

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE
ET DE BIOCHIMIE

N° :



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE
ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

OPTION : NUTRITION ET SCIENCES
DES ALIMENTS

**Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique**

Par: BELBECIR Ikram

DAHDOUH Maroua

Intitulé

Evaluation sensorielle d'une préparation à différents
arômes d'un yaourt ferme produit au niveau de HODNA-
LAIT, M'sila.

Soutenu devant le jury composé de:

Dr. BOUBEKEUR Hafsa	Université de M'sila	Président
Dr. HAMMOUI Yasmina	Université de M'sila	Rapporteur
Dr. MEDJEKAL Samir	Université de M'sila	Examineur
Mme. KHERMOUCHE Salima	HODNA-LAIT	Invité

Année universitaire : 2018 / 2019

Remerciements

*Tout d'abord, on remercie **ALLAH** le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer nos profonds remerciements et toute notre gratitude à notre promotrice **Mme. HAMMOUI Yasmin** d'avoir accepté de nous encadrer et de diriger ce travail. Nous vous remerciant pour votre soutien, votre grande disponibilité, votre patience, votre bonne humeur et vos critiques et précieux conseils qui nous ont été de grande utilité.*

*Notre profonde reconnaissance et nos chaleureux remerciements à **Mme. KHERMOUCHE SALIMA**, directrice de l'atelier de recherche et de développement au niveau de la LAITERIE HODNA-LAIT, M'sila d'avoir accepté de nous diriger au sein du laboratoire. Merci de nous avoir transmis votre savoir faire, de vos conseils et de votre temps, tout au long de notre stage.*

*On remercie **Mme OUSSACI** d'avoir accepté de nous accueillir au sein du laboratoire de recherche et de développement de «EURL AROMES ABERKANE».*

*Nos remerciements les plus sincères s'adressent à **Mme. BOUBEKEUR Hafsa** d'avoir accepté de présider le jury de notre mémoire.*

*Nos remerciements vont également à **Mr. MEDJEKAL Samir** pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant d'examiner ce mémoire et de l'enrichir par ses propositions. Veuillez trouver ici le témoignage de notre respect le plus profond.*

On remercie également tous nos professeurs qui nous ont transmis leur savoir faire tout au long de notre cursus universitaire à la faculté des sciences de M'sila.

On n'oublie pas de remercier nos collègues de la promotion Nutrition et Sciences des Aliments 2018-2019.

On profite de l'occasion pour remercier tous nos proches et amis, qui nous ont toujours encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire. Merci à toutes et à tous.

Dédicace

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, c'est tous simplement je dédie ce mémoire de fin d'étude :

À mes très chers parents, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour notre éducation et notre bien être. Merci pour les encouragements et le soutien dont vous avez fait preuve à notre égard en tout temps et en toute circonstance.

À mes chères frères Rami et Raoufet ma tendre sœur Hanane et toute ma famille.

À mes chères cousines adorées Lamis et Edhawya.

À ma chère binôme Maroua, celle qui a su m'encourager et d'être à mes côtés.

À tous mes ami(e)s et collègues de la promotion Nutrition et Sciences des Aliments 2018-2019.

À tous ceux qui ont su m'apporter l'aide et le soutien aux moments propices, qui par un mot m'on donné la force de continuer

Ikram

Dédicace

A l'aide de dieu "allah" tout puissant qui ma tracé le chemin de ma vie, et que m'a donné la santé, le courage et la patience durant les périodes difficiles.

Je dédie ce modeste travail :

Aux plus chères personnes dans ma vie ; mes parents :

*Mon père **Nacer**, qui était toujours à mes cotés avec ses précieux conseils et son soutien moral, qui m'a encouragé sans limite et qui m'a accompagné et aidé à accomplir ce travail
Ma chère mère **Naouia**, qui est la lumière de ma vie, je ne peux plus vivre sans sa tendresse et son affection et amour, elle m'a donne le courage et la force dans les moments difficiles.*

A mon grand-père Hamada

A ma grand-mère Fatma

A mes chères sœurs Salsabil, Chaima, Fatima, et Djinen.

A mon unique cher frère Said

A mon adorable belle binôme : Ikram qu'était toujours à côté de moi dans les rires comme dans les larmes.

A tous mes amis, pour leur amitié et tous les bons moments passés et à venir. Un très grand merci à : Asma, Saliha, Halima, Soumia, Fatima, Nadjet, Souad, Bouthina, Abir, Racha, Fatima, Aya.

A toute ma grande famille DAHDOUH et HELLAL

A toutes la promotion Master nutrition et sciences des aliments 2018-2019 sans exception.

Maroua

Liste des figures :

Figure 1 : Diagramme général de fabrication du yaourt.....	8
Figure 2 : Vue d'ensemble des différentes épreuves de la métrologie sensorielle en fonction de l'objectif.....	15
Figure 3 : Diagramme de la procédure de préparation d'un yaourt ferme.....	18
Figure 4 : Photographie de la salle de déroulement de l'évaluation sensorielle.....	22
Figure 5 : Evolution du pH durant la période de maturation des yaourts préparés.....	27
Figure 6 : Evolution de l'acidité au cours de la maturation des yaourts préparés.....	27
Figure 7 : Pouvoir discriminant par descripteur, des yaourts aromatisés et les valeurs des p-values obtenues.....	28
Figure 8a : Coefficients des modèles du yaourt aromatisé à la pêche, codé en 720.....	30
Figure 8b : Coefficients des modèles du yaourt aromatisé à la fraise, codé en 234.....	30
Figure 8c : Coefficients des modèles du yaourt aromatisé au citron, codé en 189.....	31
Figure 9a : Les caractéristiques "attributs sensoriels" pénalisées pour l'échantillon du yaourt aromatisé à la pêche codé en 720.....	33
Figure 9b : Les caractéristiques "attributs sensoriels" pénalisées pour l'échantillon du yaourt aromatisé à la fraise codé en 234.....	33
Figure 9c : Les caractéristiques "attributs sensoriels" pénalisées pour l'échantillon du yaourt aromatisé au citron codé en 189.....	34
Figure 10a : La corrélation entre les variables et les facteurs du panel expert, pour les yaourts préparés et leurs attributs sensoriels.....	35
Figure 10b : La corrélation entre les variables et les facteurs du panel naïf, pour les yaourts préparés et leurs attributs sensoriels.....	36
Figure 11 : Profil des différentes classes des sujets naïfs, selon les notations de préférence pour les trois yaourts aromatisés.....	37
Figure 12 : Courbes de niveau et carte des préférences.....	38

Liste des tableaux :

Tableau 1: La composition chimique moyenne du lait de vache	4
Tableau 2 : Analyse physico-chimique du lait reconstitué.....	25
Tableau 3: Moyennes ajustées par produit.....	32
Tableau4 : Les caractéristiques des produits de yaourt aromatisé, pénalisées négativement.....	35
Tableau 5: Pourcentage de juges satisfaits pour chaque objet.....	39

Résumé :

L'objectif de ce travail était l'évaluation sensorielle d'une préparation de yaourt fermes à différents arômes, qui ont été préparés dans la laiterie HODNA-LAIT de la wilaya de M'sila. L'évaluation sensorielle permet d'analyser le niveau de satisfaction des consommateurs et d'évaluer les caractéristiques sensorielles par une équipe de panels, qui identifient et quantifient l'intensité des différents attributs sensoriels des produits. Pour une caractérisation sensorielle et hédonique des produits préparés, on avait sollicité deux types de panels, un panel d'expert composé de 14 membres, sélectionnés et validés après avoir été entraînés afin d'améliorer leurs performances concernant l'aptitude à décrire objectivement l'ensemble des caractéristiques sensorielles. Le deuxième panel est dit "naïf", composés au total de 52 membres de différents âges et sexes.

Les données sensorielles obtenues, ont été traitées par le logiciel XLSTAT qui propose des fonctionnalités dédiées à "l'analyses statistiques des données sensorielles", afin de mieux interpréter les résultats, pour pouvoir en prendre une décision.

Ce travail avait permis de conclure que, 67% des consommateurs ayant évalués les produits préparés, préfèrent les produits de yaourt de HODNA-LAIT aromatisés au citron, et 33% préfèrent le yaourt aromatisé à la fraise ou à la pêche.

Mots clés: yaourt ferme, arôme, Analyse sensorielle, XLSTAT.

Abstract:

The objective of this work was the sensory evaluation of a preparation of firm yogurt with different flavours, which were prepared in the dairy HODNA-MILK of the wilaya of M'sila. Sensory evaluation enables the level of consumer satisfaction to be analysed and sensory characteristics to be evaluated by a team of panels. Which identify and quantify the intensity of the different sensory attributes of the products. For sensory and hedonic characterization of prepared products, two types of panels, an expert panel composed of 14 members, were requested, selected and validated after training to improve their performance in objectively describing all sensory characteristics. The second panel is called “naïve”, with a total of 52 members of different ages and genders.

Sensory data has been processed by the XLSTAT software with offers different tools for interpreting results.

These results showed that 67% of the expert consumers preferred lemon-flavoured yogurt while 33% preferred strawberry or peach-flavoured yogurt.

Key words: firm yogurt, Flavour, sensory evaluation, XLSTAT.

ملخص :

كان الهدف من هذا العمل هو التقييم الحسي لإعداد الزبادي الصلب بنكهات مختلفة ، والتي تم إعدادها في منتجات الألبان HODNA-LAIT في ولاية المسيلة. يحلل التقييم الحسي مستوى رضا المستهلك ويقيم الخصائص الحسية من قبل فريق من المقيمين الذي يحدد ويقاس شدة السمات الحسية المختلفة للمنتجات. من أجل الوصف الحسي للمنتجات المعدة، تم طلب نوعين من المقيمين، فريق من الخبراء مكون من 14 عضوًا تم اختيارهم والتحقق من صحتهم بعد تدريبهم لتحسين أدائهم فيما يتعلق بالقدرة على وصف موضوعي لمجموعة من الخصائص الحسية. يسمى الفريق الثاني "ساذج"، والذي يتكون من 52 عضوًا من مختلف الأعمار والأجناس .

تمت معالجة البيانات الحسية التي تم الحصول عليها بواسطة برنامج XLSTAT الذي يوفر ميزات مخصصة لـ "التحليل الإحصائي للبيانات الحسية" لتحسين تفسير النتائج، من أجل اتخاذ قرار.

أدى هذا العمل إلى استنتاج مفاده أن 67 ٪ من المستهلكين الذين قيموا المنتجات المعدة يفضلون منتجات الزبادي HODNA-LAIT بنكهة الليمون ، و 33 ٪ يفضلون الزبادي بنكهة الفراولة أو الخوخ.

الكلمات المفتاحية: الزبادي الصلب، نكهة، التقييم الحسي ، XLSTAT.

Table Des Matières

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	01
Chapitre I : synthèse bibliographique	
I.1. Le yaourt.....	03
I.1.1. Définition et réglementation.....	03
I.1.2. Composition.....	03
I.1.3. Technologie de production de yaourt.....	04
I.1.3.1. Préparation du lait.....	05
I.1.3.2. Standardisation du lait.....	05
I.1.3.3. Traitement thermique.....	06
I.1.3.4. Homogénéisation.....	06
I.1.3.5. Fermentation lactique.....	06
I.1.3.6. Conditionnement et stockage.....	07
I.2. Les arômes.....	09
I.2.1. Définition.....	09
I.2.2. Les composants caractéristiques d'arôme.....	09
I.2.3. Les interactions entre les composés d'arôme et les constituants du yaourt.....	09
I.2.3.1. Interactions protéines - arômes.....	10
I.2.3.2. Interactions lipides - arômes.....	10
I.2.3.3. Interactions sucres - arômes.....	11
I.3. Analyse sensorielle.....	12
I.3.1. Qualités organoleptiques du yaourt.....	12
I.3.2. Méthodes de mesure sensorielle.....	13
I.3.2.1. Les méthodes analytiques.....	13
<i>A. Les essais descriptifs.....</i>	14
<i>B. Les essais discriminatifs.....</i>	14

I.3.2.2. Les méthodes hédoniques.....	14
A. Test de préférence.....	14
B. Test de notation hédonique.....	15

Chapitre II : Matériels et Méthodes

II.1. Présentation de l'organisme d'accueil: SARL HODNA-LAIT.....	16
II.2. Préparation des arômes alimentaires.....	17
II.3. Préparation du yaourt.....	17
II.3.1. Assimilation du processus de préparation du yaourt ferme au niveau du laboratoire.....	19
II.4. Méthodes d'analyses.....	19
II.4.1. Analyses physico-chimiques de la matière première.....	19
II.4.1.1. Mesure du potentiel Hydrogène (pH).....	19
II.4.1.2. Détermination de la teneur en matière grasse.....	19
II.4.1.3. Détermination de l'acidité titrable.....	20
II.4.1.4. Détermination de l'extrait sec total.....	20
II.4.2. Analyses physico-chimiques du produit fini.....	20
II.4.2.1. Évolution du potentiel Hydrogène (PH) et de l'acidité du produit fini.....	20
II.5. Analyse sensorielle.....	20
II.5.1. Les sujets.....	21
II.5.2. Les produits.....	21
II.5.3. Fiche de l'évaluation sensorielle des produits de yaourts.....	21
II.5.4. Déroulement des séances de l'analyse sensorielle.....	21
II.5.5. Analyse statistique.....	22
II.5.5.1. Caractérisation des produits.....	22
II.5.5.2. Analyse de pénalité.....	23
II.5.5.3. La cartographie externe de préférence (PREFMAP).....	23
A. Classification Ascendante Hiérarchique(CAH).....	23
B. Analyse de la composante principale (ACP).....	24

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Analyses physico-chimiques et microbiologiques des arômes préparés.....	25
--	----

III.2. Analyses physico-chimiques de la matière première (lait reconstitué).....	25
III.2.1. Mesure du potentiel Hydrogène (pH).....	25
III.2.2. Détermination de la teneur en matière grasse.....	25
III.2.3. Détermination de l'acidité titrable.....	26
III.2.4. Détermination de l'extrait sec total.....	26
III.3. Évolution du pH et de l'acidité au cours de maturation du yaourt aromatisé.....	26
III.3.1. Évolution du pH.....	26
III.3.2. Évolution de l'Acidité.....	27
III.4. Analyse sensorielle.....	28
III.4.1. Caractérisation des produits.....	28
III.4.1.1. Pouvoir discriminant par descripteur "attribut sensoriel".....	28
III.4.1.2. Coefficient des modèles.....	29
III.4.1.3. Moyennes ajustées par produit.....	32
III.4.2. Analyse des pénalités.....	33
III.4.3. Analyse de la composante principale (ACP).....	35
III.4.4. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH).....	37
III.4.5. La cartographie externe de préférence (PREFMAP).....	38
Conclusion.....	41

Références bibliographiques

Annexes

INTRODUCTION

Introduction

Introduction

L'important développement de l'évaluation sensorielle durant la deuxième moitié du 20^{ème} siècle était associé à l'expansion de l'industrie agro-alimentaire, ce domaine connaît aujourd'hui un grand essor et retient un croissant intérêt à l'échelle industrielle (**Depledt, 2009**). L'industrie agro-alimentaire étant préoccupée par le renforcement de sa position concurrentielle sur le marché, elle se focalise de plus en plus sur les performances organoleptiques recherchées par le consommateur, en développant des nouvelles recettes de produits. En effet, maximiser l'appréciation d'un aliment permet d'augmenter la probabilité d'un ré-achat du produit par le consommateur et d'assurer son succès (**Anderson, 1998**).

L'évaluation sensorielle est une science multidisciplinaire qui fait appel à des dégustateurs qu'on appelle un panel, qui utilisent leur sens tel que l'odorat, le goût, le toucher et l'ouïe pour mesurer les caractéristiques sensorielles ainsi que l'acceptabilité de produit alimentaire. Aucun appareil ne peut reproduire ou remplacer la réaction sensorielle humaine, ce qui rend l'évaluation sensorielle aussi importante que l'évaluation physico-chimique de l'aliment (**Depledt et Sauvageot, 2002**). L'analyse sensorielle s'applique à différents domaines, tel que le développement et l'amélioration des produits, le contrôle de la qualité, l'entreposage et le développement des processus de production (**Watts et al., 1991**). Un panel d'analyses sensorielles doit être considéré comme un outil scientifique permettant d'obtenir des résultats fiables, qui seront ensuite validés par des analyses statistiques. Les essais sensoriels réalisés avec le panel doivent se faire dans des conditions contrôlées selon des normes ISO dont (**ISO 11136, 2014**) et (**ISO 20613, 2019**), nécessaires pour fournir des données uniformes et reproductibles (**Claustrioux, 2001**).

Le yaourt est l'un des produits laitiers les plus consommés dans le monde et dont la consommation annuelle est estimée à 14,9 millions de tonnes. Celui-ci constitue une partie importante du régime alimentaire (**Saint-Eve et al., 2017**), il s'agit d'un produit souple qui fournit d'importantes quantités d'éléments nutritifs. En vue de ses caractéristiques organoleptiques agréables (fraicheur, acidité et onctuosité), la qualité sensorielle du yaourt est l'un des facteurs les plus importants qui influence sur le choix de consommateur (**Bruzzo et al., 2013**). L'industrie laitière est de plus en plus à la requête d'une valeur ajoutée à leurs produits, en incorporant des ingrédients tels que des agents de texture, des épaississants ou encore des concentrés de fruits et des arômes qu'ils soient naturels ou artificiels (**Tamime et al., 1999**).

Introduction

On entend par arôme tout produit ou substance destiné à être additionné à des denrées alimentaires pour leur attribuer une odeur et /ou un goût agréable (**Richard et Multon, 1992**). Les composés d'arômes ayant des propriétés volatiles et odorantes, sont ajoutés en faible concentration dans le produit et peuvent interagir avec les composants de la matrice alimentaire. Cette aromatisation permet d'améliorer les propriétés sensorielles du produit et d'en augmenter l'appréciation. Elle permet également d'offrir une gamme diversifiée de produits aux consommateurs, de masquer des défauts de goût ou encore de redonner un arôme à des aliments ayant subi diverses transformations, telles qu'un traitement thermique. Lors de la mise en bouche du produit, de nombreuses et complexes réactions se produisent et qui vont conduire à la libération des molécules responsables du stimulus sensoriel (**Saint-Eve, 2006**).

Dans ce présent travail, des produits de yaourt ferme à différents arômes (fraise, pêche et citron) ont été préparés au sein de l'entreprise SARL HODNA-LAIT de la wilaya de M'sila. Tandis que, les arômes sont préparés au préalable au niveau du laboratoire de recherche et développement de l'EURL AROMES ABERKANE de la wilaya de Sétif. Une évaluation sensorielle détaillée est ensuite appliquée aux produits préparés à l'aide d'un panel d'experts (qui se compose d'étudiants en 2^{ème} année Master en Nutrition et Sciences des Aliments, sélectionnés et entraînés) et d'un panel naïf (constitué d'un groupe randomisé d'étudiants et d'autres personnes de différents âges et sexes), dans le but d'établir un profil sensoriel des produits testés et pour déterminer les préférences des consommateurs qui constituent le panel naïf.

Cela représentera un important atout pour l'entreprise HODNA-LAIT afin d'avoir une vision globale sur l'appréciation et le degré d'acceptabilité de ces produits au niveau de jeunes consommateurs, à savoir les étudiants du pôle universitaire de M'sila.

Ce document est scindé en trois chapitres, dont le premier est une synthèse bibliographique qui traite des généralités sur le yaourt, les arômes, l'analyse sensorielle et ses méthodes de mesure. Le deuxième est axé sur une partie pratique qui expose les matériels et méthodes suivies. Dans le troisième chapitre les résultats obtenus sont discutés.

SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Le yaourt

Il est bien connu que les produits laitiers frais fermentés, comme le yaourt, sont des aliments de grande consommation dans beaucoup de pays. L'évolution actuelle du marché des produits alimentaires incite l'industrie agroalimentaire à élaborer sans cesse de nouveaux produits. Le yaourt est l'un des produits laitiers les plus vendus sur le marché du fait de la diversification de la gamme disponible (**Fizman et al., 1999**). En plus de son importance nutritionnelle, le yaourt a été identifié pendant longtemps en tant que nourriture saine due à l'action bénéfique des bactéries vivantes qu'il contient (**Tamime et Robinson, 1999**).

I.1.1. Définition et réglementation

Le yaourt est parfaitement défini depuis 1975 par le **Codex alimentarius (Codex Stan A-11(a), 1975)**, cette appellation est spécifique aux seuls laits fermentés contenant les espèces vivantes *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* (qui constituent la "symbiose yaourt"), n'ayant subis aucun traitement thermique après la fermentation. Bien qu'elle soit ancienne **Rasic et Kurmann (1978)**, la notion de «bactéries vivantes» n'a donc été que très récemment introduite dans la réglementation internationale. Selon la **Fédération internationale laitière** et le **Codex alimentarius**, le nombre de bactéries vivantes dans les laits fermentés à la date limite de consommation doit être égal à 10^7 UFC/g (Unité Formant Colonie par gramme) rapporté à la partie lactée dans le produit. Les réglementations peuvent varier selon les pays, fixant des minima compris entre 10^6 et 10^8 UFC/g ou en UFC/ml de produit (**Pernoud et al., 2005**). En France, le **décret n° 88-1203 du 30 décembre 1988** précise que la dénomination «yaourt» ou «yoghourt» est réservée au lait fermentéensemencé des seules bactéries lactiques *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. Elles doivent être vivantes à raison d'au moins dix millions de bactéries par gramme pendant toute la durée de vie du produit. Les produits traités thermiquement après fermentation n'ont pas le droit à l'appellation «yaourt».

I.1.2. Composition

La composition chimique du yaourt dépend de l'ingrédient majoritaire qui le compose, à savoir le lait. Le lait de vache largement utilisé dans la préparation du yaourt est constitué d'environ 88% d'eau et de 12% de matière sèche totale contenant des glucides, des protéines, des lipides et des minéraux.

Les ingrédients ajoutés (fruits, sucres, chocolat...etc) apportent cependant des variations significatives à la composition du produit fini (**Tamime et Robinson, 1999**).

Le tableau ci-dessous regroupe la composition générale du lait de vache.

Tableau 1 : La composition chimique moyenne du lait de vache (**Tamime et Robinson, 1999**).

Constituant	Teneur (g/l)
Eau	878
Glucides (lactose)	48
Matières grasses	39
Matières azotées	32
- Caséines	26
- Protéines sérique	5
- β Lactoglobuline	2,7
- Azote non protéique	1
Minéraux	7
- Calcium	1,2
- Phosphore	0,9
- Potassium	1,4
Extrait sec total	127

I.1.3. Technologie de production de yaourt

La production du yaourt est un procédé qui nécessite la maîtrise de chaque étape pour avoir un produit fini conforme qui répond à l'attente du consommateur. Pour cela, toutes les connaissances et les progrès réalisés dans ce domaine doivent être exploités. Le procédé de fabrication du yaourt diffère d'un yaourt à un autre, qu'il soit un yaourt brassé, un yaourt ferme ou un yaourt à boire (**Thomas et al., 2008**).

En fonction de la technologie industrielle, trois types de yaourts sont couramment produits :

- *Yaourt ferme* : obtenu suite à une fermentation qui a lieu directement dans le pot conditionné. Ce yaourt est généralement nature, sucré, ou aromatisé. Pour le yaourt ferme aromatisé, l'arôme est introduit dans le pot de conditionnement avec le lait et le ferment.
- *Yaourt brassé* : produit après une fermentation en cuve, ainsi le caillé est brassé. Ce brassage se réalise soit par agitation mécanique (agitateur à hélice), soit par lamellation (passage du gel à travers un filtre) ou encore par homogénéisation sous pression. Généralement c'est un yaourt nature contenant de la pulpe de fruits, ou contenant des morceaux de fruits (**Merabtine, 2010**).
- *Yaourt à boire* : ce yaourt est battu après avoir été brassé, il est pratiquement de nature liquide (**Savadogo et Traore, 2011**). Le yaourt à boire entre généralement dans un processus

d'homogénéisation afin de réduire la taille des particules, ce qui assure la distribution hydrocolloïdale et la stabilisation de la suspension de protéines (**Weerathilake et al., 2014**).

La préparation du yaourt, même si elle est connue depuis des temps très lointains, demeure un procédé assez complexe et en perpétuelle évolution car, il intègre à chaque fois les connaissances et les progrès réalisés dans des domaines variés (**Thomas et al., 2008**). Le procédé de fabrication diffère d'un type de yaourt à un autre, et les principales étapes sont illustrées dans la **figure .1**.

I.1.3.1. Préparation du lait

La matière première peut être soit du lait frais, soit du lait reconstitué (à partir de lait en poudre). Dans tous les cas, elle doit être de bonne qualité microbiologique, exempte d'antibiotiques et parfaitement homogénéisée (**Bourlioux et al., 2011**).

I.1.3.2. Standardisation du lait

La standardisation du mélange laitier permet non seulement de pallier aux variations de composition du lait mais aussi, à obtenir la composition désirée. Cette standardisation peut s'obtenir par l'ajout de concentrés et d'isolats de protéines sériques, de poudre de lait écrémé ou entier, de lactose et de crème en fonction de la teneur désirée en protéines, de solides totaux et de matières grasses (**Tamime et Robinson, 1999**). La teneur en matière grasse du yaourt est variable, elle est ajustée de sorte que le produit entre dans l'une des catégories indiquées dans la réglementation algérienne JO N22 de 18 novembre 1998:

- Yaourt gras : contenant au minimum 2.8% matière grasse.
- Yaourt partiellement écrémé : contenant moins de 3% et plus 0.5% de matière grasse masse par masse.
- Yaourt écrémé : ayant au maximum 0,5% de matière grasse.

I.1.3.3. Traitement thermique

Le lait enrichi, éventuellement sucré, subi un traitement thermique. Le barème de traitement thermique le plus couramment utilisé est de 90-95°C pendant 3 à 5 minutes. Ce traitement a de multiples effets sur les ferments lactiques, ainsi que sur les propriétés physico-chimiques et fonctionnelles du lait. Il assure l'innocuité du produit suite à la destruction des microorganismes potentiellement pathogènes et/ou indésirables.

Sous l'effet de traitement thermique, une importante partie de protéines solubles sont dénaturées, ce qui augmentera la capacité de rétention d'eau par le yaourt et permettra à ces protéines de se fixer sur la caséine (par l'association de la caséine κ et de la β -lactoglobuline via un pont disulfure). Ce double événement modifie les propriétés rhéologiques en passant d'un liquide vers un gel à destruction non réversible (**Bourlioux et al., 2011**).

I.1.3.4. Homogénéisation

Ce traitement est pratiqué le plus souvent dans le cas de lait gras (sous une pression de 10 à 25.10⁶ Pa à 60- 90°C), soit en phase montante de la pasteurisation, soit en phase descendante mais avec des risques de re-contamination pour cette dernière (**Jeantet et al., 2007**). L'homogénéisation du lait a plusieurs objectifs : elle améliore la fermeté des gels obtenus après fermentation, augmente leur capacité de rétention d'eau et réduit la synérèse, qui est une séparation entre le sérum et la structure solide, causant ainsi une accumulation de liquide à la surface du gel. Par ailleurs, elle prévient le crémage au cours des opérations «statiques» de la préparation du yaourt. Cette étape permet également de mélanger de façon homogène les ingrédients laitiers ajoutés lors de l'étape de standardisation. Une autre conséquence de l'homogénéisation, est la formation de nouvelles gouttelettes de globules gras entourées par des caséines et des protéines sériques, qui renforcent le caractère hydrophile de ces globules gras (**Schorsch et al., 2001**).

I.1.3.5. Fermentation lactique

Le lait ayant subi un traitement thermique est ensuite refroidi à une température comprise entre 40-45°C. Cette température correspond à l'optimum de développement symbiotique des bactéries lactiques dans le yaourt, ces bactéries ont besoins d'acides aminés et de peptides. Le lait n'en contient qu'une faible quantité, ne permettant d'assurer que le début de leur croissance. Sauf que *Lactobacillus bulgaricus* par son activité protéolytique, attaque les caséines du lait en libérant les peptides, permettant ainsi au *Streptococcus thermophilus* de poursuivre sa croissance (**Ott et al., 2000**).

L'inoculation se fait à l'aide d'un levain comprenant les bactéries spécifiques du yaourt à savoir *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* qui sont inoculés à 2

à 5% dans le mélange laitier afin d'atteindre une population initiale de l'ordre de 10^7 UFC/ml (avec un ratio de 1 :1).

Le temps de fermentation se situe entre 3 et 7 h jusqu'à l'obtention d'une acidité finale allant de 0,9 à 1,2% en équivalent d'acide lactique (**Clark et Plotka, 2004**).

I.1.3.6. Conditionnement et stockage

Le yaourt est conditionné dans des pots en verre ou en plastique de type polystyrène, ce dernier type de matériau à faible coût renforce la protection de son contenu par rapport au changement de l'environnement, et offre également une meilleure stabilité au produit fini. (**Mahiout, 2014**).

Le yaourt est directement transféré dans des chambres froides ou refroidies dans des tunnels de refroidissement, tandis que le coagulum de yaourt brassé est d'abord refroidi par agitation afin de lisser le produit avant de le conditionner dans des pots (**Lee et Lucey, 2010**). A ce stade il est prêt à être consommé (**Bourlioux *et al.*, 2011**).

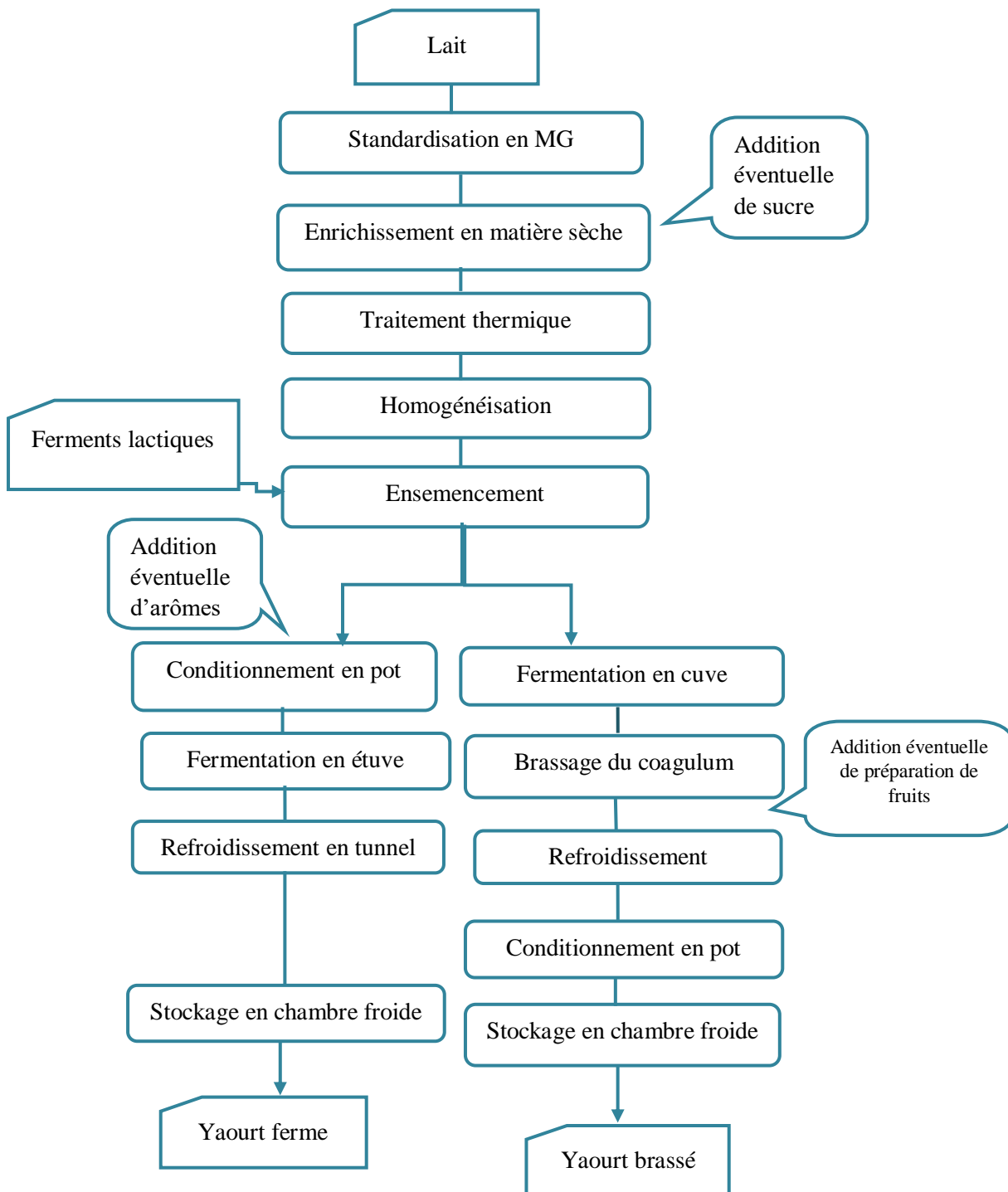


Figure .1 : Diagramme général de fabrication du yaourt (Bourlioux *et al.*, 2011).

I.2. Les arômes

Les arômes alimentaires sont des mélanges complexes de substances volatiles généralement présentes à de faibles concentrations (**Chemat *et al.*, 2012**). Avant de pouvoir utiliser de telles substances, elles doivent généralement être extraites d'une matrice, qui peut être des herbes, des épices ou des fruits et légumes. L'extraction des arômes alimentaires pourrait être considérée comme "propre" par rapport aux industries chimiques lourdes, bien qu'elle utilise beaucoup de solvants et consomme énormément d'énergie. Par exemple, un seul millilitre d'arômes alimentaires (utilisés dans les aliments et les boissons), pesant moins de 1g nécessite entre 10 et 1000g d'herbes aromatiques fraîches ou d'épices sèches en tant que matière première, et nécessite également une grande quantité de solvants (**Filly *et al.*, 2014**).

I.2.1. Définition

L'arôme est défini comme tout produit ou substance qui, étant destiné à être ajouté à des denrées alimentaires pour leur donner une odeur et/ou un goût, entre dans l'une des catégories d'aromatisants, à l'exception des substances ayant exclusivement un goût sucré, acide ou salé (**Blaquiere *et al.*, 2006**).

I.2.2. Les composants caractéristiques d'arôme

Un arôme est un ensemble de composés organiques volatils de faible masse moléculaire ($M < 400$ daltons). Tous les constituants volatils appartiennent aux différentes classes de la chimie organique; ce sont des hydrocarbures, généralement de nature terpénique, possédant un ou plusieurs groupements fonctionnels (alcool, éther ou oxyde, aldéhyde, cétone, ester, amine, amide) et divers hétérocycles. Ils n'apportent aucune contribution nutritive à l'aliment dans lequel ils se trouvent (**Richard et Multon, 1992**).

I.2.3. Les interactions entre les composés d'arôme et les constituants du yaourt

Le yaourt est un produit alimentaire de rhéologie complexe, constitué essentiellement de protéines laitières, de sucres, de matière grasse. Ces constituants peuvent interagir avec les composés d'arôme, et ainsi faire déplacer les équilibres thermodynamiques composés d'arôme/matrice et, par conséquent, modifier la concentration en composés d'arôme dans la phase gazeuse, à l'origine du stimulus sensoriel. Les composants de la matrice et la structure du yaourt peuvent également jouer un rôle majeur sur la mobilité des composés d'arôme par transfert de matière (**Merabtine, 2010**).

I.2.3.1. Interactions protéines-arômes

De nombreuses études ont été focalisées sur les interactions protéines-composés d'arôme, mais peu d'entre elles concernent les caséines (les protéines majoritaires dans les produits laitiers).

Les interactions entre caséines et composés d'arôme dépendent de la nature chimique des composés d'arôme et de la concentration en caséines. Les aldéhydes interagissent fortement avec les caséines (**Lubbers *et al.*, 1998**).

Fares *et al.*, (1998), ont constaté la présence des liaisons réversibles dans le cas des aldéhydes cycliques tels que l'acétaldéhyde, la rétention augmente ainsi, avec la concentration en caséines. **Fischer et Widder (1997)**, ont observé qu'une variation de la concentration en caséinates de sodium allant de 3% à 12% entraîne une augmentation de la rétention de l'heptanal de 7% à 65% (un aldéhyde de formule semi-développée).

Concernant les esters, les interactions avec les caséines paraissent dépendantes de leur hydrophobicité. Dans une solution de caséinate de sodium (5g/L), la rétention d'une série d'esters d'éthyle (acétate, butanoate et hexanoate) augmente avec la longueur de la chaîne carbonée de 0 à 38 %. Quant aux cétones, la rétention dépend de la concentration en protéine. La volatilité du diacétyl n'est pas significativement affectée par l'ajout de 5g/L de caséinate de sodium, alors qu'elle diminue de 22% avec une concentration de 50g/L (**Landy *et al.*, 1995**).

En revanche d'autres études ont été consacrées à l'effet de la β -lactoglobuline, la protéine la plus abondante du lactosérum (environ 55%), sur les composés d'arôme de différentes classes chimiques. Ainsi les aldéhydes, les esters ; et les cétones sont retenus par cette protéine par des liaisons hydrophobes. Il est maintenant bien établi que la poche hydrophobe de la β -lactoglobuline correspond à un site primaire de liaison pour les composés d'arôme (**Guichard et Langourieux, 2000**).

I.2.3.2. Interactions lipides – arômes

Il a été observé que l'intensité d'un arôme donnée d'un yaourt, ayant une faible teneur en matières grasses, ne présentait pas la même intensité que celle d'un yaourt entier. **Brauss *et al.*, (1999)**, ont constaté à travers la mesure de la volatilité de plusieurs arômes de yaourt (terpinolène, anethole, hexenyl acetate), et à différentes teneurs en matière grasse (0.2%, 3.5%, 10%) par spectrométrie de masse quadripolaire (un appareil capable d'ioniser des molécules puis de trier les ions ainsi produits selon la valeur du rapport masse/charge, afin de détecter ces ions), que les yaourts maigres (0,2%) libéraient les substances volatiles plus rapidement et avec une intensité plus élevée, mais avec une persistance inférieure à celle des

yaourts contenant 3,5 à 10% de matières grasses. Les analyses sensorielles faites pour les yaourts ayant les mêmes teneurs en matières grasses montrent des tendances claires, les yaourts allégés étant perçus plus rapidement et plus fortement que les yaourts riches en matières grasses.

I.2.3.3. Interactions sucres-arômes

Les sucres sont couramment utilisés comme agents épaississants dans les préparations alimentaires. En règle générale les sucres peuvent changer la volatilité des composés d'arômes ; les polysaccharides ajoutés en faible quantité ou de façon modérée diminuent la volatilité alors que les mono- et disaccharides conduisent à une augmentation de la volatilité.

De nombreux auteurs ont mis en évidence l'effet de l'ajout des sucres simples sur la rétention des composés d'arômes, qui dépendent à la fois de la nature de la matrice et de celle du composé volatil, en particulier, de son hydrophobicité.

Nahon *et al.*, (1998), ont observé un comportement variable des composés d'arômes. Ils ont montré par analyse chromatographique en phase gazeuse que l'augmentation de concentration en saccharose (de 0 à 60 % m/v) dans une solution conduit à une augmentation de la libération des composés volatils, piégés sur polymère poreux, ayant un temps de rétention court et une diminution de la libération des composés à temps de rétention long.

Dernièrement, **Hansen (1997)**, a montré que l'addition de saccharose (60%), de sucre inverti (20-60%) et de sirop de glucose (60%) augmente significativement la libération de la plupart des composés d'arômes polaires. Certains polysaccharides tels que l'amidon a fait l'objet de nombreuses études en raison de son utilisation étendue dans la technologie alimentaire.

Arvisenet *et al.*, (2002); Pozo-Bayon *et al.*, (2008), ont montré que les interactions entre les composés d'arômes et l'amidon peuvent être classées en deux catégories : premièrement, les complexes d'inclusion où les composés d'arômes sont piégés à l'intérieur des hélices d'amylose par l'intermédiaire d'interactions hydrophobes ; deuxièmement, l'implication de liaisons hydrogènes entre les groupes hydroxyles de l'extérieur des hélices d'amylose et les composés d'arômes.

I.3. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle demeure aujourd'hui une approche indispensable pour l'évaluation de la qualité d'un produit alimentaire. Elle représente l'ensemble des méthodes, des outils et des instruments qui permettent d'évaluer les qualités organoleptiques d'un produit (**Lefebvre et Bassereau, 2003**), de déterminer le degré de son acceptabilité, elle permet également d'expliquer les préférences des consommateurs. C'est donc un outil d'aide à la prise de décisions stratégiques en industrie agroalimentaire.

I.3.1. Qualités organoleptiques du yaourt

La notion de qualité intègre communément quatre critères, à savoir la sécurité, la santé, la saveur et les services.

Chacun de ces mots clés renvoie aux notions de sécurité sanitaire des produits, à leur valeur nutritionnelle et santé, aux critères organoleptiques et à l'ensemble des services associés au produit alimentaire notamment issus de l'industrie agro-alimentaire. On peut affirmer que, si les notions de sécurité et de santé sont présentes à l'esprit du consommateur lors d'un achat, la dimension organoleptique d'un produit reste essentielle (**Merabtine, 2010**).

La qualité organoleptique des aliments regroupe les propriétés d'un produit perceptibles par les organes des sens (**AFNOR et ISO, 1992**). L'odeur et l'arôme sont perceptibles par les organes olfactifs, tandis que l'odeur est perceptible en flairant des substances volatiles par voie nasale directe, l'arôme par voie rétro-nasale (**ISO 5492, 2008**).

Divers composés volatils et aromatiques interviennent dans la saveur et l'appétence du yaourt. C'est principalement le lactose qui intervient dans la formation de ces composés. Parmi ceux-ci, l'acétaldéhyde, qui provient en grande partie de la thréonine (acide aminé), joue un rôle essentiel dans les caractéristiques organoleptiques recherchées. Par ailleurs, d'autres suppléments aromatiques peuvent être apportés au yaourt par ajout de composés d'arôme et de préparation de fruits (**Imhof et al., 1994**).

La saveur correspond à la sensation perçue par l'organe gustatif (langue), lorsqu'il est stimulé par des substances solubles (**ISO 5492, 2008**). Le yaourt est caractérisé par une saveur acide due à la présence d'acide lactique, produit à partir du lactose par les bactéries lactiques au cours de la fermentation (**Marshall, 1987**). D'autres saveurs moins intenses, tels que les saveurs sucrées et amères, sont aussi présentes dans le yaourt (**Kora, 2004**).

La texture d'un aliment est définie comme l'ensemble des propriétés mécaniques (viscosité, dureté, cohésion), géométriques (dimension, forme et arrangement des particules dans le produit), ainsi que les propriétés de la surface du produit ; perceptibles par les mécanorécepteurs, les récepteurs tactiles et éventuellement les récepteurs visuels et auditifs (**ISO 11036, 1994**). La variation de la texture entre les différents yaourts, est attribuée au type du lait utilisé et à sa différence compositionnelle. En effet, un taux élevé de matière sèche augmente la fermeté du gel et réduit le degré de la synérèse (**Shakeel et al., 2012**).

I.3.2. Méthodes de mesure sensorielle

De manière théorique, deux types de mesure existent pour accéder à l'opinion des consommateurs. Il s'agit des mesures basées sur des questionnaires, comme les mesures déclaratives ou attitudinales, ou des mesures basées sur l'observation telles que les mesures comportementales (**Kora, 2004**). L'avantage des méthodes d'observation est que les comportements sont observés dans des situations naturelles de consommation et qu'il n'y a pas d'interaction entre l'observateur et le consommateur. D'autres méthodes complexes, sont basées sur des enregistrements vidéo. Les mesures comportementales peuvent également être plus simples, comme la mesure de la quantité consommée. Ces méthodes comportementales sont peu exploitées par les industriels, compte tenu de la difficulté de leur mise en place (**Defosse, 2014**).

Par ailleurs, les mesures déclaratives sont les plus utilisées pour soutenir les producteurs lors de problématique de développement d'un nouveau produit, de l'amélioration de ce produit, de la réduction de son coût de production ou encore de son positionnement par rapport à la concurrence. Pour cela, deux grands types de méthodes sont disponibles : les méthodes analytiques (discriminatives et descriptives) et les méthodes hédoniques (**Bayton et Thomas, 1954**).

I.3.2.1. Les méthodes analytiques

Les épreuves analytiques sont destinées à mettre en évidence des différences entre produits, ou à décrire les propriétés sensorielles des produits. Elles se pratiquent avec un panel expert qui représente un instrument de mesure des propriétés sensorielles du produit. Tel un instrument analytique de laboratoire, il doit être préalable, reproductible et cohérent. Les sujets sont sélectionnés et entraînés à décrire et évaluer les produits en question (**Lawless et Heymann, 2010**). Un panel sensoriel expert contient généralement entre 8 et 16 sujets (**ISO 8586, 2012**).

Les épreuves analytiques se subdivisent en épreuves discriminatives et épreuves descriptives (Claustriax, 2001).

A. Les essais descriptifs : ces essais visent à établir un profil sensoriel complet d'un ou de plusieurs produits. Ils 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).

B. Les essais discriminatifs : les essais discriminatifs déterminent s'il existe des différences perceptibles ou bien des similitudes sensorielles entre produits, sans toutefois préciser la nature de celles-ci. On peut citer ici l'essai triangulaire, l'essai duo-trio, l'essai deux sur cinq (Lowe, 2017).

I.3.2.2. Les méthodes hédoniques

Les méthodes hédoniques portées sur les préférences des consommateurs, ont pour but de comparer l'appréciation hédonique globale de différents produits en se focalisant sur les ressentis individuels liés à la satisfaction ou l'insatisfaction provoqué par l'aliment. Contrairement à l'analyse sensorielle descriptive, ces méthodes font appel à des sujets naïfs (c'est à dire n'ayant aucun lien particulier avec le produit). Le nombre de sujets recommandé par la norme (ISO 11136, 2014) pour ce type de test est de 60 consommateurs (Thomas, 2016).

Parmi les méthodes hédoniques, nous retrouvons deux grandes familles :

A. Test de préférence : comme son nom l'indique le test de préférence a pour objectif de déterminer un classement de préférence entre les produits dégustés. Les tests de préférence peuvent se décliner sous deux formes : les tests de préférence par paire ou les tests de classement (Boutrolle, 2007).

A.1. Test de préférence par paire : ce test consiste à présenter uniquement deux produits en même temps au sujet qui doit indiquer le produit qu'il préfère. Cette méthode peut cependant être utilisée lors d'une étude comparant plus de deux produits nommée : test par paires multiples.

A.2. Tests de classement : consiste à présenter directement l'ensemble des produits au sujet qui doit donner un classement de ces produits selon son appréciation (Claustriax, 2001).

B. Test de notation hédonique : ce sont des tests de notation conçus pour mesurer le degré d'appréciation global d'un produit, ils permettent de déterminer le degré de plaisir ou de déplaisir procuré par un produit ou d'évaluer l'importance relative des préférences entre produits. Différents types d'échelles ont été proposés pour collecter le niveau d'appréciation des produits. L'échelle peut être structurée ou non structurée, numérique, sémantique ou picturale. L'échelle hédonique à 9 points reste la plus utilisée dans la littérature (**Jones et al., 1955**).

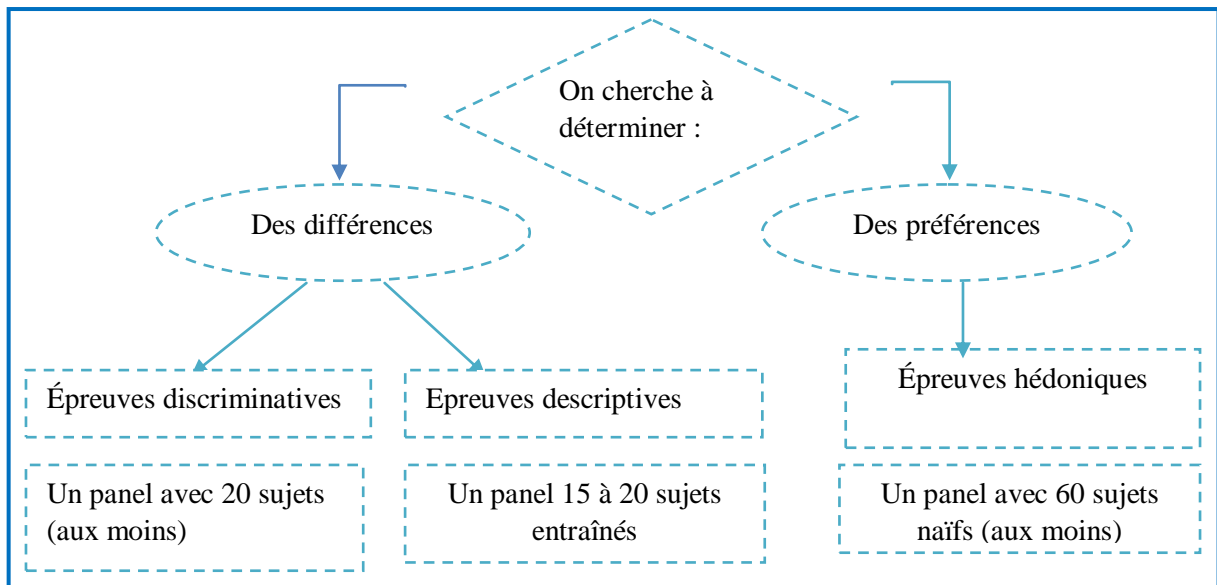


Figure .2: Vue d'ensemble des différentes épreuves de la métrologie sensorielle en fonction de l'objectif (**Lefebvre et Bassereau, 2003**).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

II.1. Présentation de l'organisme d'accueil: SARL HODNA-LAIT

HODNA-LAIT a été créé en fin de l'année 1999 par Mr DILMI Ismain, en association avec deux autres actionnaires. HODNA-LAIT est une société à responsabilité limitée (SARL), située dans la zone industrielle de la wilaya de M'sila, elle s'étale sur une superficie de six hectares dont quatre sont construits en ateliers de production, en magasins de stockage des matières premières et d'emballage ; le reste de la superficie représente les chemins et passages utiles aux moyens de transport, l'implantation des bâches de stockage d'eau brute, et des générateurs d'énergies.

Historiquement, l'entreprise a connu un début très timide en se contentant de produire que du lait pasteurisé partiellement écrémé, totalisant modestement 40 000 litre/jour. Contre toute attente, certains facteurs encourageants sont apparus motivants. Parmi ces facteurs citons principalement la bonne qualité du produit fourni, sa forte demande et surtout le fait que l'entreprise soit l'unique de ce genre dans la région ; ce dernier point reste le plus déterminant car il faut souligner qu'auparavant, le lait était fourni par des entreprises du secteur étatique ou privé des wilayas voisines (Sétif, Batna, Bordj Bou Arreridj).

Depuis, l'entreprise n'a pas cessé de s'investir dans les moyens matériels et humains, ce qui lui a permis, aujourd'hui, de conquérir une partie du marché national et inscrire son nom dans la cour des grandes entreprises.

II.2. La préparation des arômes alimentaires

La préparation des arômes a été réalisée au niveau du laboratoire de recherche et de développement de «EURL AROMES ABERKANE», situé dans la zone industrielle de la wilaya de Sétif, où nous avons été accueillies par Mme OUSSACI, la responsable du laboratoire, durant deux jours de stage dans le but d'avoir une connaissance de base sur le domaine des arômes et leurs préparations. Ce laboratoire est équipé d'un matériel performant géré par une équipe de cadres formés dans le domaine de l'agroalimentaire et de la chimie, spécialisés dans la recherche et le développement de nouvelles recettes d'arômes alimentaires conformément aux exigences des clients. Les arômes produits, sont sous forme liquide ou en poudre, destinés à diverses applications pour l'industrie agroalimentaire : arômes alimentaires sucrés pour la confiserie, la chocolaterie, les crèmes glacées et les produits laitiers (yaourts, fromage blanc, crème dessert, flan), arômes alimentaires salés pour les chips, les sauces et condiments : huiles et vinaigres aromatisés, ketchup, mayonnaise et soupes.

La préparation des arômes était réalisée selon la procédure suivante : trois arômes ont été préparés, à savoir un arôme de fraise, de pêche, et un autre de citron, selon la recette adéquate à la préparation du yaourt. Une base d'arôme (obtenue par synthèse chimique) a été diluée par le support Mono Propylène glycol (MPG), qui est un solvant chimique utilisé pour dissoudre la base d'arôme. Pour cela, 1,5g de base d'arôme a été complétée par le support MPG jusqu'à atteindre 30g de poids final. Après, le mélange obtenu a été homogénéisé. Ainsi, les arômes préparés ont été ensuite analysés en suivant les paramètres physicochimiques qui sont: la détermination du pH, de la densité, et l'indice de réfraction. Des analyses microbiologiques ont été aussi faites pour évaluer la qualité hygiénique des préparations d'arômes.

II.3. La préparation du yaourt

La préparation du yaourt a été réalisée au niveau du laboratoire de recherche et de développement de SARL HODNA-LAIT de la wilaya de M'sila, en respectant le diagramme de préparation d'un yaourt standard de la laiterie, détaillée ci-dessous (**figure 3**).

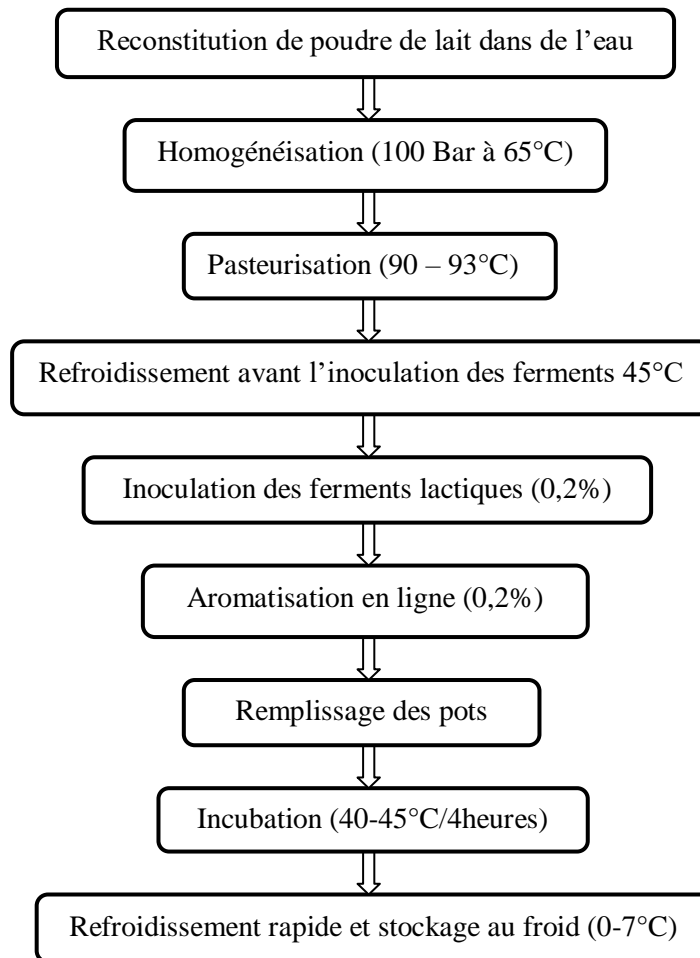


Figure .3 : Diagramme de la procédure de préparation d'un yaourt ferme.

II.3.1. Assimilation du processus de préparation du yaourt ferme au niveau du laboratoire

Afin de faire une approche réelle des conditions industrielles de la préparation d'un yaourt ferme au sein de la laiterie HODNA-LAIT, le laboratoire de recherche et de développement dispose d'un équipement adapté au processus réel de préparation du produit.

La production du yaourt consiste en premier, à la préparation de lait suite à sa reconstruction à partir de la poudre de lait contenant respectivement, 26% et 0% de matière grasse auquel s'ajoute 9% de sucre et 81% d'eau à 25°C. Après homogénéisation dans un Thermo Mix (de marque "VORWERK" avec une capacité de contenance de 2,5 litres, et une gamme de température allant de 10 à 100°C), le mélange obtenu subit une pasteurisation à 93°C durant 4 minutes, suivit d'un refroidissement à la température optimal d'ensemencement des ferments lactiques (0,2%) à 45°C. Ensuite l'arôme liquide choisi et dosé à 0,2% ; a été ajouté au mélange. Le remplissage des pots a été fait aseptiquement dans des pots stériles de 50ml.

La maturation prend ainsi place dans une étuve à 42°C durant 4 heures. Une fois que le mélange atteint un pH de 4,76, un refroidissement rapide est appliqué sur le produit pour atteindre une température de 4°C, pour arrêter la fermentation. Les échantillons de yaourt sont stockés dans un réfrigérateur à 4°C.

II.4. Les Méthodes d'analyses

II.4.1. Les Analyses physico-chimiques de la matière première

II.4.1.1. La mesure du potentiel hydrogène (pH)

La mesure de pH a été réalisée par un pH-mètre qui mesure la différence de potentiel hydrogène entre les deux électrodes immergées dans l'échantillon (Accolas et Auclair, 1970). La sonde du pH- mètre est introduite dans un volume d'échantillon suffisamment important pour permettre l'immersion des électrodes. La valeur du pH a été directement affichée sur l'écran du pH-mètre.

II.4.1.2. Détermination de la teneur en matière grasse

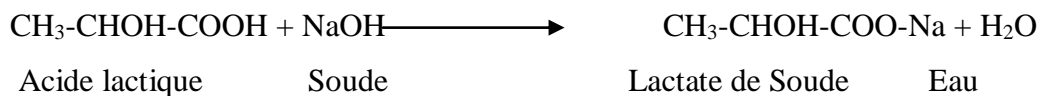
La détermination de la teneur en matière grasse est réalisée selon la méthode Gerber, qui consiste à l'ajout de l'acide sulfurique au produit laitier, qui dissout les protéines du lait. Ainsi la matière grasse se sépare des autres constituants du lait, favorisée par la présence d'alcool iso-amylque et par la centrifugation. La lecture directe des graduations détermine la quantité de matière grasse en pourcentage (%) (Labioui *et al.*, 2009).

Dans un butyromètre, 10ml d'acide sulfurique sont introduit suivis de 11ml de lait et 1ml d'alcool iso-amylque. Ainsi, le mélange est agité jusqu'à ce qu'il devient homogène.

Ensuite, le butyromètre est placé dans une centrifugeuse (à 6000 tours durant 7 minutes). Le taux de matière grasse (MG) est déterminé par lecture directe sur le butyromètre, tel que chaque graduation correspond à 1% de MG.

II.4.1.3. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable est réalisée par neutralisation d'un échantillon à analyser au moyen de d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 0,1N. La titration se fait en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré selon la réaction suivante :



Cette acidité est exprimée en degré Dornic ($^{\circ}\text{D}$) où : 1°D représente 0,1g d'acide lactique dans un litre de lait (**Gassi et al., 2008**).

La titration est faite pour 10ml de lait en présence de deux à trois gouttelettes de phénolphthaléine. Le mélange est titré avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistant. Cette acidité est exprimée en degré Dornic (D°). L'acidité en degré Dornic ($^{\circ}\text{D}$) correspond à la chute de la burette en $\text{ml} \times 10$.

II.4.1.4. Détermination de l'extrait sec total

La matière sèche est la fraction massique des substances restantes après dessiccation complète de l'échantillon. Elle est exprimée en pourcentage ou en g/L (**Labioui et al., 2009**).

2g de lait ont été introduit dans une coupelle en aluminium, cette dernière est introduite dans un dessiccateur et l'analyse est réalisée à 120°C pendant 15 minutes. Les résultats sont exprimés en pourcentage sur l'écran du dessiccateur.

II.4.2. Les Analyses physico-chimiques de produit fini

II.4.2.1. Évolution du potentiel Hydrogène (pH) et de l'acidité du produit fini

Ces deux paramètres sont mesurés après chaque heure de la fermentation des trois produits de yaourt préparés. Le pH est mesuré à 20°C à l'aide d'un pH mètre et l'acidité est dosée par titrage avec une solution de NaOH et exprimée en degré Dornic.

II.5. Analyse sensorielle

L'évaluation sensorielle est une méthodologie d'analyse qui, comparée aux autres, peut apparaitre simpliste. En effet, elle est basée essentiellement sur les sensations de l'Homme et ne nécessite pas de matériel sophistiqué (**Lefebvre et al., 2003**).

Considérer l'analyse sensorielle comme simple méthode de mesure serait également assez réducteur, car c'est avant tout un outil de conception, elle représente un moyen privilégié de contrôler la qualité d'un produit, c'est une aide précieuse dans la démarche de développement et de conception de nouveaux produits.

Si le produit doit être perçu comme différent, les épreuves d'évaluation sensorielle permettent de confirmer ou d'infirmer cette réalité (**Baeur *et al.*, 2010**).

La mise en place d'une analyse sensorielle nécessite les éléments suivants:

II.5.1. Les sujets

L'analyse sensorielle a été effectuée par un panel expert et un panel naïf.

- Le panel d'expert a été composé de vingt étudiants ayant des âges entre 23 et 25 ans, qui ont été entraînés préalablement à évaluer des produits similaires aux produits à testés.

Ensuite que quatorze d'entre eux sont sélectionnés en fonction de la capacité de panel entraîné à exécuter les tâches d'évaluation sensorielle requises, et en fonction de sa capacité à reproduire les résultats de l'analyse sensorielle.

- Le panel naïf a été composé de cinquante-deux personnes de différentes catégories d'âge : de 20 à 66 ans.

II.5.2. Les produits

Trois produits de yaourt ferme sont préparés au niveau de l'entreprise SARL HODNA-LAIT et conditionnés dans des flacons en plastique de 50ml stériles. Pour que l'étiquetage des produits n'aura aucune influence sur le déroulement de l'analyse sensorielle, un code de trois chiffres a été instauré pour chaque produit selon l'arôme qu'il contient: arôme fraise "234" ; arôme pêche "720" ; et arôme citron "189".

II.5.3. La fiche de l'évaluation sensorielle des produits de yaourts

Une fiche d'évaluation sensorielle est élaborée pour juger un ensemble de termes décrivant les différents attributs sensoriels des produits, afin d'établir un profil sensoriel pour chaque produit en déterminant l'intensité de chaque attribut. Les attributs ciblés sont : la texture (lisse, granuleux, épais, collant, crémeux), l'odeur (laiteux, fruité), la saveur/goût (sucré, acide, amer), et la persistance d'arrière-goût (persistant, laiteux, amer, astringent).

Ainsi, les membres du panel sont invités à noter les trois échantillons codés sur une échelle de notation de "un à sept points" selon l'intensité de chaque attribut, puis au final chaque membre du panel est invité à donner une note pour sa préférence globale des trois produits sur une échelle de notation hédonique de "un à neuf points". La fiche d'évaluation sensorielle est présentée dans (**Annexe 1**).

II.5.4. Déroulement des séances de l'analyse sensorielle

Les tests sensoriels ont été entamés le jour qui suit la préparation des produits au niveau de SARL HODNA-LAIT. Ces tests ont eu lieu dans une salle au niveau du Département de Biochimie et de Microbiologie de l'Université de M'sila, où les conditions de mise en place de l'analyse sont respectés dans le cadre de possible, essentiellement l'hygiène de

l'endroit, l'isolation des membres de panel les uns des autres, présence d'aération, présence de calme, l'anonymat des échantillons, et l'acquisition de matériel nécessaire à l'analyse, à savoir des gobelets d'eau, des crayons, de papiers mouchoirs et des fiches d'évaluation en plus.

L'évaluation sensorielle réalisée par le panel expert était étalée sur trois séances de dégustation, organisées durant trois jours selon la disponibilité des membres de panel. Quand au panel naïf une seule séance a été faite.



Figure .4 : Photographie de la salle de déroulement de l'évaluation sensorielle.

II.5.5. Analyse statistique

Les données rassemblées ont été traitées en utilisant le logiciel XLSTAT (Addinsoft, 2016) par sa fonctionnalité dédiée aux différents test d'analyse sensorielle. C'est un outil complet d'analyses statistiques de données, impliqués dans des études de marketing et des analyses du comportement des consommateurs. Ce logiciel est relié à Microsoft Excel® comme une interface de récupération des données et d'affichage des résultats.

Le logiciel XLSAT dans sa fonctionnalité "Analyses de données sensorielles" propose plusieurs tests utilisés pour valider et interpréter les résultats de l'analyse sensorielle obtenus, dans le présent travail les tests statistiques sélectionnés sont :

- ✓ Le test de "la caractérisation des produits" ;
- ✓ Le test de "l'analyse de pénalité";
- ✓ Le test de "la cartographie externe de préférence (PREFMAP)" ;
- ✓ Le test de "Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)";
- ✓ Le test de "l'Analyse de la composante principale (ACP)";

II.5.5.1. Caractérisation des produits

La caractérisation des produits permet d'identifier les attributs des produits perçus par les membres de panel, ainsi que de discriminer aux mieux ces derniers (Josse *et al.*, 2009).

II.5.5.2. Analyse de pénalité

L'analyse des pénalités "*the Penalty Analysis*" est une méthode utilisée en analyse sensorielle pour identifier les axes d'améliorations possibles pour des produits, suite à des enquêtes auprès des consommateurs ou d'experts.

Le terme de pénalité vient donc d'une caractéristique ou attribut sensoriel susceptible de pénaliser la satisfaction de panel par un produit donné, ou peut être l'attribut responsable de l'appréciation d'un produit par rapport à d'autres. Le test de pénalité est déterminé suite à la différence entre les moyennes des données de notation d'intensité de chaque attribut sur une échelle JAR (Just About Right) allant "de un à sept points"; ainsi que par la notation de préférence, données par le panel pour chaque produit en utilisant une échelle hédonique allant "de un à neuf points" (Popper et Gibes, 2004).

Sachant que pour l'échelle JAR : "1" correspond à «Pas du tout assez», "4" correspond à «JAR» (Just About Right) un idéal pour le consommateur et "7" correspond à «Beaucoup trop».

Les données de préférence correspondant à des indices de satisfaction globaux d'un produit sur une échelle hédonique de neuf points, ayant deux extrémités qui représentent : "1" correspond à «Extrêmement désagréable» et "9" correspond à «Extrêmement agréable».

II.5.5.3. La cartographie externe de préférence (PREFMAP)

La cartographie externe des préférences (*External Preference Mapping-PREFMAP*) permet de visualiser sur une même représentation graphique (en deux ou trois dimensions) d'une part des objets (les produits), et d'autre part des indications montrant le niveau de préférence des membres de panel (les consommateurs). Afin de pouvoir effectuer une cartographie de préférence externe, on aura besoin de deux types de données :

- A. Les notes d'acceptabilité attribuées par le panel naïf pour chaque produit, pour réaliser une classification des membres du panel par le test "Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)" ;
- B. Les notes moyennes données par les experts pour chaque attribut étudié pour effectuer une analyse en Composante Principale (ACP) (Yenket *et al.*, 2011).

A. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

La classification ascendante hiérarchique est utilisée pour constituer des groupes homogènes de classe sur la base de leur description par les membres de panel naïf, ou à partir d'une matrice décrivant la similarité ou la non similarité entre les classes. Le CAH est une méthode de classification, ces résultats permettent de visualiser le regroupement progressif des données. On peut alors se faire une idée d'un nombre adéquat de classes dans lesquelles

les données peuvent être regroupées selon les notations données par les membres de panel naïf et selon leurs préférences (Everitt *et al.*, 2001).

B. Analyse de la composante principale (ACP)

L'ACP est l'une des méthodes d'analyse des données multi-variées les plus utilisées. Dès lors que l'on dispose d'un tableau de données quantitatives (continues ou discrètes) dans lequel on observe (des individus, des produits) sont décrites par " p " variables (des descripteurs, attributs, mesures), si " p " est assez élevé, il est impossible d'appréhender la structure des données et la proximité entre les observations en se contentant d'analyser des statistiques descriptives uni-variées ou même une matrice de corrélation (Jolliffe et Cadima, 2016).

L'utilisation de l'ACP dans le traitement des données de l'évaluation sensorielle, n'est pas pour décrire la performance d'un panel mais sa présentation permet d'introduire les concepts généraux de l'analyse multidimensionnelle. De plus, elle fait généralement office de technique de référence dans les comparaisons de méthodes multidimensionnelles. L'ACP permet d'examiner les relations entre des variables corrélées. L'objectif est de résumer la variabilité entre les individus en un minimum de dimensions non corrélées (composantes principales) avec une perte d'information minimale.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

III.1. Analyses physico-chimiques et hygiéniques des arômes préparées

Les résultats d'analyses physico-chimiques (le pH, la densité, et l'indice de réfraction) et ceux d'analyses hygiéniques (recherche des microorganismes aérobies à 30°C, levures et moisissures, coliformes totaux, *E. coli*, staphylocoques a coagulasse positif et salmonella) des arômes préparées, sont regroupés dans une fiche technique (**Annexe 2**).

III.2. Analyses physico-chimiques du lait reconstitué sans arôme

La maîtrise du processus de préparation et la mise en place des analyses d'autocontrôle, sont nécessaires afin de garantir une stabilité de la qualité du produit final. Le lait destiné, dans ce présent travail, à la préparation du yaourt a fait l'objet d'une analyse physico-chimique. Les paramètres étudiés sont le pH, la teneur en matière grasse, l'acidité titrable et l'extrait sec total. Les résultats obtenus sont récapitulés dans le **tableau 2**, ci-dessous.

Tableau 2 : Analyse physico-chimique de lait reconstitué.

Analyse physico-chimique	Les paramètres			
	pH	Matière grasse ¹	Acidité ²	EST ¹
	6,42 ± 0,02	1,5 ± 0,05	18 ± 0,2	18,83 ± 0,06

¹Les résultats sont présentés en : pourcentage (%) ; **EST** : Extrait Sec Total

²Les résultats sont présentés en : degré Dornic ; **pH** : potentiel Hydrogène

III.2.1. Mesure du potentiel hydrogène "pH"

La valeur moyenne du pH du lait utilisé dans la formulation du yaourt est de 6,42 ; ce qui est conforme aux normes fixées par l'entreprise HODNA-LAIT (le pH doit être compris entre 6,4 et 6,8), et conforme à celle révélée par **Karsten, (1937)**; qui est de 6,4 à 6,6. Dans le cas où le pH de produit est inférieur à la norme, cela indique une acidification du lait, qui peut être due à un stockage inadéquat (**Diao, 2000**).

III.2.2. Détermination de la teneur en matière grasse

La teneur en matière grasse du lait, qui est déterminée en suivant la méthode "Gerber", est égale à 1,5%. Cette valeur répond à la norme fixée par l'entreprise, et à celle rapportée par le journal officiel de la république algérienne en 1993, qui exige une teneur de lait reconstitué, à base du lait écrémé, en matière grasse comprise entre 1,45 à 1,93 %.

III.2.3. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité du lait est un indicateur de sa qualité, car elle permet de représenter la quantité d'acide lactique produite par les bactéries ou par des éventuelles fraudes (Aggad *et al.*, 2009).

L'échantillon du lait analysé présente une acidité titrable de l'ordre de 18°D. Cette valeur est conforme à la norme fixée par HODNA-LAIT, qui est comprise entre 15 à 19°D, ainsi qu'à la norme nationale établie par l'arrêté interministériel "du 25 janvier 1998 relatif aux spécifications physico-chimiques des denrées alimentaires", qui exige une acidité titrable du lait entre 14 et 18°D. Quand l'acidité est supérieure à 19°D, cela peut conduire à l'instabilité du lait durant le traitement thermique, tel que la pasteurisation ou la stérilisation.

III.2.4. Détermination de l'extrait sec total "EST"

L'extrait sec représente la fraction solide contenant les différents éléments responsables à la fois des propriétés fonctionnelles et nutritionnelles d'un produit alimentaire. La valeur moyenne d'EST du lait analysé est de 18,83% qu'est adéquate avec la norme de l'entreprise. En effet Hachana *et al.*, (2017) ont montré que plus la valeur de l'extrait sec soit importante, plus le rendement de transformation technologique sera important. Un lait ayant un EST convenable permet de produire du yaourt avec d'excellente qualité sensorielle.

III.3. Évolution du pH et de l'acidité au cours de maturation du yaourt aromatisé

L'évolution du pH et de l'acidité des trois produits préparés à base des arômes de la fraise, de la pêche et du citron, présentent des allures de variation similaires au cours de la maturation.

III.3.1. Évolution du pH

L'évolution du pH est marquée par la production de l'acide lactique qui est un acide organique produit par des bactéries lactiques en technologie laitière. Cet acide organique permet de concentrer et de conserver la matière sèche du lait, en intervenant comme agent coagulant et antimicrobien (Schmidt *et al.*, 1994).

L'évolution de la variation du pH était suivait durant la période de maturation des yaourts fermes préparés, aromatisés à la fraise, à la pêche et au citron. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 5. Au cours des premières heures de maturation, on avait remarqué une baisse de pH allant de 6,42 jusqu'à 6,06. Ceci est dû à la production d'acide lactique par l'action des bactéries lactiques à partir du lactose présent dans le lait, après la transformation du pyruvate en acide lactique. Au-delà d'une diminution rapide du pH de 5,33 à 4,66 enregistrée au bout de quatre heures de maturation, ces résultats se concordent avec celle rappor-

té par **Hachana *et al.*, (2017)**, dans une étude des facteurs de variation de la qualité du yaourt durant le processus de production, qui ont enregistré un abaissement de pH allant jusqu'à 4,75.

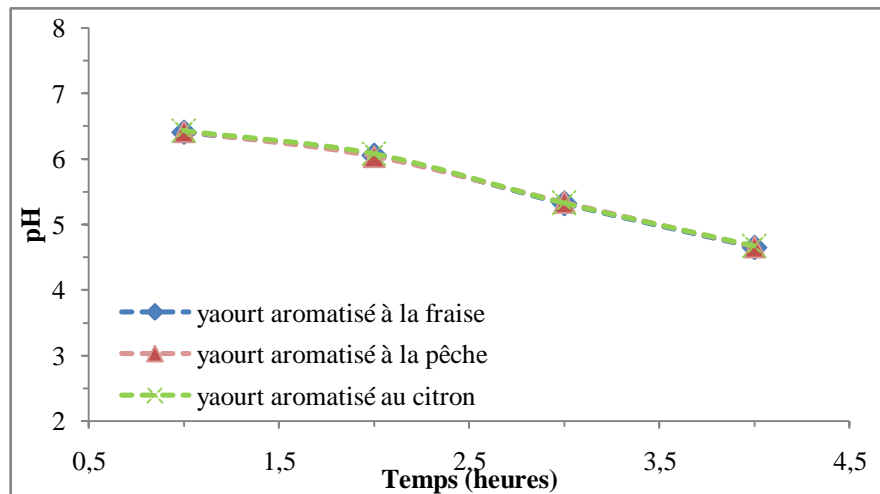


Figure 5 : Evolution du pH durant la période de maturation des yaourts préparés.

III.3.2. Évolution de l'Acidité

l'évolution de l'acidité pendant la période de maturation des yaourts fermes préparés est représentée dans **la figure 6**. D'après ces résultats, on note que l'acidité augmente brusquement au début des premières heures de maturation, du 19°D jusqu'à ce qu'elle atteigne 31°D au près d'une heure. Cela peut être dû au temps consommé par le ferment lactique pour s'adapter aux nouvelles conditions du milieu (**Corrieu et Luquet, 2008**).

Au-delà, une augmentation rapide allant jusqu'à 49°D dans les trois heures qui suivent, l'acidité des yaourts aromatisés a poursuivi son évolution pour atteindre 78°D au bout de quatre heures (l'arrêt de la maturation). Ces résultats sont en corrélation avec celle rapporté par **Hachana *et al.*, (2017)**, qui ont noté des variations de l'acidité allant de 64,8 à 74°D.

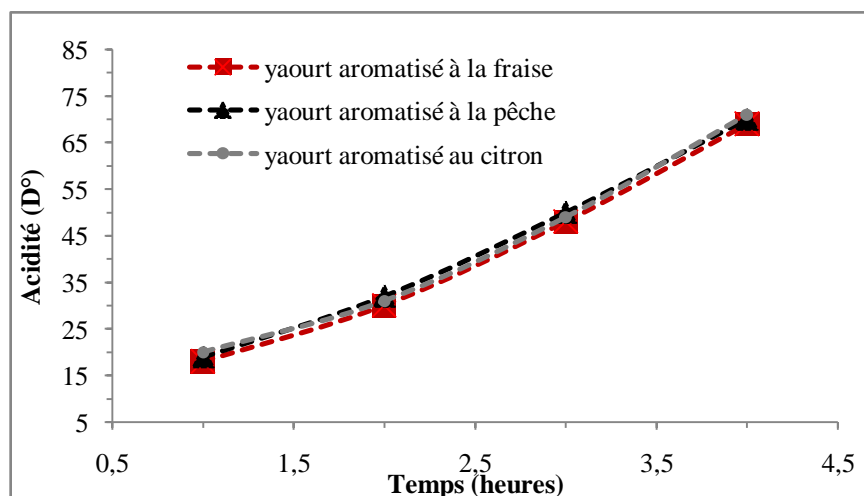


Figure 6 : Evolution d'acidité au cours de la maturation des yaourts préparés.

III.4. Analyse sensorielle

L'évaluation de la qualité sensorielle est largement utilisée par les industriels de l'agroalimentaire, afin d'arriver à conquérir de bonnes impressions auprès des consommateurs. Une des caractéristiques sensorielles du yaourt aromatisé la plus recherchée par les consommateurs, est que le produit doit être rafraichissant, qui n'implique aucun arrière-goût désagréable, apporte un niveau agréable d'acidité, avec un bon équilibre de saveurs et une sensation de douceur perceptible. Le but de ce présent travail dans cette partie, est d'établir un profil sensoriel du yaourt ferme préparé avec trois arômes différents (fraise, pêche et citron), et d'évaluer les préférences des consommateurs et leur degré d'acceptabilité des yaourts préparés. Les résultats de l'analyse sensorielle du yaourt ferme aromatisé sont présentés ci-dessous.

III.4.1. Caractérisation des produits

Il s'agit d'identifier les descripteurs (attributs sensoriels) qui discriminent le mieux les produits et de déterminer leurs caractéristiques en fonction des préférences du panel expert.

III.4.1.1. Pouvoir discriminant par descripteur "attribut sensoriel"

Ce test permet d'afficher les descripteurs ordonnés, allant de celui qui a le plus important pouvoir discriminant sur les produits à celui qui a le plus faible pouvoir discriminant, selon les notes attribuées au différents attributs sensoriels par le panel expert. Les résultats du test sont présentés dans la **figure 7**, ci-dessous.

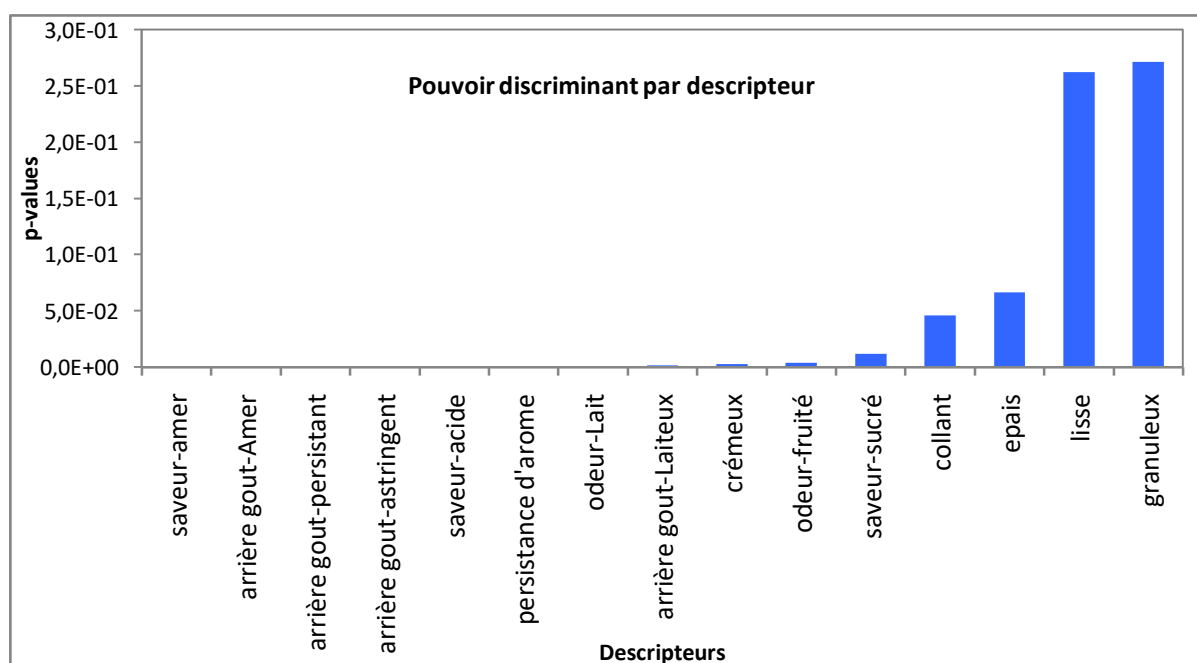


Figure 7: Pouvoir discriminant par descripteur, des yaourts aromatisés et les valeurs des p-values obtenues.

La **figure 7** rassemble les descripteurs ordonnés du plus discriminant au moins discriminant pour les trois yaourts préparés. Elle montre clairement que la saveur “amer”, et “acide” ; “l’odeur fruité” ; “la persistance de l’arôme et la texture en bouche crémeuse” ; ainsi que “l’arrière-goût amer” ou “astringent persistant”, sont les descripteurs les plus discriminants, c’est-à-dire que les sujets du panel d’experts ont constaté une grande différence au niveau de ces descripteurs pour les trois échantillons, et c’était des facteurs tranchant dans leurs choix de produit préféré.

La saveur “sucrée” a un pouvoir discriminant moins fort que le reste, ce qui s’explique par l’existence de mineures différences entre les produits en ce qui concerne l’attribut “sucré”. Les descripteurs “épais et collant” ont un pouvoir discriminant faible. Alors que les descripteurs “lisse et granuleux” sont les moins discriminés ce qui explique que les membres du panel experts n’ont pas constaté de différences entre les échantillons au niveau de ces descripteurs.

III.4.1.2. Coefficient des modèles

Ce test propose différents modèles afin de déterminer si les notes attribuées par les juges sont significativement différentes ou non. Le modèle utilisé dans cette étude est “Note descripteur = effet produit + effet juge + effet session”. Le but est, pour chaque combinaison de descripteur–produit, de traiter le coefficient, la moyenne estimée, la *p*-value ainsi qu’un intervalle de confiance pour le coefficient du modèle. L’intérêt de ce dernier est d’évaluer la performance globale du panel expert selon trois facteurs (produit, juge et répétition) pour chaque descripteur. Les résultats des coefficients des modèles sont présentés sur **les figures 8a, 8b et 8c** ci-dessous.

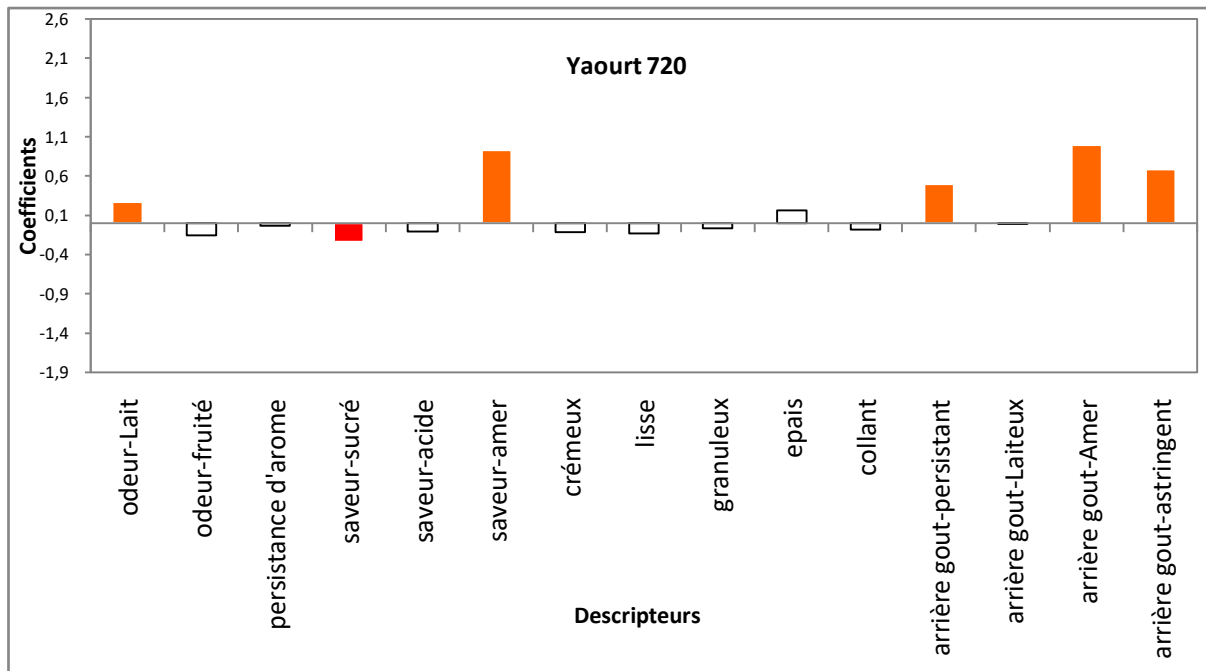


Figure 8a: Coefficients des modèles du yaourt aromatisé à la pêche, codé en 720.

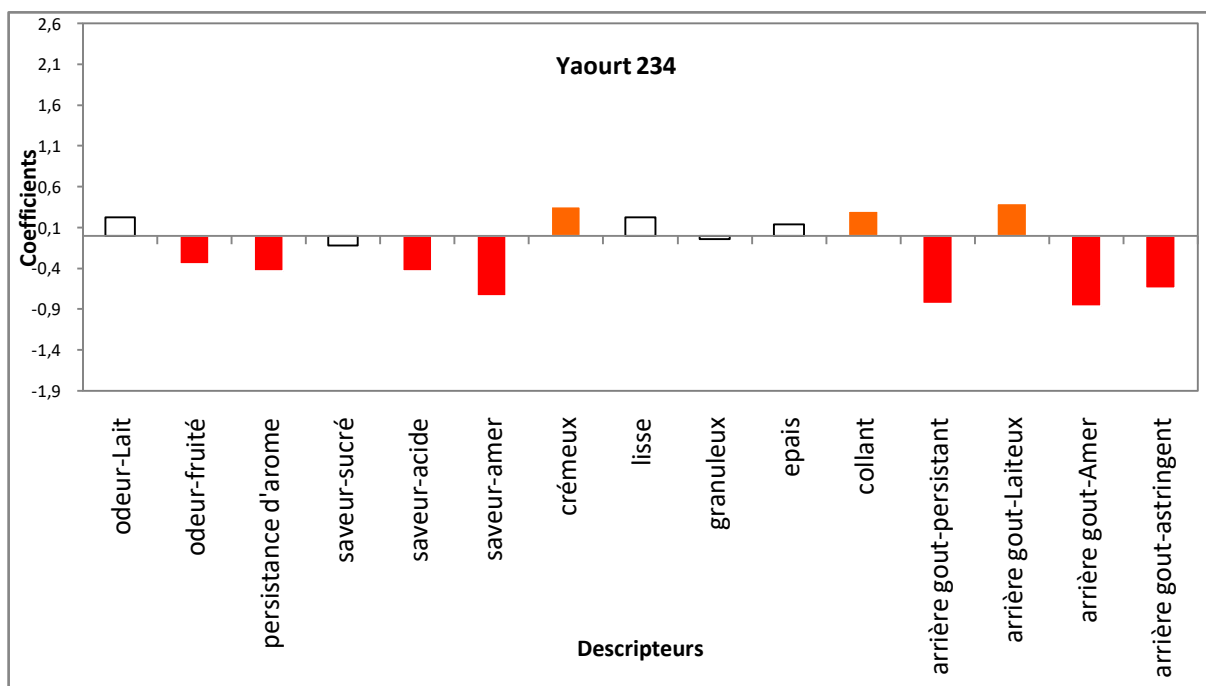


Figure 8b : Coefficients des modèles du yaourt aromatisé à la fraise, codé en 234.

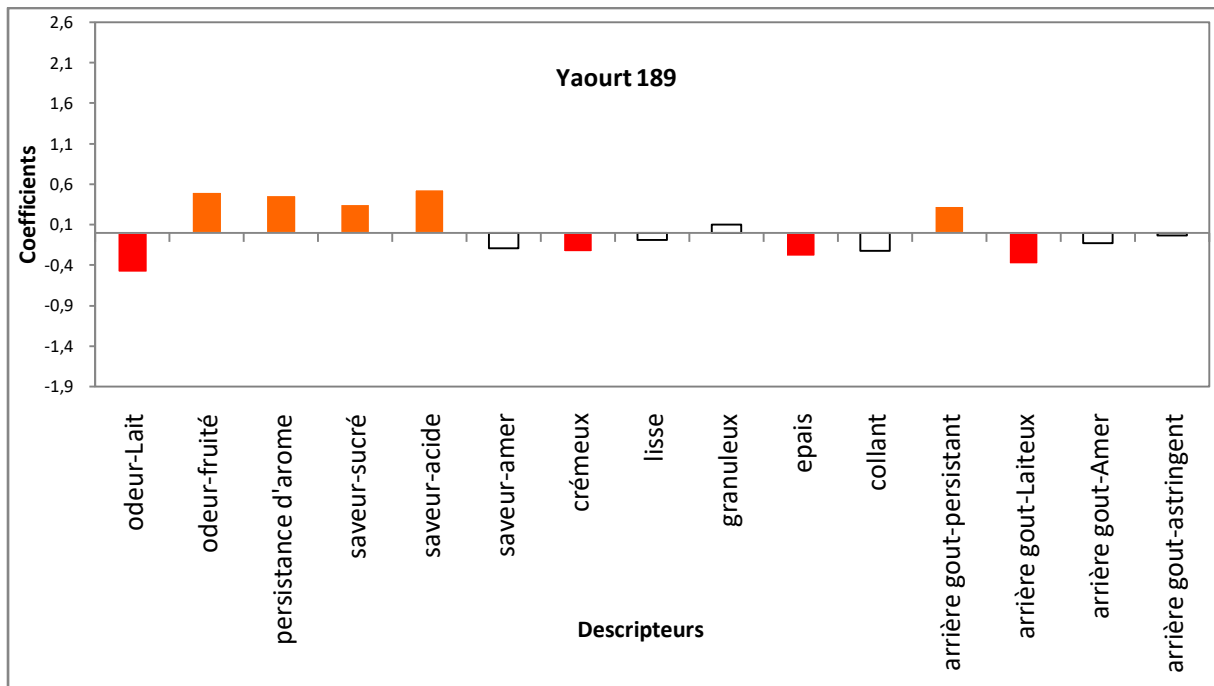


Figure 8c: Coefficients des modèles du yaourt aromatisé au citron, codé en 189.

Les graphiques sur les figures précédentes (**figure 8a, 8b et 8c**) permettent de définir l'appréciation ou le non appréciation des descripteurs des trois yaourts fermes par le panel d'experts. Quand ça apparaît en "couleur orange", c'est que le coefficient du descripteur est positif et plus intense ; "en couleur rouge" le coefficient est significativement négatif et moins intense. Alors qu'en "blanc", ça signifie que les caractéristiques n'ont pas été détectées.

D'après les résultats observés, le yaourt ferme codé en 234 (**figure 8b**) qui correspond au yaourt aromatisé à la fraise est caractérisé par un "arrière-goût de lait", une "texture assez collante" et "une texture en bouche crémeuse". Par contre il n'est "ni acide ni amer". Ceci revient au caractéristique de l'arôme fraise qui est plutôt "douce". Le yaourt codé en 720 (**figure 8a**) qui correspond au yaourt aromatisé à la pêche, a une "saveur amère" marquée et "très intense", "un arrière-goût astringent" et qui "persiste". En revanche "la saveur sucrée" a une faible intensité sur le produit. Le yaourt codé en 189, correspondant au produit aromatisé au citron (**figure 8c**) est caractérisé par une "odeur fruitée intense", une "saveur acide", "assez sucré". Par ailleurs, "l'odeur du lait" est moins intense en raison de "l'intensité de l'arôme citron".

III. 4.1.3. Moyennes ajustées par produit

Le but de cette étape est de définir les moyennes ajustées calculées à partir du modèle : “Note descripteur = effet produit + effet juge + effet session”, et cela pour chaque combinaison descripteur-produit. Les résultats des moyennes ajustées par produit sont présentés dans le **tableau 3**.

Tableau 3 : Moyennes ajustées par produit.

Produits	Odeur		Arôme	Saveur / goût			Texture					Arrière-goût			
	Laiteux	Fruité	Persistance	Sucré	Acide	Amer	Lisse	Granuleux	Epais	Collant	Crémeux	Persistant	Laiteux	Amer	Astringent
234	3,690	4,095	4,310	3,738	1,905	1,515	4,857	1,405	3,500	3,167	3,333	3,048	3,548	1,690	2,214
720	3,738	4,286	4,714	3,619	2,238	3,190	4,500	1,381	3,524	2,786	2,857	4,381	3,143	3,548	3,548
189	2,976	4,952	5,214	4,214	2,881	2,071	4,548	1,548	3,071	2,643	2,738	4,214	2,762	2,429	2,833

Le **tableau 3** des moyennes ajustées par produit permet de faire ressortir les moyennes lorsque l'on croise les différents produits et leurs caractéristiques. Les cellules présentées en “couleur orange” sont les moyennes qui sont significativement plus grandes que la moyenne globale, “en couleur rouge” celles qui sont significativement plus petites que la moyenne globale, et en blanc celles qui sont proches de la moyenne globale.

On remarque à partir de ces résultats (**tableau 3**) que pour le yaourt aromatisé à la fraise codé en 234, les descripteurs suivants : “la persistance de l’arôme”, “l’odeur fruité” et “un arrière-goût persistant” ont un effet significativement négatif. Concernant le yaourt aromatisé à la pêche codé en 720, les descripteurs suivants : “la persistants de l’arôme” et “l’odeur fruité” n’ont ni un effet significativement positif, ni un effet significativement négatif sur le produit, en revanche “l’arrière-goût persistant et amer” a un effet significativement positif sur ce dernier. Pour le yaourt aromatisé au citron codé en 189, on trouve que “la persistance de l’arôme”, “l’odeur fruité” et “arrière-goût persistant” ont un effet significativement positif sur le produit.

III.4.2. Analyse des pénalités

L'intérêt de ce test réside dans l'identification des issues permettant une amélioration effective des produits. Il s'agit alors de déterminer en quoi chaque perception possible affecte l'appréciation du consommateur. Les résultats de l'analyse des pénalités pour les trois produits de yaourts aromatisés sont présentés dans la figure 9a, la figure 9b et la figure 9c.

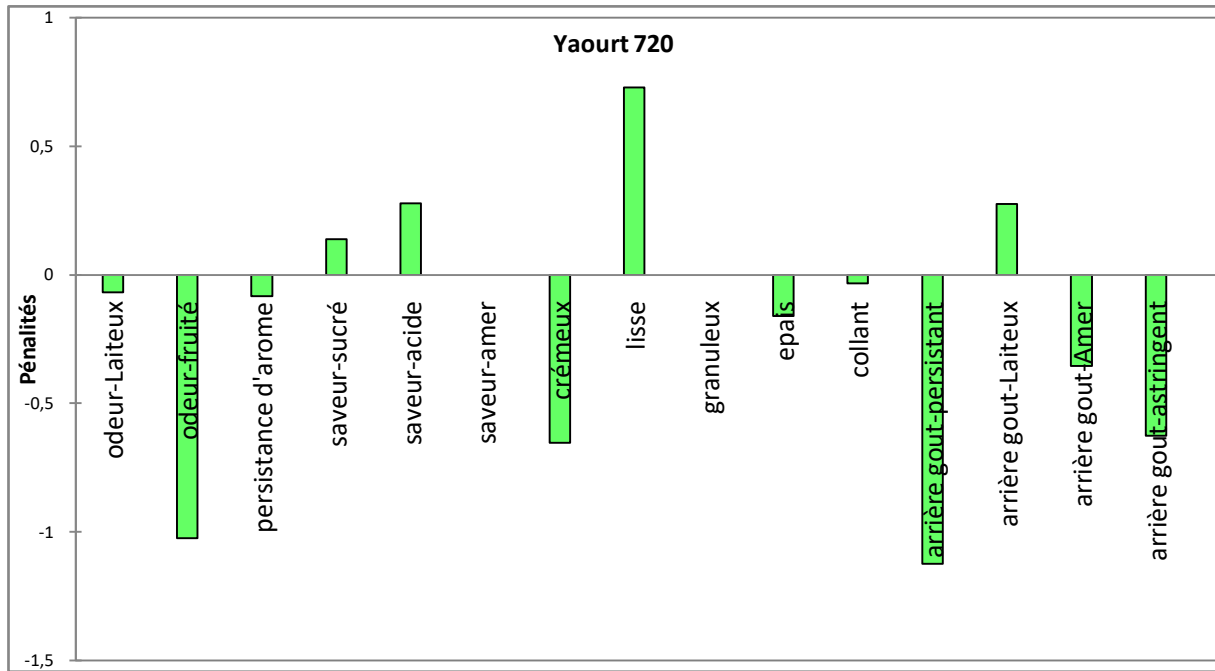


Figure 9a: Les caractéristiques “attributs sensoriels” pénalisées pour l'échantillon du yaourt aromatisé à la pêche codé en 720.

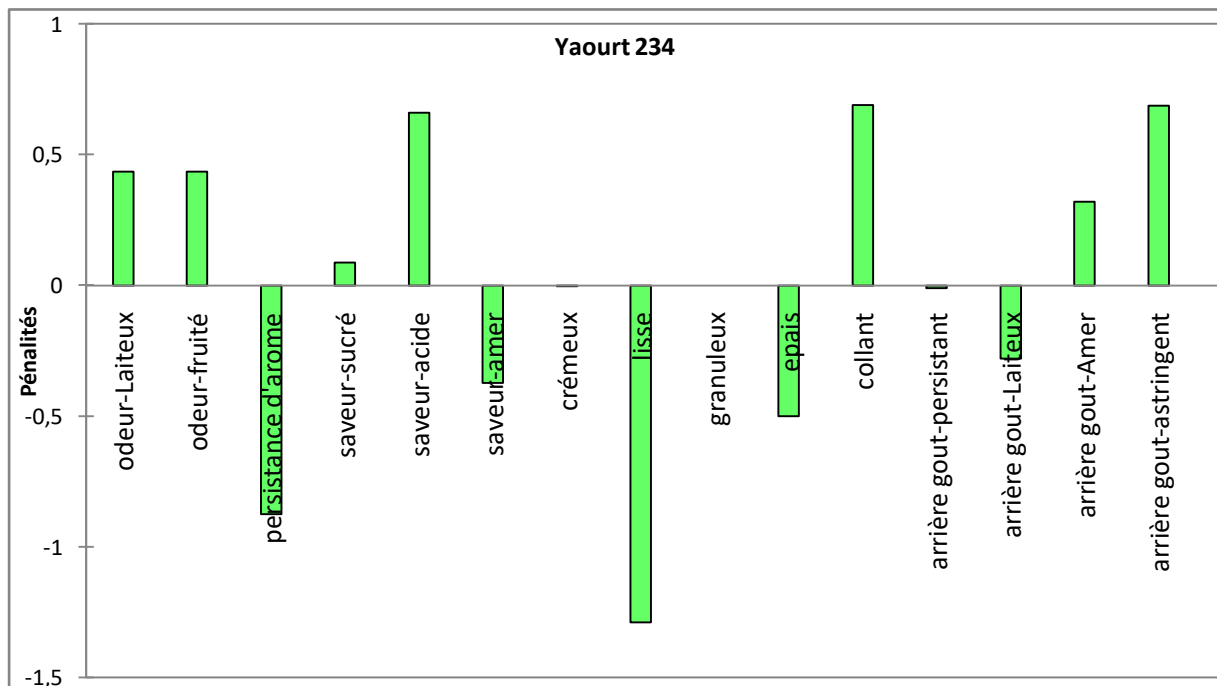


Figure 9b: Les caractéristiques “attributs sensoriels” pénalisées pour l'échantillon du yaourt à la fraise codé en 234.

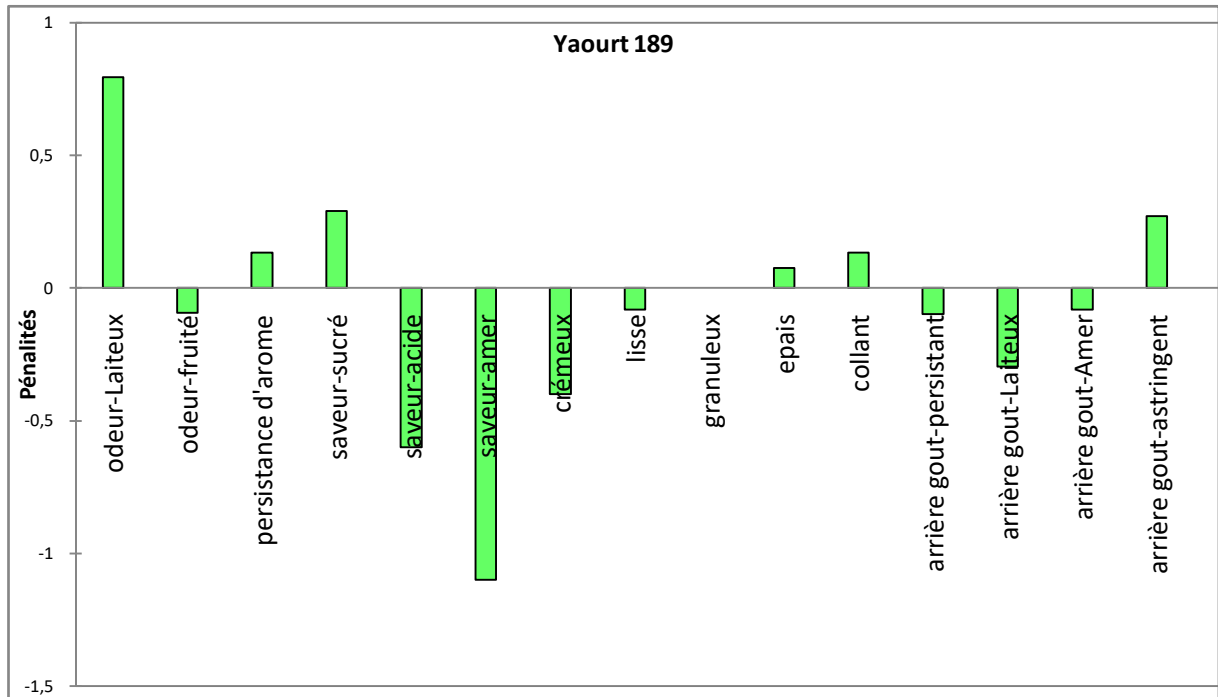


Figure 9c: Les caractéristiques “attributs sensoriels” pénalisées pour l’échantillon du yaourt aromatisé au citron codé en 189.

D’une façon générale, lorsque “la différence est significative” les histogrammes sont affichées en rouge, en vert quand “la différence n’est pas significative”, alors qu’elles apparaissent en bleu lorsque “l’effectif d’un groupe est inférieur au seuil choisi”. D’après les figures 9a, 9b et 9c, tous les graphiques obtenus sont de couleur verte. On en déduit que les différences entre le groupe «JAR » et les groupes « pas assez » qui correspond la note « 2 » et « trop » qui correspond la note «6» ne sont pas significatifs. Les niveaux « trop » et « pas assez » sont les différences entre la préférence moyenne pour le niveau JAR et la moyenne calculée pour le niveau « trop » ou le niveau « pas assez ».

Simultanément, si un descripteur possède un coefficient positif, ce dernier est pénalisé positivement Cela veut dire que ce descripteur est décisif pour la préférence d’un produit par rapport à un autre pour les membres du panel naïf. Tandis que, si un descripteur possède un coefficient négatif, ce dernier est pénalisé négativement par les membres du même panel. Autrement dit, c’est le descripteur qui écarte un produit donné dans la liste de préférence du panel.

Pour comprendre de près l’effet des caractéristiques pénalisées négativement, le **tableau 4**, ci-dessous, les représente en détail.

Tableau 4 : Les caractéristiques des produits de yaourt aromatisés, pénalisés négativement.

Produits	Odeur		Arôme	Saveur / goût			Texture					Arrière-goût			
	Laiteux	Fruité	Persistence	Sucré	Acide	Amer	Lisse	Granuleux	Epais	Collant	Crémeux	Persistant	Laiteux	Amer	Astringent
234	-	-	X	-	-	-	X	-	X	-	X	X	X	-	
720	X	X	X	-		X	X	-	X	X	X	X	-	X	X
189		X	-	-	X	X	-	-	--		X	X	X	X	-

X : représente les caractéristiques des produits de yaourt aromatisés, pénalisés négativement.

A partir de ce tableau, on note que pour le descripteur de “la persistance d’arôme”, seule le yaourt aromatisé avec l’arôme citron codé en 189, qui n’est pas pénalisé négativement, en peut ainsi conclure que la perception d’arôme du yaourt ferme codé en 189 répondait aux attentes de panel naïfs.

III.4.3. Analyse de la composante principale (ACP)

La figure suivante permet de représenter les corrélations entre les variables et les facteurs par l’ACP, pour les trois produits préparés.

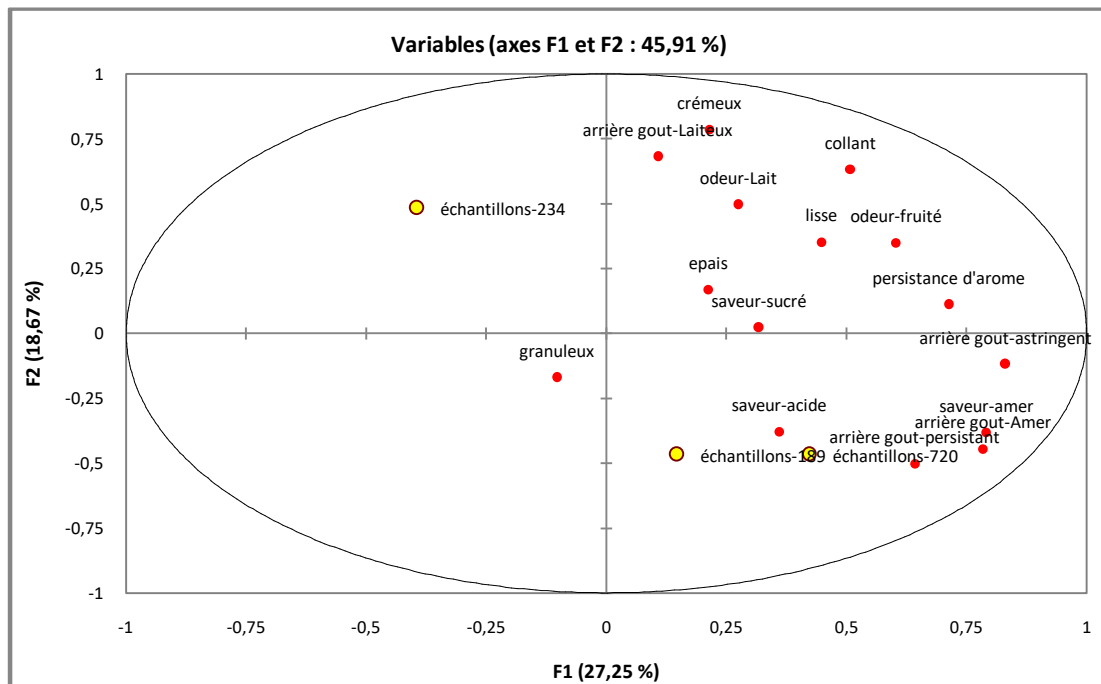


Figure 10a : La corrélation entre les variables et les facteurs du panel expert, pour les yaourts préparés et leurs attributs sensoriels.

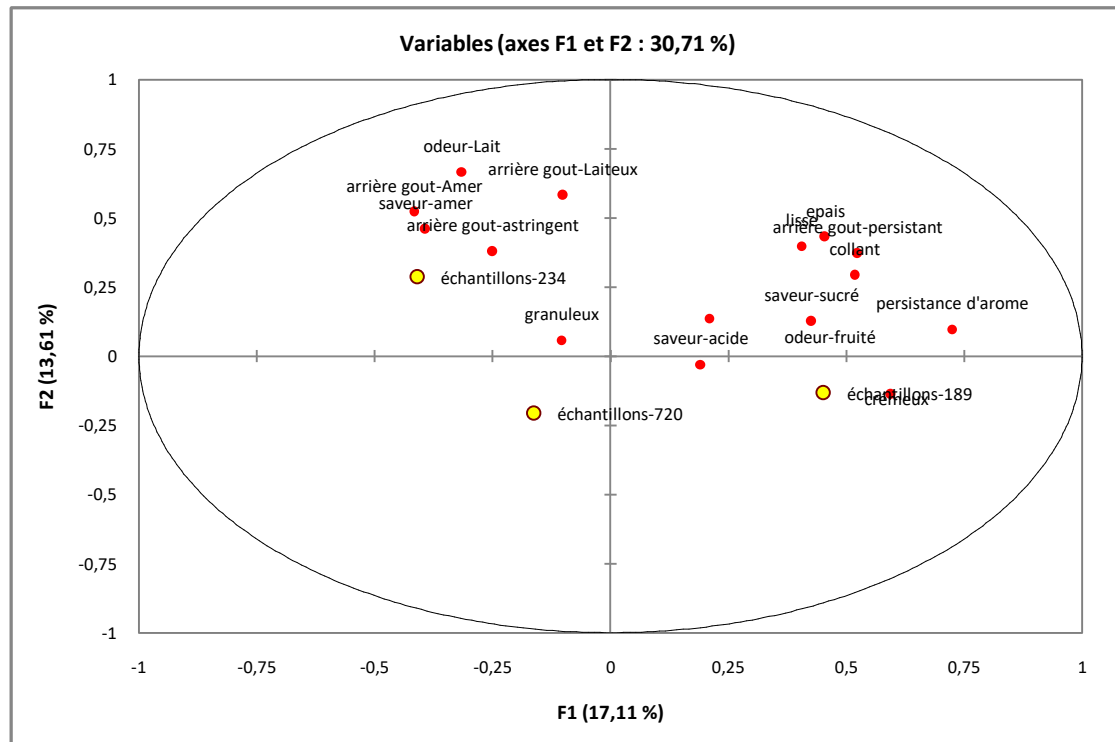


Figure 10b : La Corrélation entre les variables et les facteurs du panel naïf, pour les yaourts préparés et leurs attributs sensoriels.

La figure 10a et la figure 10b présentent un rapprochement des trois produits et de leurs descripteurs. Le cercle des corrélations correspond à une projection des variables sur un plan à deux dimensions constitué par deux axes (F1 et F2). Des variables proches l'une de l'autre, signifie qu'elles sont significativement positivement corrélées. Si elles sont orthogonales, elles sont significativement non-corrélées, et si elles sont symétriquement opposées par rapport au centre, alors elles sont significativement négativement corrélées.

Les figures 10a et 10b montrent que les variables sont dispersées dans le cercle et le niveau de variabilité est respectivement de 45,91% et de 30,71%. Les descripteurs "saveur acide" et "arrière goût du lait" sont corrélés négativement, alors que les descripteurs "persistance de l'arôme" et "l'odeur fruité" sont corrélés positivement. On remarque que les produits sont entourés par les attributs qui les caractérisent. On constate ainsi que les trois échantillons de yaourt sont perçus par les panels expert et naïf comme assez différents.

III.4.4. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

Le principe de la Classification Ascendante Hiérarchique est de rassembler des individus selon un critère de ressemblance en groupes homogènes de classe. On veut que les individus regroupés au sein d'une même classe (homogénéité intra-classe) soient les plus similaires possible, tandis que les classes soient le plus dissemblables (hétérogénéité interclasse).

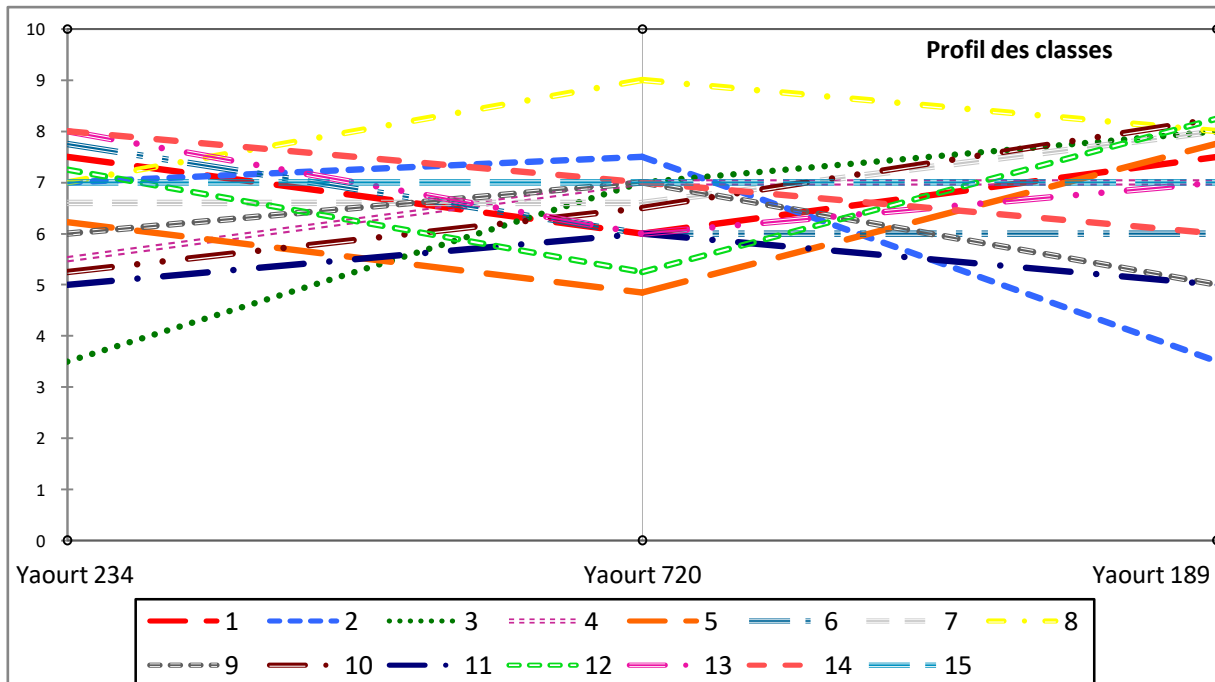


Figure 11: Profil des différentes classes créées des sujets naïfs, selon les notations de préférence pour les trois yaourts aromatisés.

L'application de l'analyse des données Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) sur les notations de préférence données par les membres du panel naïf génère plusieurs tableaux et graphes qui sont les tableaux du barycentre de classes et dendrogramme. Le graphe du profil des classes présenté dans **la figure 11** permet de comparer visuellement les moyennes des différentes classes du panel naïf créées.

Selon les résultats représentés ci-dessus, les membres de panel naïf sont répartis selon leurs préférences en quinze classes ; deux groupes de courbes (décroissante, croissante et croissante, décroissante).

- Les classes suivantes : 4^{ème}, 7^{ème}, 11^{ème}, 12^{ème} et la 15^{ème} classe; montre une préférence remarquable pour le yaourt aromatisé à la pêche codé en 720.
- Les classes suivantes : 1^{ème}, 2^{ème}, 3^{ème}, 5^{ème}, 6^{ème}, 8^{ème}, 9^{ème}, 10^{ème}, 13^{ème} et 14^{ème} ; préfèrent le yaourt avec l'arôme citron codé en 189. Mais préfèrent également le yaourt aromatisé avec l'arôme fraise codé en 234 au yaourt aromatisé avec l'arôme pêche codé en 720.

III.4.5. La cartographie externe de préférence (PREFMAP)

De nombreuses méthodes d'optimisation de produits sont exploitées, pour mieux comprendre la relations entre les produits alimentaires préférés chez les consommateurs et leur caractéristique ou attributs sensoriels, ainsi la représentation de cartographie des préférences a été utilisé dans plusieurs études portées sur les produits laitiers (Richardson *et al.*, 2000 ; Lovely et Meullenet, 2009 ; Cadena *et al.*, 2012).

Guinard *et al.*, (2001) ont mentionnés que cette outil d'aide à l'interprétation et à la décision potentiellement très puissant, permet de relier des données de préférence à des données objectives par la superposition de cette carte avec l'ACP.

L'application du test de la cartographie externe de préférence permet d'afficher la carte des préférences, les courbes de niveau et le tableau de pourcentage des juges satisfaits pour chaque produit.

La **figure 12**, représente les courbes de niveau et les cartes de préférences qui sont fusionnées.

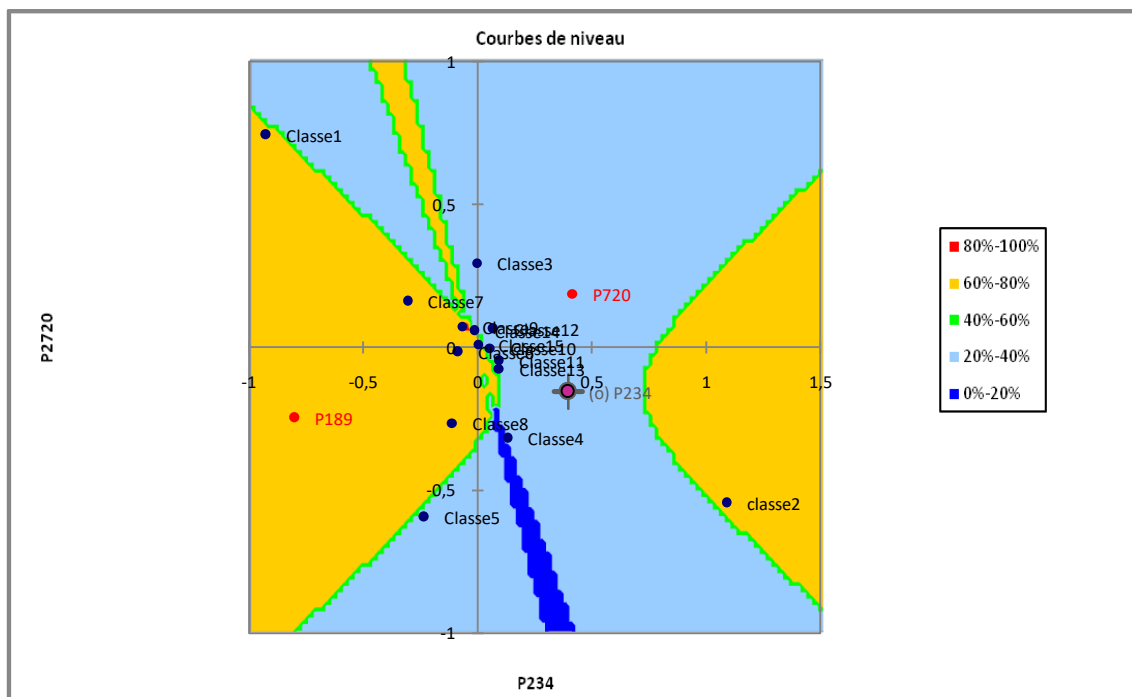


Figure 12 : Courbes de niveau et carte des préférences.

En analyse sensorielle, le principe de la cartographie des préférences est d'établir un espace multidimensionnel, qui représente les différences entre les produits évalués sur la base des résultats des tests de préférence des consommateurs et les données de l'ACP.

La couleur bleu foncé représente un degré de préférence de 0% à 20%, la couleur bleu clair représente une préférence entre 20% à 40%, la couleur verte pour un degré de préférence allant de 40% à 60%, la couleur jaune représente une préférence de 60% à 80%, pour la couleur rouge la préférence est de 80% à 100%.

Les produits évalués ont été appréciés selon leur attributs spécifiques, le yaourt aromatisé à la fraise codé en 234 était préféré pour sa "douceur", le yaourt aromatisé à la pêche était préféré pour sa "saveur sucré", alors que le yaourt aromatisé au citron codé en 189 était préféré pour son "arôme persistant" et sa "saveur acide".

Pour avoir une vision plus claire sur les préférences des produits, **le tableau 5** (ci-dessous) représente le pourcentage de satisfactions des membres de panel envers les produits évalués.

Tableau 5: Pourcentage de juges satisfaits pour chaque objet :

Classe	Pourcentage%
Classe1	67
Classe2	67
Classe3	33
Classe4	33
Classe5	33
Classe6	67
Classe7	67
Classe8	67
Classe9	67
Classe10	33
Classe11	33
Classe12	33
Classe13	33
Classe14	33
Classe15	67

En examinant la position des consommateurs (panel naïf) regroupés en classe sur la carte dans **la figure 12**, il est possible de déterminer les échantillons les moins acceptés et les plus acceptés (**Guinard et al., 2001**).

Selon les résultats de **la figure 12** de courbe de niveau fusionné avec la carte des préférences, et les résultats de **tableau 5** de pourcentages des membres du panel naïf satisfaits ; montrent que le pourcentage d'appréciation du produit codé en 234 (yaourt aromatisé à la

fraise) et de produit codé en 720 (yaourt aromatisé à la pêche) est entre 20% et 40%, le produit codé en 189 (yaourt aromatisé au citron) avait un degré de préférence entre 60% et 80% .

Les évaluateurs du panel naïf de la 4^{ème}, 5^{ème}, 10^{ème}, 11^{ème} et de la 13^{ème} classe, apprécient le yaourt aromatisé à la fraise, alors que le yaourt aromatisé à la pêche est apprécié beaucoup plus par la 3^{ème}, 12^{ème} et 14^{ème} classe. Le reste des classes préfèrent le yaourt aromatisé au citron.

En conclusion, l'étude de la cartographie sensorielle des préférences des trois produits, avait révélé que la majorité des consommateurs (panel naïf) ont apprécié le yaourt aromatisé au citron.

CONCLUSION

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Le présent travail a pour objectif d'avoir une vision globale sur les caractéristiques sensorielles des produits de yaourts préparés avec différents arômes (fraise, pêche, et citron) au niveau de l'entreprise HODNA-LAIT, ainsi que d'évaluer leur degré d'acceptabilité auprès de panels expert et naïf.

Dans ce contexte, pour chaque produit, quinze descripteurs nommés également "des attributs sensoriels" ont été évalués par un panel expert. Des tests de consommateurs ont été également effectués sur un effectif de cinquante deux individus constituant le panel naïf.

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

- ✓ Le yaourt ferme codé en 234 qui correspond au yaourt aromatisé à la fraise est caractérisé par "un arrière-goût de lait", une "texture assez collante, crémeuse et douce".
- ✓ le yaourt aromatisé à la pêche a "une saveur amère marquée et très intense", "un arrière-goût astringent et persistant".
- ✓ le yaourt aromatisé au citron est caractérisé par "une odeur fruitée intense", "une saveur acide, assez sucrée".
- ✓ Les résultats de la cartographie externe de préférence (PREFMAP) montrent que le yaourt aromatisé au citron est le plus apprécié par la majorité des consommateurs (panel naïf).

En perspective, il semble très intéressant pour les industriels yaourtières et alimentaires en Algérie, de façon générale, d'incorporer l'évaluation sensorielle dans leur démarche qualité, pour mieux comprendre et saisir les attentes et les préférences des consommateurs, qui ne cessent de se métamorphoser.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques :

- Accolas, J., Auclair, J., (1970).** Détermination de l'activité acidifiante des suspensions concentrées congelées de bactéries lactiques. *Le Lait*, 50(499-500): 609-626. DOI:10.1051/lait:1970499-50026.
- AFNOR, N., ISO, N., (1992).** Analyse sensorielle. NF ISO 5492.
- Aggad, H., Mahouz, F., Ammar, Y. A., Kihal, M., (2009).** Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. *Rev Méd Vét*, 160(12) : 590-595.
- Anderson, E. W., (1998).** Customer Satisfaction and Word of Mouth. *Journal of service research*, 1(1): 5-17. DOI: 10.1177/109467059800100102.
- Arvisenet, G., Le Bail, P., Voilley, A., Cayot, N., (2002).** Influence of physicochemical interactions between amylose and aroma compounds on the retention of aroma in food-like matrices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (24): 7088-7093.
- Bauer, W., Badoud, R., Loliger, J., Etaurnau, A., (2010).** Analyse Sensorielle, chap. 11., Science et Technologie des Aliments, 1 éd. Italie, Presses polytechniques. p 167-168. ISBN : 978-2-288074-754-1.
- Bayton, J.-A., et Thomas, C., (1954).** Comparative and single stimulus methods in determining taste preferences. *Journal of Applied Psychology*, 38(6): 443.
- Blaquiere, C., Ferrari, V., Girod-quilain, I., (2006).** Les arômes alimentaires: les bases de la réglementation européenne. *Industries alimentaires et agricoles*, 123(6): 7-17.
- Bourlioux, P., Braesco, V., Mater, D.-D., (2011).** Yaourts et autres laits fermentés. *Nutrition et Diététique*, 46(6): 305-314.
- Boutrolle, I., (2007).** Mesure de l'appréciation des aliments par les consommateurs: état des pratiques et propositions méthodologiques. Thèse pour l'obtention du Doctorat d'état en Science des aliments. Paris, Institut National de la Recherche Agronomique, 256 p.
- Brauss, M.-S, Linforth, R.-S., Cayeux, I., Harvey, B., Taylor, A.-J., (1999).** Altering the fat content affects flavor release in a model yogurt system. *Journal of agricultural and food chemistry*, 47(5): 2055-2059. DOI: 10.1021/jf9810719.
- Bruzzone, F., Ares, G., Giménez, A., (2013).** Temporal aspects of yoghurt texture perception. *International Dairy Journal*, 29(2): 124-134. DOI : 10.1016/j.idairyj.2012.10.012.

- Cadena, .R., Cruz, A., Faria , J., Bolini, H., (2012).** Reduced fat and sugar vanilla ice creams: Sensory profiling and external preference mapping. *Journal of dairy science* ,95(9):4842-4850. DOI: 10.3168/jds.2012-5526.
- Chemat, F., Fernandez, X., Thi kieu tien, D., (2012).** Les huiles essentielles vertus et applications. 1 éd. Paris, Vuibert, 160 p. ISBN :-13: 978-2311010299.
- Clark, S., et Plotka, V.-C., (2004).** Yogurt and sour cream: operational procedures and processing equipment. 9éd. California, Food science and technology, 891p.
- Claustrioux, J.-J., (2001).** Considérations sur l'analyse statistique de données sensorielles. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 5(3): 155-158.
- Codex Stan A-11(a), (1975).** codex standard for yoghurt (yogurt) and sweetened yoghurt (sweetened yogurt), 2p.
- Corrieu, G., Luquet, F., (2008).** *Bactéries lactiques: de la génétique a la ferment.* Paris, lavoisier, 849p. Sciences et technique agroalimentaire. ISBN : 2743010169.
- Décret n°88-1203** relatif aux laits fermentés et au yaourt ou yoghourt.
- Defossez, J., (2014).** Vers un langage du goût: approche expérimentale d'une communication multimodale à destination des mangeurs. Thèse pour l'obtention du Doctorat d'état en Sciences de la communication. Dijon, Ecole doctorale de langages et communication, 210 p.N° d'ordre : 10/2014-E.
- Depledt, F., (2009).** *Évaluation sensorielle: manuel méthodologique* . 3 éd. Paris, Lavoisier, 524 p. Sciences et techniques agroalimentaires. ISBN: 978-2-7430-0997-7.
- Depledt, F., et Sauvageot, F., (2002).** *Évaluation sensorielle des produits alimentaires,* techniques de l'ingénieur : l'expertise technique et scientifique de référence. Vol. 4000, 27 p.
- Diao, M., (2000).** la qualité du lait et produits laitiers. *Institut Sénégalais de recherches*
- Everitt, B., Landau, S., Leese, M., Stahl,D., (2011).** Cluster analysis. 5 éd . London Wiley-Blackwell, 346. Wiley Series in Probability and Statistics. ISBN: 978-0-470-74991-3.
- Fares, K., Landy, P., Guilard, R., Voilley, A., (1998).** Physicochemical interactions between aroma compounds and milk proteins: effect of water and protein modification. *Journal of dairy science*, 81(1): 82-91. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75554-7.
- Filly, A., Fabiano, A.-S., Lemasson, Y., Roy, C., Fernandez, X., Chemat, F., (2014).** Extraction of aroma compounds in blackcurrant buds by alternative solvents:

- Theoretical and experimental solubility study. *Comptes Rendus Chimie*, 17(12): 1268-1275. DOI: 10.1016/j.crci.2014.03.013.
- Fischer, N., et Widder, S., (1997).** How proteins influence food flavor. *Food technology*, 15(2): 325-375.
- Fizman, S., Lluch, M., Salvador, A., (1999).** Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and yoghurt and on their rheological properties. *International Dairy Journal*, 9(12): 895-901. DOI: 10.1016/S0958-6946(00)00013-3.
- Gassi, J.-Y., Famelart, M.-H., Lopez, C., (2008).** Heat treatment of cream affects the physicochemical properties of sweet buttermilk. *Dairy Science and Technology*, 88(3): 369-385. DOI: 10.1051/dst:2008006.
- Guichard, E., (2015).** Interaction of aroma compounds with food matrices. *Journal of Food Science, Technology and Nutrition*, 30 (5) : 273-295. DOI: 10.1016/B978-1-78242-103-0.00013-8.
- Guichard, E., et Langourieux, S., (2000).** Interactions between β -lactoglobulin and flavour compounds. *Food Chemistry*, 71(3): 301-308. DOI: 10.1016/S0308-8146(00)00181-3.
- Guinard, J.-X., Uotani, B., Schlich, P., (2001).** Internal and external mapping of preferences for commercial lager beers: comparison of hedonic ratings by consumers blind versus with knowledge of brand and price. *Food Quality and Preference*, 12(4): 243-255. DOI: 10.1016/S0950-3293(01)00011-8
- Hachana, Y., Rejeb, R., Chiboub, N., Zneidi, I., (2017).** Variation factors of yoghurt quality during the manufacturing process. *Journal of New Sciences*, 41(7): 2243-2252.
- Hansen, A., (1997).** A review of the interactions between milk proteins and dairy flavor compounds. Chap .2. In: Damodaran S, Food Proteins and Lipids, Advances in Experimental Medicine and Biology, pp.67-76. ISBN: 978-1-4899-1792-8.
- Imhof, R., Glättli, H., Bosset, O., (1994).** Volatile organic aroma compounds produced by thermophilic and mesophilic mixed strain dairy starter cultures. *Journal of Food Science and Technology*, 27(5): 442-449. DOI: 10.1006/fstl.1994.1090.
- ISO., (1994).** Analyse sensorielle. Méthodologie. Profil de la texture. NF ISO 11036, 16 p
- ISO., (2008).** Analyse sensorielle- Vocabulaire. NF ISO 5492, 107 p.
- ISO.,(2012).** Analyse sensorielle. Lignes directrices générales pour la sélection, l'entraînement et le contrôle des sujets qualifiés et sujets sensoriels experts. NF ISO 8586, 31p.

- ISO., (2014).** Analyse sensorielle. Méthodologie. Directives générales pour la réalisation d'épreuves hédoniques effectuées avec des consommateurs dans un espace contrôlé. NF ISO 11136, 45 p.
- ISO., (2019).** Analyse sensorielle -- Lignes directrices générales pour l'application de l'analyse sensorielle en contrôle qualité. NF ISO 20613, 19 p.
- Jeantet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P., Brulé, G., (2007).** Les produits laitiers: Science et technologie du lait. 2 éd . France, Lavoisier, 184p. ISBN : 2743010320.
- Jolliffe, I.-T., Cadima, J., (2016).** Principal component analysis: a review and recent developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society. A Mathematical Physical and Engineering Sciences*, 374(2065): 20150202. DOI: 10.1098/rsta.2015.0202.
- Jones, L. -V., Peryam, D. - R., Thurstone, L., (1955).** Development of a scaler for measuring soldiers food preferences. *Journal of Food Science*, 20(5): 512-520. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1955.tb16862.x.
- Josse, J., Husson, F., Pagès, J., (2009).** Gestion des données manquantes en analyse en composantes principales. *Journal de la Société Française de Statistique*, 15(02): 28-51.
- Karsten, A.,(1937).** La mesure du pH au service du lait et des produits laitiers. Applications nouvelles en Allemagne. *Le Lait*, 17(169): 918-927. DOI : 10.1051/lait:193716940.
- Kora, E.-P., (2004).** Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé: quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la flaveur. Thèse pour l'obtention du Doctorat en sciences des aliments. Paris, Institut national d'agronomie. p184.
- Kühn, J., Considine, T., Singh, H. (2006).** Interactions of Milk Proteins and Volatile Flavor Compounds: Implications in the Development of Protein Foods. *Journal of Food Science*, 71(5): 72-82. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2006.00051.x.
- Labioui, H., Elmoualdi, L., Benzakour, A., El Yachioui, M., Berny, E., Ouhssine, M., (2009).** Etude physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 148: 7-16.
- Landy, P., Druaux, C., Voilley, A., (1995).** Retention of aroma compounds by proteins in aqueous solution. *Food Chemistry*, 54(4): 387-392. DOI: 10.1016/0308-8146(95)00069-U.

- Lawless, H.-T., et Heymann, H., (2010).** Sensory evaluation of food: principles and practices. 1^{er} éd. Springer Science and Business. 664p. ISBN: 978-4757-6499-4.
- Lee, W., et Lucey, J., (2010).** Formation and physical properties of yogurt. *Journal of Animal Sciences*, 23(9): 1127-1136. DOI:10.5713/ajas.2010.r.05.
- Lefebvre, A., et Bassereau, J.-F., (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. *Journal of Sensory Studies*, 10(3): 3-11. DOI : 10.442/j.4 63 47.
- Lovely, C., et Melullent, J. F.,(2009).** Comparison of preference mapping techniques for the optimization of strawberry yogurt. *Journal of Sensory Studies*, 24(4): 457-478.
- Lowe, J.- M., (2017).** Sensations et perceptions visuelles et tactiles de matériaux texturés. Thèse pour l'obtention du Doctorat en Sciences Ingénierie Santé .Université de Lyon, Département Mécanique physique et interfaces, 245p.
- Lubbers, S., Landy, P., Voilley, A., (1998).** Retention and release of aroma compounds in foods containing proteins. *Food technology* .52 (5) : 343-357.
- Mahiout, S., (2014).** Mettre en valeur ou bannir le polystyrène: approches dans un cadre de développement durable. Thèse pour l'obtention du Doctorat d'état en Science De L'environnement. Québec, université de la biotechnologie, 150 p.
- Marshall, V. -M., (1987).** Lactic acid bacteria: starters for flavour. *Microbiology Reviews*, 3(3): 327-336. DOI : 10.1111/j.1574-6968.1987.tb02469.x
- Merabtine, Y., (2010).** Etude des relations entre la structure des molécules odorantes et leurs équilibres rétention-libération entre phase vapeur et gels laitiers. Thèse pour l'obtention du Doctorat en sciences des aliments. Dijon, université de science de la vie, 184 p.
- Nahon, D.-F., Harrison, M., Roozen, p. (2000).** Modeling flavor release from aqueous sucrose solutions, using mass transfer and partition coefficients. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(4): 1278-1284. DOI: 10.1021/jf990464k
- Nahon, D.-F., Roozen, J.-P., de Graaf, C., (1998).** Sensory evaluation of mixtures of sodium cyclamate, sucrose, and an orange aroma. *Journal of agricultural and food chemistry*, 46(9): 3426-3430. DOI: 10.1021/jf980097x.
- Ott, A., Germond, J.-E., Chaintreau, A., (2000).** Origin of acetaldehyde during milk fermentation using ¹³C-labeled precursors. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(5): 1512-1517. DOI: 10.1021/jf9904867.

- Pernoud, S., Schneid-Citrain, N., Agnetti, V., Breton, S., Faurie, J., Marchal, L., Obis, D., Oudot, D., Paquet, D., Robinson, T., (2005).** Application des bactéries lactiques dans les produits laitiers frais et effets probiotiques : Bactéries Lactiques et Probiotiques. 2 éd. France, Lavoisier, 306 p.
- Popper, R., et Gibes, K., (2004).** Workshop summary: Data analysis workshop: getting the most out of just-about-right data-Abstracts. *Food Quality and Preference*, 15(7-8): 891-899.
- Pozo-Bayon, M., Biais, B., Rampon, V., Cayot, N., Le Bail, P., (2008).** Influence of complexation between amylose and a flavored model sponge cake on the degree of aroma compound release. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(15): 6640-6647. DOI: 10.1021/jf800242r.
- Rasic, J.- L., et Kurmann, J.-A. (1978).** Yoghurt. Scientific grounds, technology, manufacture and preparations. 1 éd. Vanloese Copenhagen. In : Technical Dairy Publishing House, 466p.
- Richard, H., et Multon, J. L., (1992).** *Les arômes alimentaires*, paris, Lavoisier, 480 p. Techniques de l'ingénieur Agroalimentaire . ISBN : 2-85206-613-0.
- Richardson-Harman, N. J., Stevens, R., Walker, S., Gamble, J., Miller, M., Wong, M., McPherson, A., (2000).** Mapping consumer perceptions of creaminess and liking for liquid dairy products. *Food Quality and Preference*, 11(3): 239-246. DOI: 10.1111/j.1745-459X.2009.00221.x
- Saint-Eve, A., (2006).** Compréhension de la libération et de la perception des composés d'arome en condition de consommation: cas du yaourt brassé aromatisé. Thèse pour l'obtention du Doctorat en Science des aliments. Paris, institut national d'agronomie de paris Grignon, 232 p. N°d'ordre : 2006INAP0026.
- Saint-Eve, A., Anne-Cécile, M., Delarue , J., (2017).** Sucrage des yaourts: diversité des comportements et impact sur les apports en sucres. *Cahiers de Nutrition et de Diététique* 52: S80-S86. DOI : 10.1016/S0007-9960(17)30201-8.
- Savadogo, A., et Traore , A., (2011).** La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles des yaourts et laits fermentés. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(5): 2057-2075. DOI:10.4314/ijbcs.v5i5.28
- Schmidt, J., Tourneur, C., Lenoir, J., (1994).** Fonctions et choix des bactéries lactiques en technologie laitière. *Bactéries lactiques*, 2: 37-54.

- Schorsch, C., Wilkins, D., Jones, M., Norton, I., (2001).** Gelation of casein-whey mixtures: effects of heating whey proteins alone or in the presence of casein micelles. *Journal of Dairy Research*, 68 (3): 471-481. DOI: 10.1017/S0022029901004915.
- Shakeel, H- M., Zahoorl, T., Iqbal, Z., Ihsan, H., Arif, M., (2012).** Effect of storage on rheological and sensory characteristics of cow and buffalo milk yogurt. *Journal of Food Sciences*, 22 (3): 61-70.
- Tamime, A.-Y., et Robinson, R.-K., (1999).** *Yoghurt: science and technology*. 2 éd. England Woodhead Publishing Ltd, 619 p. ISBN: 1 85573 676 4.
- Thomas, A., (2016).** Analyse sensorielle temporelle descriptive et hédonique : Méthodologie classique. Thèse pour l'obtention du Doctorat en Alimentation et Nutrition. Dijon, université des Sciences de l'alimentation, 307p. N° d'ordre : 554.
- Thomas, C., Romain, J., Gérard, B., (2008).** Fondements physicochimiques de la technologie laitière. 2 éd. Paris, Lavoisier, 155p. ISBN: 978-2-7430-1033-1.
- Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L.E. Elias, L. G., (1991).** *Méthodes de base pour l'évaluation sensorielle des aliments*. Ottawa, Canada , Centre de recherches pour le développement international. 145 p. ISBN : 0-88936-569-5.
- Weerathilake, W., Rasika, D., Ruwanmali, J., Munasinghe, M., (2014).** The evolution, processing, varieties and health benefits of yogurt. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 4(4): 1-10. DOI: 10.2250/ijp.315.
- Yenket, R., Chambersiv,E., Adhikari, K., (2011).** A comparison of seven preference mapping techniques using four software programs. *Journal of Sensory Studies*, 26 (2): 135-150. DOI : 10.1111/j.1745-459X.2011.00330.x.

ANNEXES

Annexes

Annexe 1 : Fiche de l'évaluation sensorielle des produits de yaourts.

Nom et prénom :.....	Date :.....
Age :.....ans	
Jury N° :.....	
Sexe : féminin <input type="checkbox"/>	
Masculin <input type="checkbox"/>	

Dans l'optique d'une caractérisation sensorielle et hédonique du yaourt, trois échantillons codés **234, 720 et 189** vous sont présentés.

Examiner et goûter les échantillons successivement, selon l'intensité de chaque attribut : noter de 1 à 7 en cochant sur la case correspondante à votre réponse.

Annexes

Code :

Odeur :	1	2	3	4	5	6	7
Laiteux :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fruité :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Arôme :	1	2	3	4	5	6	7
Persistance de l'arôme :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Saveur /goût :	1	2	3	4	5	6	7
Sucré :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acide :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Amer :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Texture :	1	2	3	4	5	6	7
Lisse :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Granuleux :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Epais :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Collant :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Crémeux :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Arrière-goût :	1	2	3	4	5	6	7
Persistant :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Laiteux :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Amer :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Astringent :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

➤ Veuillez indiquer votre satisfaction en cochant la case correspondante à l'intensité de votre plaisir.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Extrêmement désagréable	très désagréable	désagréable	assez désagréable	ni agréable	assez agréable	agréable	très agréable	Extrêmement agréable

Annexes

Code :

Odeur :	1	2	3	4	5	6	7
Laiteux :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fruité :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Arôme :	1	2	3	4	5	6	7
Persistance de l'arôme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Saveur /gout :	1	2	3	4	5	6	7
Sucré :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acide :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Amer :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Texture :	1	2	3	4	5	6	7
Lisse :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Granuleux :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Epais :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Collant :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Crémeux :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Arrière-gout :	1	2	3	4	5	6	7
Astringent :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Amer:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Persistant:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Laiteux:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

➤ Veuillez indiquer votre satisfaction en cochant la case correspondante à l'intensité de votre plaisir.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Extrêmement désagréable	très désagréable	désagréable	assez désagréable	ni agréable	assez agréable	agréable	très agréable	Extrêmement agréable

Annexes

Code : 189

<u>Odeur :</u>	1	2	3	4	5	6	7
Laiteux :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fruité :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<u>Arome :</u>	1	2	3	4	5	6	7
Persistance de l'arôme :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<u>Saveur /gout :</u>	1	2	3	4	5	6	7
Sucré :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acide :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Amer :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<u>Texture :</u>	1	2	3	4	5	6	7
Lisse :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Granuleux :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Epais :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Collant :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Crémeux :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<u>Arrière-gout :</u>	1	2	3	4	5	6	7
Astringent :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Amer:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Persistant:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Laiteux:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

➤ Veuillez indiquer votre satisfaction en cochant la case correspondante à l'intensité de votre plaisir.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Extrêmement	très	désagréable	assez	ni agréable	assez	agréable	très	Extrêmement
Désagréable	désagréable		désagréable	ni agréable	agréable		agréable	agréable

Merci de votre temps et de votre participation

Annexes

Annexe 02 : Fiche technique des analyses physico-chimiques et hygiéniques des arômes préparés (arôme fraise ; arôme pêche ; arôme citron).

EURL AROMES ABERKANE	11/02/2019
	<u>FICHE TECHNIQUE</u>

Désignation : Arôme de fraise

LOT N°:190211A

Code :

Pour denrées alimentaires, à usage industriel, non destiné à être consommé en l'état.

APPLICATIONS ET DOSAGES

Suggestion d'emploi

Dosage conseillé (%)

Yaourt ferme

0.2

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Solubilité

Hydrosoluble

Densité (20°C)

1.015±0.05

Indice de réfraction (20°C)

4.45+/-0.05

pH

4,45

ANALYSES HYGIENIQUES

Germes aérobies à30°C	<=	00 U.F.C/ml	≤ 10 ⁴ U.F.C/ml	(NA 04/10/2016)
Levures moisissures	<=	00 U.F.C/ml	≤ 10 ³ U.F.C/ml	(NA 04/10/2016)
Coliforme totaux	<=	00 U.F.C/ml	≤ 10 ² U.F.C/ml	(NA 04/10/2016)
Escherichia coli	<=	00 U.F.C/ml	≤ 10 U.F.C/ml	(NA 04/10/2016)
Staphylocoques à coagulase+	<=	00 U.F.C/ml	≤ 10 ⁴ U.F.C/ml	(NA 04/10/2016)
Salmonella	<=	00 U.F.C/ml	Absence/25ml	(NA 04/10/2016)

Annexes

Désignation : Arôme de pêche

LOT N°:190211C

Code :

Pour denrées alimentaires, à usage industriel, non destiné à être consommé en l'état.

APPLICATIONS ET DOSAGES

Suggestion d'emploi

Dosage conseillé (%)

Yaourt ferme

0.2

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Solubilité

Hydrosoluble

Densité (20°C)

1.015±0.05

Indice de réfraction (20°C)

5.146+/-0.05

pH

5,97

ANALYSES HYGIENIQUES

Germes aérobies à 30°C	<=	00 U.F.C/ml	≤ 10 ⁴ U.F.C/ml	(NA 04/10/2016)
Levures moisissures	<=	00 U.F.C/ml	≤ 10 ³ U.F.C/ml	(NA 04/10/2016)
Coliforme totaux	<=	00 U.F.C/ml	≤ 10 ² U.F.C/ml	(NA 04/10/2016)
Escherichia coli	<=	00 U.F.C/ml	≤ 10 U.F.C/ml	(NA 04/10/2016)
Staphylocoques à coagulase+	<=	00 U.F.C/ml	≤ 10 ⁴ U.F.C/ml	(NA 04/10/2016)
Salmonella	<=	00 U.F.C/ml	Absence/25ml	(NA 04/10/2016)

Annexes

Désignation : Arôme de citron

LOT N°:190211B

Code :

Pour denrées alimentaires, à usage industriel, non destiné à être consommé en l'état.

APPLICATIONS ET DOSAGES

Suggestion d'emploi

Dosage conseillé (%)

Yaourt ferme

0.2

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Solubilité

Hydrosoluble

Densité (20°C)

1.014±0.05

Indice de réfraction (20°C)

6.67+/-0.05

pH

6,67

ANALYSES HYGIENIQUES

Germes aérobies à 30°C	≤	00 U.F.C/ml	≤ 10 ⁴ U.F.C/ml	(NA 04/10/2016)
Levures moisissures	≤	00 U.F.C/ml	≤ 10 ³ U.F.C/ml	(NA 04/10/2016)
Coliforme totaux	≤	00 U.F.C/ml	≤ 10 ² U.F.C/ml	(NA 04/10/2016)
Escherichia coli	≤	00 U.F.C/ml	≤ 10 U.F.C/ml	(NA 04/10/2016)
Staphylocoques à coagulase+	≤	00 U.F.C/ml	≤ 10 ⁴ U.F.C/ml	(NA 04/10/2016)
Salmonella	≤	00 U.F.C/ml	Absence/25ml	(NA 04/10/2016)

Annexes

Annexe 3 : Les notes des analyses sensorielles attribuées aux yaourts aromatisés, du panel expert et du panel naïf.

Jury- Expert	Echantillons	Odeur		Arôme	Saveur/Gout			Texture				Arrière-Goût			Préférence		
		Laiteux	Fruité	Persistance	Sucré	Acide	Amer	Crémeux	Lisse	Granuleux	epais	Collant	Persistant	Laiteux		Amer	Astringent
1	234	3,0	2,3	3,3	2,7	1,7	1,0	3,3	4,3	2,0	3,0	3,0	3,7	4,0	1,3	2,0	6,0
1	720	3,7	5,3	6,0	1,7	5,3	6,0	3,0	4,3	2,0	4,3	3,7	6,0	2,3	6,0	5,0	3,3
1	189	2,7	4,7	6,0	2,0	5,0	4,0	2,3	4,7	1,7	4,0	3,3	5,0	3,0	3,3	4,0	5,0
2	234	3,3	3,7	3,0	3,3	2,0	2,0	3,0	4,3	2,0	4,0	2,3	3,0	3,7	1,7	1,3	6,7
2	720	3,7	4,0	5,0	3,3	3,7	7,0	2,0	5,7	1,3	4,0	2,3	5,3	2,0	7,0	4,7	3,0
2	189	2,3	5,7	5,3	5,7	4,0	2,7	2,0	5,3	2,0	3,3	2,7	4,7	2,0	2,7	3,3	8,0
3	234	3,3	2,3	2,7	2,7	2,0	1,0	2,0	3,3	1,3	2,3	2,0	2,3	2,0	1,3	2,3	5,3
3	720	3,0	3,0	3,0	3,3	2,3	1,7	2,0	3,0	1,3	2,0	2,3	3,0	2,0	3,0	3,0	5,3
3	189	3,0	4,7	3,7	4,3	2,7	1,3	2,7	3,3	1,3	2,0	2,7	3,7	2,7	1,3	2,3	7,0
4	234	2,0	3,7	4,3	2,3	1,0	1,0	3,7	2,3	1,7	3,0	1,3	2,0	1,3	2,0	1,0	6,3
4	720	3,3	2,7	4,0	2,3	1,0	1,0	3,0	2,7	2,3	3,3	2,0	2,7	3,7	1,0	1,0	6,3
4	189	2,0	3,7	4,0	2,7	1,0	1,0	3,0	3,3	1,7	2,7	2,3	4,0	2,0	1,0	1,3	8,0
5	234	5,0	4,3	5,0	4,0	3,0	1,0	5,0	5,3	2,0	4,3	4,0	1,0	4,0	1,3	3,3	7,7
5	720	4,7	5,0	6,7	4,0	3,3	2,3	4,7	4,3	1,7	4,0	3,3	3,7	4,0	3,7	4,7	7,7
5	189	5,0	5,3	6,7	3,3	4,7	2,3	3,0	3,0	4,3	5,0	2,3	3,7	3,0	3,3	4,3	6,7
6	234	4,3	3,3	4,3	3,7	2,0	1,0	3,3	4,7	1,0	3,7	4,0	3,0	3,0	1,7	3,0	7,7
6	720	3,3	4,3	4,0	3,0	2,0	1,7	3,0	5,3	1,0	3,7	3,7	5,0	3,3	1,7	4,7	5,3
6	189	3,3	5,3	4,7	2,3	3,0	2,0	3,0	4,7	1,0	4,0	4,0	4,3	3,0	3,0	2,7	5,7
7	234	4,7	4,0	4,3	4,0	3,0	1,0	2,7	4,3	1,7	3,3	2,0	4,0	5,3	1,0	2,0	7,0
7	720	4,7	4,3	4,7	3,3	2,3	3,3	2,3	3,7	2,0	3,0	2,3	4,7	5,0	3,3	2,0	6,0
7	189	4,3	5,0	5,0	4,0	2,7	2,3	2,3	4,0	1,7	3,0	2,0	4,0	5,0	2,7	1,7	6,7
8	234	6,3	5,3	5,7	5,0	2,0	3,3	4,3	5,0	1,3	2,3	3,3	2,3	4,7	3,3	2,0	7,3
8	720	6,3	4,3	5,3	5,3	1,7	4,3	3,0	4,3	1,3	2,0	3,0	4,3	4,0	4,3	4,7	4,3
8	189	2,0	2,0	6,7	4,3	6,3	2,7	3,3	3,3	1,3	2,7	2,0	3,0	1,7	3,3	3,3	6,3
9	234	4,3	5,3	5,3	5,3	2,3	2,7	3,0	5,7	1,0	2,7	4,0	5,0	4,3	2,7	4,7	6,0
9	720	3,3	5,3	5,3	5,7	1,7	4,7	4,3	5,3	1,0	3,0	4,0	5,7	4,0	4,0	5,0	5,3
9	189	4,3	6,0	5,7	6,0	2,3	4,0	4,0	5,7	1,0	2,7	4,0	5,3	4,7	3,7	5,7	6,0
10	234	4,0	4,7	3,0	5,3	1,3	2,3	3,3	5,7	1,0	3,3	4,3	2,7	5,3	1,3	3,0	3,0
10	720	3,7	3,3	4,7	5,0	1,3	4,7	1,7	3,3	1,0	4,7	2,3	5,0	3,0	5,7	4,7	2,7
10	189	2,7	6,0	6,7	6,3	1,0	2,3	3,0	6,3	1,0	2,7	2,3	5,3	1,7	4,0	4,7	1,7
11	234	3,0	5,0	4,7	3,3	2,0	1,0	3,0	5,7	1,0	3,3	3,3	4,0	3,0	2,0	2,0	6,7
11	720	2,3	4,7	5,0	3,3	1,7	2,3	2,7	5,3	1,0	3,3	2,7	4,7	2,0	3,3	3,3	6,3
11	189	2,3	6,0	5,7	5,0	1,7	1,0	2,7	5,7	1,0	3,7	3,7	4,3	2,3	2,0	2,0	7,7
12	234	3,7	6,0	6,7	2,0	1,0	1,0	5,0	6,7	1,0	6,0	5,0	2,0	4,3	1,0	1,3	9,0
12	720	5,3	5,0	4,7	2,0	1,0	1,0	4,0	4,7	1,0	3,7	3,0	2,3	5,7	1,7	2,7	6,7
12	189	4,7	4,7	4,0	2,7	1,3	1,0	2,3	2,7	1,0	1,3	1,0	3,0	4,7	1,0	2,0	6,3
13	234	2,3	3,3	2,7	4,7	2,0	1,0	2,0	5,3	1,7	4,3	2,3	3,7	2,0	1,0	1,0	6,7
13	720	2,7	4,0	3,0	5,3	2,0	1,0	2,3	6,0	1,3	4,3	2,0	3,7	2,0	1,0	1,3	6,0
13	189	2,0	4,7	3,3	5,0	3,7	1,0	2,0	5,3	1,7	4,0	2,7	3,7	2,0	1,0	1,0	6,7
14	234	2,3	4,0	5,3	4,0	1,3	2,0	3,0	5,3	1,0	3,3	3,3	4,0	2,7	2,0	2,0	8,0
14	720	2,3	4,7	4,7	3,0	2,0	3,7	2,0	5,0	1,0	4,0	2,3	5,3	1,0	4,0	3,0	5,3
14	189	1,0	5,7	5,7	5,3	1,0	1,3	2,7	6,3	1,0	2,0	2,0	5,0	1,0	1,7	1,3	7,7

Annexes

Jury-Naïf	Echantillons	Odeur		Arôme	Saveur/Gout			Texture					Arrière-Goût			Préférence	
		Laiteux	Fruité	Persistance	Sucré	Acide	Amer	Crémeux	Lisse	Granuleux	epais	Collant	Persistant	Laiteux	Amer		Astringent
1	234	6	4	5	2	1	1	1	5	1	1	1	4	6	1	6	7
1	720	1	7	6	3	1	1	6	1	1	1	5	6	1	1	2	5
1	189	3	6	7	3	2	2	2	6	1	3	7	3	2	3	4	7
2	234	7	1	7	7	1	1	1	6	1	6	6	7	7	1	2	8
2	720	1	1	6	2	1	1	1	7	1	7	2	6	1	1	1	9
2	189	7	4	7	2	1	3	2	7	1	7	6	7	5	5	6	2
3	234	1	5	4	6	1	1	1	6	1	3	1	4	1	1	1	3
3	720	2	4	4	3	1	3	2	3	1	3	1	5	2	4	3	7
3	189	4	6	7	6	4	4	4	6	1	6	3	6	3	3	3	8
4	234	3	4	5	6	4	1	2	3	1	3	3	2	3	1	2	7
4	720	1	6	5	4	2	1	2	5	1	3	4	2	4	1	1	8
4	189	2	5	7	4	5	1	3	4	1	2	2	1	2	1	1	8
5	234	5	1	2	1	1	5	1	7	1	3	1	6	4	3	1	4
5	720	1	6	3	2	1	1	5	7	1	1	1	1	1	1	1	3
5	189	1	7	5	3	2	1	5	7	1	3	2	3	1	1	1	6
6	234	4	3	2	5	2	1	1	7	1	7	7	5	6	1	1	9
6	720	4	7	5	5	1	1	1	7	1	6	3	3	2	1	1	7
6	189	1	7	5	3	2	1	1	5	1	6	7	5	3	1	1	7
7	234	2	5	3	3	1	1	1	4	1	5	4	5	3	1	2	5
7	720	6	2	3	5	1	1	3	3	1	2	1	3	6	1	1	6
7	189	3	4	4	4	2	1	3	3	1	4	3	3	3	1	3	6
8	234	3	1	1	2	3	2	1	7	1	6	7	6	4	5	1	5
8	720	2	5	7	1	1	7	2	7	1	5	1	6	1	5	1	4
8	189	4	7	6	6	1	2	4	7	1	7	7	6	3	1	3	6
9	234	6	7	7	2	1	3	5	7	1	1	6	1	7	1	2	6
9	720	3	7	2	2	1	1	2	7	1	3	1	1	3	1	2	5
9	189	4	7	6	4	1	1	6	7	1	2	5	2	3	1	2	7
10	234	7	3	2	6	2	3	4	7	1	4	2	4	4	7	5	7
10	720	3	7	5	6	5	3	3	7	1	1	2	5	2	2	2	7
10	189	2	7	6	7	4	1	2	7	1	3	2	5	2	4	2	8
11	234	4	6	5	3	2	1	3	5	1	4	3	6	4	1	1	7
11	720	3	6	5	6	1	1	4	5	1	3	3	5	5	1	1	6
11	189	4	6	5	4	2	1	4	5	1	4	3	6	3	1	1	8
12	234	3	4	5	6	1	1	1	7	1	1	1	4	5	1	1	7
12	720	1	7	6	6	1	1	1	7	1	3	5	4	1	1	1	9
12	189	1	7	7	4	4	1	2	6	1	3	4	6	1	1	1	8
13	234	5	2	2	1	1	2	3	3	1	2	3	2	4	3	1	4
13	720	2	3	4	2	3	1	3	4	1	2	1	2	1	1	2	6
13	189	2	5	5	1	5	1	2	2	1	4	4	5	1	1	1	6
14	234	4	4	6	4	1	1	1	7	1	4	5	5	5	1	1	8
14	720	1	7	7	6	2	1	1	6	1	2	2	5	4	1	1	7
14	189	2	7	6	6	1	1	6	6	1	6	6	6	4	1	1	9
15	234	3	7	5	4	1	3	1	7	1	4	5	3	4	1	1	6
15	720	2	4	6	5	1	1	1	7	1	7	4	2	5	1	3	6
15	189	1	6	6	2	1	1	1	7	1	5	5	2	2	1	2	8
16	234	6	4	4	2	1	1	1	7	1	6	7	6	4	1	1	6
16	720	3	6	6	6	1	1	1	7	1	5	3	5	2	1	1	7
16	189	1	5	5	5	2	1	1	7	1	5	6	4	1	1	1	5
17	234	5	4	3	3	3	4	4	5	1	4	4	4	4	4	3	6
17	720	3	3	3	5	2	1	2	3	1	2	3	3	2	1	2	5
17	189	1	5	5	4	5	2	5	5	1	4	3	4	1	1	3	7
18	234	4	3	6	5	1	1	1	6	1	3	5	6	5	1	1	6
18	720	1	6	6	6	1	1	1	6	1	6	3	6	1	1	1	7
18	189	1	7	7	4	6	1	1	6	1	6	4	6	1	1	1	8
19	234	2	2	4	7	1	1	3	7	1	7	7	4	2	1	1	5
19	720	2	6	6	6	3	1	3	6	1	4	5	3	2	1	1	6
19	189	1	6	7	6	3	1	2	6	1	4	3	4	1	1	1	8
20	234	4	1	3	3	1	1	1	4	1	4	1	2	5	1	1	3
20	720	5	3	4	3	1	1	2	4	1	2	1	2	5	1	1	6
20	189	1	5	7	3	4	1	1	4	1	5	1	5	2	1	1	7
21	234	2	2	3	4	1	2	5	7	1	6	1	6	2	2	1	6
21	720	2	4	2	3	3	4	4	7	1	2	2	2	2	4	1	5
21	189	1	3	7	4	2	2	2	7	1	4	2	6	1	4	1	6
22	234	2	3	2	2	1	1	1	3	1	1	1	3	2	1	3	5
22	720	3	6	4	3	1	1	1	2	1	3	2	1	2	1	2	7
22	189	1	7	4	6	3	1	1	4	1	4	3	4	2	1	2	8
23	234	2	3	3	4	1	1	4	4	1	4	2	5	2	1	1	3
23	720	3	6	5	6	1	1	2	5	1	6	6	7	4	1	1	8
23	189	4	7	7	7	1	1	1	7	1	5	5	7	4	1	1	9
24	234	5	3	5	4	1	1	4	5	1	6	5	6	4	1	4	7
24	720	5	6	6	3	1	1	4	5	1	2	4	4	3	1	2	4
24	189	4	7	7	5	2	1	2	6	1	3	6	7	4	1	3	7
25	234	4	4	5	4	3	2	3	6	1	3	3	4	4	2	2	8
25	720	5	5	4	4	3	3	3	6	1	3	3	4	5	3	4	6

Annexes

25	189	3	5	5	4	5	3	3	6	1	3	3	3	3	3	3	6
26	234	5	2	5	4	2	3	4	7	1	4	3	5	5	2	1	4
26	720	2	4	4	6	1	2	4	7	1	3	3	5	3	2	1	6
26	189	1	5	5	3	1	2	4	6	1	3	4	5	3	2	1	8
27	234	2	3	4	2	2	1	5	6	1	4	1	2	4	1	2	5
27	720	3	4	3	4	2	1	5	5	1	3	2	5	4	2	2	6
27	189	2	6	5	2	4	3	2	5	1	4	3	4	3	2	4	5
28	234	5	6	5	4	3	1	3	7	1	5	4	4	5	1	1	7
28	720	6	7	3	5	3	1	4	7	1	5	3	4	4	1	1	5
28	189	1	7	6	1	6	1	5	5	1	6	3	5	3	1	5	9
29	234	4	7	6	5	3	1	4	7	1	6	4	7	6	1	1	7
29	720	3	7	7	6	1	1	6	7	1	4	1	6	4	1	1	5
29	189	1	7	7	6	5	1	7	7	1	7	6	7	4	1	1	9
30	234	1	5	7	6	1	1	1	6	1	5	4	6	1	1	1	9
30	720	1	7	6	5	1	1	1	6	1	6	4	6	3	2	2	8
30	189	3	4	6	4	3	1	1	5	1	5	3	6	2	1	1	9
31	234	3	6	6	5	4	1	5	6	1	5	3	4	4	2	1	7
31	720	6	7	7	7	5	3	5	5	1	5	2	5	6	3	1	5
31	189	3	6	7	7	3	2	4	6	1	4	4	6	5	2	1	5
32	234	2	3	3	2	1	2	2	6	1	3	4	4	2	2	1	6
32	720	6	4	5	2	1	1	2	3	1	3	2	2	2	3	5	5
32	189	5	7	6	3	4	2	3	6	1	4	4	5	1	3	1	8
33	234	3	5	3	4	2	2	4	7	1	4	3	4	2	3	2	7
33	720	2	6	7	2	3	2	3	5	1	4	6	4	5	2	1	6
33	189	2	7	4	3	2	2	5	6	1	6	5	6	2	4	1	8
34	234	1	3	6	5	2	1	5	6	1	4	5	6	3	1	5	7
34	720	3	6	5	5	1	1	4	3	1	4	2	5	4	1	3	6
34	189	4	5	6	4	3	1	3	3	1	3	2	6	4	1	3	8
35	234	5	7	7	5	1	1	1	7	1	2	5	3	4	1	4	8
35	720	1	4	6	5	1	1	4	6	1	1	5	4	4	4	1	6
35	189	1	7	7	4	6	1	5	7	1	3	5	5	1	1	1	9
36	234	4	3	5	2	1	1	2	7	1	1	2	5	3	1	1	5
36	720	2	6	5	3	1	1	5	6	1	2	1	7	4	1	1	2
36	189	2	4	7	6	3	2	4	7	1	1	1	7	2	2	2	8
37	234	3	4	4	2	1	1	1	7	1	1	1	4	3	1	1	6
37	720	2	6	4	3	1	1	4	5	1	3	1	4	4	1	2	4
37	189	1	6	4	3	4	2	2	7	1	2	1	7	1	2	2	7
38	234	3	5	7	5	3	1	4	7	1	4	5	3	3	1	1	8
38	720	1	4	4	3	1	2	4	6	1	3	4	4	3	5	2	6
38	189	1	3	7	2	4	1	3	7	1	4	5	5	1	1	1	9
39	234	4	5	6	5	3	2	4	6	1	5	5	5	2	2	3	8
39	720	5	5	5	4	5	2	3	6	1	5	5	4	2	2	2	6
39	189	3	5	6	4	6	2	3	7	2	5	5	5	2	2	2	7
40	234	3	6	5	4	1	1	6	6	1	2	4	5	4	1	1	7
40	720	4	5	6	6	3	2	4	6	1	4	3	4	2	2	1	7
40	189	4	7	6	3	5	2	3	4	1	4	4	6	3	2	3	9
41	234	4	6	6	3	1	1	4	7	1	3	5	6	5	2	5	6
41	720	4	6	5	3	2	2	4	6	1	4	4	6	4	2	5	6
41	189	4	5	6	3	2	2	4	7	1	4	4	4	4	2	5	5
42	234	3	4	3	5	1	1	3	4	1	3	4	5	3	2	2	7
42	720	4	4	5	5	1	1	3	6	1	6	5	3	3	2	1	7
42	189	3	6	6	5	3	2	3	6	1	4	3	5	3	1	1	8
43	234	5	4	5	3	2	1	4	6	1	5	4	4	3	1	4	7
43	720	4	5	4	3	2	2	4	7	1	5	3	5	4	2	4	6
43	189	3	7	7	2	4	2	4	7	1	5	3	6	3	2	4	6
44	234	4	5	4	3	1	2	1	6	1	5	3	5	4	1	4	6
44	720	3	5	4	4	3	1	3	6	2	3	2	5	3	1	3	7
44	189	5	7	6	3	4	3	5	5	1	4	2	6	2	1	4	9
45	234	4	3	4	6	5	3	2	4	6	1	3	5	2	4	2	8
45	720	4	6	7	7	5	4	1	4	5	2	6	2	4	2	3	7
45	189	4	7	7	5	3	2	3	5	2	5	2	2	4	4	5	6
46	234	3	4	3	4	2	1	5	6	1	4	5	3	3	1	1	6
46	720	3	6	5	5	4	1	2	6	1	5	4	3	2	2	1	4
46	189	2	6	6	3	4	1	3	5	1	3	5	6	3	1	1	8
47	234	3	4	4	4	1	1	6	7	6	7	1	4	4	4	5	6
47	720	4	6	7	6	1	1	5	7	1	6	6	6	4	1	1	8
47	189	3	6	6	6	2	1	5	7	1	6	6	6	4	1	1	8
48	234	1	7	7	3	1	1	5	7	1	3	4	5	2	1	1	8
48	720	3	6	7	2	1	1	5	7	1	3	4	5	1	1	3	7
48	189	1	7	7	2	2	1	5	7	1	4	4	6	1	1	2	8
49	234	2	6	6	4	1	1	6	7	1	5	3	5	3	1	3	8
49	720	2	5	6	5	1	1	6	7	6	5	4	5	2	1	2	7
49	189	1	7	7	5	3	1	5	6	3	4	5	6	1	1	2	8
50	234	3	5	7	3	1	1	5	7	1	5	4	7	5	1	2	7
50	720	1	7	7	4	2	1	5	7	1	5	4	7	4	1	2	5
50	189	1	7	7	1	2	1	5	7	1	5	4	7	2	1	2	8
51	234	1	7	5	4	1	1	5	1	3	4	3	3	3	2	5	7
51	720	3	6	4	3	3	1	4	1	1	4	4	3	3	1	2	7
51	189	1	4	3	2	1	3	4	1	3	3	3	1	1	1	2	7
52	234	4	4	6	2	1	1	7	7	1	6	3	7	4	1	1	6
52	720	4	5	5	3	1	1	7	7	1	5	3	5	4	1	1	6
52	189	4	5	6	4	1	1	4	7	1	4	1	7	4	1	1	7

Résumé :

L'objectif de ce travail était l'évaluation sensorielle d'une préparation de yaourt fermes à différents arômes, qui ont été préparés dans la laiterie HODNA-LAIT de la wilaya de M'sila. L'évaluation sensorielle permet d'analyser le niveau de satisfaction des consommateurs et d'évaluer les caractéristiques sensorielles par une équipe de panels, qui identifient et quantifient l'intensité des différents attributs sensoriels des produits. Pour une caractérisation sensorielle et hédonique des produits préparés, on avait sollicité deux types de panels, un panel d'expert composé de 14 membres, sélectionnés et validés après avoir été entraînés afin d'améliorer leurs performances concernant l'aptitude à décrire objectivement l'ensemble des caractéristiques sensorielles. Le deuxième panel est dit "naïf", composés au total de 52 membres de différents âges et sexes.

Les données sensorielles obtenues, ont été traitées par le logiciel XLSTAT qui propose des fonctionnalités dédiées à "l'analyses statistiques des données sensorielles", afin de mieux interpréter les résultats, pour pouvoir en prendre une décision.

Ce travail avait permis de conclure que, 67% des consommateurs ayant évalués les produits préparés, préfèrent les produits de yaourt de HODNA-LAIT aromatisés au citron, et 33% préfèrent le yaourt aromatisé à la fraise ou à la pêche.

Mots clés: yaourt ferme, arôme, Analyse sensorielle, XLSTAT.

Abstract:

The objective of this work was the sensory evaluation of a preparation of firm yogurt with different flavours, which were prepared in the dairy HODNA-MILK of the wilaya of M'sila.

Sensory evaluation enables the level of consumer satisfaction to be analysed and sensory characteristics to be evaluated by a team of panels. Which identify and quantify the intensity of the different sensory attributes of the products. For sensory and hedonic characterization of prepared products, two types of panels, an expert panel composed of 14 members, were requested, selected and validated after training to improve their performance in objectively describing all sensory characteristics. The second panel is called "naïve", with a total of 52 members of different ages and genders.

Sensory data has been processed by the XLSTAT software with offers different tools for interpreting results.

These results showed that 67% of the expert consumers preferred lemon-flavoured yogurt while 33% preferred strawberry or peach-flavoured yogurt.

Key words: firm yogurt, Flavour, sensory evaluation, XLSTAT.

ملخص :

كان الهدف من هذا العمل هو التقييم الحسي لإعداد الزبادي الصلب بنكهات مختلفة ، والتي تم إعدادها في منتجات الألبان HODNA-LAIT في ولاية المسيلة. يحلل التقييم الحسي مستوى رضا المستهلك ويقيم الخصائص الحسية من قبل فريق من المقيمين الذي يحدد ويقاس شدة السمات الحسية المختلفة للمنتجات. من أجل الوصف الحسي للمنتجات المعدة، تم طلب نوعين من المقيمين، فريق من الخبراء مكون من 14 عضواً تم اختيارهم والتحقق من صحتهم بعد تدريبهم لتحسين أدائهم فيما يتعلق بالقدرة على وصف موضوعي لمجموعة من الخصائص الحسية. يسمى الفريق الثاني "سادج"، والذي يتكون من 52 عضواً من مختلف الأعمار والأجناس .

تمت معالجة البيانات الحسية التي تم الحصول عليها بواسطة برنامج XLSTAT الذي يوفر ميزات مخصصة لـ "التحليل الإحصائي للبيانات الحسية" لتحسين تفسير النتائج، من أجل اتخاذ قرار.

أدى هذا العمل إلى استنتاج مفاده أن 67 ٪ من المستهلكين الذين قيموا المنتجات المعدة يفضلون منتجات الزبادي HODNA-LAIT بنكهة الليمون ، و 33 ٪ يفضلون الزبادي بنكهة الفراولة أو الخوخ.

الكلمات المفتاحية: الزبادي الصلب، نكهة، التقييم الحسي ، XLSTAT.