

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة محمد بوضياف / المسيلة
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA



FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE ET DE BIOCHIMIE
MEMOIRE : MASTER II ACADEMIQUE
FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES
OPTION : NUTRITION ET SCIENCES DES ALIMENTS

Présenté par

BERRABAH ABDELMALEK

Thème :

**Evaluation des propriétés physico-chimiques et sensorielles
d'un yaourt à texture améliorée par l'extrait d'amidon de
pomme de terre blanche (*Solanum tuberosum*).**

DEVANT LE JURY :

Dr. HAMMOUI Yasmina	Université de M'sila	Encadreur
Dr. BELBAHI Amine	Université de M'sila	Examinateur
Dr. BEN MIRI Yamina	Université de M'sila	Examinateur

Promotion : 2019-2020.

Remerciement

Nous remercions Dieu Tout Puissant de nous avoir donné le savoir, la force, la patience et la faculté de Pouvoir poursuivre nos études et de réaliser ce travail.

Je tiens à remercier :

Mon enseignante et encadreur, Dr. HAMMOUI.Y, qui ma a aidé, orienté et soutenu, et pour ses conseils pertinents, m'a permis de mener à terme ce travail.

J'adresse mes vifs et sincères remerciements à Dr. BELBAHI Amine d'avoir accepté d'examiner ce mémoire.

J'adresse mes vifs et sincères remerciements également à Dr. BEN MIRI Yamina d'avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Un grand merci à Madame HIMEUR Souhila inspectrice principale de la direction du commerce de M'sila pour son aide et son soutien et à La SARL HODNA Lait - M'sila ainsi que l'ensemble de son personnel pour avoir accueilli et permis d'effectuer les travaux nécessaires à la réalisation de ce travail.

Enfin, je remercie tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire.

BERRABAH Abdelmalek

Dédicace

Je dédie ce travail à :

À l'âme pure de mon père.

À ma très chère mère, Pour toutes les peines et les sacrifices qu'elle s'est donnés pour me voir réussir dans la vie.

À ma chère famille, en particulier ma femme HIMEUR, S, et mes enfants : Mohamed alla eddine, Iyad, Sarra et isra.

À Tous mes frères et toutes mes sœurs

À Tous mes collègues les ingénieurs de la laiterie HODNA, Tous mes collègues d'étude soit au niveau de l'université de M'sila.

À Tous mes amis sans exceptions

Et à tous ceux qui me sont chères, Je dédie ce travail..

BERRABAH Abdelmalek

Liste des figures

Figure 1: Structure de l'amylose.....	6
Figure 2: Structure de l'amylopectine.....	7
Figure 3: Diagramme de fabrication du yaourt.....	13
Figure.4: Diagramme de la technologie de préparation des yaourts préparés E1, E2 et E3...	19
Figure 5: photographie de la salle de dégustation.....	27
Figure.6: Evolution du potentiel hydrogène “pH” durant la période de maturation du yaourt à texture amélioré par l'incorporation de 1%, d'amidon de pomme de terre blanche, nommé E1, codé en 222 et du yaourt à texture amélioré par l'incorporation de 1,5%, d'amidon, nommé E2, codé en 302 et du yaourt standard sans l'ajout de l'amidon, nommé E3, codé en 504.....	30
Figure.7: Evolution de l'acidité au cours de maturation du yaourt à texture amélioré par l'incorporation de 1%, d'amidon de pomme de terre blanche, nommé E1, codé en 222 et du yaourt à texture amélioré par l'incorporation de 1,5%, d'amidon, nommé E2, codé en 302 et du yaourt standard sans l'ajout de l'amidon, nommé E3, codé en 504.....	31
Figure.8: Evolution de la viscosité en centipoise au cours de maturation du yaourt à texture amélioré par l'incorporation de 1%, d'amidon de pomme de terre blanche, nommé E1, codé en 222 et du yaourt à texture amélioré par l'incorporation de 1,5%, d'amidon, nommé E2, codé en 302 et du yaourt standard sans l'ajout de l'amidon, nommé E3, codé en 504.....	32
Figure.9: Pouvoir discriminant par descripteur, des produits de yaourt ferme aromatisé préparés, nommés E1, E2 et E3.....	33
Figure.10a: Coefficients des modèles du yaourt ferme aromatisé à texture amélioré par l'incorporation de 1%, d'amidon de pomme de terre blanche (<i>Solanum tuberosum</i>), nommé E1, codé en 222.....	35
Figure.10b: Coefficients des modèles du yaourt ferme aromatisé à texture amélioré par l'incorporation de 1,5%, d'amidon de pomme de terre blanche (<i>Solanum tuberosum</i>), nommé E2, codé en 302.....	36
Figure.10c: Coefficients des modèles du yaourt ferme aromatisé à texture standard non amélioré par l'incorporation de l'amidon de pomme de terre blanche (<i>Solanum tuberosum</i>), nommé E3, codé en 504.....	36
Figure.11a: Les caractéristiques “attributs sensoriels” pénalisées pour l'échantillon du yaourt ferme aromatisé préparé avec texture amélioré par l'incorporation de 1% d'amidon de pomme de terre blanche (<i>Solanum tuberosum</i>), nommé E1, codé en 222.....	38

Figure.11b: Les caractéristiques “attributs sensoriels” pénalisées pour l’échantillon du yaourt ferme aromatisé préparé avec texture amélioré par l’incorporation de 1,5% d’amidon de pomme de terre blanche (<i>Solanum tuberosum</i>), nommé E2, codé en 302.....	39
Figure.11c: Les caractéristiques “attributs sensoriels” pénalisées pour l’échantillon du yaourt ferme aromatisé préparé sans amélioration du texture nommé E3, codé en 504.....	39
Figure.12: La corrélation entre les variables et les facteurs du panel expert, pour les produits de yaourt ferme aromatisé préparés nommées E1, E2 et E3 et leurs attributs sensoriels.....	41
Figure.13: Profil des différentes classes créées des sujets naïfs, selon les notations de préférence pour les trois produit de yaourt ferme aromatisé préparés.....	42
Figure.14: Courbes de niveau et carte des préférences.....	43

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition chimique de 100g du tubercule de pomme de terre.....	5
Tableau 2 : Composition chimique du yaourt.....	9
Tableau 3: Les résultats des analyses physico-chimiques du lait reconstitué.....	30
Tableau 4: Moyennes ajustées par produit.....	37
Tableau 5: Les caractéristiques des produits de yaourt ferme aromatisé préparés, nommées E1, E2 et E3 pénalisées négativement.....	40
Tableau 6: Pourcentage de juges satisfaits pour chaque objet.....	44

Liste des abréviations

% : pourcentage.

°C : degré Celsius

g : gramme.

g/l : gramme par litre.

ISO : Organisation internationale de normalisation.

ml : millilitre.

N : Normalité.

ACP : Analyse en Composantes Principales.

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique.

JAR : Just About Righ.

PREFMAP: Preference Mapping.

cP : Centipoise.

MG : Matière Grasse.

°D : Degré Dornic.

EST : Extrait sec total.

VRBL : Milieu Lactosée Biliée au cristal Violet et au Rouge neutre.

MRS : Man Rogosa et Sharpe.

pH : potentiel d'Hydrogène.

NaOH : Hydroxyde de sodium.

SARL : Société privé à responsabilité limitée.

E1 : yaourt ferme aromatisé préparé avec l'incorporation de 1% d'amidon extrait de pomme de terre blanche (*Solanum tuberosum*)

E2 : yaourt ferme aromatisé préparé avec l'incorporation de 1,5% d'amidon extrait de pomme de terre blanche (*Solanum tuberosum*).

E3 : yaourt ferme aromatisé standard sans l'ajout de l'amidon de pomme de terre blanche (*Solanum tuberosum*).

NSA : Nutrition et science des aliments.

TSE : tampon sel-eau.

YGC : Yeast-Glucose-Chloramphénicol.

OGA : Oxytétracycline-Glucose-Agar.

Résumé :

L'objectif de ce travail était l'évaluation des propriétés physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles d'une préparation de yaourt à texture améliorée par l'ajout de l'extrait d'amidon de pomme de terre blanche (*Solanum tuberosum*) à deux incorporations de 1% et de 1,5%, au niveau de la laiterie HODNA-LAIT de la wilaya de M'sila. Un suivi de la variation de potentiel hydrogène, d'extrait sec total, de matière grasse et de la viscosité a été réalisé et les résultats obtenus sont conformes aux normes fixées. L'étude sensorielle avait permis d'évaluer les caractéristiques sensorielles par deux panels (naïf et expert), qui ont identifiés et quantifiés l'intensité des différents attributs sensoriels des produits. L'évaluation microbiologique avait confirmé une qualité hygiénique acceptable des produits. Les résultats obtenus avaient montrés que le yaourt ferme aromatisé préparé avec l'ajout de 1% de l'amidon a été le plus apprécié par les deux panels.

Mots clés : yaourt ferme aromatisé, extrait d'amidon de pomme de terre blanche, analyse sensorielle, texture améliorée.

Abstract:

The objective of this work was the evaluation of the physicochemical, microbiological and sensory properties of a yogurt preparation with improved texture by the addition of the starch extract of white potato (*Solanum tuberosum*) with two incorporations at 1% and 1.5%, in the dairy HODNA-LAIT of the M'sila wilaya. The variation in hydrogen potential, total dry extract, fat and viscosity were evaluated and the obtained results were conformed to the standards. The sensory study was elaborated to evaluate the sensory characteristics of products using two panels (naive and expert), which identified and quantified the intensity of the different sensory attributes of the products. The microbiological evaluation had confirmed an acceptable hygienic quality of the products. The results obtained showed that the flavoured firm yogurt prepared with the addition of 1% of starch was the most appreciated by the panels.

Key words: flavoured firm yogurt, white potato starch extract, sensory analysis, improved texture.

ملخص:

الهدف من هذا العمل هو تقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية والحسية لمستحضر الزبادي مع تحسين الملمس بإضافة مستخلص النشا من البطاطس البيضاء (*Solanum tuberosum*) بنسبتين و 1% و 1.5%، وذلك على مستوى مصنع الالبان HODNA-LAIT بولاية المسيلة. تمت مراقبة التباين في جهد الهيدروجين، والمستخلص الجاف الكلى والدهون واللزوجة وكانت النتائج التي تم الحصول عليها متوافقة مع المعايير المسطرة. أتاحت الدراسة الحسية تقييم الخصائص الحسية من خلال فرقتين (ساذجة وخبيرة)، والتي حددت وقيمت شدة السمات الحسية المختلفة للمنتجات. أكد التقييم الميكروبيولوجي جودة مقبولة للمنتجات من الناحية الصحية. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن الزبادي ذو القوام الصلب المنكه و المحضر مع إضافة 1% من النشاء هو الأكثر تقديراً من الفرقتين.

الكلمات المفتاحية: زبادي ذو قوام صلب منكه، خلاصة نشا البطاطس البيضاء، تحليل حسي ، قوام محسن.

Table Des Matières

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction.....	01
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
I. L'amidon de pomme de terre blanche (<i>Solanum Tuberosum</i>)	04
I.1. Généralités.....	04
I.2. Composition chimique du tubercule.....	05
I.3. La valeur nutritionnelle	05
I.4.L'amidon de la pomme de terre blanche	06
I.4.1. Amylose.....	06
I.4.2. Amylopectine.....	07
I.5. Propriétés physiques de l'amidon.....	07
II. Le Yaourt.....	08
II.1. Définition et réglementation.....	08
II.2. Les différents types du yaourt.....	08
II.3. Composition chimique du yaourt	09
II.4. Technologies et diagrammes de fabrication de yaourts.....	10
II.4.1. Préparation du lait.....	10
II.4.2. Standardisation du mélange.....	10
II.4.3. Homogénéisation.....	10
II.4.4. Dégazage.....	10
II.4.5. Traitement thermique.....	10

II.4.6. Ensemencement et maturation.....	11
II.4.7. La fermentation.....	11
II.4.8. Arrêt de la fermentation.....	11
II.4.9. Conditionnement.....	12
II.5. Spécialités laitières de type yaourt.....	14
II.5.1. Composition chimique des spécialités laitières type yaourts.....	14
II.5.2. Processus de fabrication de la spécialité laitière.....	14
II.5.3. L'effet de l'amidon sur l'amélioration de la texture u yaourt.....	14
II.5.4. L'importance de la catégorie de spécialité laitière à l'échelle économique.....	15

Chapitre II : Matériel et méthodes

II. Matériel et méthodes.....	17
II.1.Présentation de l'organisme d'accueil: SARL HODNA LAIT.....	17
II.2. Extraction et préparation de la farine d'amidon de pomme de terre blanche.....	17
II.3. Préparation du yaourt à texture amélioré par l'amidon de pomme de terre blanche.....	18
II.4. Analyses physico-chimiques des produits finis	21
II.4.1. Détermination du Potentiel Hydrogène (pH).....	21
II.4.2. Extrait sec total (EST).....	21
II.4.3. Détermination de la teneur en matières grasses (MG).....	21
II.4.4. Détermination de l'acidité titrable.....	22
II.4.5. Mesure et suivi de la viscosité.....	22
II.5. Analyses microbiologiques des produits finis E1, E2 et E3.....	23
II.5.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux.....	23
II.5.2. Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	24
II.5.3. Recherche des <i>Staphylococcus aureus</i>	24
II.5.4. Dénombrement de la flore lactique thermophile.....	24

A. <i>Streptococcus thermophilus</i>	24
B. <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	25
II.6. Analyse sensorielle.....	25
II.6.1. Les sujets.....	25
II.6.2. Le produit.....	25
II.6.3. Formulation du questionnaire.....	26
II.6.4. Déroulement des séances de dégustation	26
II.6.5. Analyse statistique.....	27
II.6.5.1. Caractérisation des produits.....	27
II.6.5.2. Analyse des pénalités.....	28
II.6.5.3. La cartographie externe de préférence (PREFMAP)	28
A. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)	28
B. Analyse de la composante principale (ACP)	29
Chapitre III : Résultats et discussion	
III. Résultats et discussion.....	30
III.1. Les analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'amidon extrait de pomme de terre blanche (<i>Solanum tuberosum</i>)	30
III.2. Les analyses physico-chimiques de la matière première (lait reconstitué) et des produits finis de yaourt ferme aromatisé préparés nommés E1, E2 et E3.....	30
III.2.1. Mesure du potentiel Hydrogène (pH).....	31
III.2.2. Détermination de la teneur en matière grasse.....	32
III.2.3. Détermination de l'acidité titrable.....	32
III.2.4. Détermination de l'extrait sec total.....	33
III.2.5. Évolution de la viscosité.....	33
III.3. Les analyses microbiologiques des produits finis de yaourt ferme aromatisé préparés nommés E1, E2 et E3.....	34
III.4. Analyse sensorielle.....	34
III.4.1. Caractérisation des produits.....	34

III.4.1.1. Pouvoir discriminant par descripteur “attribut sensoriel”	34
III.4.1.2. Coefficient des modèles.....	35
III.4.1.3. Moyennes ajustées par produit.....	37
III.4.2. Analyse des pénalités.....	38
III.4.3. Analyse de la composante principale (ACP)	40
III.4.4. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)	41
III.4.5. La cartographie externe de préférence (PREFMAP)	42
Conclusion.....	46

Références bibliographiques

Annexes

INTRODUCTION

Introduction

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**).

La production laitière est une industrie en plein essor susceptible d'offrir des produits frais satisfaisant, et qui correspond aux exigences et aux préférences du consommateur. Les produits laitiers fermentés font partie des produits laitier les plus consommés, et qui représentent une vaste gamme de produits, qui se distinguent par leurs propriétés organoleptiques et nutritionnelles (**Mahaut et al., 2000**).

En tenant compte des progrès technologiques accomplis, le yaourt apparait comme un produit laitier de valeur nutritionnelle importante, il est apprécié pour son gout et sa texture. Le yaourt est consommé autant qu'un "dessert", très prisé de part le monde, car il convient à toutes les tranches d'âge et même pour les sujets ayant une intolérance au lait. Les quantités réalisés notamment au niveau de la transformation du lait sont importants, à titre d'exemple la consommation annuelle moyenne de yaourt en Algérie oscille entre 5 et 6 kg/an/personne, pour 10 kg/an/personne au Maroc et en Tunisie (**Ladj, 2014**).

Afin d'offrir aux consommateurs une large gamme de produit, les industriels du secteur laitiers produisent des spécialités laitière de types yaourt, dont la matière première utilisée est non laitière tel que l'amidon et la gélatine, ayant pour but d'obtenir un produit présentant une importante consistance et une acidité particulière (**Chene, 2004**).

Dans le secteur de la transformation des aliments, les industriels recherchent souvent à améliorer le goût et la texture des produits fini pour élargir leur position dans un marché très concurrentiel. La texture est la «sensation» produite dans la bouche lorsque le produit est consommé, au niveau de laboratoire elle est généralement évaluée en mesurant la viscosité du produit. La texture peut «faire ou défaire» la perception d'un produit auprès du consommateur. L'importance de la texture réside dans la manière complexe avec laquelle elle interagit avec le goût, l'arôme et la saveur (**Roquette, 2016**).

En industrie agro-alimentaire, il est d'usage d'ajouter au yaourt des agents stabilisants et des additifs de qualité nutritionnelle et notamment sensorielle, pour but de maintenir et d'améliorer les caractéristiques désirées du produit final telles qu'une certaine fermeté, viscosité ou consistance, avec une texture et une sensation en bouche agréable (**Moller, 2000**).

L'amidon est l'une des matières premières largement utilisée dans l'industrie agro-alimentaire comme épaississant, agent de texture ou gélifiant, c'est un polysaccharide composé d'unités de glucose $C_6H_{12}O_6$, stocké dans les organes de réserve des végétaux tels que les céréales (30 à 70% de la matière sèche), les tubercules (60 à 90 %) et les légumineuses (25 à 50 %) (**Wertz, 2011**). Il apporte de nombreuses fonctionnalités essentielles aux produits laitiers y compris aux yaourts, desserts et préparations de fruits (les crèmes desserts et les yaourts fruités). L'amidon peut apporter de la viscosité et améliorer la texture, accroître l'onctuosité, et assurer la stabilité pendant la durée de conservation, d'une façon économique (**Fredot, 2005**).

L'utilisation de l'amidon dans l'amélioration de la texture du yaourt nécessite des épreuves analytiques destinées à mettre en évidence des différences entre produits et à décrire les propriétés sensorielles. L'analyse sensorielle permet de définir, mesurer, analyser et interpréter les caractéristiques d'un produit perçues par l'intermédiaire des organes des sens, suite à l'utilisation des propriétés gustatives, olfactives, visuelles, auditives et tactiles (**Roquette, 2016**).

Dans ce cadre, le sujet appelé juge ou panel, est considéré comme un instrument de mesure chaque fois qu'il n'existe pas de capteur physique capable de rivaliser avec son équivalent sensoriel (**MacLeod et al., 1986**), c'est-à-dire 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 (**Depledge et al., 2002**).

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 (**ISO.11136, 2014; ISO 20613, 2019; Claustrioux, 2001**).

La préparation de deux produits de spécialité laitière de type yaourt aromatisé ferme (arôme fraise) à texture améliorée par deux concentrations respectives de 1% et 1,5% de l'extrait d'amidon de pomme de terre blanche (*Solanum tuberosum*) a été effectuée au sein de laboratoire de la recherche et développement de l'entreprise HODNA-LAIT de la wilaya de M'sila. La qualité hygiénique des produits finis a été vérifiée suite à des analyses microbiologiques. Les produits préparés ont également été analysés en suivant des paramètres physico-chimiques qui sont, la détermination du potentiel hydrogène (pH), l'extrait sec total, la teneur en matières grasses, l'acidité titrable et la viscosité, ainsi que de.

Une évaluation sensorielle détaillée a été appliquée sur les produits préparés, à savoir le yaourt nommé "E1" contenant 1% de la poudre d'amidon de pomme de terre blanche ; le yaourt nommé "E2" préparé avec l'incorporation de 1,5% de la poudre d'amidon de pomme de terre blanche et le yaourt nommé "E3" préparé sans l'ajout d'amidon de pomme de terre blanche. Un panel expert (se compose d'étudiants en 2^{ème} année Master en Nutrition et Sciences des Aliments) sélectionné et entraîné ; et un autre panel dit naïf (constitué d'un groupe randomisé d'étudiants et d'autres personnes de différents âges et sexes) étaient l'outil principale dans la réalisation d'évaluation sensorielles des produits cités.

L'objectif de ce présent travail est de contribuer à l'amélioration de la texture de l'un des produits de spécialité laitière de type yaourt aromatisé ferme par la valorisation et l'utilisation de la pomme de terre blanche comme une nouvelle source d'amidon dans l'industrie agro-alimentaire. Ce travail est structuré en trois parties, la première partie représente des rappels bibliographiques sur la préparation du yaourt et l'extraction de l'amidon de pomme de terre blanche. La deuxième partie présente le matériel et les méthodes utilisées, et la troisième partie comprend les résultats obtenus et leurs discussion et enfin une conclusion.

SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE

I. L'amidon de pomme de terre blanche

I.1. Généralités

La pomme de terre, originaire d'Amérique du Sud, est une plante vivace dicotylédone tubéreuse, herbacée, cultivée pour ses tubercules riches en amidon et possédant des qualités nutritives. Le nom botanique de la pomme de terre est *Solanum tuberosum* appartenant à la famille de *Solanacées*. Le genre *Solanum* est très vaste, il regroupe environ 2000 espèces comme la tomate et l'aubergine (**Hawkes, 1990**). Chaque plante est composée d'une ou plusieurs tiges herbacées de ports plus ou moins dressées et portant des feuilles composées (**Rousselle et al., 1992**).

Comme les tiges et les feuilles, le fruit contient une quantité significative de solanine, un alcaloïde toxique caractéristique de ce genre. Les inflorescences sont des cymes axillaires, les fleurs sont autogames, ne contiennent pas de nectar, elles sont donc peu visitées par les insectes et la fécondation croisée est presque inexistante (**Rousselle et al., 1992**). Certaines fleurs sont souvent stériles. La production de fruits est généralement rare parfois nulle, il existe des variétés de pommes de terre qui fleurissent abondamment mais qui ne fructifient pas (**Soltner, 1988**).

Le système souterrain représente la partie la plus intéressante de la plante puisqu'on y trouve les tubercules qui confèrent à la pomme de terre sa valeur alimentaire. L'appareil souterrain comprend le tubercule mère desséché et des tiges souterraines ou stolons (**Bernhards, 1998**). Le tubercule de pomme de terre n'est pas une portion de racine, c'est une tige souterraine. Comme toutes les tiges, elle est constituée d'entre nœuds courts et portent des bourgeons. En se développant, ces bourgeons donnent les germes et les futures tiges aériennes.

Les racines prennent naissance sur différentes parties, au niveau des nœuds enterrés des tiges feuillées, au niveau des nœuds des stolons ou encore au niveau des yeux du tubercule.

Les tubercules sont classés en trois grands types :

- Les claviformes qui sont plus ou moins en forme de rein, comme la *Ratte*,
- Les oblongs de forme plus ou moins allongée, comme *Ostara Bintje Spunta* ou *Béa*,
- Les arrondis qui sont souvent bosselés, ce sont des variétés surtout destinées à produire de la fécule.

Il faut distinguer également deux couleurs, celle de la peau et celle de la chair :

- La couleur de la peau est généralement jaune, mais peut être rouge, noire, brune ou rosée,
- La couleur de la chair est blanche, jaune plus ou moins foncée, rose ou violette selon les variétés (**Rousselle et al., 1992**).

I.2. La composition chimique du tubercule

Le tubercule est constitué, principalement, d'eau (environ 75 - 80% du poids). Le reste est formé par la matière sèche, à savoir l'amidon, les acides aminés, les protéines, les sucres (saccharose, glucose, fructose), les vitamines (C, B1), les sels minéraux (K, P, Ca, Mg) et les acides gras et organiques (citrique, ascorbique) (**Bernhards, 1998**).

Tableau 1: Composition chimique de 100g du tubercule de pomme de terre (**Bernhards, 1998**).

Principaux composants	Quantité
Eau	75-80g
Protéines	2,04 g
Lipides	< 0,1 g
Glucides par différence	16,6 g
Fibres totales	1-1,8 g
Potassium	335 mg
Magnésium	19,7 mg
Cuivre	0,15 mg

I.3. La valeur nutritionnelle

La pomme de terre est une bonne source d'énergie et de micronutriments, c'est un aliment polyvalent, riche en hydrates de carbone. Fraîchement cueillie, elle contient environ 75-80% d'eau et 20-25 % de matière sèche dont 60 à 80 % d'amidon. La teneur en protéines de la pomme de terre (en poids sec) est semblable à celle des céréales (2 - 2,5g/100g net de pomme de terre) et très élevée par rapport aux autres racines et tubercules. Alors qu'elle est pauvre en lipides. En outre, la pomme de terre est riche en micronutriments, c'est une bonne source de vitamines (B1, B2, B5, B6 et B9), et de sels minéraux comme le fer, le potassium, le phosphore et le magnésium (**FAO, 2008**).

I.4. L'amidon de la pomme de terre blanche

L'amidon est un polysaccharide d'origine végétale composé d'unités de glucose " $C_6H_{12}O_6$ " (Davidovic, 2006). Issu de la photosynthèse, l'amidon, qui constitue la réserve en sucre des végétaux, se présente sous forme de grains de taille variable allant de 1 à 200 μm , qui donnent dans l'eau une solution colloïdale (Angellier, 2005). L'amidon est stocké dans les organes de réserve des végétaux tels que les céréales (30-70% de la matière sèche), les tubercules de pomme de terre (60-90 %) et les légumineuses (25 à 50 %) (Wertz, 2011).

L'amidon est également utilisé dans de nombreux secteurs industriels non-alimentaires, tel que la production papetière, l'industrie pharmaceutique et cosmétique ainsi que l'industrie de textile. Il est également considéré, ces dernières années, comme une matière première intéressante pour la production de matières plastiques bio et biodégradables ainsi que pour la production de bioéthanol, qu'est un carburant utilisé dans les moteurs à essence (Lafaegue, 2007).

L'amidon est constitué de deux glucanes structurellement différents, à savoir l'amylose qui est un polymère linéaire et l'amylopectine qui est un polymère fortement branché. L'amylopectine est le constituant principal de la plupart des amidons (Charles, 2013).

I.4.1. Amylose

L'amylose est un polymère linéaire, représenté dans la **figure.1**, constitué de résidus D-glucopyranose liés par des liaisons α -1,4 (liaison avec l'oxygène glucosidique en position axiale). Il est l'analogue α de la cellulose, qui, lui, est un polymère linéaire de résidus D-glucopyranose liés par des liaisons β -1,4 (liaison avec l'oxygène glucosidique en position équatoriale) (Wertz, 2011).

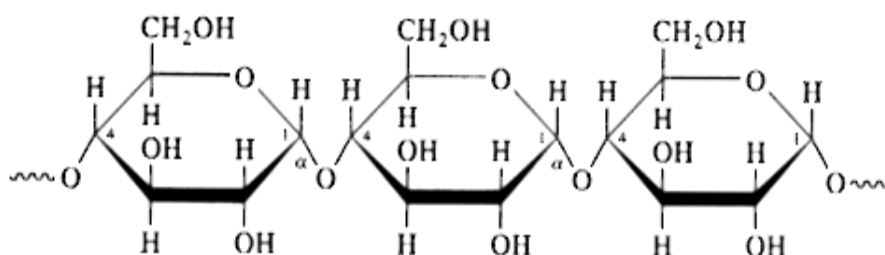


Figure.1: Structure de l'amylose (Davidovic, 2006).

I.4.2. Amylopectine

L'amylopectine est un polymère fortement branché, présenté dans la **figure.2**, constitué de résidus D-glucopyranose liés par des liaisons α . Les liaisons glucosidiques sont 1,4 sauf aux points de branchement qui sont de 1,6. 5 à 6 % des liaisons glucosidiques sont de α 1,6 (**Perez et al., 1996**). Les masses moléculaires se situent entre 107 et 108 g/mol.

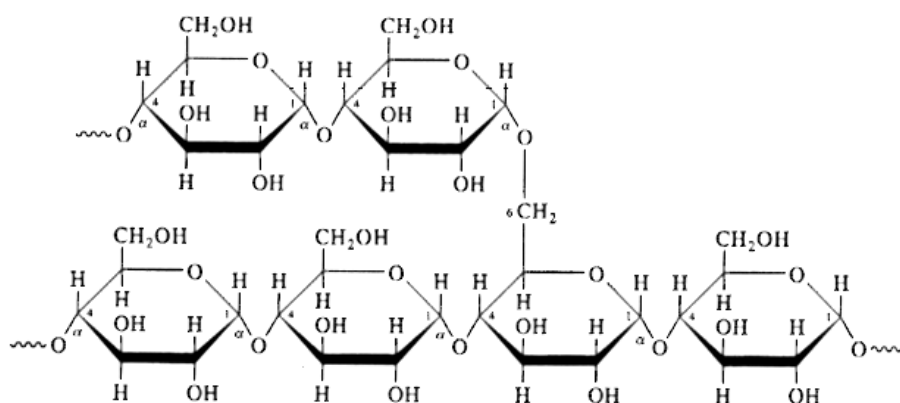


Figure.2 : Structure de l'amylopectine (**Davidovic, 2006**).

I.5. Les propriétés physiques de l'amidon

L'amidon a, comme tout autre produit, des propriétés physiques qui lui sont propres (**Regiani et al., 1999**). L'amidon est insoluble dans l'eau, à 70°C il forme une solution colloïdale qui épaissit en donnant un gel communément appelé empois. La gélification commence graduellement à partir de 50°C, mais elle est effective ensuite à une température de 62°C dépendante de l'agitation moléculaire, de la grosseur des grains, de la nature de l'amidon, de l'eau employée et de la concentration en amidon. L'épaississement ayant lieu à une température inférieure à celle de la coagulation du jaune d'œuf, les préparations de crèmes aux œufs contenant de l'amidon peuvent être portées à ébullition (**Schwach, 2004**).

L'amidon est influencé par trois types d'action, à savoir thermique, chimique, et enzymatique (**Regiani et al., 1999**). L'action thermique peut changer la couleur et le goût de l'amidon par dextrinisation. Pour l'action chimique, les acides entraînent une hydrolyse partielle de l'amidon qui conduit à la formation de dextrans. Le gel formé est moins épais. Cette hydrolyse est accélérée par une augmentation de température (**Angellier, 2005**).

L'amidon peut subir aussi l'action d'enzymes comme les enzymes végétales, ou animales (amylase) ou microbiennes. On constate que les amidons natifs ont déjà beaucoup

d'influence sur la texture, cependant leur fragilité face à certains paramètres comme la température ont conduit à l'utilisation d'amidons modifiés (**Monnet, 2008**).

Les traitements précédemment décrits mènent à la formation de composé plus simples comme des dextrans (D-glucose) et des maltoses. Les traitements de ces corps simples par ces mêmes traitements peuvent conduire à la formation d'amidons modifiés. Lorsque les grains d'amidon sont chauffés à une température suffisante en présence d'un excès d'eau, l'eau pénètre dans les grains et entraîne leur gonflement (il s'agit de la gélatinisation) (**Davidovic, 2006**).

Lorsque le traitement se prolonge, l'amylose amorphe se solubilise dans le milieu, les molécules d'amylose sont libérées plus facilement, tandis qu'une température proche de 90 °C est nécessaire pour avoir une dispersion totale, y compris celle des amyloses participant à la cristallisation de l'amylopectine. La température à laquelle débute la dispersion des amyloses dépend de l'origine botanique de l'amidon (**Perez et al., 1996**).

Pendant cette dispersion, une perte de cristallinité au sein du grain, appelée empesage, se produit, l'état final est appelé empois d'amidon. L'obtention d'empois d'amidon est donc une déstructuration irréversible des grains conduisant à une solution comprenant des granules gonflés et des macromolécules solubilisées (**Lafaegue, 2007**).

II. Le Yaourt

II.1. Définition et réglementation

Selon la définition de (**FAO/OMS, 1977**), le yaourt est un lait fermenté avec des ferments lactiques spécifiquesensemencés simultanément, à savoir *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. Ces bactéries doivent se retrouver vivantes à une concentration de 10 millions de bactéries par gramme, une fois le yaourt est consommé, et la teneur en acide lactique doit être au moins de 0,7g/100g à la vente de yaourt (**Vierling, 2008**).

II.2. Les différents types du yaourt

Il existe une très grande variété de yaourt qui diffère par leur composition chimique, leur technologie de préparation et par les saveurs dans les produits fini (**Tamime et al., 1999**).

- Selon la technologie de préparation, le yaourt produit peut être ferme et brassé avec soit du lait entier, soit du lait partiellement ou totalement écrémé (**Luquet, 1985**), sont des

yaourts naturels sucrés ou aromatisés avec une texture ferme à surface lisse (**Boudier, 1985**). Le yaourt brassé présente une texture presque fluide amenée à une consistance crémeuse après coagulation (**Alais et al., 1997**).

- Selon la teneur en matière grasse, les yaourts sont classés en trois types, le yaourt entier préparé avec du lait contenant au minimum 3% de matière grasse, le yaourt partiellement écrémé préparé avec du lait contenant une teneur en matière grasse entre 0,5% et 3%, et le yaourt écrémé préparé avec du lait contenant au maximum 0,5% de matière grasse (**Gosta, 1995**).
- Selon les ajouts autorisés, le yaourt peut être sucré suite à l'ajout d'un ou plusieurs sucres, qui sont des hydrates de carbone et/ou des édulcorants, autorisés par la réglementation en vigueur (**Codex Alimentarius., 2007**). Des substances aromatisants sont autorisées dans la préparation de yaourt dit aromatisé, qui peut être un yaourt nature non sucré qui, composé uniquement de lait pasteurisé ou de lait stérilisé, homogénéisé et avec des ferments (**Shakeel et al., 2012**).
- Selon leur goût, il y'a le yaourt nature sans aucune addition, le yaourt sucré, le yaourt aux fruits, au miel, et à la confiture (**Tamime et al., 1999**).
- Selon la texture, il y'a le yaourt étuvé ou ferme et qui a une texture ferme à surface lisse (**Mohtadji-Lamballais, 1989**). Il y'a aussi le yaourt brassé, qui présente une texture presque fluide (**Eck, 1975**), une consistance crémeuse après coagulation (**Alais et al., 1997**). Il y'a aussi le yaourt à boire avec une texture liquide (**Fredot, 2005**).

II.3. La composition chimique du yaourt

La composition chimique du yaourt est représentée dans le tableau 2.

Tableau 2 : Composition chimique du yaourt (**Eck, 1975**).

Composition yaourt	Energie (Kcal)	Eau (g/100g)	Protéines (g/100g)	Glucides (g/100g)	Lipides (g/100g)
Yaourt nature au lait entier	70,6	86,5	3,8	5	3,6
Yaourt nature au lait partiellement écrémé	47,7	88,2	4	4,8	1,02
Yaourt nature 0% au lait écrémé	42	88,6	4,4	5,1	0,07
Yaourt aromatisé sucre au lait demi-écrémé	84,8	81,1	3,1	14,2	1,4
Yaourt aux fruits sucre au lait demi-écrémé	91,8	77,6	3,2	15,2	1,69

II.4. La technologies de préparation de yaourt

II.4.1. La préparation du lait

La matière première dans la préparation du yaourt peut être soit du lait frais, soit du lait reconstitué à partir du lait en poudre ou encore un mélange (**Lupien *et al.*, 1998**). En cas d'utilisation de la poudre du lait, il faut absolument utiliser de l'eau potable pour diluer la poudre en question. Une fois reconstitué, le lait se conserve peu de temps dans des cuves (**Mboya, 2004**). Le lait cru doit satisfaire des critères microbiologiques avant de l'incorporé dans la préparation du yaourt (**Codex.Alimentarius., 2007**).

II.4.2. La standardisation

La standardisation consiste à ajuster la teneur en composants de la matière première à un certain pourcentage (**Strahm et Eberhard, 2010**).

II.4.3. Homogénéisation

Cette opération a pour but d'éviter la remontée de la matière grasse pendant la coagulation, et permet d'offrir ainsi une meilleure présentation du yaourt. L'effet de l'homogénéisation sur le lait se traduit également par de nombreux avantages, tel que une réduction de la sensibilité à l'oxydation, une stabilité supérieure du produit fini (**Pascal, 1998**).

II.4.4. Dégazage

Le taux d'air dans le lait doit être le plus bas possible lors de la préparation du yaourt. Une présence d'air est toutefois inévitable si la teneur en matière sèche dégraissée est accrue suite à l'addition de la poudre de lait, ainsi un dégazage de mélange s'impose (**Gosta, 1995**).

II.4.5. Traitement thermique

Le lait enrichi subit un traitement thermique à une température comprise entre 90-95°C pendant 3 à 5 minutes (**Mahaut *et al.*, 2000**). Ce traitement a pour but de détruire les germes potentiellement pathogènes et indésirables ainsi que d'inactiver de nombreuses enzymes (**Sechet, 2000**).

Le traitement thermique dénature environ 80% des protéines solubles du lait reconstitué et permet également d'accroître la rétention d'eau. En outre, les protéines dénaturées se fixent à la surface des micelles de caséines. Ces deux phénomènes ont une répercussion directe sur les propriétés rhéologiques du gel formé après l'acidification (**Medjahed, 2012**).

II.4.6. Ensemencement et maturation

Immédiatement après le traitement thermique, le lait est refroidi à la température de fermentation qu'est comprise entre 42 et 45°C, une fois met en cuve, le lait estensemencé avec les ferments lactiques destinés au yaourt à une quantité assez élevé pour assurer une acidification correcte par la production de l'acide lactique qui engendre une diminution du pH du milieu jusqu'au point isoélectrique (**Klewicki et al., 2004**).

C'est l'apport des deux bactéries lactiques vivantes qui provoquent la fermentation du lait, sachant que *Lactobacillus bulgaricus* apporte au yaourt de l'acidité, et *Streptococcus thermophilus* développe l'arôme de yaourt. Les ferments doivent être ensemencés simultanément et doivent être viables dans le produit fini, à raison d'au moins 10 millions de bactéries par gramme de yaourt (**Nizami et al., 1996**).

II.4.7. La fermentation

L'étape de la fermentation se fait soit dans des pots destinés à la commercialisation (yaourt ferme), soit dans un tank (yaourt brassé), mais le processus de fermentation conduisant à la coagulation du lait est identique. En effet, la fraction majeure des protéines du lait, les caséines qui sont en suspension dans la phase aqueuse du lait sous forme d'agrégats dénommés micelles, vont être affectées par l'acidification (**Boirgois, 1989**). La stabilité des micelles de caséine durant le traitement thermique, variable en fonction du pH, cela serait liée à la dissociation des caséines de l'enveloppe micellaire (**Walstra, 1990**).

II.4.8. Arrêt de la fermentation

Lorsque l'acidité est atteinte, on procède à un refroidissement rapide pour bloquer la fermentation (**Mahaut et al., 2000**).

II.4.9. Conditionnement

Le conditionnement offre une série de facteurs physique de protection contre l'introduction de microorganismes provenant de l'environnant (**Codex.Alimentarius., 2007**). Le diagramme, ci-dessous (**figure.3**), représente les différentes étapes de fabrication du yaourt.

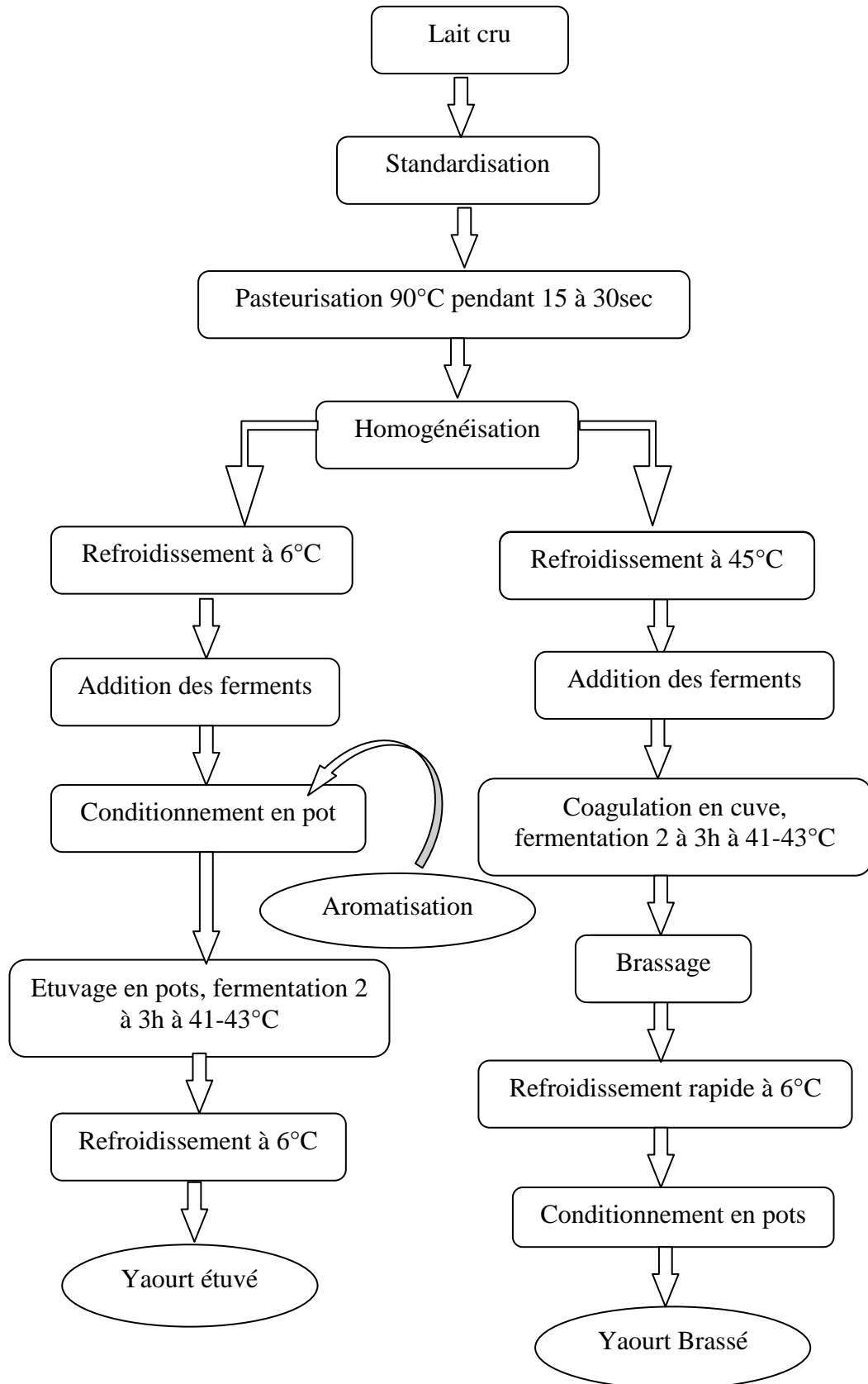


Figure.3: Diagramme de préparation du yaourt (Fredot, 2005).

II.5. La spécialité laitière de type yaourt

Les produits laitiers fermentés qui n'appartiennent pas au yaourt sont classés dans la catégorie de spécialité laitière, à cette dernière est additionnée de la gélatine ou de l'amidon pour plus de consistance (Syndifrais, 1997). La dénomination de "spécialité laitière" ou "préparation laitière" peut être utilisée en cas d'emploi de matière première non laitière (amidon, gélatine), à condition que cet ajout reste dans une proportion inférieure à la quantité maximale nécessaire pour obtenir un effet technologique désiré dans le produit fini (Perrier-Cornet, 1990). Il existe plusieurs types de spécialités laitières qui diffèrent selon le goût et la texture (Alain, 2008).

II.5.1. La composition chimique de spécialité laitière type yaourt

La spécialité laitière type yaourt contient des nutriments qui entrent dans sa composition chimique. Les quantités de ces nutriments pour 100g de yaourt varient d'un type à un autre de spécialité laitière, la composition moyenne est de 84,4g en eau, 3,1g en protéines, 4g en glucides et de 1,7g en lipides. Pour l'amidon, la valeur varie selon la texture de spécialité laitière recherchée (Ciquel, 2012).

II.5.2. Le processus de préparation de la spécialité laitière

Si tous les produits de yaourt sont dans la catégorie du lait fermenté, les produits de la catégorie spécialité laitière peuvent ressembler aux yaourts, sans en être. Elles sont généralement préparées avec les mêmes ferments lactiques que le yaourt, plus d'autres additifs qui les font sortir de cette catégorie réglementée. Parmi ces additifs, l'amidon est apprécié pour ses qualités consistantes (Cniel, 2012).

Le processus de la préparation de la spécialité laitière est le même que celui du yaourt en respectant le diagramme de préparation de yaourt (figure 3) avec une modification portant sur la substitution de la moitié de la poudre de lait par l'amidon ou d'autres gélifiants, l'ajout de celui-ci a lieu avant le traitement thermique (Monnet, 2008).

II.5.3. L'effet de l'amidon sur l'amélioration de la texture du yaourt

L'amidon apporte de nombreuses fonctionnalités aux produits laitiers, tel que la viscosité, l'amélioration de la texture, l'accroît de l'onctuosité, il apporte aussi la stabilité du produit durant la conservation (Roquette, 2016).

Un amidon riche en amylose (blé, maïs) donne des gels fermes, opaques ayant une texture courte qui aura tendance à rétrograder, ce phénomène est une réassociation des chaînes linéaires d'amylose qui, au refroidissement, donnera un gel très ferme et dur (**Angellier, 2005**). Par contre un amidon riche en amylopectine (pomme de terre) donnera un gel plus long, ayant une texture moyenne ou longue et translucide. En effet, les chaînes ramifiées d'amylopectine ne peuvent pas s'associer aussi fortement que les chaînes linéaires d'amylose. Ce type d'amidon a des propriétés plus épaississantes que gélifiantes. Chaque source d'amidon, par sa composition, sa taille a donc des propriétés différentes (**Chene, 2004**). L'amidon de pomme de terre offre une texture longue et un gel transparent (**Boursier, 2005**).

II.5.4. L'importance de la catégorie de spécialité laitière à l'échelle économique

Actuellement, le yaourt est un produit de grande consommation, il représente plus de la moitié du marché de l'ultra-frais (**Nakasaka et al., 2008**). Les industriels en agro-alimentaires sont contraints de faire face à une demande de plus en plus exigeante. Le lait cru est rare dans les pays où la production laitière est insuffisante, ainsi la technique de reconstitution représente une solution pour offrir un produit proche du lait frais (**Moller, 2000**).

La production de l'industrie laitière en Algérie est fortement dépendante du marché extérieur, caractérisé par des fluctuations à la hausse des prix de la matière première, qu'est la poudre de lait et par son instabilité qualitative. La recherche de nouveaux produits alimentaires concurrentiels de point de vue qualité et prix est ainsi l'un des soucis majeur des industriels (**Boursier, 2005**).

La spécialité laitière est la solution rêvée pour les industries agro-alimentaires débordante d'idées qui sort du cadre réglementaire. Tout peut être modifié tel que la forme, le format, la formule, les qualités gustatives, elle cohabite aussi avec leur modèle d'origine comme le camembert et le yaourt (**Perez et al., 1996**).

La substitution de la poudre de lait, totalement importée avec une hausse des prix incontrôlés sur le marché mondial, par des systèmes fonctionnels (comme l'amidon) dans la préparation de spécialité laitière peut apporter des solutions et des intérêts économiques

importantes aux transformateurs laitiers avec des performances fonctionnelles à la transformation et un rapport qualité-prix exceptionnel (Nakasaki *et al.*, 2008).

MATÉRIEL

ET

MÉTHODES

II. Matériels et Méthodes

L'extraction de l'amidon à partir de pomme terre blanche (*Solanum Tuberosum*) et la préparation d'un yaourt ferme étuvé et aromatisé, à texture améliorée suite à l'incorporation de la poudre d'amidon extraite de la pomme de terre (spécialité laitière) étaient effectués au niveau de laboratoire de recherche et développement de l'entreprise HODNA-LAIT.

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

Cette étude a été réalisée au niveau de laboratoire de recherche et développement de la laiterie HODNA (M'SILA). HODNA-LAIT est une société privé à responsabilité limitée (SARL), crée en 1999 et située dans la zone industrielle de la wilaya de M'sila, elle s'étale sur une superficie de 6 hectares dont 4 sont construits en ateliers de production, en magasins de stockage des matières premières et emballages et le reste représente les chemins et passages utiles aux moyens de transport, implantation des bâches de stockage d'eau brute, générateurs d'énergies et autres.

Historiquement, l'entreprise a connu un début très timide en se contentant de produire que du lait pasteurisé partiellement écrémé totalisant modestement 40000 litres/jour. Contre toute attente, certains facteurs encourageants sont apparus motivant. Parmi ces facteurs citons principalement la bonne qualité du produit, sa forte demande et surtout le fait que l'entreprise soit l'unique dans la région, ce dernier point reste le plus déterminant car il faut souligner qu'avant, le lait été fourni par des entreprises du secteur étatique ou privé des wilayas voisines (Sétif, Batna, Bordj Bouarraridj).

Depuis, l'entreprise n'a pas cessé d'investir dans les moyens matériels et humains ce qui lui à permis d'arriver aujourd'hui à conquérir le marché national et d'inscrire son nom dans la cour des grandes entreprises.

II.2. Extraction et préparation de la farine d'amidon de pomme de terre blanche

l'extraction de l'amidon de la pomme de terre était réalisée selon (Davidovic, 2006). Après le nettoyage des tubercules, une quantité de 1000g de pomme de terre a été pelée et râpée, ainsi une quantité de 850g de pulpe a été récupérée dans un récipient. Après l'ajout de 500ml d'eau à la pulpe de pomme de terre, le mélange a été filtré à l'aide d'une passoire et

après une période de 3 heures de décantation à température ambiante, l'amidon se dépose au fond du récipient.

Après une décantation totale l'eau a été éliminé à l'aide d'une pipette, ensuite le culot a été séché à température ambiante pendant 3 jours puis la poudre d'amidon a été récupéré dans un flacon et stocké dans un endroit propre et sec à une température ambiante jusqu'à utilisation.

Des échantillons d'amidon de pomme de terre blanche extrait, ont été destinés aux analyses physico-chimiques et microbiologiques.

II.3. Préparation du yaourt à texture amélioré par l'ajout d'amidon de pomme de terre blanche

La préparation de deux produits de yaourt ferme étuvé aromatisé (spécialité laitière) contenant des quantités différentes de la poudre d'amidon de pomme de terre blanche pour améliorer la texture des produits fini, le troisième produit de yaourt ferme aromatisé est standard (sans l'ajout de la poudre d'amidon). Les trois préparations ont été aromatisés par l'arôme "fraise" et ont été réalisées au niveau de laboratoire de recherche et développement de la SARL HODNA-LAIT, M'sila. Pour chaque préparation de yaourt, des échantillons ont été prélevés et destinés aux analyses physico-chimiques, et microbiologiques.

Les produits de yaourt ferme étuvé aromatisé (spécialité laitière) contenant de différentes quantités de la poudre d'amidon de pomme de terre blanche pour améliorer la texture des produits fini, étaient préparés comme suit :

- **E1** : yaourt préparé avec l'incorporation de 1% de la poudre d'amidon de pomme de terre blanche extraite par rapport à la masse totale du yaourt préparé, qui est 10g d'amidon de pomme de terre pour 1000g de la masse totale du yaourt préparé.
- **E2** : yaourt préparé avec l'incorporation de 1,5% de la poudre d'amidon de pomme de terre blanche extraite par rapport à la masse totale du yaourt préparé, qui est 15g d'amidon de pomme de terre pour 1000g de la masse totale du yaourt préparé.
- **E3** : yaourt préparé sans ajout l'amidon de pomme de terre, il contient uniquement la poudre de lait, le sucre et de l'eau traité.

Le diagramme, ci-dessous (**figure.4**), représente les différentes étapes de préparation des produits de yaourt E1, E2 et E3 au niveau de la laiterie HODNA-LAIT.

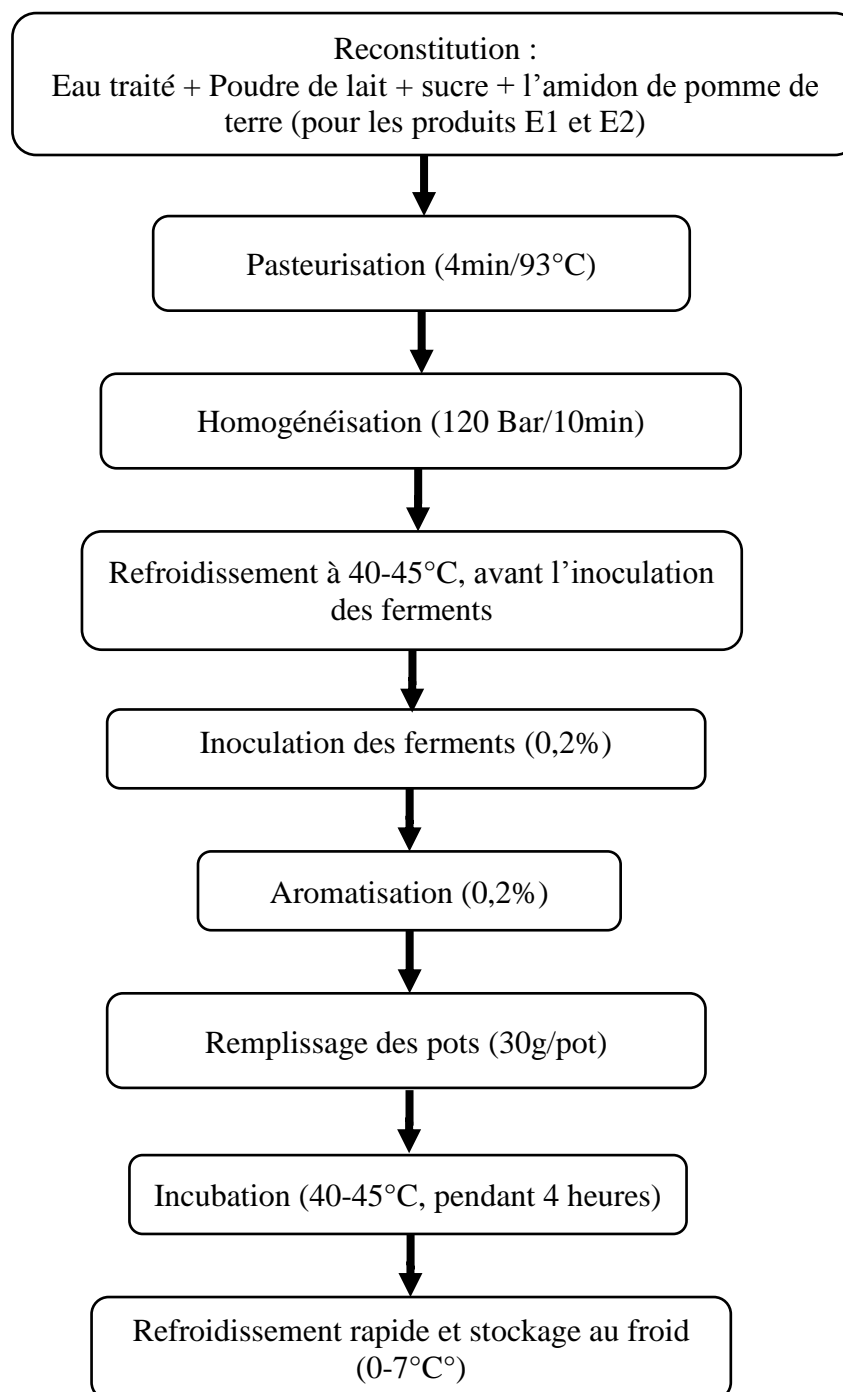


Figure.4 : Diagramme de la technologie de préparation des yaourts préparés E1, E2 et E3.

L'élaboration du yaourt étuvé ferme standard nommé "E3", consiste à préparer la masse blanche à base de la poudre de lait à 26% de matière grasse, de la poudre de lait 0% de

matière grasse ; avec du sucre et de l'eau à 25°C. Pour la préparation de 1000g de yaourt standard, il nécessite 795ml d'eau traité, 60,8g de la poudre de lait à 26% de matière grasse, 50,6g de la poudre de lait 0% de matière grasse et 93,6g de sucre. Pour l'élaboration des yaourts fermes spécialité laitière nommés "E1" et "E2", la quantité de la poudre de lait à 0% de matière grasse a été remplacée par l'amidon de pomme de terre à deux différentes concentrations, à savoir 1% pour le produit "E1" et 1.5% pour le produit "E2" (par rapport au masse de yaourt préparé) respectivement, pour but d'améliorer la texture de yaourt.

Après homogénéisation, les mélanges avaient subi une pasteurisation à 93°C/4min puis un refroidissement à la température d'ensemencement des bactéries lactiques qui est comprise entre 40 et 45°C, suivait de l'inoculation des ferments (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*), et puis l'ajout de l'arôme fraise liquide (0,2%) et le remplissage des pots (30g/pot), pour les différentes formulations de yaourt étuvé ferme, ainsi la maturation prend place dans une étuve à 42°C pendant 4h.

Une fois les mélanges avaient atteint un pH de 4,76 avec une texture ferme, un refroidissement rapide est effectué à 4°C pour but d'arrêter la fermentation, enfin les produits finis nommés respectivement, "E1", "E2" et "E3" sont stockés à une température comprise entre 4°C et 6°C.

La caractérisation sensorielle, a été réalisé au niveau de département de microbiologie et de biochimie de l'université de M'sila, ainsi 120 échantillons pour chaque produit étaient préparés. Deux types de panels ont été sollicités pour évaluer les attributs sensoriels des produits ainsi que de déterminer lequel des préparations est préférée par les membres des deux panels.

Un panel d'expert composé de 20 membres féminins et masculins avec une tranche d'âge comprise entre 23 à 25 ans et qui sont des étudiants en 2^{ème} année Master NSA, formés et entraînés dans la réalisation des tests sensoriels. Le deuxième panel est dit naïf, composés au total de 100 membres féminins et masculins avec une tranche d'âge comprise entre 22 à 60 ans et qui se compose des étudiants de différentes spécialités de département de microbiologie et de biochimie, n'ayant aucune formation préalable dans la réalisation des tests sensoriels.

II.4. Analyses physico- chimique des produits finis

En vue de la réalisation des analyses physico-chimiques des produits, des échantillons sont prélevés au moment de la préparation, et au cours de maturation des produits après chaque heure passé dans l'étuve jusqu'à la 4^{ème} heure. Tandis que les analyses microbiologiques sont réalisées pour des échantillons prélevés après le refroidissement et durant le stockage du produit fini à une température entre 4°C à 6°C.

II.4.1. Détermination du Potentiel Hydrogène (pH)

Le Potentiel hydrogène est une mesure de l'activité des ions "H+" dans une solution dont le but est de déterminer quantitativement l'acidité des produits de yaourt nommés "E1", "E2" et "E3".

Le pH mètre était étalonné en préalable avant d'entamer la mesure. Le pH est déterminé directement en utilisant un pH-mètre électronique de type "INOLAB 730", qui affiche la valeur sur l'écran après avoir plongé l'électrode dans un bécher contenant l'échantillon de yaourt à analyser. La mesure est effectuée à 20°C.

II.4.2. Extrait sec total (EST)

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**), dans le cas du présent travail la matière sèche est le produit résultant de la dessiccation du yaourt par évaporation de l'eau à l'aide d'un dessiccateur de type "KERN", fonctionnant par infrarouge à une température de 120°C. Les résultats sont exprimés en %.

Une capsule en aluminium était placée sur la balance qui se trouve à l'intérieur de la chambre chaude du dessiccateur ; une fois le poids de la capsule était remis à zéro, 3g du produit était déposé dans la capsule, après la fermeture du couvercle l'appareil démarre l'analyse. L'appareil s'arrêtera automatiquement à la fin de l'analyse et affichera le taux de l'extrait sec total "EST".

II.4.3. Détermination de la teneur en matières grasses

La détermination de la teneur en matières grasses dans les produits de yaourt préparés était réalisé selon la méthode de "GERBER" qu'est une méthode de référence. Le principe

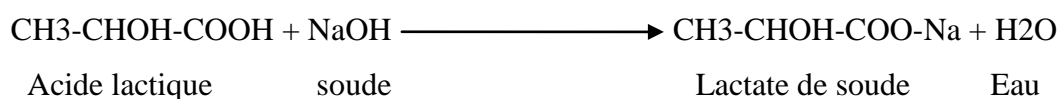
de cette méthode est basé sur la séparation de la matière grasse du lait par centrifugation dans un butyromètre, où l'acide sulfurique dissout tous les constituants du yaourt à l'exception des matières grasses. L'alcool iso amylique agit comme séparateur de phase.

La mesure était réalisée selon la norme (**ISO1211, 2010**), suite à l'introduction dans un butyromètre 10ml d'acide sulfurique (91%) et 11ml d'échantillon à analyser à l'aide d'une pipette spéciale et 1ml d'alcool iso amylique. Après, le butyromètre une fois fermé était agité en faisant des mouvements de rotation jusqu'à la dissolution complète du contenu.

Ensuite les échantillons étaient centrifugés à l'aide d'une centrifugeuse "GERBER" sous une vitesse de 5000 tours/min pendant 5min à 60°C. Les résultats sont exprimés en g/l.

II.4.4. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité exprime le nombre de grammes d'acide lactique présents dans un litre de lait. Elle consiste en une neutralisation par l'hydroxyde de sodium (NaOH) à 0,1 N des composants acides du yaourt en présence d'un indicateur coloré qui est la phénolphtaléine (coloration rose pâle) selon la réaction suivante :



L'unité conventionnelle de l'acidité est le degré doronic ou "1°D", qui représente 0,1g d'acide lactique par litre de lait (**Gassi *et al.*, 2008**).

La mesure se fait suite à l'introduction de 10g d'échantillon dans un bécher, suivait par l'ajout de 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine, ainsi le mélange était neutralisation par l'hydroxyde de sodium à 0,1 N jusqu'à l'apparition d'une couleur rose pâle persistante pendant 10 secondes (**AFNOR, 1999**). Cette acidité est exprimée en degré Dornic (D°). L'acidité en degré Dornic (°D) correspond à la chute de la burette en ml × 10.

II.4.5. Mesure et suivi de la viscosité

La viscosité du yaourt est mesurée à 20°C avec un viscosimètre (**Brookfield, 1996**) dénommé DV-1" au cours de maturation des produits de yaourt préparés "E1", "E2" et "E3" après chaque heure passé dans l'étuve (à 45°C°) jusqu'à la 4^{ème} heure.

Toute manipulation énergétique peut modifier les propriétés rhéologiques des produits. De ce fait une attention particulière est portée aux échantillons de yaourt destinés à la mesure de la viscosité.

Le principe tel que conçu par (**Brookfield, 1996**) est basé sur l'application d'une force de mouvement à un produit en mettant en rotation un mobile de taille fixe. La résistance du produit au mouvement de rotation du mobile est enregistrée à l'aide d'un ressort spiralé interne, puis convertie en unité de viscosité qu'est centpoise (Cp).

II.5. Analyses microbiologiques des produits finis

Avant d'entamer les analyses, il est primordiale de nettoyer la surface du travail afin d'éliminer toute source de contamination. Ensuite, 10g de produit à analyser étaient pesés dans des conditions aseptique et placé un sac stérile (sac Stomacher), puis 90g de diluant tampon sel-eau (TSE) étaient ajoutés. Après homogénéisation dans un mélangeur de type "BAG MIXER", la suspension obtenue, constitue alors la solution mère correspondant à la dilution 10^{-1} . Des dilutions sont ensuite préparées selon l'analyse à effectuer.

II.5.1. Recherche et dénombrement des coliformes

La recherche et le dénombrement des coliformes se fait suite à l'introduction de 1ml la solution mère préparé précédemment correspondant à la dilution 10^{-1} à l'aide d'une micropipette dans une boîte de Pétri stérile ; ensuite environ 15ml de la gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL) préalablement fondue et refroidie à 45°C était versée ; ainsi le contenu était soigneusement mélangé. Après solidification, les boîtes étaient incubées dans à 37°C pendant 24 heures pour les coliformes totaux. Les coliformes fécaux sont dénombrés par la même technique que les coliformes totaux avec une incubation à 44°C pendant 24 heures. Une boîte témoin avec environ 15 ml de VRBL comme témoin était également préparée.

Les colonies caractéristiques des coliformes totaux et fécaux sont de couleur violet, et d'un diamètre de 0,5 mm ou plus et parfois entourer d'une zone rougeâtre due à la précipitation de la bile. Le comptage des colonies se fait sur les boîtes ayant un nombre de colonies compris entre 15 et 300.

II.5.2. Recherche et dénombrement des levures et moisissures

Les levures et moisissures sont responsables de certaines dégradations détectées par les odeurs d'alcool, par un gonflement d'emballage et des textures atypiques. La gélose YGC (Yeast-Glucose-Chloramphénicol) permet l'isolement des champignons après l'incubation à 25°C pendant 5 jours (Guiraud, 1998).

Le milieu YGC a été remplacé par le milieu OGA (Oxytétracycline-Glucose-Agar) auquel 1,1ml d'oxytétracycline ont été préalablement additionné pour un flacon de 250 ml. L'ensemencement se fait en surface suivait d'incubation à la température ambiante pendant 5 jours.

Les levures se présentent sous forme de colonies arrondies, lisses, convexes, plates et parfois pigmentées en jaune, orange ou blanc. Cependant, les moisissures se présentent sous une forme plus grande et une couleur différente.

II.5.3. Recherche des *Staphylococcus aureus*

Les staphylocoques sont responsables de contaminations fréquentes dans l'industrie alimentaire (Leyral *et al.*, 2007). L'ensemencement se fait en surface sur milieu "Baird Parker" auquel est additionné une émulsion de jaune d'œuf, une solution de tellurite de potassium et de sulfaméthazine. L'incubation est à 37°C pendant 24 heures.

Les colonies caractéristiques des staphylocoques à coagulas positive sont noires ou grises, brillantes et convexes avec un diamètre de 1,5 à 2,5 mm, et entourées d'une auréole claire due à la protéolyse des protéines de l'œuf.

II.5.4. Dénombrement de la flore lactique thermophile

a. *Streptococcus thermophilus*

Un ensemencement de 1ml des dilutions allant de 10^{-1} jusqu'à 10^{-6} a été effectué en masse aseptiquement sur le milieu de Culture déshydraté la gélose M17 (Bouillon ou agar utilisé pour la culture de *Streptococcus*), l'inoculum a été mélangé soigneusement dans le milieu de culture et a été laissé solidifier. Les boîtes ont été incubés à 37°C pendant 72h (Marchal *et al.*, 1982).

b. *Lactobacillus bulgaricus*

Un ensemencement de 1ml des dilutions allant de 10^{-1} jusqu'au 10^{-6} a été effectué en masse aseptiquement sur milieu MRS (Man Rogosa et Sharpe), l'inoculum a été mélangé soigneusement au milieu de culture et a été laissé solidifier. Les boîtes ont été incubés à 37°C pendant 72h (Nakasaki *et al.*, 2008).

Le comptage des colonies de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* a été fait sur les boîtes ayant un nombre de colonies compris entre 15 et 300.

II.6. Analyse sensorielle

L'évaluation sensorielle est une méthode d'analyse qui, comparant aux autres méthodes peuvent apparaitre simpliste. En effet, elle ne nécessite pas de matériel sophistiqué, elle est basée essentiellement sur les sensations de l'Homme (Lefebvre et Bassereau, 2003).

II.6.1. Les sujets

L'analyse sensorielle a été effectuée par un panel expert et un panel naïf. Le panel d'expert a été composé de 20 évaluateurs âgés entre 23 à 25ans, qui ont la capacité à exécuter les tâches d'évaluation sensorielle requises. Le panel naïf a été composé de 100 personnes de différentes catégories d'âge entre 22 et 60 ans.

II.6.2. Les produits

Trois échantillons ont été représentés dans des contenants identiques en plastique étiquetés avec un code de trois chiffres selon la texture ciblé par l'incorporation de l'amidon de pomme de terre extrait durant la fabrication des yaourts.

Le code chiffré en “222” représente le produit nommé “E1” qui est un yaourt ferme aromatisé à la fraise (spécialité litière), a texture amélioré par l'ajout de 1% d'amidon de pomme de terre blanche par rapport à la masse totale du yaourt préparé.

Le code chiffré en “302”, représente le produit “E2” qui est un yaourt ferme aromatisé à la fraise (spécialité litière), a texture amélioré par l'ajout de 1,5% d'amidon de pomme de terre blanche par rapport à la masse totale du yaourt préparé.

Le code chiffré en “504”, représente le produit “E3” qui est un yaourt ferme aromatisé à la fraise sans l’ajout d’amidon de pomme de terre dans sa composition.

Les échantillons sont présentés à chaque membre des deux panels (expert et naïf) sans classement. Les dégustateurs peuvent goûter plusieurs fois le même échantillon avant d’en décider.

II.6.3. Formulation du questionnaire

Un questionnaire portant un ensemble d’attributs sensoriels qui caractérisent le yaourt a été élaboré pour évaluer les propriétés sensorielles des produits et ainsi déterminer l’intensité de chaque propriété afin d’établir le profilage sensorielle des yaourts préparés. Les membres des deux panels sont appelés à noter aussi leur produit préféré parmi les trois dégustés.

Les panels sont invités à noter les trois produits codés sur une échelle de notation de 1 à 7 selon l’intensité de chaque descripteur puis de donner une note de préférence globale aux produits sur une échelle de hédonique de 1 à 9. La fiche de dégustation est présentée dans (Annexe 1).

II.6.4. Le déroulement des séances de dégustation

Les tests de dégustation ont commencés après la récupération des échantillons des yaourts préparés sachant que la qualité hygiénique et physico-chimique de ces échantillons a été vérifiée suite à des analyses microbiologiques et physico-chimiques.

Ces tests en eu lieu dans des salles au niveau du département de biochimie et microbiologie où les conditions d’analyse sont respectés, essentiellement, l’hygiène, l’isolement des membres des deux panels (expert et naïf), l’aération, le calme, l’anonymat des échantillons, avec la présence du matériel nécessaire à la dégustation (des gobelets d’eau, des stylos, du papier mouchoir et des questionnaires).

Concernant les membres de panel naïf, des séances de dégustation ont été organisées pendant une seule journée durant la matinée dans deux salles selon la disponibilité des membres de panel. La séance de dégustation du panel expert a été organisée en simultané avec celle du panel naïf dans une salle qui leur a été réservé.



Figure.5 : Photographie de la salle de dégustation.

II.6.5. Analyse statistique

Les données rassemblées à partir de notes distribuées par les membres des deux panels, ont été traitées en utilisant le logiciel XLSTAT, qui est un outil complet d'analyse de données et de statistiques, impliqués dans les études de marketing et dans l'analyse du comportement des consommateurs. Ce logiciel utilise Microsoft Excel comme une interface de récupération des données et d'affichage des résultats (Njamen et Arsène, 2016).

Les principales fonctionnalités de ce logiciel, qu'on a utilisé pour interpréter les résultats de l'analyse sensorielle sont les suivantes :

- ✓ Caractérisation des produits,
- ✓ Analyse de pénalité,
- ✓ Analyse de la composante principale (ACP),
- ✓ La Classification Ascendante Hiérarchique CAH),
- ✓ La cartographie externe de préférence (PREFMAP).

II.6.5.1. Caractérisation des produits

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

II.6.5.2. Analyse des pénalités

L'analyse des pénalités est utilisée pour identifier les axes d'améliorations possibles pour des produits, suite à des enquêtes auprès des consommateurs ou d'experts (**Jolliffe et Cadima, 2016**). Le terme de pénalité revient à l'attribut sensoriel susceptible de pénaliser la satisfaction de panel pour un produit donné. 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 de JAR (Just About Right) allant "de un à sept points"; ainsi que par la notation de préférence, donnée par le panel pour chaque produit en utilisant une échelle hédonique allant "de un à neuf points" (**Popper et Gibes, 2004b**).

II.6.5.3. 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) (**Schlich et Mcewan, 1992**). Afin de pouvoir effectuer une cartographie de préférence externe, deux types de données sont nécessaires :

- 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)",
- 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 de classe homogènes sur la base de la notation de préférence des membres de panel naïf pour chaque produit, ou à partir d'une matrice décrivant la similarité ou le non similarité entre les classes. Le CAH est une méthode de classification, ces résultats permettent de visualiser le regroupement progressif des données (**Everitt et al., 2011**).

B. Analyse de la composante principale (ACP)

L'ACP est l'une des méthodes d'analyse des données multivariées les plus utilisées. Dès lors de la disposition d'un tableau de données quantitatives (continues ou discrètes) dans lequel (les individus, les produits) sont décrites par ' p ' variables (des descripteurs, attributs, mesures), si ' p ' est assez élevé, il est impossible d'appréhender la structure des données et la proximité entre les observations en se contentant d'analyser des statistiques descriptives univariées ou même une matrice de corrélation (**Jolliffe 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. 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 (**Besse, 1992**).

RÉSULTATS

ET

DISCUSSION

III. Résultats et discussion

III.1. Les analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'amidon extrait de pomme de terre blanche (*Solanum tuberosum*)

Les résultats d'analyses physico-chimiques, qui concerne l'évaluation de la variation du potentiel hydrogène "pH", de l'humidité et de l'amidon extrait de pomme de terre blanche (*Solanum tuberosum*), sont regroupés dans une fiche technique (**Annexe 2**), et ceux d'analyses microbiologiques, notamment la recherche des microorganismes aérobies à 30°C, des levures et des moisissures, des Coliformes fécaux, des Clostridiums sulfito-réducteur, des Entérobactéries et de *Staphylococcus aureus*, sont regroupés dans une fiche technique (**Annexe2**).

III.2. Les analyses physico-chimiques de la matière première (lait reconstitué) et des produits préparés de yaourt ferme aromatisé

Des analyses physico-chimiques sont appliquées au lait reconstitué destiné à la préparation des produits de yaourt ferme aromatisé contenant successivement 1% et 1,5% de poudre d'amidon de pomme de terre blanche (*Solanum tuberosum*) par rapport à la masse totale de yaourt préparé, pour but d'améliorer la texture de ces produits finis. Les paramètres étudiés sont le potentiel hydrogène "pH", l'acidité titrable, la teneur en matière grasse, l'extrait sec total et la viscosité. Les résultats obtenus sont récapitulés dans le **tableau 3**, ci-dessous.

Tableau 3 : Les résultats des analyses physico-chimiques du lait reconstitué.

Paramètres	Valeurs
potentiel Hydrogène	6,57 ± 0,02
Acidité titrable (°D)	18,00 ± 0,20
Matière grasse (%)	1,50 ± 0,05
Extrait Sec Total (%)	18,84 ± 0,06
Viscosité (cP)	27,00

Cette partie illustre l'évolution du pH, de l'acidité et de la viscosité au cours de la maturation du lait reconstitué, ainsi que des trois produits préparés de yaourt ferme aromatisé. Ces produits sont, respectivement, le yaourt ferme aromatisé à base d'amidon extrait de pomme de terre blanche avec un taux d'incorporation de 1% nommé "E1", le yaourt ferme aromatisé à base d'amidon extrait de pomme de terre blanche avec un taux d'incorporation de

1,5% nommé "E2" et le yaourt ferme aromatisé standard sans l'ajout d'amidon extrait de pomme de terre blanche nommé "E3".

III.2.1. Évolution de potentiel hydrogène (pH)

Le pH du lait reconstitué utilisé dans la formulation du yaourt ferme aromatisé était de 6,57 (**tableau 3**) ; ce qui est conforme aux normes rapportée par le journal officiel de la république algérienne en 1993 qui exige un pH compris entre 6,4 et 6,6. L'évolution de la variation du pH des produits de yaourt ferme aromatisé préparés était suivait durant la période de la maturation. Les résultats obtenus sont présentés dans **la figure 6**.

Selon ces résultats, une baisse progressive de pH pour les trois produits préparés de yaourt ferme aromatisé a été observé au cours de la maturation, allant de 6,59 à 6,10 pour le yaourt aromatisé "E1". Cette baisse a été de 6,58 à 6,12 pour le yaourt aromatisé "E2". Pour le yaourt aromatisé standard "E3", la diminution du pH enregistrée a été de 6,57 à 6,05. Cette baisse est due à la production d'acide lactique par l'action des bactéries lactiques à partir du lactose présent dans le lait.

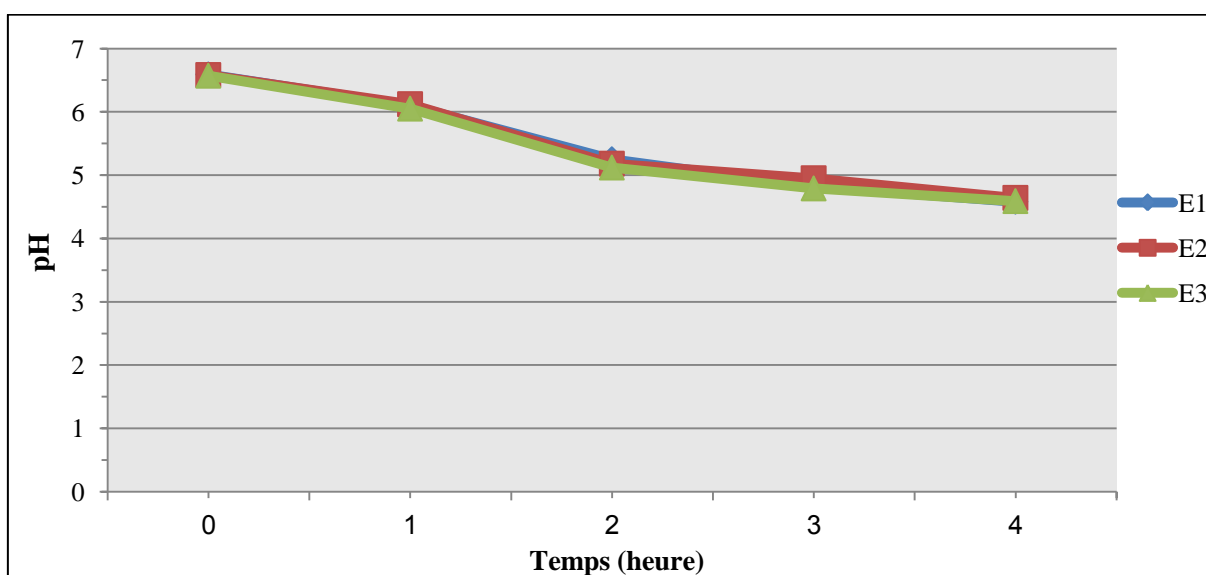


Figure.6 : Evolution du potentiel hydrogène "pH" durant la période de maturation des produits préparés, à savoir le yaourt ferme aromatisé contenant 1% d'amidon extrait de pomme de terre blanche, nommé "E1", le yaourt ferme aromatisé contenant 1,5% d'amidon extrait de pomme de terre blanche, nommé "E2" et du yaourt standard, nommé "E3".

III.2.2. Détermination de la teneur en matière grasse

La teneur en matière grasse du lait reconstitué (**tableau 3**) ainsi que celle des produits fini, déterminées selon la méthode “Gerber”, a été de 1,5%. Cette valeur répond à celle rapporté dans le journal officiel de la république algérienne de 1993, qui exige une teneur en matière grasse de lait reconstitué à base du lait écrémé, comprise entre 1,45 à 1,93%.

III.2.3. Évolution de l'Acidité titrable

Le lait reconstitué avait enregistré une acidité titrable de l'ordre de 18°D (**tableau 3**), cette valeur se concorde avec la norme établie dans “l'arrêté interministériel du 25 janvier 1998 relatif aux spécifications physico-chimiques des denrées alimentaires”, qui exige une acidité titrable du lait comprise 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.

L'évolution de l'acidité pendant la période de maturation des produits de yaourt ferme aromatisé est représentée dans **la figure 7**. D'après ces résultats, les produits préparés présentaient une allure semblable d'évolution d'acidité, une augmentation a été enregistrée après une heure de maturation, allant du 18 jusqu'à 31°D, puis elle a poursuivi son évolution pour atteindre 81°D après quatre heures de maturation. Cela peut être dû au temps consommé par le ferment lactique pour s'adapté aux nouvelles conditions du milieu (**Corrieu et Luquet, 2008**).

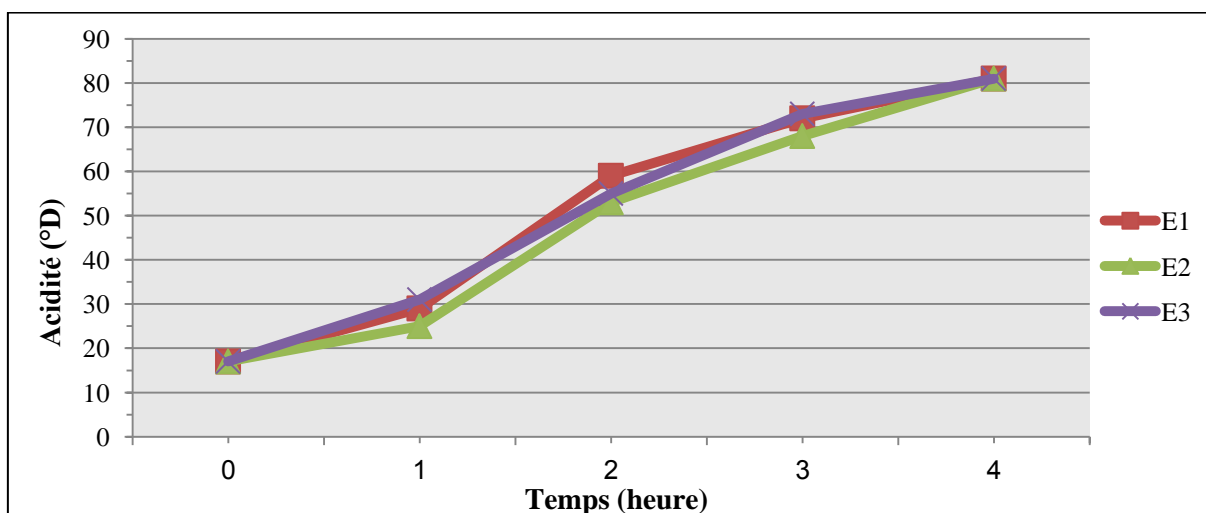


Figure.7 : Evolution de l'acidité au cours de maturation des produits préparés, à savoir le yaourt ferme aromatisé contenant 1% d'amidon extrait de pomme de terre blanche, nommé “E1”, le yaourt ferme aromatisé contenant 1,5% d'amidon extrait de pomme de terre blanche, nommé “E2” et du yaourt standard, nommé “E3”.

III.2.4. Détermination de taux de l'extrait sec total

Le taux de l'extrait sec total du lait reconstitué a été de 18,84% (**tableau 3**), des valeurs très proches de celle-ci ont été enregistrées auprès des produits finis de yaourt ferme aromatisé. Ces résultats répondent à la norme rapportée par le journal officiel de la république algérienne de 1993, qui exige un taux d'extrait sec total de lait reconstitué compris entre 18,50 et 19%.

III.2.5. Évolution de la viscosité

Le lait reconstitué a enregistré une viscosité de l'ordre de 27cP (**tableau 3**). L'évolution de la variation de la viscosité des produits finis est représentée dans **la figure 8**. Les résultats obtenus montrent une augmentation de la viscosité pour les trois produits de yaourt ferme aromatisé au cours de maturation, allant de 27cP à 29800cP pour le yaourt ferme aromatisé "E3". Le yaourt ferme aromatisé "E1" avait enregistré une augmentation allant de 34 à 33200cP, alors que la viscosité enregistré pour le yaourt ferme aromatisé "E2" était entre 39cP et 35300cP.

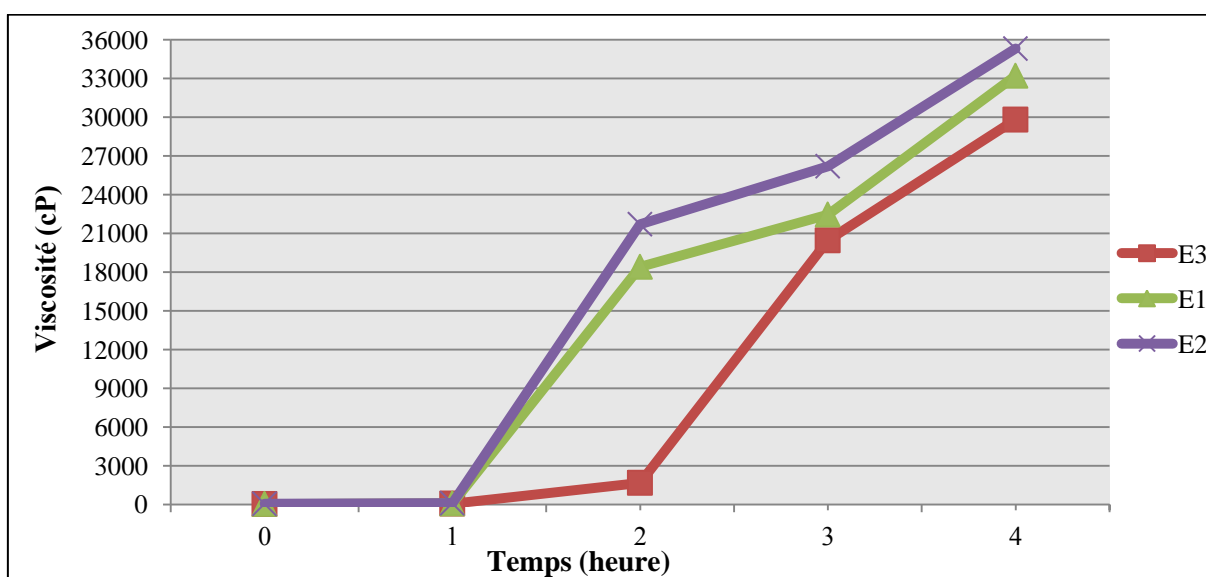


Figure.8: Evolution de la viscosité en centipoise au cours de maturation des produits préparés, à savoir le yaourt ferme aromatisé contenant 1% d'amidon extrait de pomme de terre blanche, nommé "E1", le yaourt ferme aromatisé contenant 1,5% d'amidon extrait de pomme de terre blanche, nommé "E2" et du yaourt standard, nommé "E3".

III.3. Les analyses microbiologiques des produits finis de yaourt ferme aromatisé

Les résultats des analyses microbiologiques des produits préparés de yaourt ferme aromatisé, portés sur la recherche des microorganismes aérobies à 30°C, des levures et des moisissures, des Coliformes fécaux, des Clostridium sulfite-réducteur, des Entérobactéries et de *Staphylococcus aureus*, sont regroupées dans une fiche technique (**Annexe 2**).

III.4. Analyse sensorielle

III.4.1. Caractérisation des produits

Il s'agit d'identifier les attributs sensoriels qui discriminent le mieux les produits, ainsi que de déterminer les caractéristiques des produits préparés en fonction des préférences du panel expert.

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

Ce test permet de présenter les descripteurs d'une manière ordonnée, 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 9**, ci-dessous.

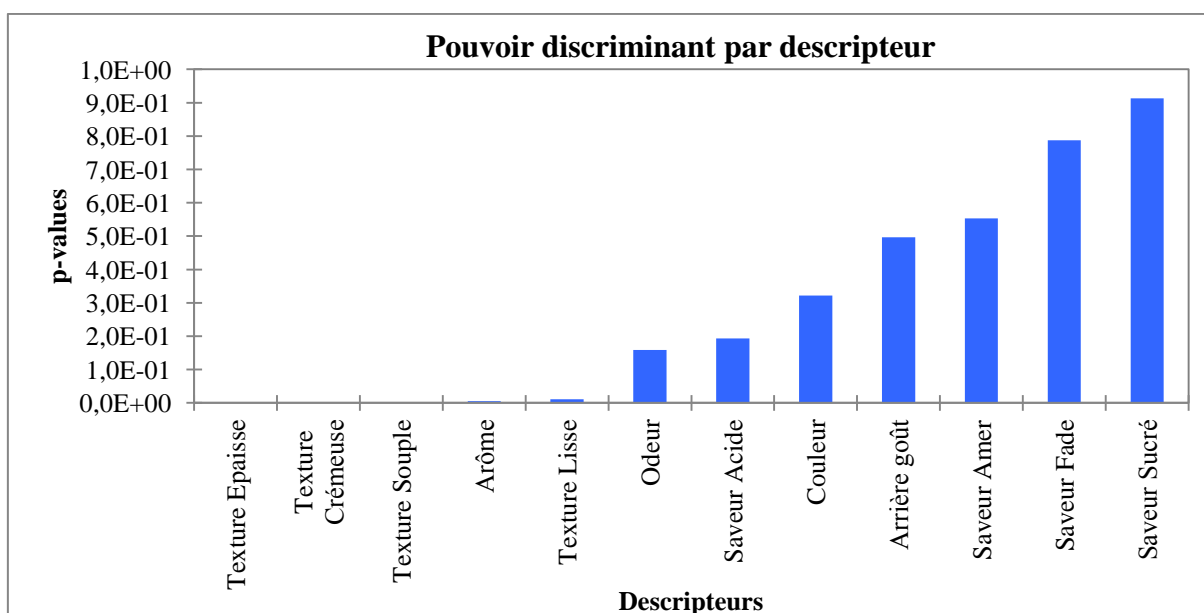


Figure.9 : Pouvoir discriminant par descripteur, des produits de yaourt ferme aromatisé préparés.

La figure 9 montre les descripteurs ordonnés du plus discriminant au moins discriminant pour les trois produits préparés de yaourt ferme aromatisé. On peut déduire à partir de ces résultats que la texture “épaisse”, “crémeuse”, “souple” et “lisse ” ainsi que “la persistance de l’arôme”, 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 attributs sensorielles pour les trois produits de yaourt ferme aromatisé, et c’était des facteurs tranchant dans le choix de leur produit préféré.

Les descripteurs “odeur”, “saveur acide”, ont un pouvoir discriminant moins fort, ce qui s’explique par l’existence de mineures différences entre les produits de yaourt ferme aromatisé en ce qui concerne ces attributs. Les descripteurs “couleur”, “arrière-goût” et “la saveur amer” ont un pouvoir discriminant faible. Alors que, les attributs de saveur “fade et sucré” sont les moins discriminés ce qui explique que les membres du panel expert n’ont pas constaté de différences entre les produits de yaourt ferme aromatisé préparés au niveau de ces descripteurs.

III.4.1.2. Coefficient des modèles

Dans ce test pour chaque descripteur et pour chaque produit, les coefficients du modèle sélectionné, sachant que le modèle utilisé dans cette étude est “Note descripteur = effet produit + effet juge + effet session”. Les résultats des coefficients des modèles sont présentés sur les figures 10a, 10b et 10c ci-dessous.

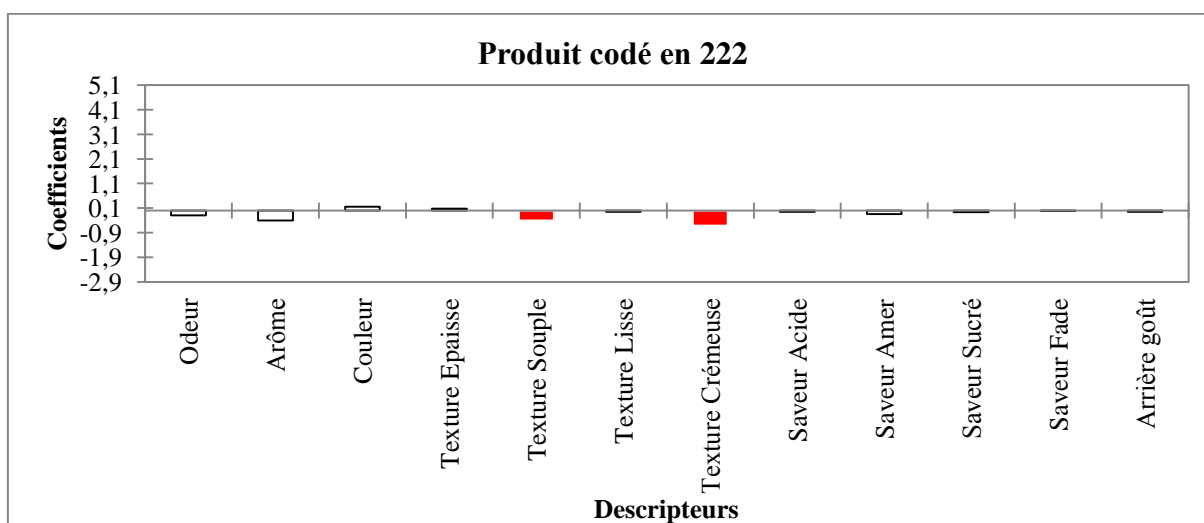


Figure.10a : Coefficients des modèles du yaourt ferme aromatisé à texture amélioré contenant 1% d’amidon extrait de pomme de terre blanche (*Solanum tuberosum*), nommé “E1”, codé en 222.



Figure.10b : Coefficients des modèles du yaourt ferme aromatisé contenant 1,5% d'amidon extrait de pomme de terre blanche (*Solanum tuberosum*), nommé "E2", codé en 302.

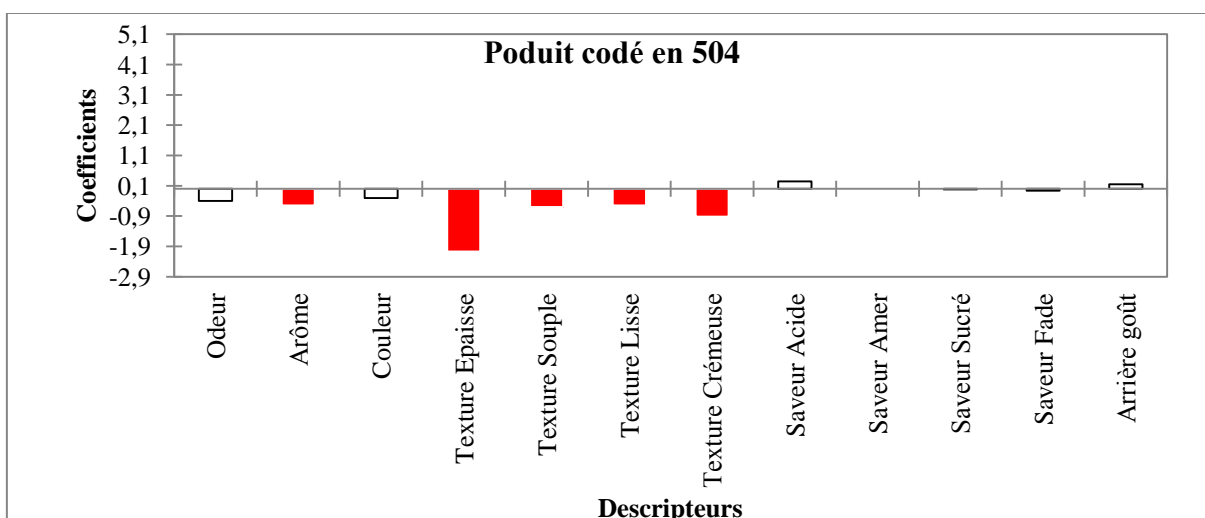


Figure.10c : Coefficients des modèles du yaourt ferme aromatisé standard, nommé "E3", codé en 504.

Les représentations graphiques précédentes (figure 10a, 10b et 10c) permettent de définir l'appréciation/ non appréciation des attributs sensorielles des produits de yaourt ferme aromatisé par le panel d'expert. Quand ça apparait 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 ne sont pas significatifs.

D'après les résultats obtenus, le produit "E2" codé en 302 (**figure 10b**) qui correspond au yaourt ferme aromatisé contenant 1,5% d'amidon extrait de pomme de terre blanche (*Solanum tuberosum*) est caractérisé par une "texture épaisse, lisse, crémeuse en bouche et souple" et d'une "arôme intense" (en orange).

Le produit "E1" codé en 222 (**figure 10a**) qui correspond au yaourt ferme aromatisé contenant 1% d'amidon extrait de pomme de terre blanche présente une faible intensité (en rouge) pour la "texture crémeuse en bouche et souple". Le yaourt ferme aromatisé standard "E3" codé en 504 (**figure 10c**) est caractérisé par une "arôme intense" et une "texture épaisse, lisse, crémeuse en bouche et souple" à une faible intensité (en rouge), par contre les autres caractéristiques qui sont moyennement intenses (en blanc).

III.4.1.3. Moyennes ajustées par produit

L'objectif de ce test est de définir les moyennes ajustées calculées pour chaque combinaison descripteur-produit. Les résultats des moyennes ajustées par produit sont présentés dans le **tableau 4**.

Tableau 4 : Moyennes ajustées par produit.

Produit	Texture				Arôme	Saveur/goût				Odeur	Arrière-goût	Couleur
	Lisse	Souple	Crémeuse	Épaisse		Fade	Sucré	Acide	Amer			
302	6,200	5,900	5,350	6,300	5,350	2,000	4,150	1,400	1,600	5,100	1,750	3,450
222	5,550	4,500	3,200	4,000	4,400	1,900	4,000	1,550	1,300	4,300	1,800	3,450
504	5,050	4,300	2,900	3,850	2,250	1,850	4,050	1,850	1,450	4,100	2,000	3,000

Le **tableau 4** des moyennes ajustées par produit permet de faire ressortir les moyennes lorsqu'on croise les différents produits de yaourt ferme aromatisé préparés et leurs caractéristiques (attributs sensorielles). 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.

A partir de ces résultats (**tableau 4**), on remarque que pour le yaourt ferme aromatisé standard “E3” codé en 504, les descripteurs “la texture épaisse, lisse, souple et crémeuse” et “l’arôme” ont un effet significativement négatif. Le yaourt ferme aromatisé contenant 1,5% d’amidon extrait de pomme de terre blanche “E2” codé en 302, les descripteurs “la texture épaisse, lisse, souple et crémeuse” et “l’arôme” ont un effet discriminant significativement positif sur le produit. Pour le yaourt ferme aromatisé contenant 1% d’amidon extrait de pomme de terre blanche “E1” codé en 222, les descripteurs suivants “la texture souple et crémeuse” ont un effet discriminant significativement négatif sur le produit.

III.4.2. Analyse des pénalités

Analyse des pénalités (Penalty Analysis) est utilisée en analyse sensorielle pour identifier des axes d’améliorations possibles pour des produits, suite à des enquêtes auprès de consommateurs ou des experts. Les résultats de l’analyse des pénalités pour les trois produits de yaourt ferme aromatisé préparés sont présentés dans **la figure 11a**, **la figure 11b** et **la figure 11c**.

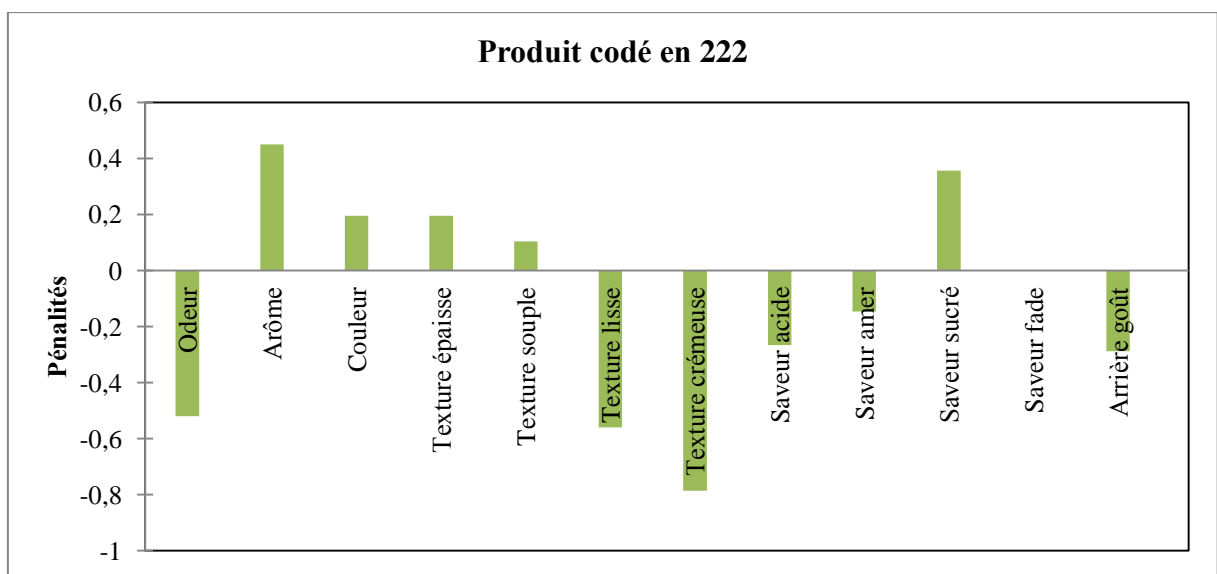


Figure.11a : Les caractéristiques “attributs sensoriels” pénalisées pour le yaourt ferme aromatisé contenant 1% d’amidon extrait de pomme de terre blanche, nommé “E1”, codé en 222.

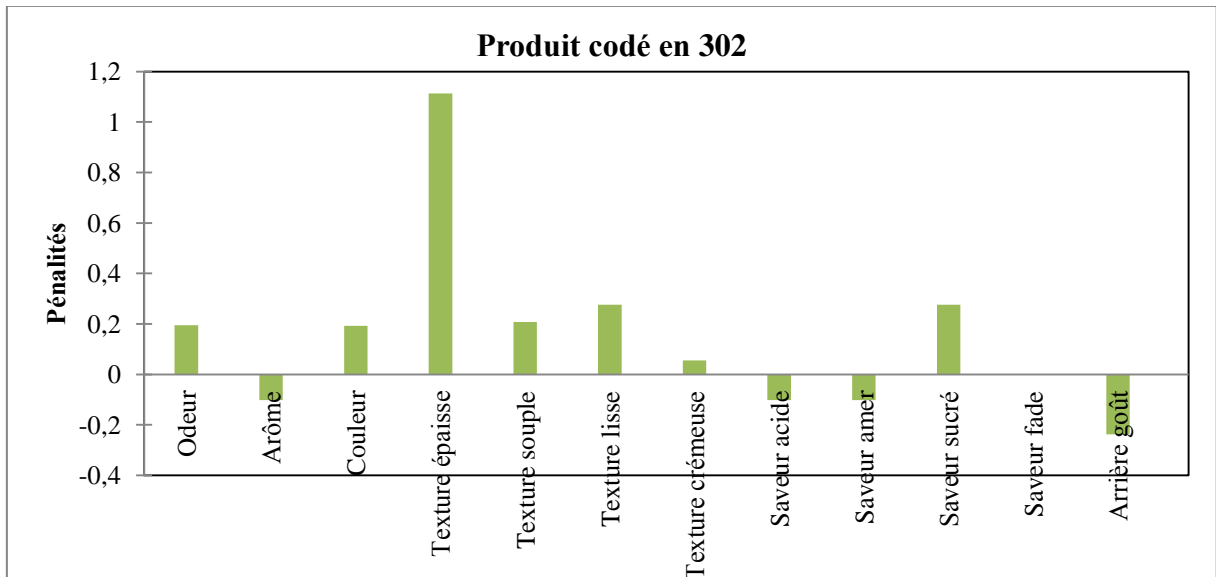


Figure.11b : Les caractéristiques “attributs sensoriels” pénalisées pour le yaourt ferme aromatisé contenant 1,5% d’amidon extrait de pomme de terre blanche, nommé “E2”, codé en 302.

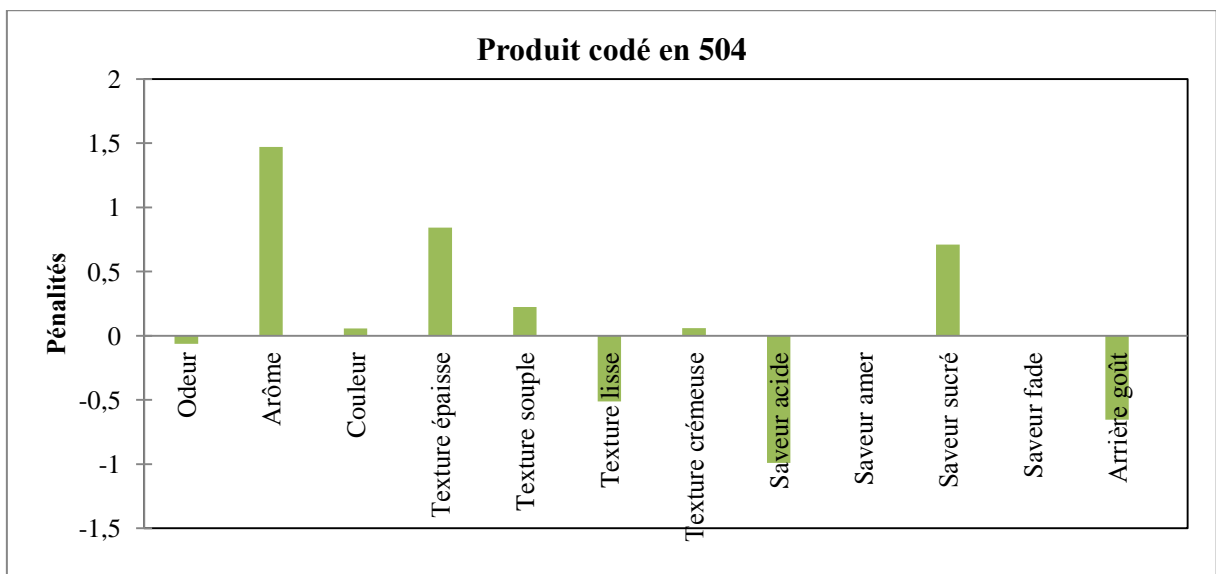


Figure.11c : Les caractéristiques “attributs sensoriels” pénalisées pour l’échantillon du yaourt ferme aromatisé standard nommé “E3”, codé en 504.

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”.

La pénalité est la différence de la moyenne des données de préférence pour la catégorie JAR (Just About Right), avec la moyenne des données pour les autres catégories (Popper et Gibes, 2004). D’après les figures 15a, 15b et 15c, toutes les représentations graphiques

obtenues sont de couleur verte, en déduit que la différence entre les trois groupes, «JAR », « pas assez » et « trop » ne sont pas significatif.

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 5**, ci-dessous, les représente en détail.

Tableau 5 : Les caractéristiques des produits de yaourt ferme aromatisé préparés, nommées E1, E2 et E3 pénalisées négativement.

Produit	Texture				Saveur/goût				Odeur	Couleur	Arôme	Arrière-goût
	Lisse	Souple	Crémeuse	Epaisse	Fade	Sucré	Amer	Acide				
222	X	-	X	-	-	-	X	X	X	-	-	X
302		-	-	-	-	-	X	X	-	-	X	X
504	X	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	X

X : représente les caractéristiques des produits de yaourt fermes aromatisés, pénalisées négativement

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

L'ACP est utilisée lors de la disposition d'un tableau de données quantitatives dans lequel les observations (des individus, des produits) sont décrites par p variables (des descripteurs, attributs, mesures). Si p est assez élevé, il serait impossible d'appréhender la structure des données et la proximité entre les observations (**Jolliffe et Cadima, 2016**). La **figure 12** permet de présenter les corrélations entre les variables et les facteurs par l'ACP pour les trois produits de yaourt ferme aromatisé préparés.

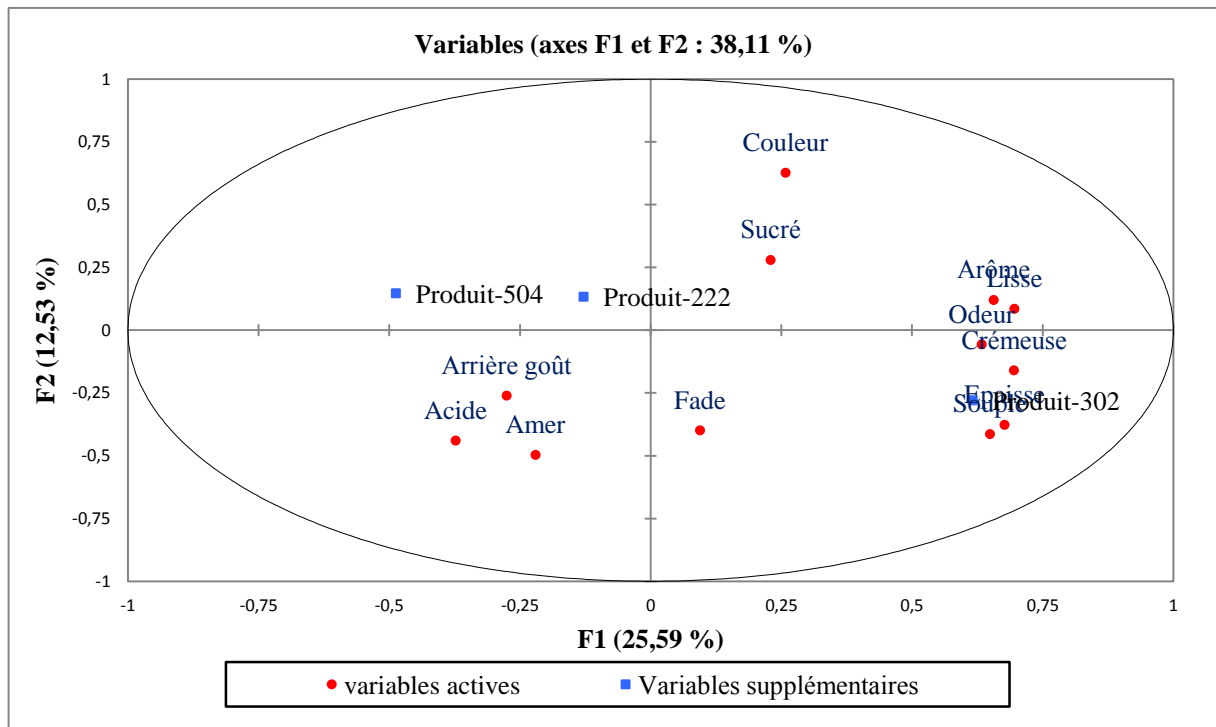


Figure.12 : La corrélation entre les variables et les facteurs du panel expert, pour les produits de yaourt ferme aromatisé et leurs attributs sensoriels.

La figure 12 montre que les variables sont dispersées dans le cercle et le niveau de variabilité est respectivement de 25,59% et de 12,53%. On remarque que les produits de yaourt ferme aromatisé sont entourés par les attributs qui les caractérisent, Le yaourt ferme aromatisé “E2” codé en 302 est beaucoup plus caractérisé par sa “texture épaisse ” et sa “texture souple” par rapport aux autres produits de yaourt ferme aromatisé préparés (E1 et E3). D’après les résultats obtenus, les trois échantillons de yaourt ferme aromatisé sont perçus par le panel expert comme assez différents.

III.4.4. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

Le principe de la Classification Ascendante Hiérarchique est de rassembler des individus (membres de panel) selon un critère de ressemblance en groupes homogènes de classe. Uniquement les individus regroupés au sein d’une même classe (homogénéité intra-classe) sont les plus similaires possibles.

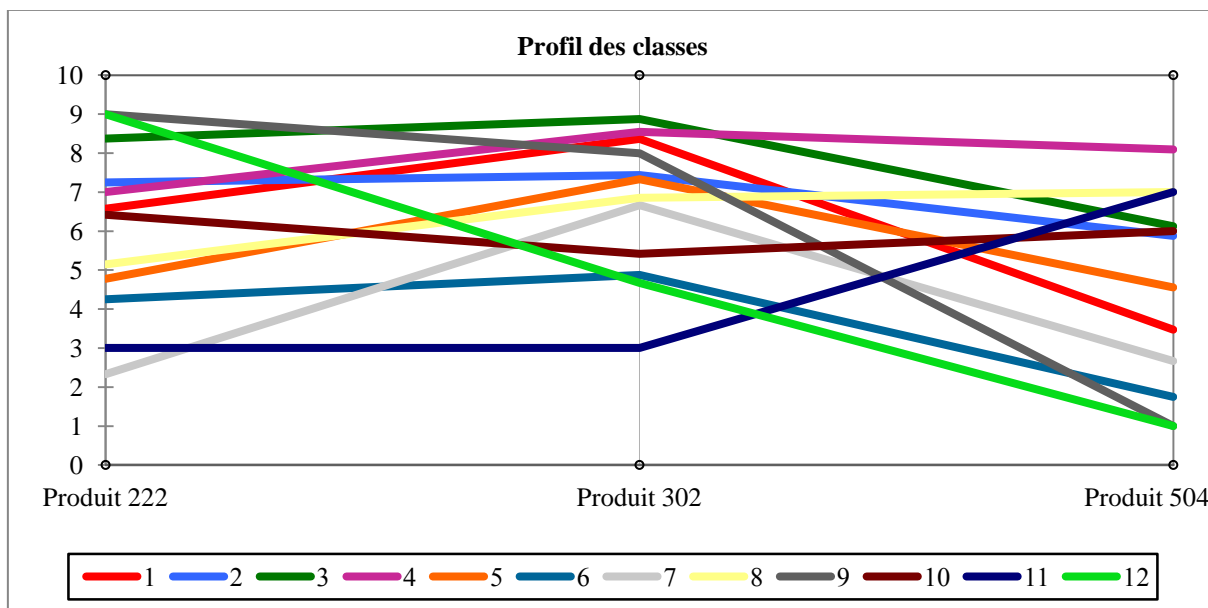
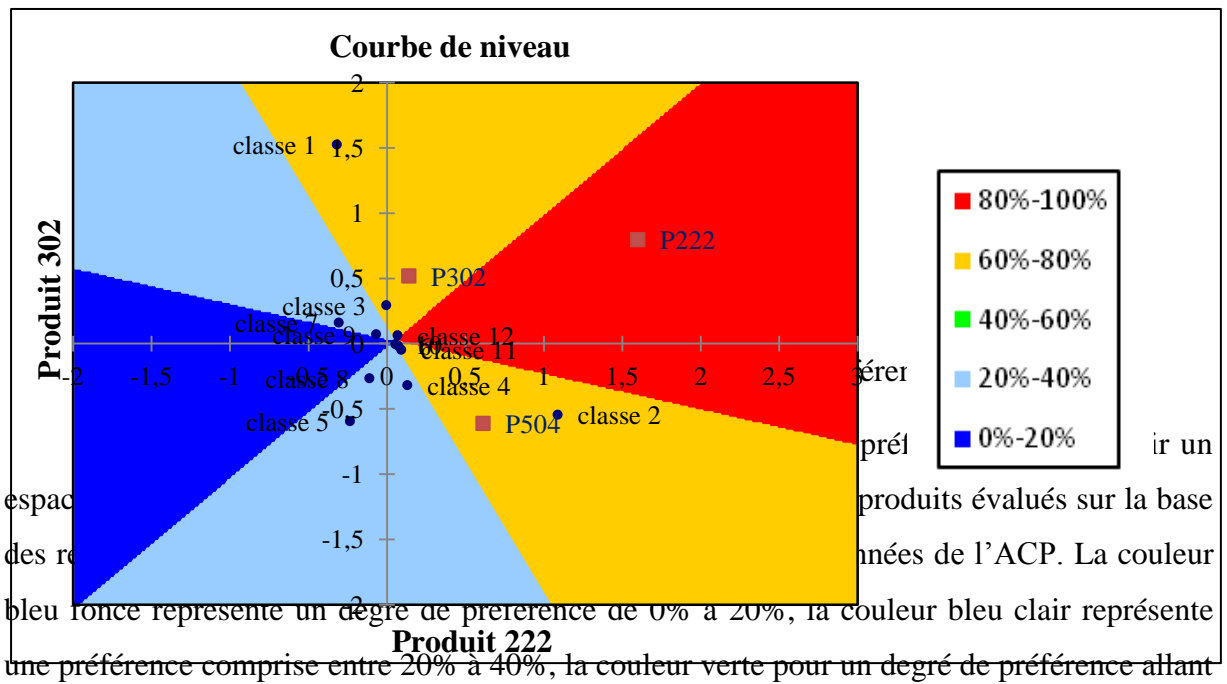


Figure.13: Profil des différentes classes créées des sujets naïfs, selon les notations de préférence pour les trois produit de yaourt ferme aromatisé préparés.

La représentation graphique du profil des classes présenté dans **la figure 13** permet de comparer les moyennes des différentes classes du panel naïf créés. Selon les résultats représentés ci-dessus, les membres de panel naïf sont répartis selon leurs préférences en douze classes. Les classes 1^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème}, 7^{ème}, 8^{ème} et 11^{ème} montrent une préférence remarquable pour le yaourt ferme aromatisé contenant 1,5% d'amidon extrait de pomme de terre blanche "E2" codé en 302. Ils préfèrent également le yaourt ferme aromatisé standard "E3" codé en 504. Les classes 2^{ème}, 3^{ème}, 6^{ème}, 9^{ème}, 10^{ème} et 12^{ème} préfèrent le yaourt ferme aromatisé "E1", contenant 1% d'amidon extrait de pomme de terre blanche (*Solanum tuberosum*), codé en 222.

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 attributs sensoriels (**Richardson-Harman et al., 2000**). 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 de satisfactions des membres de panel naïf pour chaque produit. **La figure 14**, représente les courbes de niveau et la carte de préférences.



ir un
produits évalués sur la base
nées de l'ACP. La couleur
bleu foncé représente un degré de préférence de 0% à 20%, la couleur bleu clair représente
une préférence comprise 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%. Pour avoir une vision plus claire sur les préférences
des produits, **le tableau 6** représente le pourcentage de satisfactions des membres de panel
envers les produits.

Tableau 6 : Pourcentage de juges satisfaits pour chaque objet.

Objet	Pourcentage %
Classe 1	67%
Classe 2	67%
Classe 3	67%
Classe 4	33%
Classe 5	33%

Classe 6	67%
Classe 7	33%
Classe 8	33%
Classe 9	33%
Classe 10	33%
Classe 11	67%
Classe 12	67%

En examinant la position des consommateurs (panel naïf) regroupés en classe sur la carte dans **la figure 14**, il est possible de déterminer les produits moins appréciés et les plus appréciés (**Guinard et al., 2001**). La courbe de niveau et la carte des préférences (**figure 14**), et les résultats de **tableau 6**; montrent que le pourcentage d'appréciation du yaourt ferme aromatisé contenant 1,5% d'amidon extrait de pomme de terre blanche (*Solanum tuberosum*), nommé "E2" et codé en 302, et le produit de yaourt ferme aromatisé standard, nommé "E3" et codé en 504, est compris entre 60% à 80% . Le yaourt ferme aromatisé contenant 1% d'amidon extrait de pomme de terre blanche, nommé "E2" et codé en 222, avait un degré de préférence compris entre 80% à 100%.

Les évaluateurs du panel naïf de classes suivantes 2^{ème}, 4^{ème} et la 5^{ème}, apprécient le yaourt ferme aromatisé standard "E3" codé en 504, alors que le yaourt ferme aromatisé contenant 1,5% d'amidon de pomme de terre blanche nommé "E2" et codé en 302 est apprécié beaucoup plus par la 1^{ème}, 3^{ème} et 7^{ème} classe. Le reste des classes préfèrent le yaourt ferme aromatisé contenant 1% d'amidon extrait de pomme de terre blanche, nommé "E1" et codé en 222.

En conclusion, l'étude de la cartographie sensorielle des préférences des produits préparés de yaourt ferme aromatisé, avait révélé que la majorité des consommateurs (panel naïf) ont apprécié le yaourt ferme aromatisé contenant 1% d'amidon extrait de pomme de terre blanche, nommé "E1" et codé en 222.

CONCLUSION

Conclusion et perspectives

Ce travail avait été rapporté sur l'évaluation de l'effet de l'amidon extrait de pomme de terre blanche (*Solanum tuberosum*) sur la texture de yaourt ferme aromatisé. Des produits préparés de yaourt ferme aromatisé contenant de la poudre d'amidon extrait de pomme de terre blanche à deux taux d'incorporation, à savoir 1% et 1,5%, ces produits sont nommés "E1" et "E2", respectivement. Un yaourt ferme aromatisé standard sans ajout de la poudre d'amidon, nommé "E3" à était également préparé.

Une évaluation de l'influence de l'incorporation de l'amidon extrait sur la qualité physico-chimique, microbiologique et sensorielle des produits préparés de yaourt ferme aromatisé avait été réalisée au niveau de l'entreprise HODNA-LAIT. Les propriétés physico-chimiques et microbiologiques des produits préparés, avaient montré leur conformité auprès des normes en vigueur.

L'évaluation de l'analyse sensorielle des produits préparés à était réalisée à l'aide d'un panel expert de vingt individus ainsi qu'un panel naïf de cent individus, les résultats avaient montrés que le yaourt ferme aromatisé contenant 1% de la poudre d'amidon "E1" a été le produit le plus apprécié par le panel naïf.

En perspective, le présent travail reste préliminaire, il serait donc intéressant de l'approfondir en faisant une étude complète sur l'incorporation de l'amidon extrait dans la préparation des spécialités laitière type yaourt. L'amélioration de la qualité organoleptique de ces produits notamment la texture, serait également un axe intéressant à explorer au niveau industriel.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques :

- AFNOR. 1999.** Lait et produits laitiers. Lait 5eme édition du recueil(Edition PARAGRAPHIC. France):1.622p.
- AFNOR et ISO 5492 N. 1992.** Analyse sensorielle.
- Aggad H, Mahouz F, Ammar YA, Kihal M. 2009.** Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. Rev Méd Vét, 160(12) : 590-595.
- Alain G. 2008.** Catalogue Danone professionnel. Ed Boulevard:34-35.
- Alais, c, Linden, G. 1997.** Abrégé de biochimie alimentaire. 4ème Edition Masson. Paris,(119-123).
- Anderson EW. 1998.** Customer satisfaction and word of mouth. Journal of service research 1(1):5-17.
- Angellier H. 2005.** Nanocristaux de maïs cireux pour applications composites. Université Joseph Fourier– Grenoble 1
- Bernhards U. 1998.** La pomme de terre Solanum tuberosum L. Institut National Agronomique Paris-Grignon, Paris.
- Besse PC. 1992.** PCA stability and choice of dimensionality, Statistics & Probability Letters13.405–410.
- Boirgois CM. 1989.** Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Ed : technique et documentation(Lavoisier):p 51.
- Boudier J. 1985.** Les biocatalyseurs. laits et produits laitiers Ed Eck:45-74.
- Boursier B. 2005.** Amidons natifs et amidons modifiés alimentaires. Techniques de l'Ingénieur.
- 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.
- Brookfield DA. 1996.** Portable viscometer. Google Patents.
- Charles M. 2013.** Contribution aux réflexions méthodologiques relatives à l'étude des préférences des consommateurs et à l'étude des interactions sensorielles: Application au modèle pomme.
- Chene C. 2004.** Les Amidons. Journal de l'ADRIANOR, Agro-Jonction n°34.
- Ciquat AT. 2012.** Composition nutritionnelle des aliments. Consulté le 3(12):2012.
- Claustrioux J-J. 2001.** Considérations sur l'analyse statistique de données sensorielles.

- Cniel. 2012.** Collecte de lait cru et fabrication de produits laitiers.
- Codex Alimentarius. 2007.** Lait et produits laitiers. Organisation des nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture(Viale delle Terme Di Caracalla. Italien):258p.
- Corrieu et Luquet, editor. 2008.** Bactéries lactiques: de la génétique a la ferment. . 849p. p.
- Davidovic AS. 2006.** Matériaux biodégradables à base d'amidon expansé renforcé de fibres naturelles-Application à l'emballage alimentaire.
- 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, Félix, Sauvageot F. 2002.** Evaluation sensorielle des produits alimentaires. Techniques de l'ingénieur Agroalimentaire 3(F4000):F4000. 4001-F4000. 4024.
- Diao M. 2000.** la qualité du lait et produits laitiers. . Institut Sénégalais de recherches.
- Eck A. 1975.** Le lait et l'industrie laitière: FeniXX.
- Everitt B, Landau S, Leese M, Stahl D. 2011.** Cluster analysis. Wiley Series in Probability and Statistics ISBN: 978-0-470- 74991-3(5 éd . London Wiley-Blackwell,):346.
- FAO. 2008.** Agriculture Organization (2009). The state of food insecurity in the world.
- FAO/OMS. 1977.** YAOURT: Définition et Reglementation. Lait et produits laitiers(Deuxième édition).
- Fredot E. 2005.** Connaissance des aliments:[bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique]: Tec et Doc.
- Gassi J-Y, Famelart M-H, Lopez C. 2008.** Heat treatment of cream affects the physicochemical properties of sweet buttermilk. 369-385 p.
- Giddey C. 1982.** Les produits à humidité intermédiaire : Cas particulier du problème de la conservation des produits à humidité intermédiaire . EdAPRIA Paris.:pp : 21-28.
- Gosta B. 1995.** Lait longue conservation, un manuel transformation de lait. Edition: Sweden Paris P 215.
- 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: 101016/S0950-3293(01)00011-8.
- Guiraud J-P. 1998.** La microbiologie alimentaire Doin édition Paris:562p.

- 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.
- Hawkes JG. 1990.** The potato: evolution, biodiversity and genetic resources: Belhaven Press.
- Imhof R, B G, Osset JO. 1994.** Volatile organic aroma compounds produced by thermophilic and mesophilic mixed strain dairy starter cultures. *Lebensmittel Wissenschaft and Technologie*, 27,:442-449.
- ISO1211. 2010.** 1211 (ČSN 570534)(2010): Milk–Determination of fat content-Gravimetric method (Reference method). European standard EN ISO 1211.
- ISO11136. 2014.** Sensory analysis — Methodology — General guidance for conducting hedonic tests with consumers in a controlled area.
- ISO.8586. 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.11036. 1994.** Analyse sensorielle. Méthodologie. . Profil de la texture NF ISO 11036,:1p.
- ISO.11136. 2014; ISO 20613, 2019; Claustrioux, 2001.** Considérations sur l'analyse statistique de données sensorielles.
- Jolliffe et 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)(DOI: 10.1111/j.1365-2621.1955.tb16862.x.):512-520.
- 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.
- Klewicki, Robert, Klewicka, Elżbieta. 2004.** Antagonistic activity of lactic acid bacteria as probiotics against selected bacteria of the Enterobacteriaceae family in the presence of polyols and their galactosyl derivatives. *Biotechnology letters* 26(4):317-320.
- 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.: Institut national d'agronomie.Parie,. p184. p.
- Labioui, ELMOUALDI Laarousi , BENZAKOUR A, Mohamed EY, El Hassan BERNY MO. 2009.** Etude physicochimique et microbiologique de laits crus. Bordeaux BSP, editor. 7-16 p.
- Ladj K. 2014.** Effets de l'enrichissement (avec des concentrés de protéines laitières) et des paramètres technologiques sur la qualité du yaourt fabrique a la laiterie Soummam d'Akbou: Université Mouloud Mammeri.

- Lafaegue D. 2007.** Etude et élaboration de films à base de polysaccharides pour la fabrication de gélules pharmaceutiques. Thèse de Doctorat Université de Nantes,.
- Lawless et Heymann. 2010.** Sensory evaluation of food: principles and practices. 1 éd Springer Science and Business ISBN: 978-4757-6499-4.:664p. .
- Lefebvre et Bassereau. 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 DOI : 10.442/j.4 63 47.:10(13): 13-11.
- Leyral, Guy, Vierling, Elisabeth. 2007.** Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires: Wolters Kluwer France.
- 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.
- Lupien, A W, Rickard, T J. 1998.** Crossing network utilizing satisfaction density profile with price discovery features. Google Patents.
- Luquet F. 1985.** Lait et les produits laitiers: Lait de vache, Brebis. Chèvre Paris Ed: Tec et Doc, Lavoisier ISBN 2(395.6):P233-280.
- MacLeod M, R, Schuck P, Brulé G. 1986.** Bases neurophysiologiques de l'évaluation sensorielle des produits alimentaires: [Ecole nationale supérieure de biologie appliquée à la nutrition.
- Mahaut M, Jeantet R, Schuck P, Brulé G. 2000.** Les produits industriels laitiers.
- Marchal N, Bourdon J.L, Richadr.D. 1982.** Les milieux de culture pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries. . Doin édition Paris:482p.
- Mboya Jc. 2004.** Groupe de recherche et d'échanges Technologiques. Edition AGRIDOC Paris.
- Medjahed. 2012.** Etude comparative entre un yaourt étuvé nature et « Acti+ » nature de SOUMMAM département des sciences alimentaires,.
- Mohtadji-Lamballais C. 1989.** Les aliments: Maloine.
- Moller S. 2000.** La reconstitution du lait. Edition: INA. Paris.:P: 36.
- Monnet D. 2008.** Etude de l'évolution des propriétés mécaniques de matériaux amylicés par sélection et/ou modifications structurales dirigées. Université de Reims Champagne-Ardenne.
- Nakasaki K, Yanagisawa M, Kobayashi K. 2008.** Microbiological quality of fermented milk produced by repeated-batch culture. . Journal of Bioscience and bioengineering, :105(101): 173, 176.

- Nizami S, Bhutta Z, Molla A. 1996.** Efficacy of traditional rice-lentil-yogurt diet, lactose free milk protein-based formula and soy protein formula in management of secondary lactose intolerance with acute childhood diarrhoea. *Journal of tropical pediatrics* 42(3):133-137.
- Njamen et Arsène. 2016.** Gestion des données manquantes dans les bases de données: la méthode d'imputation multiple sous XLSTAT.
- Pascal, O. 1998.** Le discours gastronomique français des origines à nos jours: Paris: Gallimard.
- Perez S, Kouwljzer M, Mazeau K, Engelson S. 1996.** Modeling Polysaccharides. Status and Challenges, *J Mol Graphics* 14:307.
- Perrier-Cornet P. 1990.** Les filières régionales de qualité dans l'agro-alimentaire. Etude comparative dans le secteur laitier en Franche-Comté, Emilie Romagne et Auvergne. *Économie rurale* 195(1):27-33.
- Popper et Gibes. 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.
- Regiani AM, Frollini E, Marson GA, Arantes GM, El Seoud OA. 1999.** Some aspects of acylation of cellulose under homogeneous solution conditions. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry* 37(9):1357-1363.
- Richardson-Harman NJ, 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: 101111/j1745-459X200900221x.
- Roquette. 2016.** Produits laitiers: amélioration du goût et de la texture des produits laitiers.
- Rousselle, Bourgeois, Rousselle P. 1992.** Création et sélection de populations diploïdes de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L).
- Sahan, Yasar.K, Hayaloglu.A. 2008.** Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a B-glucan hydrocolloidal composite during storage. *Food Hydrocolloids* 22,: 1291–1297.
- Schlich et Mcewan. 1992.** Cartographie des préférences: un outil statistique pour l'industrie agro-alimentaire. *Sciences des aliments* 12(3):339-355.
- Schmidt J, Tourneur C, Lenoir J. 1994.** Fonctions et choix des bactéries lactiques en technologie laitière. *Bactéries lactiques*, 2: 37-54.
- Schwach E. 2004.** Etude de systèmes mutiphases biodégradables à base d'amidon de blé plastifié Relations structure – propriétés Approche de la compatibilisation.
- Sechet P. 2000.** Les bactéries lactiques in : les bases de la technologie laitière. Ed.INILIA1-50.

- 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.
- Soltner D. 1988.** Les grandes productions végétales, phytotechnie spéciale, 16ème édition, 1988. Collection Sciences et techniques agricoles, Sainte-Gemmes-sur-Loire/ANGERS.
- Strahm et Eberhard. 2010.** Technologies du lait prêt à la consommation, Agroscope Liebefeld-Posieux ALP. ISSN. Syndifrais M. 1997. Yaourts, laits fermentés. *Le Lait* 77(3):321-358.
- Tamime, Y A, Robinson, Kenneth R. 1999.** *Yoghurt: science and technology*: Woodhead Publishing.
- Thomas A. 2016.** Analyse sensorielle temporelle descriptive et hédonique: Dijon.
- Vierling E. 2008.** Aliments et boissons. Filières et produits-3e édition.
- Walstra P. 1990.** On the stability of casein micelles. *J. Dairy Sei.* .73 : 1965.
- Wertz J-L. 2011.** L'amidon et le PLA: deux biopolymères sur le marché. Note de Synthèse.
- Yenket R, Chambersiv E, Adhikari K. 2011.** A comparison of seven preference mapping techniques using four software programs. *Journal of Sensory Studies*, 26 (2) DOI : 10.1111/j.1745-459X.2011.00330.x.:135-150.

ANNEXES

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

Nom et prénom:	Date:
Age:ans	Jury N:
Sexe: HOMME <input type="checkbox"/>	FEMME <input type="checkbox"/>

Dans l'optique d'une caractérisation sensorielle et hédonique d'une spécialité laitière yaourt étuvé ferme, trois échantillons codés : **222**, **302** et **504** sont présentés pour VOUS 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.

MERCI POUR VOTRE COLLABORATION

CODE: 222	1	2	3	4	5	6	7	
<u>Odeur</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<u>Arome</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<u>Couleur</u>	<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	
Epaisse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Souple	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lisse	<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>Saveur / Goût</u>	1	2	3	4	5	6	7	
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"/>	
Sucré	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<u>Arrière-goût</u>	1	2	3	4	5	6	7	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<p>➤ Veuillez indiquer votre satisfaction en cochant la case correspondante à l'intensité de votre plaisir:</p>								
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

CODE: 302	1	2	3	4	5	6	7	
<u>Odeur</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<u>Arome</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<u>Couleur</u>	<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	
Epaisse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Souple	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lisse	<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>Saveur / Goût</u>	1	2	3	4	5	6	7	
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"/>	
Sucré	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<u>Arrière-goût</u>	1	2	3	4	5	6	7	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<p>➤ Veuillez indiquer votre satisfaction en cochant la case correspondante à l'intensité de votre plaisir:</p>								
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

CODE: 504	1	2	3	4	5	6	7	
<u>Odeur</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<u>Arome</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<u>Couleur</u>	<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	
Epaisse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Souple	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lisse	<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>Saveur / Goût</u>	1	2	3	4	5	6	7	
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"/>	
Sucré	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<u>Arrière-goût</u>	1	2	3	4	5	6	7	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<p>➤ Veuillez indiquer votre satisfaction en cochant la case correspondante à l'intensité de votre plaisir:</p>								
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

Annexe 02

✓ **Fiche technique des analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'amidon de pomme de terre blanche extrait.**

ANALSES PHYSICO-CHIMIQUES	
Paramètres	Valeurs
potentiel Hydrogène (pH)	6,45± 0,02
Humidité(%)	12(%)

ANALSES MICROBIOLOGIQUES	
Microorganismes recherches	En UFC/ml
Germes aérobies à30°C	Absence
Levures moisissures	Absence
Coliforme totaux	Absence
Escherichia coli	Absence
Staphylocoques	Absence
Salmonella	Absence

✓ **Fiche technique des analyses microbiologiques des Produits préparés E1, E2 et E3.**

Microorganisme recherche	Yaourt ferme aromatisé préparé avec l'ajout de 1% d'amidon de pomme de terre blanche (E1)	Yaourt ferme aromatisé préparé avec l'ajout de 1% d'amidon de pomme de terre blanche (E1)	Yaourt ferme aromatisé standard	Norme de L'entreprise
FMAT	Absence	Absence	Absence	<10 UFC/0.1ml
Coliformes fécaux	Absence	Absence	Absence	Absence
Coliformes totaux	Absence	Absence	Absence	Absence
Levures et moisissures	Absence	Absence	Absence	Absence

Annexe 3 : - Les notes des analyses sensorielles attribuées aux yaourts fermes aromatisés préparés, du panel expert.

Juge expert	Produit	Odeur	Arôme	Couleur	Épaisse	Souple	Lisse	Crémeuse	Acide	Amer	Sucré	Fade	Préférence
J1	222	5	6	7	4	3	6	5	2	1	5	1	1
J1	302	7	7	7	7	6	7	6	1	1	6	1	1
J1	504	4	5	5	3	2	6	2	1	1	4	1	1
J2	222	3	2	1	1	3	3	2	1	1	2	2	2
J2	302	3	3	1	7	6	6	6	2	1	2	2	3
J2	504	5	6	1	1	6	5	2	1	1	3	1	3
J3	222	5	5	4	5	4	5	5	1	1	5	2	1
J3	302	7	7	7	7	5	7	6	1	1	6	3	1
J3	504	4	3	3	2	2	5	5	1	1	6	2	1
J4	222	5	3	1	6	7	7	4	1	1	3	3	1
J4	302	7	7	1	7	7	7	4	1	1	4	3	1
J4	504	6	4	1	3	5	7	3	2	1	5	3	2
J5	222	4	6	1	5	3	3	1	3	2	3	2	3
J5	302	5	5	1	6	6	6	5	2	1	4	1	3
J5	504	5	5	1	2	4	4	1	1	1	4	1	2
J6	222	3	4	1	5	3	5	4	4	2	5	3	1
J6	302	2	2	1	7	4	6	5	2	3	4	3	2
J6	504	3	3	1	2	2	3	2	3	2	4	2	3
J7	222	3	3	1	5	4	3	3	1	3	4	2	3
J7	302	3	2	1	7	5	6	6	1	2	4	2	1
J7	504	3	4	1	4	2	1	2	4	2	4	2	1
J8	222	5	3	1	6	7	6	4	1	1	3	1	2
J8	302	6	6	2	7	7	5	5	1	1	4	4	1
J8	504	6	4	1	3	5	7	4	2	1	5	4	3
J9	222	2	2	6	7	4	7	1	1	1	7	1	2
J9	302	7	7	2	7	6	6	5	1	1	3	1	1
J9	504	7	7	6	3	5	4	5	1	1	1	1	2
J10	222	5	3	1	5	6	6	4	1	1	3	2	1
J10	302	7	6	1	6	7	7	5	1	4	5	2	2
J10	504	5	5	3	3	5	7	3	2	1	5	3	2
J11	222	5	3	1	4	4	5	2	1	1	5	4	2
J11	302	6	6	2	7	5	6	6	1	2	5	4	2
J11	504	1	3	1	1	4	6	1	2	1	6	2	1
J12	222	5	6	7	3	5	7	3	2	1	2	3	3
J12	302	4	6	7	5	7	6	5	3	1	1	3	2
J12	504	2	5	7	1	7	7	1	1	1	2	4	3
J13	222	7	3	5	3	5	5	4	3	1	3	4	3
J13	302	3	4	2	5	7	6	5	2	1	5	2	1
J13	504	2	2	2	1	3	2	1	3	4	2	1	1

J14	222	5	6	4	5	7	7	6	2	2	5	1	1
J14	302	6	6	6	6	6	6	4	1	1	6	2	2
J14	504	3	3	4	1	7	7	5	2	2	6	2	2
J15	222	4	3	5	2	3	6	5	1	1	3	1	2
J15	302	2	4	5	4	5	6	6	1	5	3	1	2
J15	504	5	3	5	1	2	2	2	1	1	3	1	3
J16	222	2	2	1	6	7	7	2	2	1	3	1	1
J16	302	6	6	1	7	7	7	6	1	1	4	1	1
J16	504	6	3	1	5	5	7	2	2	2	3	1	2
J17	222	4	4	3	5	4	6	2	1	1	6	1	2
J17	302	7	6	5	6	4	6	4	2	1	4	1	3
J17	504	1	1	4	1	5	5	2	2	1	4	1	3
J18	222	4	5	7	5	4	5	4	1	1	4	1	2
J18	302	4	6	5	7	7	5	6	1	2	6	1	2
J18	504	7	6	4	5	6	5	4	4	3	5	1	3
J19	222	5	6	6	1	1	7	1	1	1	4	1	1
J19	302	4	7	7	6	5	7	7	2	1	5	1	1
J19	504	1	2	6	1	4	5	5	1	1	6	2	1
J20	222	5	5	6	5	6	5	2	1	2	5	2	2
J20	302	6	4	5	5	6	6	5	1	1	2	2	3
J20	504	6	3	3	2	5	6	6	1	1	3	2	1

- Les notes des analyses sensorielles attribuées aux yaourts fermes aromatisés préparés, du panel expert et du panel naïf.

Juge Naïf	Produit	Odeur	Arôme	Couleur	Épaisse	Souple	Lisse	Crèmeux	Acide	Amer	Sucré	Fade	Préférence
J1	222	5	3	2	2	2	6	3	2	1	4	2	3
J1	302	5	5	2	2	1	2	5	5	5	2	2	1
J1	504	4	3	2	2	1	6	4	2	1	2	1	4
J2	222	6	1	1	1	3	1	5	1	1	7	1	1
J2	302	7	5	1	1	3	3	6	5	5	3	2	5
J2	504	2	3	4	2	3	5	5	2	2	3	1	5
J3	222	5	4	2	2	2	5	5	1	4	2	1	2
J3	302	5	6	2	1	1	2	6	6	6	2	1	1
J3	504	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1
J4	222	2	2	3	3	5	5	6	3	4	5	2	4
J4	302	7	7	3	3	3	5	7	7	7	5	1	1
J4	504	1	1	2	2	3	4	2	3	1	5	2	4
J5	222	2	3	2	2	6	7	3	3	1	4	4	2
J5	302	4	7	2	3	1	6	7	7	7	6	2	2
J5	504	2	5	5	1	1	2	1	1	1	6	2	2
J6	222	6	2	7	7	5	7	4	1	1	5	2	4

J6	302	6	5	7	1	6	5	3	5	5	5	2	1
J6	504	3	6	6	1	6	7	2	1	1	5	1	2
J7	222	4	3	1	1	4	2	1	3	1	1	2	3
J7	302	5	2	1	3	1	4	3	2	2	4	2	1
J7	504	4	5	1	1	1	6	1	1	1	4	2	1
J8	222	4	5	5	5	6	6	4	1	3	5	3	5
J8	302	7	7	5	1	6	6	6	7	7	6	3	2
J8	504	5	6	5	1	6	6	5	2	1	6	2	1
J9	222	5	6	7	7	5	5	2	4	2	6	2	1
J9	302	7	6	7	4	4	5	6	6	6	5	2	2
J9	504	4	3	3	4	4	4	2	1	1	5	3	3
J10	222	6	6	6	6	4	5	7	3	2	4	3	5
J10	302	7	7	6	3	5	4	5	7	7	4	1	1
J10	504	3	4	2	4	5	3	3	4	1	4	1	5
J11	222	6	6	5	5	1	5	5	4	2	6	3	5
J11	302	7	5	5	4	4	1	7	5	5	1	2	2
J11	504	4	3	4	4	4	2	2	1	1	1	3	3
J12	222	4	4	1	1	1	7	4	1	1	4	1	4
J12	302	3	3	1	1	1	1	5	3	3	1	3	2
J12	504	1	1	1	1	1	7	1	1	3	1	1	1
J13	222	2	2	5	5	2	6	6	1	1	3	2	4
J13	302	5	6	5	1	1	2	6	6	6	2	2	4
J13	504	2	1	2	1	1	4	1	1	1	2	1	1
J14	222	4	4	4	4	3	7	5	4	1	4	1	1
J14	302	7	7	4	4	1	3	6	7	7	3	2	2
J14	504	2	2	2	1	1	1	1	4	3	3	1	2
J15	222	4	2	1	1	1	5	3	1	1	2	2	4
J15	302	3	2	1	1	4	1	2	2	2	1	1	2
J15	504	2	2	1	1	4	2	1	1	1	1	2	2
J16	222	6	6	5	5	1	5	5	4	2	6	3	1
J16	302	7	5	5	4	4	1	7	5	5	1	2	4
J16	504	4	3	4	4	4	2	2	1	1	1	3	3
J17	222	6	4	1	1	2	7	6	3	3	5	2	4
J17	302	3	3	1	3	2	2	6	3	3	2	1	2
J17	504	2	1	1	1	2	3	4	1	1	2	3	4
J18	222	4	4	5	5	6	5	4	3	1	3	1	1
J18	302	3	3	5	3	4	6	6	3	3	6	2	2
J18	504	5	5	3	4	4	5	6	5	4	6	3	2
J19	222	4	4	4	4	3	7	5	2	2	4	1	2
J19	302	7	7	4	2	1	3	6	7	7	3	2	4
J19	504	2	2	2	1	1	1	1	2	3	3	4	2
J20	222	6	4	1	1	2	7	6	3	3	5	1	4
J20	302	3	3	1	3	2	2	6	3	3	2	2	2

J20	504	2	1	1	1	2	3	4	1	2	2	3	4
J21	222	5	2	3	3	5	6	4	1	1	4	1	1
J21	302	2	2	3	1	7	5	5	2	2	5	3	3
J21	504	4	3	3	7	7	7	4	1	2	5	1	2
J22	222	6	6	7	7	6	6	5	1	1	5	2	4
J22	302	7	6	7	1	5	6	6	6	6	6	2	4
J22	504	2	2	7	7	5	7	5	1	2	6	1	4
J23	222	3	4	1	1	2	6	1	1	1	3	2	4
J23	302	5	6	1	1	7	2	4	6	6	2	1	1
J23	504	3	2	1	4	7	7	4	2	1	2	2	1
J24	222	1	1	4	4	4	6	2	3	1	2	1	2
J24	302	5	4	4	3	7	4	2	4	4	4	2	1
J24	504	4	3	4	3	7	6	1	1	1	4	1	1
J25	222	3	3	3	3	3	4	2	1	1	2	1	2
J25	302	4	4	3	1	3	3	5	4	4	3	1	2
J25	504	4	4	4	1	3	4	1	1	1	3	2	2
J26	222	6	6	6	6	5	6	2	4	1	4	2	1
J26	302	3	4	6	4	6	5	5	4	4	5	2	3
J26	504	5	5	3	3	6	6	3	2	1	5	1	4
J27	222	5	6	5	5	3	6	4	1	3	3	1	4
J27	302	3	2	5	1	7	3	3	2	2	3	1	2
J27	504	4	2	4	5	7	7	5	1	2	3	3	4
J28	222	3	5	1	1	3	1	3	2	3	1	2	1
J28	302	2	6	1	2	2	3	6	6	6	3	1	1
J28	504	4	6	1	5	2	1	5	1	2	3	1	1
J29	222	4	5	7	7	4	5	5	1	2	7	2	1
J29	302	7	7	7	1	7	4	7	7	7	4	2	1
J29	504	5	4	7	5	7	7	7	1	1	4	2	1
J30	222	6	2	1	1	5	7	6	2	1	4	1	5
J30	302	6	4	1	2	7	5	6	4	4	5	2	3
J30	504	5	5	1	1	7	7	1	2	4	5	2	2
J31	222	3	5	1	1	7	4	7	1	1	7	1	4
J31	302	4	6	1	1	2	7	7	6	6	7	2	4
J31	504	7	7	1	2	2	1	2	1	1	7	1	4
J32	222	3	3	2	2	2	5	6	2	2	4	1	1
J32	302	4	4	2	2	4	2	7	4	4	2	2	2
J32	504	2	3	1	4	4	3	4	1	1	2	1	4
J33	222	5	5	7	7	1	7	6	3	2	3	2	2
J33	302	4	4	7	3	2	1	4	4	4	1	4	2
J33	504	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1
J34	222	6	4	3	3	4	6	6	2	1	4	1	1
J34	302	3	4	3	2	5	4	7	4	4	4	2	3
J34	504	3	4	5	2	5	5	4	3	2	4	3	5

J35	222	4	2	1	1	1	5	3	1	1	2	1	2
J35	302	3	2	1	1	4	1	2	2	2	1	1	2
J35	504	2	2	1	1	4	2	1	1	1	1	2	2
J36	222	4	5	5	5	4	4	3	2	4	5	2	1
J36	302	6	5	5	2	3	4	7	5	5	4	2	4
J36	504	5	5	4	5	3	3	4	2	1	4	2	4
J37	222	2	2	7	7	4	6	3	2	1	4	1	3
J37	302	4	5	7	2	1	4	5	5	5	4	1	2
J37	504	6	5	4	6	1	2	3	3	1	4	2	2
J38	222	4	6	7	7	1	4	6	5	1	1	1	1
J38	302	6	7	7	5	1	1	6	7	7	1	1	2
J38	504	1	3	6	1	1	1	1	1	3	1	4	3
J39	222	6	7	7	7	3	6	6	1	1	6	1	2
J39	302	7	7	7	1	3	3	7	7	7	3	2	2
J39	504	7	7	5	4	3	3	4	1	1	3	1	2
J40	222	6	1	1	1	4	1	3	1	1	7	2	2
J40	302	4	4	1	1	2	4	2	4	4	4	1	2
J40	504	5	2	2	1	2	1	2	2	2	4	3	1
J41	222	4	7	7	7	1	1	7	1	1	7	1	1
J41	302	1	1	7	1	7	1	7	1	1	1	1	1
J41	504	1	1	1	1	7	7	1	1	1	1	1	2
J42	222	4	3	1	1	5	7	5	1	1	4	1	2
J42	302	7	6	1	1	1	5	6	6	6	5	1	2
J42	504	3	2	1	3	1	7	3	2	1	5	3	1
J43	222	4	7	5	5	5	4	4	2	1	5	3	2
J43	302	3	4	5	2	7	5	5	4	4	5	4	4
J43	504	2	3	4	1	7	2	1	1	1	5	1	1
J44	222	7	5	1	1	4	7	7	3	1	6	2	2
J44	302	5	4	1	3	7	4	7	4	4	4	1	3
J44	504	7	3	1	1	7	7	7	1	1	4	1	2
J45	222	3	5	4	4	7	7	7	2	2	6	1	1
J45	302	6	7	4	2	6	7	5	7	7	7	1	3
J45	504	4	5	6	4	6	7	7	2	2	7	1	4
J46	222	5	6	7	7	4	7	7	1	1	4	1	3
J46	302	5	6	7	1	7	4	7	6	6	4	1	3
J46	504	6	7	7	1	7	7	1	1	1	4	1	4
J47	222	5	5	5	5	5	7	5	2	1	7	2	3
J47	302	6	6	5	2	3	5	6	6	6	5	1	3
J47	504	4	4	4	3	3	5	3	1	1	5	3	3
J48	222	4	4	5	5	6	5	4	3	1	3	4	2
J48	302	3	3	5	3	4	6	6	3	3	6	1	2
J48	504	5	5	3	4	4	5	6	5	4	6	3	4
J49	222	6	4	1	1	4	7	2	1	1	5	2	1

J49	302	7	6	1	1	7	4	4	6	6	4	2	1
J49	504	2	5	1	1	7	7	2	1	1	4	1	1
J50	222	6	4	1	1	2	7	6	3	3	5	1	2
J50	302	3	3	1	3	2	2	6	3	3	2	1	1
J50	504	2	1	1	1	2	3	4	5	2	2	3	2
J51	222	7	5	1	1	4	7	7	3	1	6	2	3
J51	302	5	4	1	3	7	4	7	4	4	4	1	3
J51	504	7	3	1	1	7	7	7	1	1	4	1	2
J52	222	6	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2
J52	302	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1
J52	504	1	1	1	1	1	5	5	1	1	1	1	3
J53	222	5	4	3	3	2	3	2	2	1	2	1	3
J53	302	2	2	3	2	1	2	5	2	2	2	2	2
J53	504	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1
J54	222	5	5	7	7	4	6	7	2	1	4	1	4
J54	302	4	5	7	2	2	4	6	5	5	4	2	2
J54	504	4	5	5	4	2	5	3	1	1	4	3	1
J55	222	6	7	1	1	6	7	6	2	1	7	2	1
J55	302	4	5	1	2	6	6	6	5	5	6	2	1
J55	504	3	2	1	1	6	6	1	2	1	6	1	2
J56	222	2	6	6	6	7	7	6	1	2	6	2	1
J56	302	6	4	6	1	6	7	6	4	4	7	1	2
J56	504	3	4	2	7	6	7	4	1	2	7	1	3
J57	222	2	3	1	1	5	5	1	1	3	3	3	3
J57	302	3	2	1	1	5	5	1	2	2	5	2	3
J57	504	2	2	1	2	5	6	1	2	1	5	3	2
J58	222	3	2	1	1	2	6	4	1	1	3	2	1
J58	302	2	2	1	1	5	2	4	2	2	2	2	1
J58	504	1	1	1	2	5	4	3	1	1	2	1	2
J59	222	3	2	1	1	4	6	5	1	1	3	1	1
J59	302	2	2	1	1	7	4	2	2	2	4	3	1
J59	504	3	1	1	1	7	7	6	1	1	4	2	1
J60	222	2	1	1	1	5	1	1	1	1	4	3	1
J60	302	5	7	1	1	7	5	4	7	7	5	3	4
J60	504	2	4	1	7	7	5	1	1	1	5	3	1
J61	222	5	5	6	6	4	6	7	1	1	3	2	3
J61	302	7	6	6	1	5	4	5	6	6	4	2	2
J61	504	3	4	5	3	5	3	4	1	4	4	2	1
J62	222	6	4	2	2	2	4	2	1	1	3	1	4
J62	302	4	6	2	1	1	2	3	6	6	2	2	4
J62	504	4	3	3	2	1	5	2	3	1	2	4	2
J63	222	4	4	7	7	6	7	7	4	1	4	1	2
J63	302	6	6	7	4	7	6	6	6	6	6	1	2

J63	504	4	4	7	1	7	7	5	4	1	6	1	1
J64	222	5	6	5	5	3	2	3	1	1	1	2	1
J64	302	2	3	5	1	4	3	5	3	3	3	1	4
J64	504	5	4	5	3	4	4	3	2	1	3	1	2
J65	222	6	1	4	4	5	3	5	1	1	4	1	3
J65	302	3	1	4	1	1	5	5	1	1	5	1	1
J65	504	4	2	5	2	1	4	3	1	1	5	1	1
J66	222	5	3	1	1	3	3	1	1	2	3	1	1
J66	302	1	3	1	1	3	3	4	3	3	3	2	1
J66	504	3	2	1	1	3	4	1	1	2	3	1	1
J67	222	5	7	4	4	5	6	7	7	2	1	1	1
J67	302	2	5	4	7	3	5	7	5	5	5	1	1
J67	504	3	3	5	3	3	3	2	2	2	5	1	2
J68	222	4	5	1	1	6	6	3	2	3	6	1	1
J68	302	1	3	1	2	4	6	3	3	3	6	4	4
J68	504	4	5	1	3	4	3	1	3	1	6	1	3
J69	222	4	3	1	1	5	5	2	2	2	3	1	4
J69	302	4	2	1	2	7	5	3	2	2	5	4	1
J69	504	5	6	1	3	7	6	5	1	1	5	2	2
J70	222	3	2	1	1	3	6	5	2	1	6	4	1
J70	302	2	1	1	2	5	3	3	1	1	3	1	2
J70	504	2	4	1	3	5	4	6	3	1	3	1	1
J71	222	3	4	1	1	4	3	1	2	3	2	2	1
J71	302	3	5	1	2	4	4	1	5	5	4	4	4
J71	504	5	5	1	2	4	4	1	1	3	4	4	3
J72	222	2	6	6	6	7	7	6	1	1	6	1	2
J72	302	6	4	6	1	6	7	6	4	4	7	2	1
J72	504	3	4	1	7	6	7	4	2	2	7	1	1
J73	222	6	5	3	3	5	7	5	3	1	6	2	2
J73	302	7	7	3	3	4	5	7	7	7	5	1	1
J73	504	7	5	4	5	4	6	5	2	1	5	1	1
J74	222	5	4	1	1	5	6	6	2	3	5	1	3
J74	302	4	6	1	2	6	5	2	6	6	5	3	1
J74	504	5	6	1	3	6	7	7	3	1	5	4	4
J75	222	4	3	3	3	6	7	2	1	2	5	1	2
J75	302	6	5	3	1	4	6	7	5	5	6	2	3
J75	504	3	6	4	3	4	2	6	3	2	6	1	2
J76	222	6	6	2	2	3	3	1	1	3	7	1	1
J76	302	3	2	2	1	4	3	5	2	2	3	2	2
J76	504	3	2	2	4	4	4	3	2	2	3	3	2
J77	222	4	1	1	1	6	7	4	1	1	6	1	2
J77	302	3	3	1	1	7	6	4	3	3	6	2	3
J77	504	3	2	1	1	7	7	6	1	1	6	1	1

J78	222	3	2	6	6	4	6	3	1	1	5	1	2
J78	302	4	4	6	1	6	4	2	4	4	4	3	2
J78	504	3	3	6	3	6	6	2	2	1	4	4	4
J79	222	4	5	2	2	2	5	6	2	5	3	4	2
J79	302	3	3	2	2	7	2	7	3	3	2	2	3
J79	504	2	2	3	2	7	7	6	2	1	2	3	2
J80	222	4	6	3	3	6	5	4	1	1	4	3	1
J80	302	4	1	3	1	5	6	4	1	1	6	3	3
J80	504	5	3	2	4	5	5	3	1	1	6	4	2
J81	222	4	5	3	3	5	5	4	2	1	5	4	3
J81	302	2	2	3	2	6	5	5	2	2	5	2	1
J81	504	2	2	3	4	6	6	4	1	1	5	1	2
J82	222	7	1	1	1	7	7	1	1	2	7	1	3
J82	302	6	7	1	1	3	7	7	7	7	7	1	1
J82	504	5	4	1	1	3	7	7	2	1	7	1	1
J83	222	3	2	3	3	5	6	4	2	3	4	1	1
J83	302	5	5	3	2	7	5	7	5	5	5	2	4
J83	504	2	2	1	7	7	2	2	1	1	5	2	2
J84	222	4	4	1	1	5	6	3	2	1	6	1	2
J84	302	3	3	1	2	7	5	6	3	3	5	4	4
J84	504	2	1	1	1	7	7	4	2	1	5	1	1
J85	222	2	6	1	1	5	6	7	1	1	4	1	1
J85	302	1	3	1	1	1	5	6	3	3	5	1	4
J85	504	2	1	1	7	1	1	3	1	1	5	1	4
J86	222	5	5	6	6	1	7	5	6	1	2	3	2
J86	302	2	3	6	6	7	1	4	3	3	1	2	1
J86	504	2	3	3	7	7	7	1	3	1	1	2	1
J87	222	4	4	4	4	4	1	1	1	4	3	3	1
J87	302	3	4	4	1	5	4	3	4	4	4	1	1
J87	504	1	1	4	3	5	5	5	2	1	4	3	3
J88	222	6	6	1	1	7	7	6	1	1	4	1	1
J88	302	5	5	1	1	7	7	6	5	5	7	4	2
J88	504	6	5	1	1	7	7	7	5	1	7	1	2
J89	222	5	2	6	6	5	6	4	1	2	1	1	2
J89	302	6	4	6	1	7	5	4	4	4	5	1	2
J89	504	2	4	6	1	7	7	2	2	3	5	1	1
J90	222	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	3	2
J90	302	1	1	1	1	2	2	3	1	1	2	2	3
J90	504	1	1	1	1	2	2	1	1	3	2	2	4
J91	222	2	4	1	1	2	4	2	1	1	3	2	1
J91	302	2	3	1	1	6	2	2	3	3	2	4	1
J91	504	1	2	1	2	6	5	6	2	2	2	3	4
J92	222	6	6	1	1	7	7	6	1	1	4	2	1

J92	302	5	5	1	1	7	7	6	5	5	7	4	2
J92	504	6	5	1	1	7	7	7	5	1	7	1	2
J93	222	2	3	3	3	5	4	5	4	3	4	1	2
J93	302	2	4	3	4	3	5	7	4	4	5	1	2
J93	504	4	2	2	2	3	4	3	4	3	5	2	3
J94	222	2	6	1	1	5	6	7	1	1	4	1	1
J94	302	1	3	1	1	1	5	6	3	3	5	1	4
J94	504	2	1	1	7	1	1	3	1	1	5	1	4
J95	222	2	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2
J95	302	2	1	1	1	3	2	2	1	1	2	2	2
J95	504	2	1	1	2	3	3	2	1	1	2	2	1
J96	222	5	2	7	7	2	5	6	3	1	2	3	1
J96	302	4	2	7	3	7	2	7	2	2	2	2	4
J96	504	2	2	6	5	7	7	2	3	2	2	2	2
J97	222	5	6	5	5	6	7	5	1	1	5	1	1
J97	302	6	5	5	1	7	6	6	5	5	6	1	2
J97	504	6	6	5	4	7	5	4	1	3	6	4	5
J98	222	6	7	7	7	5	6	1	1	2	4	2	2
J98	302	3	4	7	1	6	5	6	4	4	5	1	3
J98	504	4	5	7	5	6	7	2	2	2	5	1	2
J99	222	5	6	5	5	4	2	6	2	3	2	1	1
J99	302	4	2	5	2	5	4	7	2	2	4	2	1
J99	504	4	2	4	2	5	3	6	3	1	4	4	2
J100	222	5	2	7	7	2	5	6	3	1	2	3	1
J100	302	4	2	7	3	7	2	7	2	2	2	1	4
J100	504	2	2	6	5	7	7	2	3	1	2	2	2

Résumé :

L'objectif de ce travail était l'évaluation des propriétés physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles d'une préparation de yaourt à texture améliorée par l'ajout de l'extrait d'amidon de pomme de terre blanche (*Solanum tuberosum*) à deux incorporations de 1% et de 1,5%, au niveau de la laiterie HODNA-LAIT de la wilaya de M'sila. Un suivi de la variation de potentiel hydrogène, d'extrait sec total, de matière grasse et de la viscosité a été réalisé et les résultats obtenus sont conforme aux normes fixées. L'étude sensorielle avait permis d'évaluer les caractéristiques sensorielles par deux panels (naïf et expert), qui ont identifiés et quantifiés l'intensité des différents attributs sensoriels des produits. L'évaluation microbiologique avait confirmé une qualité hygiénique acceptable des produits. Les résultats obtenus avaient montrés que le yaourt ferme aromatisé préparé avec l'ajout de 1% de l'amidon a été le plus apprécié par les deux panels.

Mots clés : yaourt ferme aromatisé, extrait d'amidon de pomme de terre blanche, analyse sensorielle, texture améliorée.

Abstract:

The objective of this work was the evaluation of the physicochemical, microbiological and sensory properties of a yogurt preparation with improved texture by the addition of the starch extract of white potato (*Solanum tuberosum*) with two incorporations at 1% and 1.5%, in the dairy HODNA-LAIT of the M'sila wilaya. The variation in hydrogen potential, total dry extract, fat and viscosity were evaluated and the obtained results were conformed to the standards. The sensory study was elaborated to evaluate the sensory characteristics of products using two panels (naive and expert), which identified and quantified the intensity of the different sensory attributes of the products. The microbiological evaluation had confirmed an acceptable hygienic quality of the products. The results obtained showed that the flavoured firm yogurt prepared with the addition of 1% of starch was the most appreciated by the panels.

Key words: flavoured firm yogurt, white potato starch extract, sensory analysis, improved texture.

ملخص:

الهدف من هذا العمل هو تقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية والحسية لمستحضر الزبادي مع تحسين الملمس بإضافة مستخلص النشا من البطاطس البيضاء (*Solanum tuberosum*) بنسبتين و 1% و 1.5%، وذلك على مستوى مصنع الألبان HODNA-LAIT بولاية المسيلة. تمت مراقبة التباين في جهد الهيدروجين، والمستخلص الجاف الكلي والدهون والزوجة وكانت النتائج التي تم الحصول عليها متوافقة مع المعايير المسطرة. أتاحت الدراسة الحسية تقييم الخصائص الحسية من خلال فرقتين (ساذجة وخبيرة)، والتي حددت وقيمت شدة السمات الحسية المختلفة للمنتجات. أكد التقييم الميكروبيولوجي جودة مقبولة للمنتجات من الناحية الصحية. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن الزبادي ذو القوام الصلب المنكه و المحضر مع إضافة 1% من النشاء هو الأكثر تقديراً من الفرقتين.

الكلمات المفتاحية: زبادي ذو قوام صلب منكه، خلاصة نشا البطاطس البيضاء، تحليل حسي، قوام محسن.