) : Analyse sensorielle, Recueil général. La Plaine Saint Denis : AFNOR Editions

AFNOR (2000) : Norme AFNOR XP V 09-500 – « Directives générales pour la réalisation d'épreuves hédoniques en laboratoire d'évaluation sensorielle ou en salle de conditions contrôlées impliquant des consommateurs » - Août 2000.

-C-

CODEX ALIMENTARIUS (2000) : Demande d'observations sur l'avant-projet de norme générale codex pour les jus et nectars de fruits.

-F-

FAO. (2011). Projections de la production et de la consommation mondiales d'agrumes. La Havane (Cuba).

EVALUATION SENSORIELLE

Nom :

Prénom :

Date :

Age :

Sexe : Masculin Féminin

Six échantillons de boissons sucrées au citron codés A, B, C, D, E, F vous sont présentés, il vous est demandé de les goûter et d'évaluer les descripteurs suivants : couleur, fraîcheur, arôme, sucrosité, acidité, amertume et viscosité.

A/ ANALYSE SENSORIELLE :

Couleur citron :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

1 → très faiblement intense

2 → faiblement intense

3 → intense

4 → fortement intense

5 → très fortement intense

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à la couleur citron :

A B C D E F

Fraicheur :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

1 → pas du tout frais

2 → faiblement frais

3 → frais

4 → fortement frais

5 → très fortement frais

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à la fraîcheur:

A B C D E F

Arôme citron :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

- 1 → absence d'arôme citron
- 2 → faiblement aromatisé citron
- 3 → Aromatisé citron
- 4 → fortement aromatisé citron
- 5 → très fortement aromatisé citron

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à l'arôme citron:

A B C D E F

Sucrosité :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

- 1 → pas de tout sucré
- 2 → faiblement sucré
- 3 → sucré
- 4 → fortement sucré
- 5 → très fortement sucré

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à la sucrosité:

A B C D E F

Acidité :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

- 1 → absence d'acidité
- 2 → faiblement acide
- 3 → acide
- 4 → fortement acide
- 5 → très fortement acide

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à l'acidité:

A B C D E F

Amertume :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

- 1 → pas du tout amer
- 2 → faiblement amer
- 3 → amer
- 4 → fortement amer
- 5 → très fortement amer

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à l'amertume :

A B C D E F

Viscosité :

a/Attribuez une note sur une échelle de 1 à 5 pour chaque échantillon :

- 1 → absence de viscosité (liquide)
- 2 → faiblement visqueux
- 3 → visqueux
- 4 → fortement visqueux
- 5 → très fortement visqueux

A B C D E F

b/attribuez une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence par rapport à la viscosité:

A B C D E F

B/Analyse hédonique :**a/préférence générale :**

Donnez une note de préférence générale de 1 à 9 pour chaque échantillon :

A B C D E F

b/paramètres ayant motivé la préférence générale :

Quels sont les caractères organoleptiques qui ont motivé votre préférence. Exprimez votre avis en mettant une croix sur le ou les descripteurs choisis :

Echantillons						
Descripteurs	A	B	C	D	E	F
Couleur						
Fraicheur						
Arôme						
Sucrosité						
Acidité						
amertume						
viscosité						

NB : Veuillez rincer votre bouche à chaque dégustation d'un échantillon.

« **Merci pour votre participation** »

EVALUATION HÉDONIQUE

Date :

Age :

Sexe : Masculin Féminin

- Six échantillons de boissons à base de citron codés A, B, C, D, E, F vous sont présentés, il vous est demandé de les goûter successivement et de choisir lequel vous préférez selon les descripteurs suivants :

(Cochez la ou les cases correspondantes)

Echantillons						
Descripteurs	A	B	C	D	E	F
Couleur						
Fraicheur						
Arôme						
Sucrosité						
Acidité						
Amertume						
Viscosité						

- Donnez une note de préférence générale de 1 à 9 pour chaque échantillon par rapport à l'ensemble des caractères organoleptiques :

A B C D E F

- Etes-vous des consommateurs amateurs de citron ?

Oui non

NB : Veuillez rincer votre bouche à chaque dégustation d'un échantillon.



Figure 1 : La stalle d'évaluation contenant : les six échantillons, le questionnaire, un verre d'eau, papier mouchoir, stylo et un crachoir.



Figure 2 : les jurys en épreuve.

1. Analyse sensorielle :

Tableau N°I : résultats des notes pour l'analyse sensorielle :

obs	juge	session	produit	couleur	fraicheur	arome	sucrosité	acidité	amertume	viscosité	préf géné
1	1	1	A	2	2	2	3	2	2	1	8
2	1	1	B	3	1	3	2	4	2	2	5
3	1	1	C	3	1	3	2	3	3	2	5
4	1	1	D	3	1	3	2	2	4	2	5
5	1	1	E	3	1	3	2	2	4	2	5
6	1	1	F	2	2	2	1	2	3	1	7
7	2	1	A	2	2	3	3	4	2	1	6
8	2	1	B	2	2	3	4	4	1	2	5
9	2	1	C	2	2	3	2	3	3	2	6
10	2	1	D	2	1	3	3	2	2	3	4
11	2	1	E	2	1	4	3	3	2	1	4
12	2	1	F	2	1	4	2	2	1	1	3
13	3	1	A	1	5	4	4	3	5	5	9
14	3	1	B	1	4	5	5	5	2	4	7
15	3	1	C	3	2	2	1	4	4	3	6
16	3	1	D	5	4	2	2	2	2	2	5
17	3	1	E	4	1	1	3	3	1	3	7
18	3	1	F	3	3	1	3	3	5	1	8
19	4	1	A	4	3	3	5	2	2	2	5
20	4	1	B	1	4	2	2	4	2	2	3
21	4	1	C	1	4	1	5	3	4	2	7
22	4	1	D	2	3	2	4	3	3	5	5
23	4	1	E	3	3	1	5	2	4	2	9
24	4	1	F	5	4	2	4	1	4	2	3
25	5	1	A	2	2	1	3	3	4	2	5
26	5	1	B	2	2	2	3	3	3	2	5
27	5	1	C	2	3	2	3	4	3	2	5
28	5	1	D	2	4	3	3	3	4	2	6
29	5	1	E	2	5	3	3	3	4	2	7
30	5	1	F	2	3	1	4	3	3	2	5
31	6	1	A	2	5	2	2	2	3	1	8
32	6	1	B	1	3	2	1	2	4	1	5
33	6	1	C	3	2	4	2	2	2	1	7
34	6	1	D	2	2	3	3	2	2	1	9
35	6	1	E	3	1	2	2	3	4	1	7
36	6	1	F	5	1	4	4	3	3	1	5

37	7	1	A	2	3	3	2	3	2	1	6
38	7	1	B	3	4	3	2	3	2	2	7
39	7	1	C	2	3	2	2	3	2	1	5
40	7	1	D	3	4	3	2	3	2	2	7
41	7	1	E	2	3	3	2	4	2	1	5
42	7	1	F	3	4	4	3	2	2	2	8
43	8	1	A	3	1	2	3	3	3	1	5
44	8	1	B	3	5	5	2	4	4	1	7
45	8	1	C	4	4	4	1	3	3	1	5
46	8	1	D	1	1	4	1	3	3	1	5
47	8	1	E	2	2	4	1	3	2	1	5
48	8	1	F	5	3	4	1	4	2	1	5
49	9	1	A	1	2	2	2	2	2	1	8
50	9	1	B	2	3	4	1	4	4	1	3
51	9	1	C	3	2	3	2	4	4	1	5
52	9	1	D	5	2	2	3	2	2	1	5
53	9	1	E	4	2	3	1	5	5	1	2
54	9	1	F	4	2	3	2	2	2	1	7
55	10	1	A	3	2	2	3	4	1	1	5
56	10	1	B	2	2	3	2	2	2	1	4
56	10	1	C	1	5	4	3	2	2	1	8
58	10	1	D	1	4	5	4	1	2	1	7
59	10	1	E	4	2	3	3	1	3	1	6
60	10	1	F	5	4	3	3	4	3	1	6
61	11	1	A	4	2	5	1	2	3	1	5
62	11	1	B	1	5	2	5	1	1	3	7
63	11	1	C	4	1	4	3	4	2	2	8
64	11	1	D	5	4	5	4	5	5	4	6
65	11	1	E	2	3	3	2	3	4	5	6
66	11	1	F	3	5	1	5	5	5	5	5
67	12	1	A	3	3	3	3	2	2	2	6
68	12	1	B	2	4	4	4	3	3	2	9
69	12	1	C	2	3	3	2	4	3	2	6
70	12	1	D	3	2	3	3	4	2	1	6
71	12	1	E	3	2	5	2	3	4	2	5
72	12	1	F	3	3	2	3	5	2	1	7
73	13	1	A	3	3	4	4	3	1	4	9
74	13	1	B	2	3	3	5	2	1	2	6
75	13	1	C	3	4	4	5	4	2	3	8
76	13	1	D	3	3	2	5	2	1	3	8
77	13	1	E	3	4	3	4	2	2	4	7
78	13	1	F	2	3	2	4	2	1	2	8
79	14	1	A	1	2	4	2	3	5	1	9
80	14	1	B	2	4	5	3	4	3	1	3
81	14	1	C	2	2	5	2	3	2	1	5

82	14	1	D	5	3	3	1	2	1	1	3
83	14	1	E	4	4	3	1	3	3	1	3
84	14	1	F	3	5	3	1	5	1	1	7
85	15	1	A	2	2	3	4	2	2	2	7
86	15	1	B	2	2	3	5	3	1	3	3
87	15	1	C	2	5	3	4	2	3	3	3
88	15	1	D	1	5	4	2	2	3	3	8
89	15	1	E	1	2	2	2	3	2	2	5
90	15	1	F	2	3	2	4	3	2	2	7
91	16	1	A	2	3	3	4	3	4	1	4
92	16	1	B	2	3	4	5	3	4	1	5
93	16	1	C	2	3	3	5	3	4	1	5
94	16	1	D	1	4	4	5	3	3	1	6
95	16	1	E	1	4	3	4	2	3	1	7
96	16	1	F	1	4	2	4	3	3	1	8

2. Evaluation hédonique :

Tableau N°II : résultats des notes de préférences pour l'ensemble des consommateurs :

consommateur	A	B	C	D	E	F
1	4	8	7	9	5	6
2	5	7	8	4	5	9
3	5	9	7	5	8	6
4	5	9	4	5	6	7
5	5	8	5	6	9	7
6	6	9	4	7	6	4
7	8	7	5	6	6	9
8	7	9	4	6	7	8
9	5	8	6	5	9	7
10	7	9	4	5	6	8
11	7	8	5	5	6	9
12	7	9	6	6	7	8
13	7	8	5	6	9	8
14	6	9	4	5	7	8
15	6	9	5	6	7	8
16	6	9	4	5	8	7
17	6	8	5	5	7	9
18	7	9	5	6	7	8
19	6	8	4	6	7	9
20	7	9	4	5	6	8
21	7	9	6	5	8	7
22	6	8	5	4	7	9
23	6	5	3	7	5	8
24	7	2	4	5	7	8
25	5	6	6	7	9	8

26	1	9	6	7	9	1
27	3	8	4	5	6	5
28	2	4	4	6	9	7
29	3	9	6	8	5	4
30	2	8	5	9	4	5
31	4	8	9	7	5	6
32	7	9	8	4	5	6
33	8	7	8	7	5	9
34	4	9	6	5	4	3
35	4	5	7	6	8	9
36	6	9	5	4	7	6
37	7	1	2	2	3	9
38	7	9	3	4	5	8
39	5	7	4	4	9	8
40	6	9	5	5	8	7
41	8	9	5	4	7	6
42	8	7	5	9	6	6
43	6	9	4	5	7	8
44	9	8	5	6	7	8
45	7	9	6	5	7	8
46	7	8	5	4	6	9
47	8	9	6	5	7	8
48	7	9	7	6	4	8
49	7	8	5	6	7	9
50	7	9	8	4	5	8
51	7	9	5	6	6	8
52	4	7	5	6	9	8
53	3	6	8	7	7,5	5
54	5	7	5	8	6	7
55	3	9	7	6	4	8
56	1	3	5	2	9	4
57	1	9	6	5	8	6
58	2	5	3	6	9	7
59	3	2	4	5	9	8
60	4	6	3	2	7	9
61	1	3	5	6	9	7
62	1	3	5	8	7	9
63	7	3	4	2	5	8
64	3	6	5	9	7	8
65	4	7	6	7	9	5
66	3	7,5	5	9	7	6
67	1	9	6	7	8	6,5
68	2	9	5	6	8	7
69	1	7	3	5	9	6
70	5	6	5	4	9	7
71	3	4	5	9	7	8
72	5	8	4	9	5	7
73	5	7	4	5	9	8
74	7	4	5	7	8	6

75	7	6	1	5	7	8
76	7	8	9	5	6	5
77	7	7	4	5	9	6
78	7	8	3	4	4	5
79	9	4	2	6	3	1
80	4	9	3	5	6	8
81	3	8	4	5	9	8
82	1	2	6	7	9	8
83	2	5	6	9	7	7
84	5	9	4	3	4	6
85	1	8	5	6	9	7
86	2	6	4	7	9	6
87	5	7	6	8	9	4
88	2	7	4	9	7	6
89	4	6	5	9	6	6
90	3	8	4	9	6	5
91	1	6	4	7	8	9
92	1	8	6	6	9	7
93	2	6	5	4	9	6
94	3	5	5	9	7	7,5
95	4	7	6	9	8	5
96	2	9	6	8	6	7,5
97	1	9	5	5	7	7
98	3	8	4	6	9	7
99	2	6	5	9	7	6,5
100	2	7	5	9	8	6
101	1	6	7	9	8,5	8
102	2	6	8	9	7	5
103	2	5	7	8	9	6
104	2	4	6	9	7	7
105	3	7	6	9	8	6
106	3	6	5	9	7	8
107	4	6	6	9	7	8
108	2	5	7	9	6	7
109	4	3	5	3	3	4
110	7	9	5	7	6	8
111	7	5	4	6	3	1
112	9	7	7	6	5	6
113	1	8	3	2	9	3
114	2	4	6	9	5	6
115	4	3	3	7	3	5
116	2	3	3	8	5	6
117	3	8	2	8	5	6
118	3	5	8	4	7	5
119	5	7	6	5	4	4
120	1	1	5	8	4	6
121	5	4	3	1	6	8
122	2	3	7	7	5	9
123	6	8	5	4	3	2

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

Tableau N°III : résultats des notes de préférence pour la catégorie de 3 à 11 ans

consommateurs	produit	préférences femme	préférences homme
1	A	2	3
1	B	4	8
1	C	4	4
1	D	6	5
1	E	9	6
1	F	7	5
2	A	5	1
2	B	7	9
2	C	5	6
2	D	8	7
2	E	6	9
2	F	7	1
3	A	3	5
3	B	6	6
3	C	8	6
3	D	7	7
3	E	7,5	9
3	F	5	8
4	A	4	7
4	B	7	2
4	C	5	4
4	D	6	5
4	E	9	7
4	F	8	8
5	A	7	6
5	B	9	5
5	C	5	3
5	D	6	7
5	E	6	5
5	F	8	8
6	A	7	6
6	B	9	8
6	C	8	5
6	D	4	4
6	E	5	7
6	F	8	9
7	A	7	7
7	B	8	9
7	C	5	6

7	D	6	5
7	E	7	8
7	F	9	7
8	A	7	7
8	B	9	9
8	C	7	4
8	D	6	5
8	E	4	6
8	F	8	8
9	A	8	6
9	B	9	8
9	C	6	4
9	D	5	6
9	E	7	7
9	F	8	9
10	A	7	7
10	B	8	9
10	C	5	5
10	D	4	6
10	E	6	7
10	F	9	8
11	A	7	6
11	B	9	8
11	C	6	5
11	D	5	5
11	E	7	7
11	F	8	9
12	A	9	6
12	B	8	9
12	C	5	4
12	D	6	5
12	E	7	8
12	F	8	7
13	A	6	6
13	B	9	9
13	C	4	5
13	D	5	6
13	E	7	7
13	F	8	8
14	A	8	6
14	B	7	9
14	C	5	4
14	D	9	5
14	E	6	7
14	F	6	8
15	A	8	7
15	B	9	8

15	C	5	5
15	D	4	6
15	E	7	9
15	F	6	8
16	A	6	7
16	B	9	9
16	C	5	6
16	D	5	6
16	E	8	7
16	F	7	8
17	A	5	7
17	B	7	8
17	C	4	5
17	D	4	5
17	E	9	6
17	F	8	9
18	A	7	7
18	B	9	9
18	C	3	4
18	D	4	5
18	E	5	6
18	F	8	8
19	A	7	5
19	B	1	8
19	C	2	6
19	D	2	5
19	E	3	9
19	F	9	7
20	A	6	7
20	B	9	9
20	C	5	4
20	D	4	6
20	E	7	7
20	F	6	8
21	A	4	8
21	B	5	7
21	C	7	5
21	D	6	6
21	E	8	6
22	F	9	9
22	A	4	6
22	B	9	9
22	C	6	4
22	D	5	7
22	E	4	6
22	F	3	4
23	A	8	5

23	B	7	8
23	C	8	5
23	D	7	6
23	E	5	9
23	F	9	7
24	A	7	5
24	B	9	9
24	C	8	4
24	D	4	5
24	E	5	6
24	F	6	7
25	A	4	5
25	B	8	9
25	C	9	7
25	D	7	5
25	E	5	8
25	F	6	6
26	A	2	5
26	B	8	7
26	C	5	8
26	D	9	4
26	E	4	5
26	F	5	9
27	A	3	4
27	B	9	8
27	C	6	7
27	D	8	9
27	E	5	5
27	F	4	6

Tableau N°IV : résultats des notes de préférence pour la catégorie de 12 à 19 ans

consommateurs	produits	préférences femme	préférences homme
1	A	1	3
1	B	2	9
1	C	6	7
1	D	7	6
1	E	9	4
1	F	8	8
2	A	2	1
2	B	5	3
2	C	7	5
2	D	9	2
2	E	6	9
2	F	7	4
3	A	4	1

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

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

18	F	7	7
19	A	1	3
19	B	6	4
19	C	4	5
19	D	7	9
19	E	8	7
19	F	9	8
20	A	3	5
20	B	8	6
20	C	4	5
20	D	9	4
20	E	6	9
20	F	5	7
21	A	4	1
21	B	6	7
21	C	5	3
21	D	9	5
21	E	6	9
22	F	6	6
22	A	2	2
22	B	7	9
22	C	4	5
22	D	9	6
22	E	7	8
22	F	6	7
23	A	5	1
23	B	7	9
23	C	6	6
23	D	8	7
23	E	9	8
23	F	4	6,5
24	A	2	3
24	B	6	7,5
24	C	4	5
24	D	7	9
24	E	9	7
24	F	6	6
25	A	1	4
25	B	8	7
25	C	5	6
25	D	6	7
25	E	9	9
25	F	7	5
26	A	5	3
26	B	9	6
26	C	4	5
26	D	3	9

26	E	4	7
26	F	6	8
27	A	2	7
27	B	5	3
27	C	6	4
27	D	9	2
27	E	7	5
27	F	7	8

Tableau N°V : résultats des notes de préférence pour la catégorie plus de 20 ans

consommateurs	produits	préférences femme	préférences homme
1	A	4	3
1	B	3	5
1	C	5	5
1	D	3	6
1	E	3	4
1	F	4	7
2	A	5	2
2	B	6	9
2	C	8	8
2	D	7	5
2	E	4	2
2	F	7	4
3	A	5	3
3	B	3	6
3	C	3	7
3	D	7	7
3	E	7	6
3	F	9	9
4	A	3	5
4	B	1	5
4	C	5	5
4	D	4	5
4	E	3	6
4	F	9	6,5
5	A	2	5
5	B	2	7
5	C	8	4
5	D	5	6
5	E	5	3
5	F	7	5
6	A	2	3
6	B	2	2
6	C	7	3
6	D	8	4
6	E	6	2

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

14	E	3	5
14	F	2	3
15	A	2	4
15	B	3	3
15	C	7	5
15	D	7	2
15	E	5	1
15	F	9	6
16	A	5	1
16	B	4	7
16	C	3	3
16	D	1	2
16	E	6	5
16	F	8	2
17	A	1	6
17	B	1	2
17	C	5	4
17	D	8	1
17	E	4	9
17	F	6	5
18	A	5	1
18	B	7	5
18	C	6	5
18	D	5	7
18	E	4	6
18	F	4	6
19	A	3	4
19	B	5	8
19	C	8	6
19	D	4	3
19	E	7	1
19	F	5	2
20	A	3	1,5
20	B	8	4
20	C	2	4
20	D	8	6
20	E	5	7
20	F	6	4
21	A	2	3
21	B	3	7
21	C	3	5
21	D	8	4
21	E	5	6
21	F	6	8
22	A	4	7
22	B	3	6
22	C	3	4

22	D	7	3
22	E	3	5
22	F	5	8
23	A	2	1
23	B	4	3
23	C	6	2
23	D	9	5
23	E	5	4
23	F	6	6
24	A	1	2
24	B	8	6
24	C	3	1
24	D	2	3
24	E	9	4
24	F	3	5
25	A	9	7
25	B	7	8
25	C	7	6
25	D	6	6
25	E	5	9
25	F	6	7
26	A	7	6
26	B	5	9
26	C	4	6
26	D	6	7
26	E	3	8
26	F	1	7
27	A	7	6
27	B	9	7
27	C	5	6
27	D	7	7
27	E	6	8
27	F	8	9

1. 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.

1.1. Description :

La planification expérimentale est une étape fondamentale pour quiconque veut s'assurer que les données collectées seront exploitables dans les meilleures conditions statistiques possibles. Rien ne sert de faire évaluer des produits par un panel de juges si l'on ne peut ensuite comparer les produits dans des conditions statistiques satisfaisantes. Il n'est par ailleurs pas nécessaire de faire évaluer tous les produits par tous les juges pour pouvoir comparer les produits entre eux.

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.

La génération du plan va donc essayer de concilier la triple exigence suivante :

- Les produits doivent être vus par autant de juges que possible et avec une fréquence globale pour les différents produits aussi homogène que possible,
- Chaque produit doit être vu dans les différentes positions au cours de chaque session, avec une fréquence globale pour chaque couple (position, produit) aussi homogène que possible
- Les différents couples ordonnés de produits doivent être présents dans le plan d'expériences avec une fréquence aussi homogène que possible.

On définit la A-efficacité comme la moyenne harmonique des, au plus $p-1$, valeurs propres non nulles de la matrice A^* , et la D-efficacité comme la moyenne géométrique des mêmes valeurs propres. Les deux critères sont égaux dans le cas idéal où toutes les valeurs propres sont égales.

XLSTAT utilise deux indices afin de vérifier la qualité de ces deux matrices :

- le MDR (mean deviation of R) : c'est-à-dire la déviation par rapport à la moyenne des éléments de la matrice des fréquences des positions
- le MDS (mean deviation of S) : c'est-à-dire la déviation par rapport à la moyenne des éléments de la matrice du carry-over.

1.2. Résultats :

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.

Si des sessions ont été demandées, une première série de résultats est affichée avec les tableaux prenant en compte l'ensemble des sessions. Les résultats correspondant à chaque session sont ensuite affichés.

Le premier tableau présenté est le tableau Juges x Produits indiquant si un juge a évalué (valeur 1) ou non (valeur 0) un produit.

Le tableau des cooccurrences indique combien de fois deux produits ont été évalués par un même juge.

Le tableau MDS/MDR donne des indices qui permettent de juger de la qualité des rangs obtenus. Dans ce tableau apparaît les valeurs optimales lorsqu'elles peuvent être calculées et les valeurs obtenues sur le plan.

Le tableau Juges x Rangs indique, pour chaque juge, quel produit est évalué à chaque étape de l'expérience.

Le tableau des fréquences de colonne indique combien de fois chaque produit a été vu à chaque étape de l'expérience.

Le tableau des carry-over indique combien de fois chaque produit a été évalué juste après un autre.

2. Analyse des pénalités :

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.

2.1. Description

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.

Les données utilisées sont de deux types :

- Des données de préférence correspondant à des indices de satisfaction globaux sur un produit (par exemple, une note d'appréciation globale de 1 à 10 pour un chocolat), ou sur une caractéristique d'un produit (le confort d'une voiture noté de 1 à 10).
- Des données sur une échelle JAR (Just About Right) sur 5, 7 ou 9 niveaux. Dans le cas de 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 ».

La méthode consiste à identifier, en utilisant des ANOVA pour chacune des caractéristiques étudiées sur l'échelle JAR, si à une différence de notation JAR est associée une différence significative au niveau des données globales de préférence. Par exemple, le fait qu'un chocolat soit trop amer, est-il responsable d'un abaissement significatif de la note globale donnée à un chocolat ou non ?

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, avec la moyenne des données pour les autres catégories.

L'analyse de pénalités se subdivise en trois phases :

1. On regroupe les données 1 et 2 d'une part et 4 et 5 d'autre part (dans le cas de l'échelle 1 à 5), ce qui permet d'obtenir une échelle sur trois niveaux, « Pas assez », « JAR » et « Trop ».
2. On calcule puis on compare les moyennes des trois groupes pour les données de préférence pour identifier d'éventuelles différences significatives.
3. On calcule la pénalité puis on teste si elle est significativement différente de 0.

2.2. Résultats :

Après l'affichage des statistiques simples pour l'ensemble des données sélectionnées (préférence et JAR), et de la matrice des corrélations correspondante, XLSTAT affiche un tableau présentant pour chacune des variables JAR les effectifs pour les 5 niveaux (pour le cas de l'échelle 1 à 5). Le diagramme en « barres empilées » correspondant est ensuite affiché.

Le tableau des données agrégées sur trois niveaux est ensuite affiché suivi du tableau des effectifs agrégés sur 3 niveaux. Le diagramme en « barres empilées » correspondant est ensuite affiché.

Le tableau des pénalités fournit ensuite les statistiques pour les 3 niveaux, y compris les moyennes, les impacts sur la moyenne, les pénalités, et les résultats des tests de comparaison.

Enfin 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 (voir l'onglet Options de la boîte de dialogue).

Le dernier graphique (effets sur la moyenne vs %) permet de visualiser les effets sur les moyennes (pas assez, ou trop) en fonction du % de testeurs correspondant. Le % de population seuil choisi pour considérer qu'un résultat est significatif est affiché sur la forme d'une ligne pointillée.

3. Caractérisation des 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.

3.1. Description :

Cet outil, développé suivant les recommandations de Jérôme Pagès et Sébastien Lê du Laboratoire de Mathématiques Appliquées de l'Agrocampus de Rennes, a pour but de permettre aux utilisateurs de XLSTAT de disposer d'un moyen rapide et rigoureux pour identifier quels sont les descripteurs discriminants d'une série de produits évalués lors d'une étude sensorielle et quelles sont les caractéristiques importantes des différents produits.

3.2. Résultats :

Statistiques descriptives : les tableaux de statistiques descriptives présentent pour toutes les variables sélectionnées des statistiques simples. Pour les descripteurs (qui sont des variables quantitatives), sont affichés le nombre d'observations, le nombre de données manquantes, le nombre de données non manquantes, la moyenne, et l'écart-type (non biaisé). Pour les variables qualitatives sont affichés le nom des différentes modalités ainsi que leur fréquence respective.

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. Les valeurs du V-test ainsi que la p-value sont aussi affichées. Un graphique des p-values obtenues est affiché ensuite.

Coefficients du modèle : dans ce tableau sont affichés, pour chaque descripteur et pour chaque produit, les coefficients du modèle sélectionné. Pour chaque combinaison descripteur-produit, le coefficient, la moyenne estimée, la p-value ainsi qu'un intervalle de confiance sur le coefficient sont affichés. Pour chaque produit, un graphique des coefficients associés aux différents descripteurs est affiché.

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.

4. Graphiques sémantiques différentiels :

Utilisez cette méthode pour visualiser les notes attribuées par des juges à des objets pour différents critères.

4.1. Description :

Le psychologue Charles E. Osgood a développé à la fin des années 1950 une méthode de visualisation dénommée Semantic differential dans le but de représenter graphiquement les

différentes connotations associées à un mot par différents individus. Osgood a demandé aux participants de ses études de noter un mot sur une série d'échelles allant d'un extrême à l'autre (par exemple favorable/défavorable). De la distance observée entre les différents profils observés pour des individus ou des groupes d'individus, Osgood a déduit la distance psychologique et éventuellement comportementale entre les individus ou les groupes.

4.2. Résultats :

Le résultat affiché est le graphique sémantique différentiel. Comme il s'agit d'un graphique Excel, vous pouvez ensuite modifier à votre guise les différents éléments

5. 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.

5.1. Description

Procruste (ou Procuste), qui en grec ancien signifie « celui qui allonge en tirant », est un personnage de la mythologie grec. Le nom du bandit Procruste est associé au lit de torture dont il se servait pour supplicier les voyageurs auxquels il proposait le gîte. Procruste installait sa future victime sur un lit à dimensions variables : court pour les grands et long pour les petits. Selon le cas, il tranchait d'un coup d'épée ce qui dépassait du lit ou allongeait le corps du voyageur jusqu'à amener la longueur du malheureux à celle du lit, en utilisant un mécanisme qu'Héphaïstos lui avait fabriqué. Thésée anticipa le piège et se mit dans le lit en biais. Lorsque Procuste vint ajuster le corps de Thésée, il ne comprit pas immédiatement la situation et resta perplexe le temps pour Thésée de sectionner, d'un coup d'épée, le brigand en deux parties égales.

L'analyse procrustéenne généralisée (Generalised Procrustes Analysis ou GPA en anglais) est une méthode mathématique qui permet de réaliser des transformations sur des tableaux multidimensionnels de manière à réduire la distance euclidienne entre ces tableaux.

L'analyse procrustéenne généralisée est souvent utilisée en analyse sensorielle en préalable à une cartographie des préférences (Preference mapping) par exemple pour réduire les effets d'échelles et pour aboutir à une configuration consensuelle. Elle peut aussi permettre d'analyser la proximité de certains termes utilisés par différents experts.

5.2. Résultats

Tableau de PANOVA : inspiré du format du tableau d'analyse de la variable du modèle linéaire, ce tableau permet d'évaluer l'apport respectif des différentes transformations. Dans ce tableau sont présentées la variance résiduelle finale, la variation de variance due à la mise à l'échelle des configurations à la rotation et à la translation. Le calcul de la statistique F de Fisher permet de comparer les contributions relatives des différentes transformations. Les probabilités correspondantes permettent d'évaluer si les transformations ont un effet significatif ou non en terme de réduction de la variance.

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.

Facteurs de mise à l'échelle pour chaque configuration : ce tableau et le diagramme correspondant permettent de comparer les facteurs de mise à l'échelle pour les différentes configurations. Il est utilisé en analyse sensorielle pour comprendre comment les juges ou experts utilisent différemment les échelles de notation.

Matrices de rotation : les matrices de rotation appliquées à chaque configuration sont affichées si l'utilisateur l'a demandé.

Résultats du test de consensus : dans ce tableau sont affichés, le nombre de permutations effectuées, la valeur R_c qui correspond à la proportion de variance totale expliquée par le consensus, et le quantile correspondant à R_c étant donnée la distribution de R_c obtenue suite aux permutations. Pour évaluer si la GPA est efficace, on se fixe un intervalle de confiance (typiquement 95%), et si le quantile est au-delà de l'intervalle de confiance, on conclut que la GPA a significativement réduit la variance.

Résultats du test de dimensions : dans ce tableau sont affichés, pour chaque facteur retenu à l'issue de l'ACP, le nombre de permutations effectuées, le F calculé suite à la GPA (F est ici le rapport de la variance entre les objets sur la variance entre les configurations), le quantile correspondant au F étant donnée la distribution de F obtenue suite aux permutations. Pour évaluer si un facteur contribue significativement à la qualité de la GPA, on se fixe un intervalle de confiance (typiquement 95%), et si le quantile est au-delà de l'intervalle de confiance, on conclut que le facteur contribue significativement. A titre indicatif sont aussi affichées les valeurs critiques et les p-values de la distribution F de Fisher pour le niveau alpha choisi. Il se peut que les conclusions issues de la distribution F de Fisher soit très différentes de ce qu'indique le test de permutation : l'utilisation de la distribution F de Fisher suppose la normalité des données, ce qui n'est pas nécessairement le cas.

Résultats pour la configuration consensus :

Coordonnées des objets avant l'ACP : ce tableau correspond aux coordonnées moyennes des objets, après les transformations de la GPA, et avant l'ACP.

Valeurs propres : si une ACP a été demandée, le tableau des valeurs propres et le diagramme en bâtons correspondant sont affichés. De ces valeurs propres est déduit le pourcentage de variabilité totale correspondant à chaque axe.

Corrélations des variables avec les facteurs : ces résultats correspondent aux corrélations entre les variables de la configuration consensus avant les transformations, avec les facteurs obtenus après les transformations (GPA et ACP si cette dernière a été demandée).

6. 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.

6.1 Description

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. Le niveau de préférence est représenté sur la carte de préférence sous formes de vecteurs, de points idéaux ou anti-idéaux, ou de courbes d'isopréférence en fonction du type de modèle choisi.

6.2. Modèle de préférence :

Pour modéliser les préférences des juges en fonction des critères objectifs ou de combinaison de critères objectifs (si une ACP a permis de générer l'espace à 2 ou 3 dimensions) quatre modèles ont été proposés dans le cadre du PREFMAP. Pour un juge donné, si on désigne par y_i sa préférence pour le produit i , et par X_1, X_2, \dots, X_p les p critères ou combinaisons de critères (en général $p=2$) décrivant le produit i , les modèles sont :

Le modèle vectoriel permet de représenter les individus sur la carte sensorielle sous forme de vecteurs. La taille des vecteurs est fonction du R^2 du modèle : plus le vecteur est long, meilleur est le modèle correspondant. La préférence du juge sera d'autant plus forte que l'on sera loin dans la direction indiquée par le vecteur. L'interprétation de la préférence peut se faire en projetant sur les vecteurs les différents produits (préférence produit). L'inconvénient du modèle vectoriel est qu'il néglige le fait que pour certains critères (le salé ou la température par exemple), on peut avoir une croissance de la préférence jusqu'à un optimum puis une décroissance.

Le modèle circulaire permet de prendre en compte cette notion d'optimum. Si la surface correspondant au modèle a un maximum en terme de préférence (cela se produit si le coefficient b estimé est négatif), on parle de point idéal (venant de l'anglais ideal point à comprendre comme « point correspondant à l'idéal »). Si la surface a au contraire un minimum (cela se produit si le coefficient b estimé est positif), on parle de point anti-idéal (venant de l'anglais anti-ideal point à comprendre comme « point correspondant à l'opposé de l'idéal »). Avec le modèle circulaire, on peut tracer des lignes circulaires d'isopréférence autour du point idéal ou anti-idéal.

Le modèle elliptique est proche du modèle circulaire. Plus souple, il permet de mieux tenir compte d'effets d'échelle. L'inconvénient de ce modèle est que l'optimum du modèle n'existe

pas toujours : comme avec le modèle circulaire, on peut obtenir un point idéal, ou un point anti-idéal, mais il arrive aussi que l'on obtienne un point selle (de la forme de la surface, rappelant une selle de cheval) si tous les coefficients b_j ne sont pas du même signe. Le point selle n'est pas facilement interprétable. Il correspond uniquement à une zone où la préférence est moins sensible aux variations.

Enfin, le modèle quadratique permet de modéliser des structures de préférence plus complexes, en tenant notamment compte d'interactions. Comme avec le modèle elliptique, on peut obtenir un point idéal, un point anti-idéal, ou un point selle si tous les coefficients b_j ne sont pas du même signe.

6.3. Carte des préférences :

La carte des préférences est une vision synthétique de trois types d'éléments :

Les juges (ou groupes de juges si une classification des juges a d'abord été effectuée) représentés au travers du modèle correspondant par un vecteur, un point idéal (noté +), un point anti-idéal (noté -), ou un point selle (noté o) ;

Les objets dont la position sur la carte est déterminée par leurs coordonnées ;

Les descripteurs, qui correspondent aux axes de représentation, ou leur sont liés (lorsqu'une ACP précède le PREFMAP, on étudiera le biplot issu de l'ACP pour interpréter la position des objets en fonction des critères objectifs).

Le PREFMAP, avec l'interprétation qu'en permet la 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.

6.4. Score de préférence :

Le score de préférence de chaque objet pour un juge donné, dont la valeur est comprise entre 0 (minimum) et 1 (maximum), est calculé à partir de la prédiction du modèle correspondant au juge. Le score est d'autant plus élevé que le produit est préféré. Des scores de préférence des différents produits, on déduit un ordre de préférence des objets, pour chacun des juges.

6.5. Contour plot :

Le contour plot (courbes de niveau) permet de visualiser, sur un graphique dont les axes sont les mêmes que ceux de la carte des préférences, les régions correspondant à différents niveaux de consensus de préférence. En chaque point du graphique, on calcule le pourcentage de juges pour lesquels la préférence calculée à partir du modèle est supérieure à leur préférence moyenne. Dans les régions correspondant aux couleurs froides (bleus), une faible proportion de modèles donne de préférences élevées. Au contraire, dans les régions correspondant aux couleurs chaudes (rouge), une forte proportion de modèles donne des préférences élevées.

6.6. Résultats :

Statistiques simples : dans ce tableau sont affichés pour tous les juges et toutes les dimensions de la configuration X (avant transformation si une transformation a été demandée), le nombre de données non manquantes, la moyenne, et l'écart-type (non biaisé).

Matrice de corrélation : ce tableau est affiché afin de vous permettre d'avoir un aperçu des corrélations entre les différentes variables sélectionnées.

Sélection du modèle : ce tableau permet de visualiser quel modèle a été utilisé pour chacun des juges. Si le modèle n'est pas un modèle vectoriel, le type de point solution est affiché (idéal, anti-idéal, selle) avec ses coordonnées.

Analyse de la variance : dans ce tableau sont affichées les statistiques permettant d'évaluer la qualité de l'ajustement du modèle (R^2 , F, et $Pr>F$). Lorsque la p-value ($Pr>F$) est inférieure au niveau de signification choisi, elle est affichée en gras. Si l'option F-ratio a été choisie dans l'onglet « Options », les résultats du test du F-ratio sont affichés (valeur du F et p-value associée).

Coefficients du modèle : dans ce tableau sont affichés, pour chaque juge, les différents coefficients du modèle retenu.

Prédictions du modèle : ce tableau correspond aux préférences estimées par le modèle pour chaque juge et chaque produit. Remarque : si les préférences ont été centrées-réduites, ces résultats correspondent aussi à des préférences centrées-réduites.

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

Rangs des scores de préférence : dans ce tableau sont affichés les rangs des scores de préférence. Plus le rang est élevé, plus la préférence est élevée.

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.

Pourcentage de juges satisfaits : dans ce tableau sont affichés pour chaque produit le pourcentage de juges étant au-dessus du seuil fixé.

La carte des préférences et le contour plot sont ensuite affichés. Sur la carte de préférence, les points idéaux sont figurés par (+), les points anti-idéaux par (-) et les points selle par (o).

Résumé

Cette étude vise la caractérisation sensorielle et hédonique d'une série de boissons au jus de citron différemment formulée produite par Tchén-lait /Candia de Bejaia.

une analyse sensorielle de six boissons au jus de citron différemment formulées à l'aide d'un jury experts que nous avons mis en place au niveau de l'université de Bejaia, a révélé que l'échantillon «F» constitué de 13% de concentré de jus de citron a été apprécié pour sa couleur.

Les résultats de l'analyse sensorielle et hédonique nous permettent de conclure que le produit «F» est le plus préféré, ainsi nous le recommandons pour une éventuelle commercialisation.

Mots clés : Analyse sensorielle, évaluation hédonique, Boisson à base de concentré de jus de citron, panel de dégustation, sujets naïfs, préférence, analyse statistique (XLstat-MX).

Abstract :

This study aims a sensory and hedonic characterization a series of drinking based Limon juice formulated differently produced by Tchén-milk/Candia of Béjaia.

Sensory analysis of six drinks lemon juice differently formulated using an expert panel that we put in place at the University of Bejaia, revealed that the sample "F" consists of 13% concentrated lemon juice has been valued for its color.

The results of the hedonic and sensory analysis, we conclude that the product "F" is the most preferred, and we recommend it for possible commercialization

Keywords: Sensory analysis, hedonic valuation, based drink concentrate, lemon juice, tasting panel, naive, preferably, statistical analysis (XLSTAT-MX).

ملخص-

هذه الدراسة تهدف الى تمييز الحسية و المتعة لسلسلة من مشروبات عصير الليمون مركز، التي صيغت بشكل مختلف و المنتجة من طرف كانديا بجاية

التحليل الحسى لست مشروبات عصير ليمون مركز المضيفة بشكل مختلف باستخدام هيئة من الخبراء التي قمنا بتشكيلها بجامعة بجاية ، كشف أن العينة "ف" هي الأكثر تقديرا من أجل لونها.

نتائج التحليل الحسى و المتعة سمحت لنا باستنتاج أن العينة "ف" هي المفضلة لدى أغلبية المستهلكين إذن نوصى بها من أجل تسويق جديد.

الكلمات الرئيسية تحليل حسى تقدير المتعة مشروبات عصير ليمون مركز مجموعة من المتذوقين شخص عادى غير خبير تفضيل تحليل إحصائى