

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA – Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Microbiologie
Spécialité : Biotechnologie microbienne



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Formulation de yaourt aux
Bifidobacteries et flocons d'avoine**

Présenté par :

AIT SAID Lydia & AKIL Lydia

Soutenu le : **19 Septembre 2021**

Devant le jury composé de :

M^{me} MERZOUK HAFIDA

M^r NOURI HAMID

M^{me} TOUATI NAIMA

MCB

MCB

MAA

Présidente

Encadreur

Examinateur

Année universitaire : 2020 / 2021

Remerciements

En premier, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné santé, courage et patience pour terminer ce modeste travail.

*On tient à remercier notre encadrant **MR NOURI Hamid**, pour la qualité de son encadrement, sa constante disponibilité, ses conseils, ses compétences scientifiques, qui nous ont permis d'élargir nos connaissances.*

*Nous remercions les membres du jury, la présidente **Mme MERZOUK Hafida** et l'examinatrice **Mme TOUATI Naima**, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*On n'oublie pas de remercier l'équipe qualité de l'unité SOUMMAM spécialement **Mme Mahloul Malika** pour son encadrement durant notre stage au sein de l'unité et sans oublier l'équipe du laboratoire de Microbiologie Alimentaire pour leurs aides.*

Toute notre gratitude à tous nos enseignants qui nous ont formés.

Un remerciement exceptionnel à nos parents et à toute notre famille pour leurs soutiens, et leurs encouragements.

Enfin à toutes personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie du plus profond de mon Cœur ce travail :

À Mes chers parents

Qui m'ont soutenu durant toutes mes études, qui ont partagé mes joies et mes peines, qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui, je leurs saurai éternellement reconnaissant.

*À Mon chère frère **RIAD** et ma chère sœur **MAYA***

Pour leur appui et leur encouragement, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. Dieu vous garde en bonne santé et à mes côtés.

À Mes chères ami (e)s

*Que j'aime beaucoup, avec qui j'ai passé des moments inoubliable **Doudou, Melia, Katia, Taoues, Lydia, Sidou, Joe, Anis...** et tous les autre qui étaient toujours à mes côtés et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études.*

À ma binôme et toute sa famille

*À Mon encadrant, **MR NOURI Hamid.***

Qui m'a beaucoup aidé pour la réalisation de ce travail.

À Toutes les personnes que j'ai oublié de citer qui m'a aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, à tous les étudiantes de 2^{ème} année master biotechnologie microbienne

*Ait Saïd **LYDIA.***



DEDICACES

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux 'quels que soient les termes embrasses ' je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A l'homme mon précieux offre du dieux .qui doit ma vie ma réussite et tout mon respect : mon chère papa **AKIL RAMTHANE surnommé EL-Hacen.**



A la femme qui souffert sans me laisser souffrir ' qui n'a jamais dit non âmes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère **FATMA.**

A mon adorable petite sœur **SARA** qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.

A mon cher **SAMI** qui n'a pas cessée de me conseiller ' encourager et soutenir tout long de mes études .que dieu le protège et leur offre la chance et le bonheur.

A mes **grands-mères ' grands-pères ' mes oncles mes tantes.** Que dieu leur donne une longue et joyeuse vie.



A ma chère amie **KATIA** et sans oublier ma chère amie et binôme **LYDIA** pour son soutien moral 'sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

Merci pour leurs amours et leurs encouragements.



AKIL LYDIA

Liste des abréviations

FAO: Food and Agriculture Organization.

JORA: Journal officiel de la république algérienne.

ISO: Organisation Internationale de Normalisation.

Lb: *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*

M17: gélose utilisé pour le dénombrement des *Streptocoques*

MG: matière grasse.

MRS: Gélose de Man, Rogosa, Sharpe

PCA: Plate Count Agar

pH: Potentiel d'hydrogène

St: *Streptococcus thermophilus*

VF: Viande Foie

Liste des figures

Figure n°	titre	page
1	Morphologie électronique de souche <i>Lactococcus bulgaricus</i>	5
2	Morphologie électronique de souche <i>St. Thermophilus</i> .	6
3	Proto-coopération entre <i>St. Thermophilus</i> et <i>Lb. bulgaricus</i>	7
4	Morphologie électronique de souche bifidobactéries	8
5	schéma présentant la technologie de fabrication du yaourt	9
6	Photographie d' <i>Avena sativa</i>	13
7	Processus d'élaboration de la préparation eu flocon d'avoine	21
8	Processus de fabrication d'un yaourt brassé au Bifidobactéries et flocons d'avoine	23
9	pouvoir discriminant par le descripteur	47
10	Coefficients des modèles des échantillons de yaourt	49
11	Corrélations entre les variables et les facteurs.	51
12	Profil des différentes classes créées.	52
13	courbe de niveau et carte des préférences	53

Liste des tableaux

Tableau n°	titre	page
I	Les compositions du yaourt	4
II	Classification taxonomique de l'avoine	13
III	Composition nutritionnelle de l'avoine	19
IV	Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau de process	37
V	Résultats d'analyses physico-chimiques obtenus pour les matières premières	38
VI	Analyses physico-chimiques de la préparation de flocon d'avoines et le produit fini	39
VII	Résultats d'analyses microbiologiques de l'eau de process	41
VIII	Résultats d'analyses microbiologiques de la poudre de lait	41
IX	Résultats d'analyses microbiologiques du lait cru	42
X	Résultats d'analyses microbiologiques du sucre	43
XI	Résultats d'analyses microbiologiques de produit semi-fini	43
XII	Résultats d'analyses microbiologiques de produit flocon d'avoine	44
XIII	Résultats d'analyses microbiologiques de produit fini	44
XIV	Résultats d'analyses microbiologiques de la flore lactique et les bifidobactéries en comparaison avec un yaourt acti+ brassé	45
XV	Évaluation du plan d'expérience	46
XVI	Moyennes ajustées par produit.	50
XVII	Pourcentage de juges satisfaits pour chaque objet.	52

Table des Matières

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction..... 1

Synthèse bibliographique :

Chapitre I : Généralités sur le yaourt

I.1. Historique 3

I.2. Définition..... 3

I.3. La composition du yaourt 3

I.4. Les bactéries spécifiques du yaourt 4

I.4.1. Lactobacillus bulgares 4

I.4.2. Streptococcus thermophiles 5

I.4.3. La proto-coopération entre les deux bactéries..... 6

I.5. Les Bifidobacteries..... 7

I.5.1. Définition 7

I.5.2. Morphologie des Bifidobactérie 8

I.5.3. Ecologie des Bifidobactérie 8

I.6. Technologie de fabrication de yaourt brassé fruité 9

I.7. Yaourt au fruit..... 9

I.8. Intérêt nutritionnelle 10

Chapitre II : l'avoine

II.1. Origine et utilisation..... 12

II.2. Description de la plante..... 12

II.3. Classification 13

II.4. Type d'avoine cultivée 14

II.5. Transformation du grain en farine et en flocon 14

II.6. Consommation et intérêt des flocons d'avoine..... 16

• Composition nutritionnelle et valeur énergétique..... 18

II.7. Propriétés de l'avoine..... 19

Partie pratique :

Chapitre I : Matériel et méthodes

I .Matériel et méthode.....	21
I.1. Matériel.....	21
I.1.1.Matériels biologique	21
I.1.1.1.les matières premières	21
I.2. Méthodologie	21
I.2.1.preparation des flocons d'avoine.....	21
I.2.1.1.Processus de la préparation au flocon d'avoine	21
I.2.2. Elaboration du yaourt au bifidus et au flocon d'avoine	22
I.3. Analyses physico-chimiques.....	24
I.3.1Préparation au flocon d'avoine, poudre de lait, base lacté et produit finis	24
I.3.1.1.Détermination du pH.....	24
I.3.1.2.Détermination de l'acidité titrable	24
I.3.1.3. Détermination de l'extrait sec	25
I.3.1.4. Détermination de la matière grasse	25
I.3.1.5. Détermination du Brix.....	26
I.3.1.6. Détermination de la viscosité.....	26
I.3.1.7.Détermination de la masse volumique	27
I.3.1.8.Teste de fermentation	27
I.3.1.9.Teste d'antibiotique.....	27
I.3.2.eau de process.....	28
I.3.2.1. Titre hydrométrique (TH).....	28
I.3.2.2. Titre alcalimétrique(TA).....	28
I.3.2.3. Titre alcalimétrique complexe(TAC)	29
I.3.2.4. Taux de chlorure	29
I.3.2.5. Détermination de chlore libre	30
I.3.2.6. Détermination de la Conductivité	30
I.3.2.7. Détermination de la turbidité	30
I.4.Analyses microbiologique	30
I.4.1. Dénombrement des coliformes	31

I.4.1.1. coliformes totaux.....	31
I.4.1.2.coliforme fécaux.....	31
I.4.2. Recherche et Dénombrement des germes totaux	32
I.4.3. Recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs	32
I.4.4. Recherche et Dénombrement des levures et Moisissures	33
I.4.5. Recherche et dénombrement des salmonelles	33
I.4.6.Recherche et dénombrement des spores totales (ST) Et spores thermorésistantes thermophiles (STT)	34
I.4.7. Recherche et dénombrement des germes acidifiant	34
I.4.8.Recherche et dénombrement des Bifidobacteries.....	35
I.4.9.Recherche et dénombrement des deux bactéries lactiques	35
I.5. Analyses sensorielles.....	36

Chapitre II : résultats et discussions

II. Résultats et discussions	37
II.1. Analyse physico-chimiques	37
II.1.1. Eau de process	37
II.1.2. Les matières premières	38
II.1.3. La préparation de flocon d'avoine et produit finis	39
II.2. Analyse microbiologique.....	41
II.2.1. Eau de process	41
II.2.2. Poudre de lait.....	41
II.2.3. Lait cru	42
II.2.4. Sucre	43
II.2.5. Semi-fini.....	43
II.2.6. Flocon d'avoine.....	43
II.2.7. Produit fini	44
II.3. Analyses sensorielles.....	46
II.3.1.Test du plan d'expérience	46
II.3.2.Caractérisation des produits	47
II.3.2.1.Pouvoir discriminant par descripteur	47
II.3.2.2.Coefficient des modèles	48
II.3.2.3.Moyennes ajustée par produit	50
II.3.3. Préférence MAPPING (Cartographie des préférences)	50
II.3.4.Analyse en composantes principales (ACP)	51

II.3.5. Analyse hédonique	51
II.3.5.1. Classification ascendante hiérarchique (CAH).....	51
II.3.4. Cartographie externe de préférence (PREFMAP).....	52
Conclusion	54
Reference bibliographique	
Annexes	



INTRODUCTION

Introduction

Il a été récemment reconnu que les aliments fermentés contiennent des nutriments essentiels nécessaires au maintien d'une santé optimale, le lait fermenté est l'un des aliments fermentés les plus populaires et il a été traditionnellement consommé depuis longtemps dans de nombreux pays (**Nakasaki et al., 2008**).

Les laits fermentés, dont font partie les yaourts, sont issus de la fermentation contrôlée du lait sous l'action d'une ou de plusieurs populations bactériennes spécifiques, permettant ainsi sa stabilisation microbiologique en lui conférant une texture et des propriétés organoleptiques et/ou nutritionnelles particulières (**Savado, 2011**).

Le yaourt fait partie des produits laitiers les plus consommés dans le monde, car il convient à toutes les tranches d'âge, Il est principalement obtenu par fermentation de lait frais ou de lait reconstitué avec des bactéries lactiques, et favorisé par le client en raison de ses effets qui améliorent l'environnement intestinal et renforcer l'immunité du corps (**El-Said et al., 2014 ; Saint-Eve et al., 2006**).

A fin d'améliorer sa qualité organoleptique et accentuer ses bienfaits, le yaourt est additionné de certains constituants tels que le miel, les fruits, céréales...etc.

Les céréales et les produits céréaliers sont les principales ressources alimentaires en glucides pour les humains et les animaux. Les grains de céréales fournissent une source d'énergie et de nutriments sous forme de protéines, de graisses, de fibres et de minéraux ainsi que de vitamines (**Beverly, 2014**).

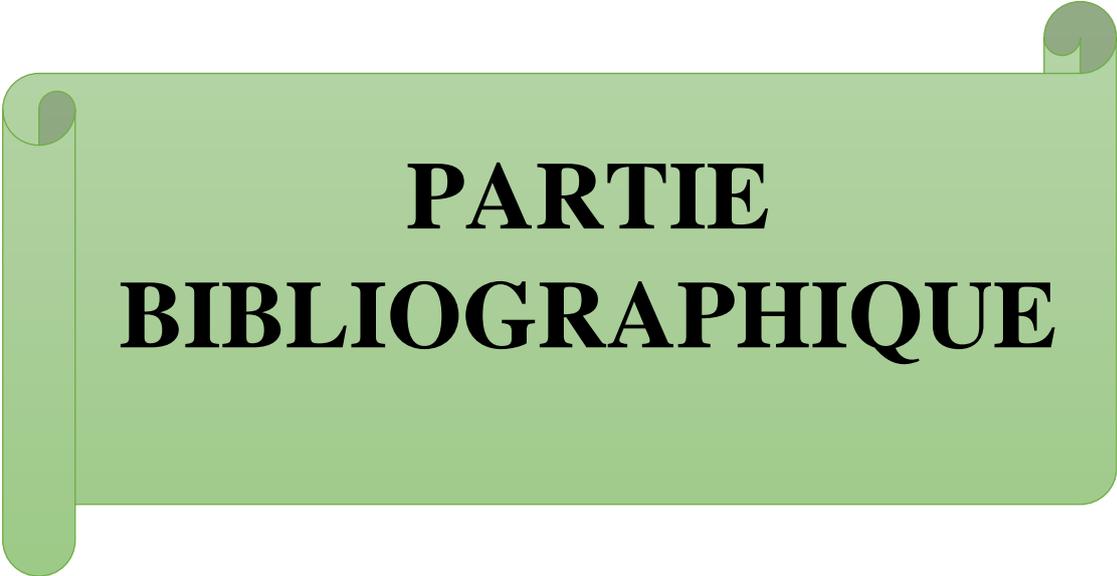
L'industrie des céréales génère de grandes quantités de coproduites, comme l'avoine qui est cependant, un produit très intéressant. Le son est l'écorce qui recouvre les céréales est l'un des aliments les plus riches qui soient en fibres naturelles, très bonnes pour la santé (**Djermoun, 2009**).

L'avoine appartient à la famille des poacées et appelée *Avena Sativa*. Il est généralement considéré comme une culture céréalière mineure si l'on considère le nombre de grains produits annuellement ou les surfaces ensemencées pour la production. (**Behall & Hallfrisch, 2011**).

Notre travail s'inscrit dans le cadre de l'élaboration d'un nouveau yaourt brassé additionné de flocons d'avoine .Il a pour objectif d'évaluer l'effet de cette intégration sur les propriétés physico-chimique et microbiologique et sensorielle du yaourt élaboré.

Ce travail est divisé en deux parties distinguées :

- Une synthèse bibliographique comportant des généralités sur le yaourt et l'avoine.
- Une étude expérimentale visant tout d'abord à formuler un yaourt au bifidobactéries additionné de flocons d'avoine, puis étudier les caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles de ce yaourt élaboré.



**PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE**

I.1. Historique

Originaire d'Asie, le mot yaourt (yoghourt ou yogourt) provient de « yoghurmark » qui signifie « épaissir » (Tamine et Deeth, 1980).

Le yaourt et les produits fraîchement fermentés ont été identifiés comme des aliments sains et sont maintenant très populaires. Ainsi, selon une enquête menée par le Centre national de l'économie laitière, la production de yaourt et d'autres laits fermentés continue de croître. Par conséquent, la dynamique actuelle du marché oblige les fabricants à développer en permanence de nouveaux produits laitiers frais (Enkelejda, 2004).

Traditionnellement, le yaourt dit « nature » et le yaourt ferme constituaient la majorité de la production de lait fermenté. Entre 1960-1970, les bonbons sont apparus, suivis des assaisonnements et des fruits. Actuellement, ils sont majoritaires sur le marché.

L'apparition du yaourt Le brassé à constituer une autre étape importante dans la commercialisation du lait fermenté. De plus, le développement commercial des produits probiotiques est très important, répondant aux besoins des clients (Brule, 2003).

I.2. Définition

Selon codex alimentarius (norme N°A-11(a) 1975) « Le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique du lait, par deux bactéries *Lactobacillus delbrueckii* sous-espèce bulgaricus et *Streptococcus salivarius* sous espèce thermophilus à partir de lait, Les micro-organismes doivent être vivants et abondants ».

Les bactéries lactiques doivent être inoculées en même temps et doivent survivre dans le produit à un taux d'au moins 10^7 bactéries/g. En consommation, la teneur en acide lactique libre dans chaque 100 g de yaourt produit ne doit pas être inférieure à 0,8 g (Mahaut et al, 2000).

I.3. Composition du yaourt

Un pot de yaourt nature possède la même valeur nutritionnelle qu'un verre de lait, soit 4 à 5 % de protéines, un taux variable de lipides et 5 à 20 % de glucides selon qu'il soit nature (Mahaut et al, 2008).

Tableau I : Les compositions du yaourt (Syndifrais.1997).

COMPOSITION	VALEURS (100g)
Protéines (g)	4,3
Lipides (g)	1,2
Glucides(g)	5
Kilocalories	48
Calcium (mg)	148
Phosphore (mg)	114
Magnésium (mg)	13
Vitamines (C, B5, B2, B3...)	1-0,35-0,18-0,14.....

I.4. Bactéries spécifiques du yaourt

Le yaourt est un lait fermenté, contient des bactéries lactiques spécifiques. Ce sont des aliments vivants qui incorporent les propriétés des probiotiques. Les bactéries lactiques ont une lactase active (β -galactosidase) dans tout le tube digestif, ce qui fait du yaourt un choix idéal pour les patients souffrant d'intolérance au lactose. Elles ont des effets probiotiques, ils peuvent donc améliorer l'immunité intestinale et systémique. Ils peuvent provoquer des changements dans le microbiote (Lecerf, 2020)

I.4.1. Lactobacillus Bulgaricus

Son nom complet est *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus* (Mofredj et al. 2007).

Lactobacillus bulgaricus est une bactérie lactique à Gram positif en forme de bâtonnet qui est isolée ou attachée voir la figure 01. Son métabolisme est le même que la fermentation, c'est-à-dire que le glucose est converti en acide lactique (lactate), sa température optimale de croissance est approximativement 42°C (Robinson, 2002).

Lactobacillus bulgaricus est une culture de démarrage très importante dans la fermentation alimentaire. elle produit de l'acide lactique pour la formation de coagulum, certains composés volatils responsables de la saveur et de la texture typiques du yogourt et de la β -galactosidase qui hydrolyse le lactose en glucose et en galactose, empêchant ainsi la cristallisation du lactose (Rizzello & De Angelis, 2002).

En raison de ces caractéristiques particulières, *Lb. bulgaricus* est ajouté dans les produits laitiers congelés et condensés, en particulier dans ceux destinés aux personnes souffrant d'intolérance au lactose (Wang et al., 2008).

Lactobacillus bulgaricus est naturellement un probiotique, qui est bénéfique pour la santé et aide à améliorer la digestion du lactose, combattant ainsi l'intolérance (Rizzello & De Angelis, 2002).

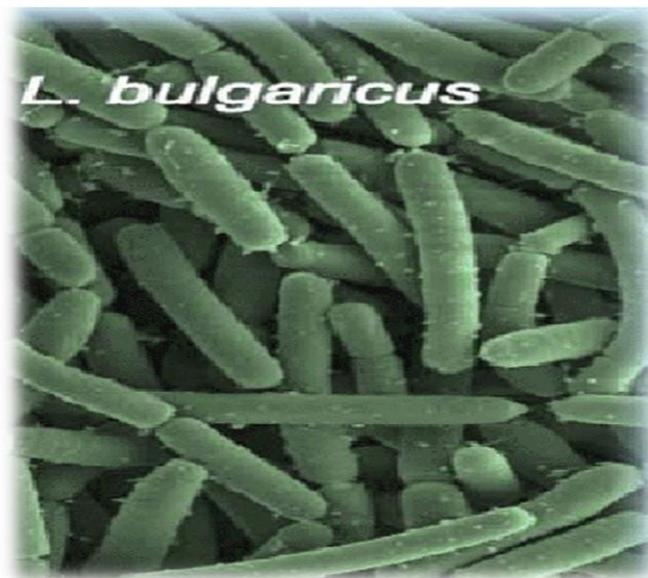


Figure 01 : Morphologie électronique de souche *Lactococcus bulgaricus*

I.4.2. *Streptococcus thermophilus*

Streptococcus thermophilus est une bactérie Gram + anaérobie aérobie, en forme coccoïdes formant généralement de courtes chaînes. C'est une bactérie thermophile avec une température de croissance optimale de 42°C voir la figure 02. (Roussel et al., 1994).

Streptococcus thermophilus appartient au même groupe que des *Streptococcus salivarius*, qui comprend également *Streptococcus vestibularis*. Le génome de *Streptococcus thermophilus* est de 1,8 Mb, ce qui est l'un des plus petits génomes par rapport aux autres souches LAB et *Streptococcus* (Roussel et al., 1994).

Elle est la seule espèce des *Streptococcus* utilisée dans l'industrie alimentaire, parce qu'elle a été consommée par l'homme pendant des siècles sans causer de maladie, c'est aussi le seul streptocoque reconnu comme sûr par la Food and Drug Administration (FDA) (Lecocq et Pauwels, 2017).

Streptococcus thermophilus est l'une des bactéries de fermentation de base du yaourt c'est aussi la deuxième souche industrielle de bactéries lactiques après *Lactococcus lactis*. En plus d'utiliser traditionnellement *Streptococcus thermophilus* pour préparer le yaourt, elle est également utilisée pour produire une variété de fromages (Uriot et al., 2017).

Dans la production de yaourt, le rôle principal de *Streptococcus thermophilus* est l'acidification rapide associée à la production d'acide lactique, mais il produit également des produits de fermentation secondaire tels que l'acide formique, l'acétaldéhyde ou le diacétyl, qui contribuent à l'arôme et à la texture du produit fermentés (Uriot et al., 2017).

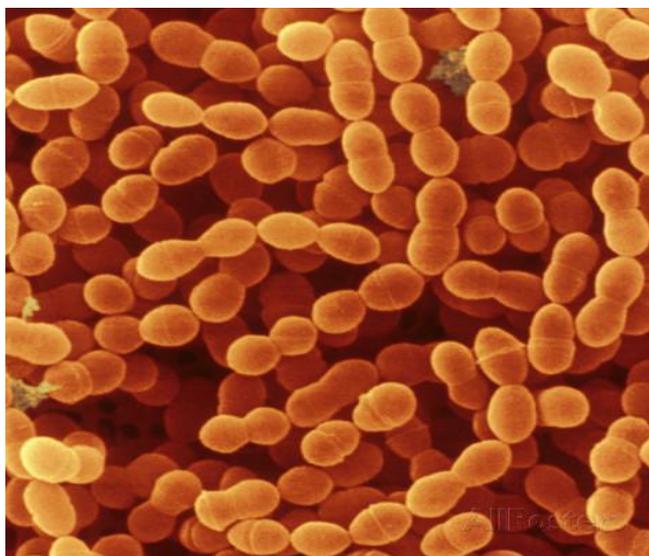


Figure 02 : Morphologie électronique de souche *St. Thermophilus*.

I.4.3. Proto-coopération entre les deux bactéries

Le yaourt constitue un écosystème simple, et sa production est basée sur l'interaction entre les deux bactéries lactiques *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgarie* (*Lb. bulgaricus*). (Belletti et al., 2009)

Les deux espèces, *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* sont des micro-aérophiles et vivent ensemble en symbiose dans le yaourt en produisant d'avantage d'acide lactique (Radke-Mitchell & Sandine, 1984).

Pour se développer, ces bactéries ont besoins d'acides aminés et de peptides. Or, le lait n'en contient que de faible quantité permettant seulement d'assurer le démarrage de leur croissance. Sauf que le *Lactobacillus bulgaricus* par son activité protéolytique, attaque les caséines du lait en libérant les peptides permettant au *Streptococcus thermophilus* de poursuivre sa croissance. De plus le CO₂ issue de la décarboxylation de l'urée à un rôle stimulateur vis-à-vis des *Lactobacillus* (Driessen, 1982 ; Uriot et al., 2017).

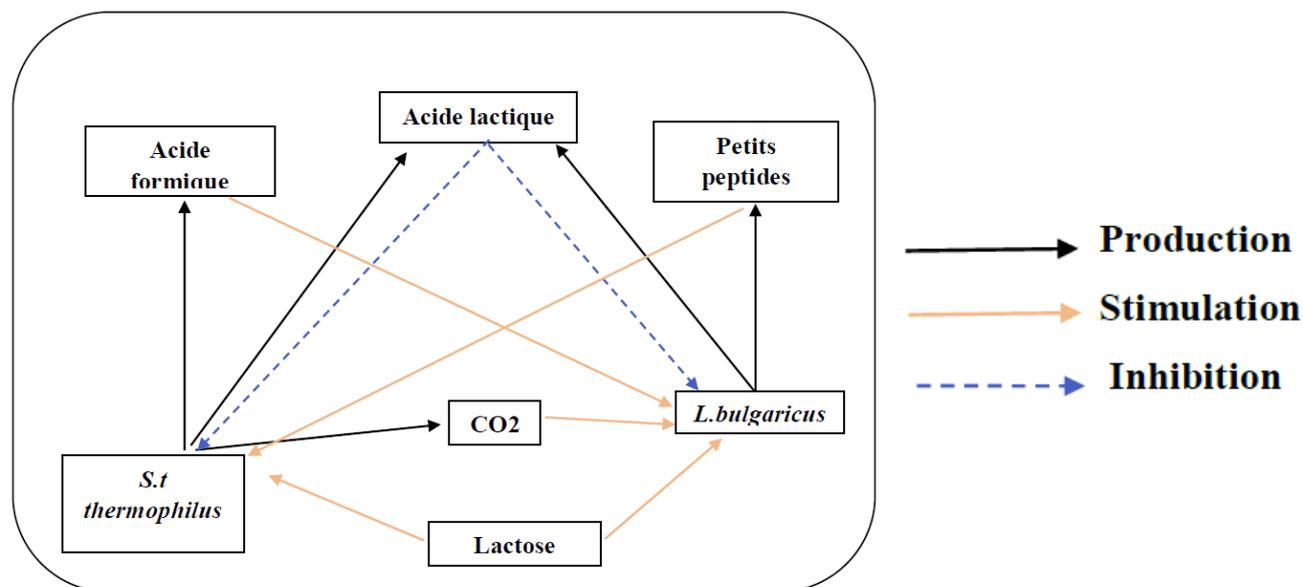


Figure 03: Proto-coopération entre *St. thermophilus* et *Lb. bulgaricus* (Mahaut et al., 2000).

I.5. Bifidobacteries

I.5.1. Définition

Bifidobacterium est une bactérie anaérobie à Gram positif, qui est le principal composant du tractus gastro-intestinal humain et animal. (Rada & Petr, 2000)

Bifidobacterium est un groupe important de souches de probiotiques couramment utilisées dans les produits laitiers fermentés, une souche bifidobactérie est la première isolée des selles de nourrissons allaités, par Henry Tissier en 1900 (de l'Institut Pasteur) ; il a nommé la bactérie *Bacillus bifidus*. (Roy, 2001 ; Prasanna et al., 2014).

Orla-Jensen (1924), microbiologiste danois à proposer que les bifidobactéries peuvent être classées en tant qu'espèce distincte du genre *Bifidobacterium*.

Cependant, pendant la majeure partie du 20^e siècle, il a été classé comme *Lactobacillus* en raison de certaines similitudes telles- que la forme de la tige et les caractéristiques de fermentation obligatoire. Cependant, Stackebrandt, Rainey et Ward-Rainey (1997) ont proposé une structure hiérarchique unique qui combine le genre *Bifidobacterium* et avec le genre *Gardnerella* dans la seule famille des Bifidobacteriaceae. Dans l'ordre des Bifidobacteriales. (Prasanna et al., 2014).

I.5.2. Morphologie des bifidobactéries

Les *bifidobacterium* sont Gram positifs, anaérobies, non-motiles et non sporulant. Ils peuvent avoir diverses formes, y compris tiges en forme de bâtonnets et tiges en Y bifurquées (la figure 04). (De Dea Lindner et al., 2007).

Dans des conditions défavorables, les bifidobactéries se ramifient et pléomorphisme, bien qu'ils soient principalement en forme de tige leur habitat naturel. La ramification des bifidobactéries dépend non seulement des souches, mais aussi du milieu utilisé pour la culture. En outre, il a été signalé que selon la composition du milieu de culture, certaines souches du genre *Bifidobacterium* peut avoir une forme V ou X en plus du forme Y caractéristique. De plus, l'abondance de N-acétylglucosamine, alanine, acide aspartique, acide glutamique, sérine. Les ions Ca^{2+} dans le milieu de croissance peuvent influencer la forme des cellules bifidobacteria (Prasanna et al., 2014).

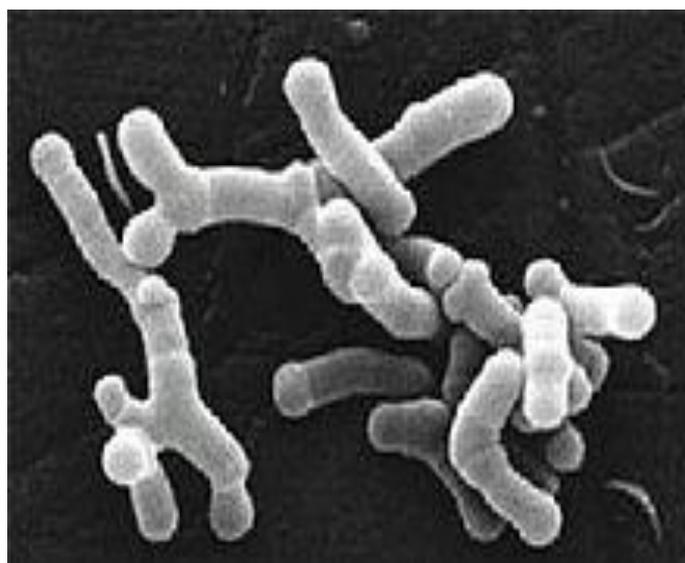


Figure 04 : Morphologie électronique de souche bifidobactéries.

I.5.3. Ecologie des bifidobactéries

Les bifidobactéries ont été isolées et attribuées à cinq niches écologiques différentes : les intestins, la cavité buccale, les aliments, les insectes et les eaux usées. Les espèces les plus abondantes trouvées dans le tractus gastro-intestinal humain comprennent *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium chain*, *longum*. *B. longum* (*B. longum*), cependant Matsuki, Watanabe, Tanaka, Fukuda et Oyaizu (1999) indiquent que *B. catenulatum*, *B. longum* et *B. adolescence* existent dans la flore

intestinale de l'adulte, tandis que *B. breve*, *B. infantis* et *B longum* sont prédominants dans la flore intestinale du nourrisson (Prasanna et al., 2014).

I.6. Technologie de fabrication de yaourt brassé fruité

La figure 05 montre les étapes et le processus de fabrication des yaourts brassés :

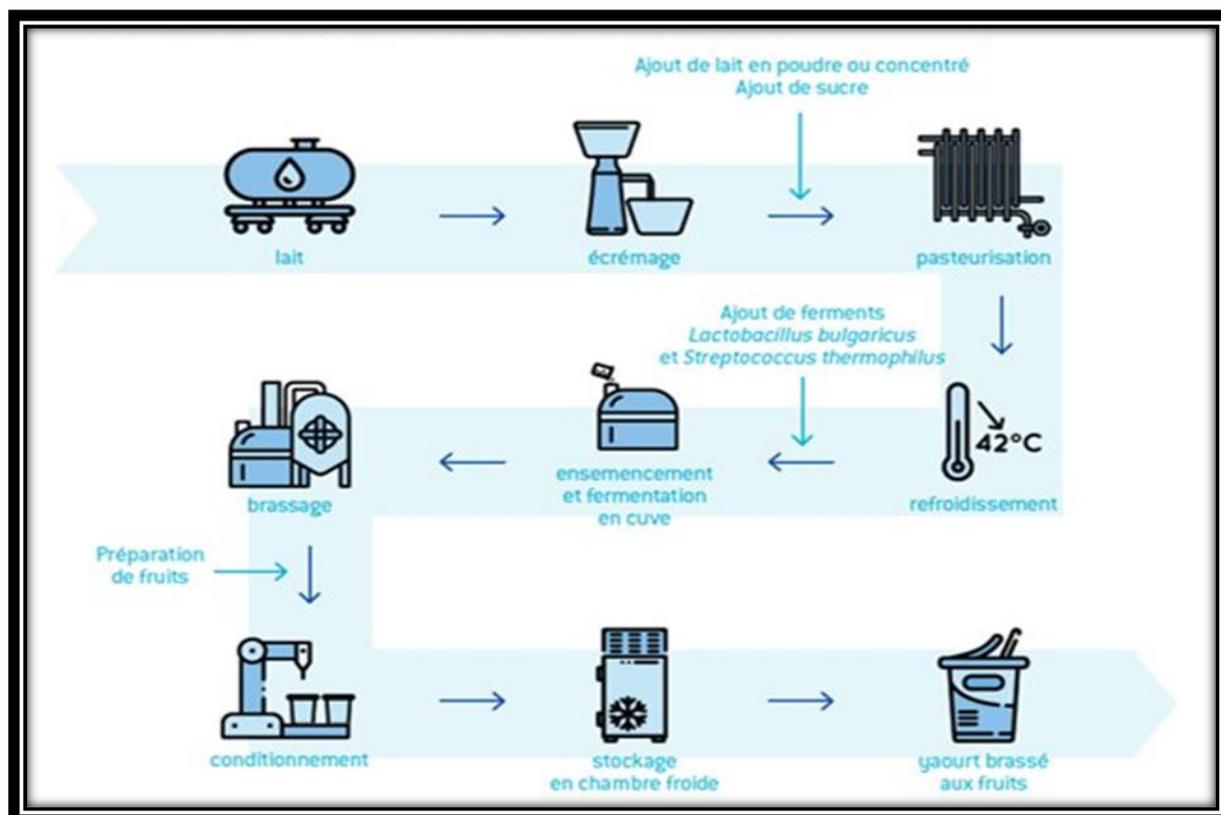


Figure 05 : schéma présentant la technologie de fabrication du yaourt

I.7. Yaourt aux fruits

La consommation de yaourt a augmenté dans le monde entier en raison de sa valeur nutritionnelle, de ses effets thérapeutiques et de ses fonctions (McKinley, 2005). L'utilisation de différents fruits et additifs dans la production de yaourt au fruit a permis d'améliorer ses qualités nutritionnelles et ses propriétés sensorielles (Čakmakči et al., 2012).

Le yaourt aux fruits est un produit fabriqué en ajoutant des fruits et leurs nectars, des confitures, de la marmelade, des gelées de fruits, des boissons aux fruits, des sirops de fruits et des boissons aux fruits concentrées au yaourt ou au lait pasteurisé de culture (Vahedi et al., 2008).

Le yaourt aux fruits, un type de yaourt très populaire parmi les masses et en particulier les enfants qui n'aiment pas le goût ordinaire du yaourt, cette modification a rendu le goût du yaourt attrayant pour eux, il est connu sous le nom de yaourt brassé aux fruits (**Vahedi et al., 2008**).

L'ajout de différents fruits dans la fabrication de yaourt est tenté de plus en plus, l'utilisation de fruits dans le yaourt le rend plus délicieux ce produit contient à la fois la saveur rafraichissante des fruits et l'effet bénéfique du yaourt (**Amna et al., 2008**).

La pectine et les sucres de fruit sont mélangés au yaourt ce qui augmente la consistance et la viscosité de ce dernier (**Amal et al., 2016**).

I.8. Intérêt nutritionnelle

Le yaourt est un aliment nutritif important que les gens consomment sous différentes formes, indépendamment de l'âge, du sexe et du statut socio-économique. (**Clement et al., 2015**), il contient une variété de minéraux, vitamines, bactéries et composés biologiquement actifs (caséine, beta-lactoglobuline, alpha-lactalbumine, lactoferrine, etc.), qui contribuent ensemble à une bonne santé cardiométabolique (**Anne Fernandez et al., 2017**).

En plus des avantages techniques (amélioration du goût, de l'arôme, de la texture et de la stabilité du produit), de nombreux effets bénéfiques sont attribués aux bactéries lactiques, notamment des effets nutritionnels à savoir :

- une meilleure assimilation du lactose chez les individus déficients en lactase,
- Amélioration de la réponse immunitaire en augmentant le pourcentage de lymphocytes, B et les réponses prolifératives des plaques de Peyer dans l'intestin induites par la phyto-hémaglutamine et le lipopolysaccharide,
- réduction du risque d'hypertension artérielle,
- Le yaourt a un rôle préventif contre les infections gastro-intestinales. L'intérêt du yaourt dans le traitement des diarrhées infantiles. En dehors de l'acide lactique, les bactéries du yaourt produisent des substances antimicrobiennes et des probiotiques, notamment des oligosaccharides (**Jeantet et al., 2008**).
- L'administration de laits fermentés, dont le yaourt, tend à rétablir un équilibre bactérien favorable à la normalisation du transit digestif (**Syndifrais, 1997**).
- Activité anti-cholestérolémiantes
 - La consommation de yaourt permet de prévenir les maladies coronariennes et serait plus efficace que le lait, pour maintenir une cholestérolémie basse (**Jeantet et al., 2008**).

- Amélioration de la digestibilité de la matière grasse
 - Bien que l'activité lipolytique soit faible, une augmentation significative en acides gras libres dans un yaourt est constatée (**Jeantet et *al.*, 2008 ;Romainet *al.*, 2008**).

II.1. Origine et utilisation

L'avoine est originaire du nord-est de l'Europe (Autriche et Russie) et aussi des plateaux d'Éthiopie et de Chine. Elle est aujourd'hui cultivée dans toutes les régions tempérées du monde, principalement aux Etats-Unis, au Canada, en Russie, en Allemagne et de façon moindre en France. L'avoine fait partie des « céréales à paille ». Cette céréale est utilisée dans le monde pour l'alimentation humaine depuis à peine 150 ans (**Sirodot, 2016**).

L'avoine possède de nombreuses propriétés médicinales. Il a été démontré que le son d'avoine est efficace pour réduire les risques de problèmes cardiaques et cardio-vasculaires, ainsi que pour abaisser le taux de cholestérol dans le sang (**Lennon & Sommaire, 2014**).

II.2. Description de la plante

L'avoine est une céréale cultivée connue sous le nom scientifique « *Avena Sativa* », également appelée « avoine byzantine », « avoine commune », classée parmi les graminées et incontestablement la plus complète des céréales, son surnom est donc bien mérité. " Reine des céréales". (**Coffman, 1977 ; Gibbs Russell et al., 1990; Bremness, 1999 ; Suttie, 2004**).

L'avoine est une plante annuelle, aux racines fasciculées abondantes et aux chaumes genouillés, dont la longueur varie entre 50 et 200 cm. Les feuilles habituellement glabres ont une largeur variant entre 2 et 8 mm. Les fleurs sont arrangées en épillets mesurant entre 16 et 24 mm de longueur à pédoncules barbus, retombants et protégés par deux glumes nervurées presque égales et dépassant la fleur.(Alain R., 2009).

Tige grosse et rigide, assez résistante aux rouilles et au charbon, résistante à la sécheresse hivernale et printanière. La rigidité des tiges est considérée comme un avantage pour les associations (vesce-avoine) où la céréale sert de tuteur à la légumineuse (**Ouknider, & Jacquard, (1988)**).



Figure 06 : Photographies d'*Avena sativa* (wikipédia)

II.3. Classification

L'avoine est une plante annuelle herbacée monocotylédone (**Feillet 2000**):

Tableau II: Classification taxonomique de l'avoine.

classification scientifique	
domaine	Eucaryotes
Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobiona
Division	Magnolioph
Classe	Liliopsida
Sous-classe	Commelinide
Ordre	Cyperales
famille	Poaceae
sous-famille	Poideae
Tribu	Aveneae
Genre	<i>Avena</i>
nom binomial	<i>Avena sativa</i>

II.4. Type d'avoine cultivée

Avena sativa : avoine vêtue – de type printemps et hiver dont les enveloppes peuvent être de couleur blanche, jaune (grise) ou noire. (Clerget, 2011).

Avena nuda : avoine nue (grain sans enveloppe) plus récemment introduite en France avec des variétés de printemps et d'hiver ne possédant qu'une seule couleur d'amande claire. (Clerget, 2011).

II.5. Transformation du grain en flocon

La transformation des céréales commence pendant les mois de récolte (juillet/août) après la réception des céréales. (Djamel, 2016)

La plupart des producteurs ne garde pas leurs céréales à la ferme mais préfèrent plutôt, directement après la récolte, les vendre à des entreprises spécialisées qui s'occupent de leur nettoyage, triage, stockage et quelques fois même de leur transformation (Annet, 2016).

Ce processus est composé de différentes étapes :

1. Premier nettoyage

Afin de nettoyer les céréales reçues, humides, qui présentent encore des impuretés, tels que les cailloux, les herbes, les céréales vides et rongées, Ces impuretés sont aspirées à l'aide d'un premier nettoyeur, une sorte d'aspirateur énorme. La propreté des grains favorisera par la suite le séchage par refroidissement et ventilation (Djamel et Annet, 2016).

2. Séchage et ventilation

Afin de pouvoir conserver les céréales sans risque de pourriture, la teneur en humidité ne pourra pas dépasser les 16% et une température inférieure à 15°C, Les céréales sont chauffées jusqu'à une température de 40°C au maximum, permet de diminuer le taux d'humidité du grain, une ventilation qui est d'autant plus efficace quand elle est réalisée la nuit ou le matin quand il fait frais, permet de refroidir la température du grain qui était récolté à 30°C, en l'abaissant à un degré de conservation 20°C dès la mise en silo (Djamel et Annet, 2016).

3. Stockage

Les céréales sont nettoyées, séchées, puis stockées dans des silos bien aérés, Les différentes céréales ont leur propre silo, pour éviter un mélange, Chaque silo est équipé d'un thermomètre. Pendant les récoltes et les semaines qui suivent la température est contrôlée et notée au quotidien. Cette température sera contrôlée de façon hebdomadaire lorsqu'elle atteint la condition requise (Djamel et Annet, 2016).

4. Décorticage de l'avoine

L'avoine est enveloppée par une pellicule qui n'est pas lié à la graine, mais qui est relativement libre. La pellicule est très lisse, vous ne pouvez donc pas utiliser un système de frottement comme l'orge. Les graines sont séparées de la peau en mettant l'avoine dans une sorte de centrifugeuse. Le lot d'avoine est assorti en trois classes de grandeur. Chaque classe est décortiquée séparément, ce qui permet un réglage plus raffiné des machines. Lors du décorticage l'avoine est détaché de sa pellicule, il est nécessaire d'éliminer cette couche comestible indésirable avant de broyer ou d'aplatir avec un décortiqueur afin que ces peaux puissent tomber.

5. Nettoyage

Afin d'obtenir des grains propres, ils doivent être "nettoyés" par aspiration et tamisage. Il est d'abord nécessaire de séparer la densité des impuretés: la paille et la cosse sont plus légères que les grains, et les pierres sont plus lourdes que les grains, Ensuite, il y a quelques tamis pour tamiser les pièces trop petites ou trop grandes pour que les flocons d'avoine soient enfin propres et prêts à être aplatis ou vendus en magasin. (Djamel, 2016).

6. Forme du grain

6.1. En flocon : Aplatissage

Avant que les grains ne soient battus, ils sont d'abord trempés. Le lendemain, le grain était versé dans un silo et déposé sur une chaîne roulante, où il était chauffé par un brûleur à gaz. La chaleur est transmise par radiation, ce qui est comparable à la lumière du soleil. Le grain devient plus doux et plus souple. Il est important de chauffer l'avoine pendant quelques minutes pour éviter un goût amer pendant la conservation, car l'avoine contient relativement plus de matières grasses que les autres céréales. Si le grain est endommagé, l'avoine peut se détériorer sous l'action d'enzymes. Le préchauffage interrompt l'activité de cette enzyme et les flocons conservent leur bon goût. Après le préchauffage, l'amidon dans le grain est

entièrement combiné pour empêcher les flocons de se décomposer. (Lennon & Sommaire, 2014)

6.2. En farine : mouture

Une fois l'avoine parfaitement propre, il est prêt pour la mouture la farine obtenue par mouture des grains d'avoine, avec un aspect est brunâtre. Se déroule en trois grandes étapes : Le broyage, le grain d'avoine passe entre de gros cylindres métalliques. Et l'empilage de tamis qui suit permet de séparer les particules de semoules produites à chaque broyage selon leur grosseur

Afin d'obtenir la farine d'avoine avec un aspect brunâtre, on procède à sa mouture qui se déroule comme suit : broyage, le grain d'avoine passe entre de gros cylindres métalliques afin de séparer les enveloppes et l'amidon par écrasement. Ensuite, l'étape de réduction de la taille des grosses particules amylacées par passage entre cylindres lisses nommée l'étape du claquage et du convertissage, après le passage au moulin, la farine passe dans un blutoir, ceci afin d'obtenir le type de farine souhaité. Le blutage se base sur le principe du tamisage

L'avoine est prêt pour la mouture la farine obtenue par mouture des grains d'avoine, Une fois il est parfaitement propre, Afin d'obtenir la farine d'avoine avec un aspect brunâtre. On procède à sa mouture qui se déroule comme suit : broyage, le grain d'avoine passe entre de gros cylindres métalliques afin de séparer les enveloppes et l'amidon par écrasement. Et l'empilage de tamis qui suit permet de séparer les particules de semoules produites à chaque broyage selon leur grosseur (Annet, 2016).

II.6. Consommation et intérêt des flocons d'avoine

Les céréales constituent la principale source de nourriture, elles sont également des agents nutraceutique et thérapeutiques car elles contiennent divers types d'éléments bénéfiques tels que l'amidon, les protéines, les fibres, les lipides et d'autres compose médicinaux, ils se sont également avères contenir une large gamme de substance chimiques avec une activité antioxydant élevée .parmi ces céréales on peut citer l'avoine qui appartient à la famille des poaceae. (Baublis et al., 2000).

En outre (Flandres et al., 2007), a montré que les grains d'avoine entier contient plusieurs de ces composés nutritionnels, notamment des minéraux, des protéines, des fibres, des lipides, des acides gras insaturés, des vitamines et des composés phytochimiques.

L'avoine est un aliment nutritif agréable au goût, responsable de l'apport de glucides,

principalement sous la forme d'amidon avec une quantité considérable de lipide ainsi qu'un niveau raisonnable d'une grande partie de notre apport en micronutriments (**Halima et al., 2015**).

L'utilisation alimentaire des produits à base d'avoine a commencé à augmenter. La consommation par habitant est d'environ 3,2 kg an⁻¹, contre 1,8 kg an⁻¹ avant la confirmation de l'avoine attributs de santé (**Bunch & Simon, 1985**). L'avoine est principalement consommée dans un aliment de petit-déjeuner, un produit de collation, ou sous forme de son.

Des recherches médicales récentes ont montré que certaines matières végétales fibreuses dans l'alimentation réduisent les concentrations de cholestérol sérique (**Chen & Anderson, 1986**). Les fibres doivent toutefois être solubles dans l'eau. Le son d'avoine est soluble dans l'eau, alors que le son de blé ne l'est pas. Ainsi, le son d'avoine ou l'avoine entière pourraient jouer un rôle majeur dans l'amélioration de la santé par l'alimentation. Ils ont également constaté que les fibres alimentaires hydrosolubles réduisaient la glycémie post-prandiale chez les diabétiques insulino-dépendants.

Ces dernières années, l'intérêt de l'avoine a augmenté, notamment en raison de ses avantages alimentaires et potentiels thérapeutiques de santé humaine

Il est bien connu que l'avoine peut être utilisée pour des soins de santé préventifs/thérapeutiques dans le traitement de maladies telles que les maladies coronariennes par la réduction du cholestérol sérique et le contrôle de l'obésité. La consommation d'avoine peut contribuer au traitement du diabète de type II, par la stabilisation du taux de sucre dans le sang et certains cancers. (**Hou et al., 2015 ; Boffetta et al., 2014**)

Il permet de favoriser la digestion des aliments, le transit au niveau des intestins car il est très riche en fibres. En outre, une consommation régulière de flocons d'avoine réduirait les risques de développer un cancer du côlon et éviterait les problèmes de constipation. (**femininbio, 2017**)

Le β -glucane présent dans les flocons d'avoine est impliqué dans la défense naturelle contre les infections causées par des virus, des bactéries et des champignons. (**Djukic & Kneževic, 2014**)

De nombreuses études ont rapporté que l'avoine est une excellente source d'antioxydants (**Peterson, 2001 ; Rasane et al., 2015 ; Van den Broeck et al., 2016**). Le β -glucan de l'avoine

diffère du β -glucan de l'orge et du blé par de nombreuses caractéristiques physico-chimiques, telles que la solubilité, la gélification et le poids moléculaire, qui ont toutes une incidence positive sur les fonctions physiologiques dans le tube digestif Gastro-intestinales. Ces propriétés particulières du β -glucan pourraient expliquer le lien entre la consommation d'avoine et la diminution du taux de cholestérol sérique et la réduction des niveaux de glucose (**Chu, 2014**).

L'avoine contient du calcium ainsi que du magnésium, Ces minéraux apaisent et favorisent ainsi l'endormissement.

Les flocons d'avoine sont Riche en fibres solubles, qui peuvent faciliter la digestion des aliments, le transit au niveau des intestins et éviterait donc les problèmes de constipation et ils ont un effet purifiant sur l'organisme car ils favorisent l'élimination des toxines. (**femininbio, 2017**)

L'avoine se distingue des autres céréales (blé, orge et seigle) car elle contient une plus grande proportion de globulines solubles dans l'eau salée, tandis que la plupart des autres céréales contiennent des proportions plus élevées de prolamines (la fraction fraction soluble dans l'alcool). Les protéines d'avoine offrent un meilleur équilibre de la plupart des acides aminés essentiels pour l'homme et humains et d'autres mammifères monogastriques (**Givens et al., 2004 ; Biel et al., 2009 ; Klose & Arendt, 2012 ; Chu, 2014**).

- **Composition nutritionnelle et valeur énergétique**

L'avoine contient plusieurs variétés de nutriments, présentant de multiples effets bénéfiques sur la santé. Selon la base des données des nutriments Welch, ces derniers sont cités dans le tableau III

Tableau III : Composition nutritionnelle de l'avoine.

Composants	Avoine (100g)
Energie (Kcal)	401
Carbohydrate (g)	72.8
Protéines (g)	12.4
Matière grasse (g)	8.7
Fibre alimentaire (g)	6.8
P (mg)	380
K (mg)	370
Mg (mg)	110
Ca (mg)	55
Se (µg)	8.6
Fe (mg)	4.1
Zn (mg)	3.3
Niacin, vitamine B3 (mg)	3.8
Vitamine E (mg)	1.7
Thiamin (mg)	0.5
Cu (mg)	0.23
Vitamine B6 (mg)	0.12
acide folique (µg)	60
Riboflavine (mg)	0.10

II.7. Propriétés d'avoines

Avena Sativa serait une plante cultivée prometteuse dans le monde entier grâce à ses composés bénéfiques valorisés dans des applications industrielles (**Ben Halima, 2019**).

En ce qui concerne les produits céréaliers, une offre de produits contenant une teneur élevée ou une composition particulière en fibres s'est développée ces dernières années. Les sources de fibres les plus utilisées sont notamment les sons de céréales (blé, avoine, orge) (**Aymard, 2010**).

L'avoine présente des teneurs en fibre solubles (beta- glucanes) plus importantes que le blé, est potentiellement la céréale la plus intéressantes. (**Saulnier, 2012**).

La consommation de fibres d'avoine solubles est associée à une alimentation équilibrée sans excès de graisses, en particulier de graisses saturées (**Generale, 2008**).

L'avoine présente des combinaisons supérieures et uniques de nutriments : teneur élevée en protéines avec une composition bénéfique en acides aminés, et riche en graisse. (**Menon et al., 2016**).

L'avoine est une bonne source de divers antioxydants tels que la vitamine E, l'acide phytique, les substances phénoliques et les avenanthramides (conjugués d'amines phénoliques). (**Smulders et al., 2018**).

Il contient les tocotriénols qui possèdent des propriétés hypocholestérolémiantes chez l'homme (**Baik et Ullrich ., 2008**).

Il a une propriété anti-inflammatoires (**Liu et al., 2004**).

Les flocons d'avoines présentent une activité antihistaminique et peuvent réduire les symptômes liés à l'allergie tels que les démangeaisons, les rougeurs et les papules, comme les démangeaisons, les rougeurs et les bulles. (**Gilissen et al., 2016**).

Les aliments à base d'avoine complète ont un faible indice glycémique, ce qui est avantageux dans les cas de diabète et d'obésité (**Mathews, 2011; White, 2011**).

Les grains d'avoine sont riches en huile (en moyenne 7%, mais dans certaines variétés jusqu'à 18% en poids) avec de grandes fractions d'acide palmitique (C16:0; 20%), d'acide oléique (C18:1; 35%) et acide linoléique (C18:2 ; 35 %) (**Sterna, Zute et Brunava, 2016**).

Les flocons d'avoine ont la plus forte teneur en plusieurs minéraux, dont le phosphore, le fer, le zinc et le magnésium et contient du calcium. (**Welch ,2011**).

Les protéines d'avoine contiennent les niveaux les plus élevés de lysine, de cystéine et de méthionine. (**Welch ,2011**), riche en glucides complexes : C'est essentiel pour notre santé et le maintien d'une bonne qualité de vie. (**Wolter et al., 1982**), riche en vitamines : l'avoine est un trésor naturel de vitamine E et de toutes les vitamines B bénéfiques (principalement les vitamines B1, B5 et B6) (**Singh et al., 2013**).



**PARTIE
EXPÉRIMENTALE**



**MATERIEL ET
METHODES**

I. Matériel et méthodes

Ce travail a pour objectif d'élaborer un yaourt brassé additionné de flocons d'avoines, et l'étude de ses caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles.

Pour la réalisation de ce travail nous avons effectué un stage au sein de la laiterie «SOUMMAM» spécialisée dans la fabrication des produits laitiers.

I.1. Matériel

I.1.1. Matériel biologique

I.1.1.1. Matières premières

Les Flocons d'avoines utilisés de la marque « santé (OATFLAKES) » achetée au niveau du supermarché, lait cru, la poudre de lait (26 % MG), sucre et l'eau de process.

I.2. Méthodologie

I.2.1. Préparation laitière aux flocons d'avoine

Nous avons réalisé 3 préparations d'avoine avec différents taux d'arôme et différents taux de sucre :

- Pour 1kg :

préparation	La 1 ^{ère} préparation	La 2 ^{ème} préparation	La 3 ^{ème} préparation
Avoine	35 %	40%	40%
Sucre	5%	Sans sucre	10%
Lait	60%	60%	60%
Arome miel	Sans arôme	0,1%	0,05%

I.2.1.1. Processus de la préparation aux flocons d'avoine :

La figure 7 montre le processus de la préparation aux flocons d'avoine :

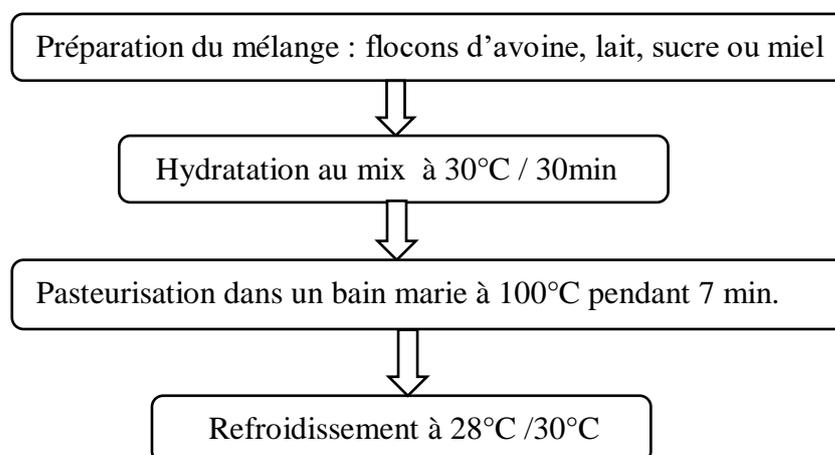


Figure 7 : Processus d'élaboration de la préparation aux flocons d'avoine

La pasteurisation dans un bain marie à 100°C pendant 7 min dans le but:

- D'éliminer les pathogènes et détruire les spores.
- Améliorer la consistance du produit.

II.2.2. Elaboration du yaourt brassé aux Bifidobacteries et flocons d'avoine

L'élaboration est réalisée à l'échelle laboratoire au niveau de l'unité SOUMMAM en s'appuyant sur le diagramme de fabrication d'un yaourt brassé aux fruits. Celui-ci consiste à préparer la base lactée par mélange eau et poudre de lait (0% et 26% de matière grasse).Après homogénéisation de tous les ingrédients, le mélange subit une pasteurisation à 90°C pendant 10min dans un thermo mix. La préparation est versée dans un flacon stérile et subit un refroidissement jusqu'à 43°C pour ajouter les ferments lactiques ainsi que les bifidobactéries.

La maturation du yaourt ainsi préparé prend place dans une étuve à 46°C pendant 4 heures.

Une fois le mélange atteint un pH de 4,6 (pH de d'écaillage), il est immédiatement brassé. Un dernier refroidissement s'effectue à 4°C à fin d'arrêter la fermentation.

A la fin une proportion de 11g de la préparation de flocons d'avoine est ajoutée à 89g de la base lactée afin d'obtenir un poids total de 100g de yaourt.

Le produit fini est mélangé dans des conditions aseptiques et les pots sont fermés est stockés dans la chambre froide (entre 4°C et 6°C).

Ce processus est résumé dans la figure suivante :

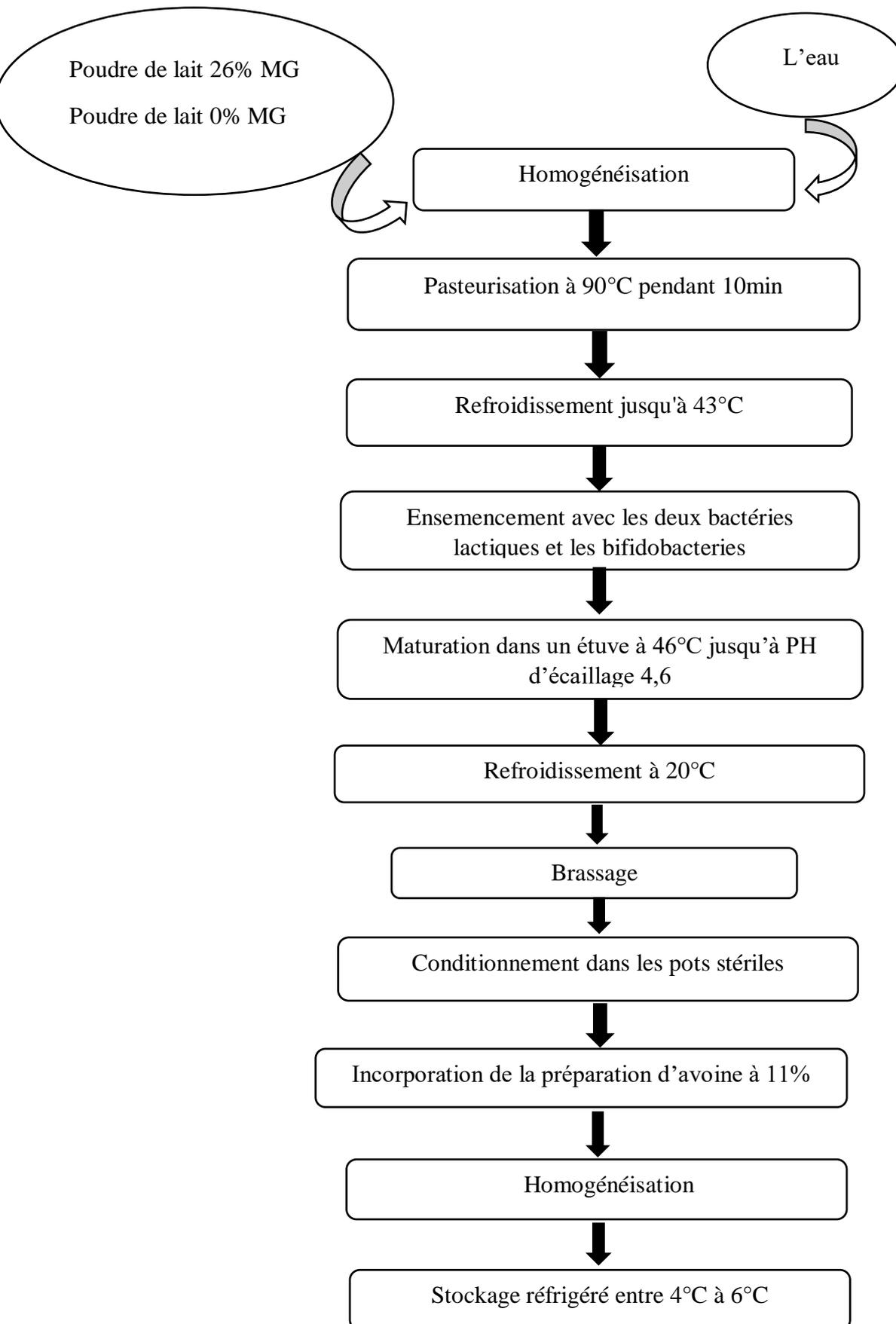


Figure 8: Processus de fabrication d'un yaourt brassé au Bifidobactéries et flocons d'avoine

I.3. Analyse physico-chimiques

Le contrôle physico-chimique du yaourt a pour objectif de garantir une meilleure stabilité et une constance de ses caractéristiques organoleptiques. Les analyses sont réalisées à J+1 (24h après production).

I.3.1. Préparation aux flocons d'avoine, poudre de lait, base lactée et produits finis

I.3.1.1. Mesure de pH

La mesure du pH est réalisée par un pH-mètre qui mesure la différence du potentiel entre les deux électrodes qui sont émergés dans l'échantillon. (Norme AFNOR V 05-108).

Mode opératoire

- Etalonner le pH-mètre avec les solutions tampons (pH=7 et pH=4),
- Plonger l'électrode du pH-mètre dans l'échantillon (pot de yaourt préparation au fruit),
- Lire la valeur du pH affichée sur l'écran de l'appareil.

NB : pour la poudre de lait On pèse 10g de l'échantillon, puis on ajuste l'eau distillé jusqu'à 100 ml, on applique une agitation douce jusqu'à dispersion, on laisse reposer, puis on mesure le pH.

I.3.1.2. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable correspond à la quantité d'acide lactique contenue dans le produit, le titrage de l'acidité se fait par la soude N/9 en présence de l'indicateur coloré phénolphtaléine. Elle est déterminée à partir d'un titrage acido-basique en utilisant une solution basique (NF V 04-385, 1971). Elle est exprimée conventionnellement en degré DORNIC (°D).

1°D correspond à 0.1g d'acide lactique par litre de lait (AFNOR 1986).

Mode opératoire

- A l'aide d'une pipette de 10 ml prélever 10 ml d'échantillon à analyser
- ajouter deux à trois gouttes de phénol phtaléine comme indicateur de pH.
- titrer avec la soude à 0.09N jusqu'au virage au rose

NB pour la poudre de lait :

- ✓ Peser (500/a) ±0,01g de l'échantillon pour essai dans un bécher,

«a» étant la teneur de l'échantillon en solide non gras, exprimée en pourcentage en masse

- ✓ La teneur de l'échantillon en solide non gras peut être calculé en soustrayant de 100 la teneur en matière grasse et la teneur en eau
- ✓ Préparer le lait reconstitué en ajoutant 50ml d'eau, à environ 20°C la prise d'essai et en agiter vigoureusement. Laisser reposer 20mn
- ✓ Titrer le contenu du bécher par addition à l'aide de la burette, de la solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 mol/l, jusqu'à ce que le pH (mesure au pH-mètre), se maintient à 8,4 durant environ 5 secondes

$$a = \frac{500}{100 - (TH + TMG)}$$

I.3.1.3. Détermination de l'extrait sec total (EST)

La matière sèche est la fraction massique des substances restantes après la dessiccation complète de l'échantillon, elle est mesurée à l'aide d'un dessiccateur.

Mode opératoire

- Mettre dans un dessiccateur une coupelle en aluminium vide puis tarer.
- Étaler 4g de l'échantillon sur la coupelle d'une façon homogène.
- Mettre le dessiccateur en marche, lire le résultat de la dessiccation en pourcentage massique sur l'afficheur du dessiccateur.

I.3.1.4. Détermination du taux de la matière grasse

La méthode de Gerber est une technique de référence, son principe 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 lait à l'exception des matières grasses, l'alcool iso amylique agit comme séparateur de phase. Ce dosage est effectué selon la méthode décrite par l'AFNOR (1999).

Mode opératoire

- Additionner 10ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) avec 5,5 ml de yaourt, puis 5,5ml d'eau distillé et 1ml d'alcool iso amylique dans un butyromètre,
- Agiter avec des retournements, puis on place le butyromètre dans une centrifugeuse pendant 5min,
- Après arrêt de la centrifugeuse, ajuster le bouchon du butyromètre pour remonter la matière grasse à la partie graduée et on fait la lecture en pourcentage.

La teneur en matière grasse du produit exprimé en pourcentage massique est déterminée par l'expression suivante:

$$MG\% = n1 - n2$$

MG: Matière grasse en %.

n1 : Valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne grasse en %.

n2 : Valeur atteinte par le niveau inférieur de la colonne grasse en %.

I.3.1.5. Détermination du Brix

Le degré de Brix est la fraction de saccharose dans un liquide, c'est-à-dire le pourcentage de matière sèche soluble, et déterminer le taux de sucre d'un produit alimentaire

La mesure du Brix consiste à filtrer le produit analysé de façon à recueillir un filtrat translucide (les grosses particules et la caséine sont retenues dans le filtre) et à déterminer le Brix du filtrat par réfractomètre.

Mode opératoire

- Remuer l'échantillon pour assurer son homogénéité,
- Prélever environ 50g de l'échantillon et déposer ce prélèvement dans le filtre plissé positionné sur un bécher de 50ml,
- Laisser filtrer pendant 15 min jusqu'à avoir recueilli quelques ml de filtrat,
- Mesurer le Brix du filtrat (quelques ml suffisent)

I.3.1.6. Détermination de la viscosité

La consistance de la préparation de fruit est mesurée par le viscosimètre de « Brookfield ». Elle est mesurée en évaluant sa résistance à l'écoulement dans des conditions spécifiques et pendant un laps de temps donné.

- Maitre la préparation au fruit dans le viscosimètre dans le compartiment a produit (L'échantillon doit avoir une température ambiante)
 - soulever la porte du compartiment a produit et laisser le produit couler.
 - Mesurer de la distance parcourue par le produit le long de la pente gradué durant 60 secondes.

NB : cette analyse est effectuée juste pour la préparation au fruit

I.3.1.7. Détermination de la masse volumique

Mode opératoire

- Peser dans un bécher de 250 ml 100g de poudre
- Placer l'entonnoir sur l'éprouvette et transvaser la poudre à l'aide d'une spatule
- Fixer l'éprouvette de mesure sur l'appareil de mesure de la masse volumique et effectuer 625 tapotements
- Après tapotement, égaliser la surface avec une spatule

$$\rho = \frac{m}{v_{625}}$$

M est la masse en gramme de la prise d'essai

V625 est le volume après transfert et après 625 tapotements

I.3.1.8. Test de fermentation

Cette méthode est utilisée pour la mise en évidence de la présence d'inhibition de l'activité du ferment lactique dans un lait sec. Elle est basée sur la fermentation d'un lait reconstitué après ensemencement avec un lait fermenté.

Mode opératoire :

- Peser dans un flocon de 250ml, 12,5 g de poudre de lait, ajuster avec l'eau de process à 100ml
- Homogénéiser la solution obtenue jusqu'à dissolution complète de la poudre de lait
- Mettre le lait reconstitué dans un bain marie à 95°C pendant 10mn, pour effectuer une pasteurisation
- Laisser le lait refroidir à 43 +/-2°C et ensemencer avec environ 8 à 10ml d'un yaourt, préalablement homogénéisé
- Incuber à l'étuvé à 43 +/-2°C pendant 4 à 5 heures

NB : cette analyse est effectuée seulement pour la poudre de lait

I.3.1.9. Test d'antibiotiques

Ce test permet la recherche des antibiotiques dans les laits en poudre et les laits à la collecte

Mode opératoire

- Reconstituer le lait à raison de 25g pour 200ml d'eau de process, l'homogénéiser et le stocker à froid à 4°C
- Mettre l'incubateur en marche et le régler à une température entre 63,5 et 64,5°C

- Découper une ampoule SP-NT pour chaque échantillon de lait ensemer à raison de 0,1ml par échantillon et par ampoule à l'aide d'une seringue, en prenant le soin d'utiliser un nouvel embout pour chaque échantillon et en évitant de toucher l'extrémité pointue de cet embout
- Incuber les ampoules à une température entre 63,5 et 64,5 °C pendant 2 heures et 45min

NB : cette analyse est effectuée seulement pour la poudre de lait

I.3.2. Eau de process

I.3.2.1. Titre hydrométrique (TH)

Le titre hydrotimétrique ou la dureté totale est l'indicateur de la minéralisation de l'eau. Elle est due uniquement aux ions calcium et magnésium

$$\text{TH} = [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]$$

✓ Principe

Il est réalisé par titrage du calcium et du magnésium avec une solution de sel dissodique d'acide éthylène diamine tétra -acétique à PH=10. Lors du titrage, l'EDTA réagit tout d'abord avec les ions Ca et Mg libres en solution

Au point d'équivalence les ions se combinent avec l'indicateur, ce qui libère l'indicateur et provoque un changement de la couleur du bordeaux au bleu, le TH est exprimé en degré français (°F)

Mode opératoire

- Verser 100ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer
- Ajouter 1ml du tampon ammoniacal, et quelques gouttes d'indicateur coloré noir Eniochrome T
- Titrer avec l'EDTA (0,0025N) goutte à goutte jusqu'au virage de l'indicateur au bleu

I.3.2.2. Titre alcalimétrique (TA)

Il nous renseigne sur la teneur des hydroxydes alcalins et les carbonates (OH^- , CO_3^{2-}) présents dans l'eau.

Mode opératoire

- Introduire dans l'erlenmeyer 100ml d'échantillon (eau à analyser)
- Ajouter quelques gouttes de phénophtaléine

- ✓ Si aucune coloration rose n'est obtenue, considérer l'alcalinité titrable à pH8,3 comme nulle.
- ✓ Si une coloration rose est obtenue, titrer avec l'acide sulfurique $H_2SO_4(0,02N)$ jusqu'à la disparition de la couleur rose, puis noter la valeur de la chute de la burette

I.3.2.3. Titre alcalimétrique complexe (TAC)

Il exprime l'alcalinité totale de l'eau, il est utilisé pour mesurer le taux d'hydroxydes, de carbonates et de bicarbonates il est en degré français (°F)

Mode opératoire

- Introduire 100ml de l'échantillon (eau à analyser) dans un erlenmeyer
- Ajouter quelques gouttes de méthyle orange
- Titrer avec la solution $H_2SO_4(0,02N)$ jusqu'au virage de la couleur jaune orange
- Puis lire la chute de la burette.

I.3.2.4. Taux de Chlorures

Le taux de chlorure est la teneur des eaux en chlorures, ils sont dosés en milieu neutre, par une solution titrée de nitrates d'argent $AgNO_3(0,02N)$

Mode opératoire

- Verser 100ml de l'échantillon (eau à analyser) dans un erlenmeyer
- Ajouter 10 gouttes de l'indicateur coloré chromate de potassium $K_2Cr_2O_4$ qui a une coloration jaune
- Titrer avec une solution de nitrate d'argent 0,02N jusqu'à l'apparition de la coloration rouge brique

La concentration des ions de chlore est donnée par l'expression suivante :

$$Cl^- = \frac{(C_b - 0,4) \cdot N_{AgNO_3} \cdot M_{Cl^-} \cdot 1000}{V_e}$$

C_b : Chute de la burette (ml)

N_{AgNO_3} : Normalité de la solution nitrate d'argent

V_e = Volume de l'échantillon(ml)

M_{Cl^-} : Masse molaire de chlorure 35,453

I.3.2.5. Détermination du chlore libre

Le chlore présent dans l'échantillon sous forme d'acide hypochloreux ou d'ion hypochlorite réagit immédiatement avec 5N, N Diethyl p-phénylenediamine (DPD) pour former une coloration rouge proportionnelle à la concentration du chlore

Mode opératoire

- Préparer le témoin de 10ml d'eau de process plus l'échantillon à analyser (10ml d'eau de process plus une pastille de DPD) dans une cuve
- Placer dans l'appareil spectrophotomètre
- Le résultat s'affiche sur l'écran

I.3.2.6. Détermination de la Conductivité

Il s'agit de la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes avec un conductimètre

La conductivité s'effectue sous agitation magnétique. On remplit un bécher de 500ml d'échantillons à analyser puis placer la cellule au centre du bécher. Dans le cas contraire les parois du bêcheur peuvent perturber les lignes de courant et la précision de la mesure et on note la valeur affichée sur le conductimètre en $\mu\text{S}/\text{cm}$

I.3.2.7. Détermination de la turbidité

La turbidité est un indice de la présence de particules en suspension dans l'eau elle est déterminé à l'aide d'un spectrophomètre, cet appareil mesure la lumière dispersée par les particules en suspension avec in angle de 90° par rapport au faisceau de lumière incident

Mode opératoire

- Préparer le témoin (25ml d'eau distille dans une cuve)
- Placer la cuve dans l'appareil et fermer le couvercle puis appuyer sur le bouton zéro
- Préparer l'échantillon à analyser 25 ml d'eau de process dans une cuve
- Le résultat s'affiche sur l'écran de l'appareil (unité FAU)

I.4. Analyses microbiologique

Les analyses microbiologiques alimentaires effectuées (à partir d'échantillons) ont pour but de garantir une production saine. (**Arrêté du 9 mai 1995, VII, art. 17**). Les germes recherchés et dénombrés sont les coliformes totaux et fécaux ; les clostridium sulfite-réducteurs ; la flore totale et les salmonelles. (**Selon le manuel de la laiterie SOUMMAM**)

I.4.1. Recherche et dénombrement des coliformes: (Selon le manuel de la laiterie SOUMMAM).

Un nombre élevé de coliformes est un indicateur de contamination fécale, de conditions et de pratiques inappropriées d'hygiène au cours de la traite, de la transformation, du stockage et du transport des produits laitiers entre les points de fabrication et les points de vente (Benaouda et Bergaoui, 2012)

I.4.1.1. Coliformes totaux

Cette analyse est basée sur le développement des coliformes totaux sur une gélose VRBL à 30°C, en présence des sels biliaires et du lactose.

Les étapes à suivre (Selon le manuel de la laiterie SOUMMAM)

- Transférer à l'aide d'une pipette stérile, 1ml de l'échantillon dans une boîte de pétri.
- Couler environ 15ml de la gélose VRBL.
- Mélanger soigneusement l'inoculum au milieu de culture et laisser solidifier les boîtes en les posant sur une surface fraîche.
- Préparer également une boîte témoin avec environ 15ml du milieu de culture pour contrôler sa stérilité.
- Ajouter une 2ème couche environ 4 ml de milieu VRBL (pour l'anaérobiose).
- Incubation dans l'étuve réglée à 30°C pendant 24h.

I.4.1.2. Coliformes fécaux

Cette analyse est basée sur le développement des coliformes totaux sur une gélose VRBL à 44°C, par utilisation des sels biliaires et du lactose.

Les étapes à suivre (Selon le manuel de la laiterie SOUMMAM)

- Transférer à l'aide d'une pipette stérile, 1ml de l'échantillon dans une boîte de Pétri.
- Couler environ 15ml de la gélose VRBL.
- Mélanger soigneusement l'inoculum au milieu de culture et laisser solidifier les boîtes en les posant sur une surface fraîche.
- Préparer également une boîte témoin avec environ 15ml du milieu de culture pour contrôler sa stérilité.
- Ajouter une 2ème couche environ 4 ml de milieu VRBL (pour l'anaérobiose).
- Incubation dans l'étuve réglée à 44°C pendant 24h.

I.4.2. Démembrement des germes totaux : (Selon le manuel de laiterie SOUMMAM)

✓ Principe

Il est basé sur le dénombrement en aérobiose sur gélose PCA à 30°C

Mode opératoire

- Transférer à l'aide d'une pipette stérile, 1ml de la suspension mère ou la première dilution à ensemercer dans une boîte de pétri.
- Recommencer cette opération avec les dilutions suivantes, à l'aide d'une nouvelle pipette stérile
- Couler dans chaque boîte de pétri, environ 15ml de la gélose PCA 45°C.
- Mélanger l'inoculum avec le milieu de culture et laisser solidifier les boîtes en les posant sur une surface fraîche.
- Préparer également une boîte témoin avec environ 15ml du milieu de culture pour contrôler sa stérilité.
- Après solidification complète, couler à la surface du milieuensemencé, environ 4ml de la gélose PCA. Laisser solidifier.
- Retourner les boîtes ainsi préparées et les incuber dans l'étuve réglée à 30° pendant 72h.
- La lecture des résultats se fait après incubation en utilisant la formule suivante :

$$N = \frac{\sum C}{(n_1d_1 + n_2d_2).V}$$

C : Somme des colonies.

n₁ : nombre de boîte de la dilution d₁

n₂ : nombre de boîte de la dilution d₂

d : dilution correspondante.

I.4.3. Démembrement des clostridiiums sulfito-réducteurs

✓ Principe

Les Clostridiiums sulfito-réducteurs et Clostridie perfringens réduisent les sulfites en sulfures.

Les Clostridiiums sulfito-réducteurs (ou leurs spores) bactéries commensales de l'intestin ou saprophytes du sol ; sont utilisés comme test de contamination fécale éventuellement ancienne vu la résistance des spores à l'extérieur. (**Joffin, Joffin 1993**)

Les étapes à suivre (**Selon le manuel de la laiterie SOUMMAM**)

- Introduire dans un tube stérile 2ml de la solution mère (10^{-1}) (5 tubes chaque tube contient 2ml) à mettre au bain marie à 80°C pendant 10min, puis refroidir rapidement sous courant d'eau froide (choc thermique) dans le but d'éliminer les formes végétatives et de garder uniquement les forme sporulées.
- Ajouter pour chaque tubes 15ml de la gélose viande fois.
- Après solidification de la 1^{ère} couche on ajoute une 2^{ème} couche fine
- Incubation à 46°C pendant 48h

NB : cette analyse est effectuée seulement sur la poudre de lait

I.4.4. Démembrement des levures et moisissures : (Selon le manuel de la laiterie SOUMMAM)

Les levures et moisissures sont des agents importants de détérioration des aliments acides ou à faible activité d'eau. Les mycotoxines qu'ils excrètent, présentes dans les aliments, inspirent des préoccupations croissantes. Ces microorganismes sont souvent isolés et dénombrés sur des milieux acidifiés.

✓ Principe

Cette analyse est basée sur le dénombrement en anaérobiose sur gélose YGC à 25°C.

Les étapes à suivre (**Selon le manuel de la laiterie SOUMMAM**)

- Transférer à l'aide d'une pipette stérile 1ml de l'échantillon dans un milieu YGC
- Couler dans chaque boîte de pétri environ 15ml de la gélose YGC.
- Mélanger soigneusement l'inoculum au milieu de culture et laisser solidifier les boîtes on les posant sur une surface fraîche.
- Préparer également une boîte témoin avec environ 15ml du milieu de culture pour contrôler sa stérilité.
- incubation a 25°C pendant 5jours.

I.4.5. Recherche des salmonelles

Les salmonelles sont des bactéries à fort pouvoir pathogène. La présence d'une seule Salmonelle dans un produit conduit à son insalubrité.

La recherche et dénombrement des salmonelles s'effectuent en 3 étapes (**Selon le manuel de la laiterie SOUMMAM**).

a. Pré-enrichissement

- 25g de l'échantillon sont ajoutées à un flacon contenant dans 250ml d'eau physiologique peptoné, (EP milieu d'enrichissement).
- L'incubation se fait à 37 °C pendant 24.

b. Enrichissement

- À partir du milieu de pré-enrichissement, prélever un volume de 0,1 ml dans un flacon stérile contenant 10ml du bouillon Muller Kauffman
- incuber le flacon à 37°C pendant 24 heures.

c. Isolement

- À partir de la culture obtenus dans le bouillon Muller Kauffmann, ensemer en strie avec une pipette pasteur la surface d'une boîte de pétri du premier milieu d'isolement sélectif BPLS
- Opérer de la même manière avec le deuxième milieu d'isolement sélectif Hektoen, en se servant d'une nouvelle pipette pasteur et de boîte de pétri
- Incubation des deux à 37°C pendant 24 heures.

I.4.6. Recherche et dénombrement des spores totales (ST) et spores thermorésistantes thermophiles (STT) (Selon le manuel de la laiterie SOUMMAM)

- A partir de la suspension mère (1g/9ml de la solution Ringer) deux série de dilutions (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) ont été préparé. Ces dernière ont subi un traitement thermique de 80°C/10min pour la série (ST) et de 100°C/30min pour la deuxième (STT)
- Ensemer 1ml de chaque dilution des deux séries dans une gélose PCA
- Incubation des boîtes de la série (ST) à 37°C pendant 48h et celles de la série (STT) à 55°C pendant 5 jours.

I.4.7. Recherche des germes acidifiants : (Selon le manuel de la laiterie SOUMMAM)

Les acidifiants alimentaires accroissent l'acidité et confèrent un goût acide aux aliments, également appelés régulateurs alimentaires de pH, ils permettent de contrôler l'acidité d'une denrée alimentaire.

NB: Cette analyse effectuée juste pour le sucre

- Peser une masse de 40g de sucre ajouté 200ml de l'eau distillée dans un flacon stérile de 250ml (solution mère).
- Mélanger jusqu'à ce que le produit devienne complètement dissout.
- Ensemencer 10ml de la solution mère dans 100ml de gélose au BCP.
- Repartir le contenu du flacon sur 5 boîtes de Pétri.
- Incubation à 37°C pendant 5 jours.

I.4.8. Dénombrement des Bifidobacteries : (Selon le manuel de la laiterie SOUMMAM).

- Introduire aseptiquement dans un flacon stérile en verre 10 g de produit, ajuster avec le liquide TSE (tripepton sel eau) jusqu'à 100 ml. (comme solution mère (10^{-1})) effectuer des dilutions de (10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}) dans le milieu TSE (tri peptone sel eau).
 - Transférer 1ml à l'aide d'une pipette stérile à raison de 2 boîtes de pétri pour chaque dilution.
- Couler dans chaque boîte de pétri environ 15ml de milieu TOS propionate.
 - laisser solidifier les boîtes on les posant sur une surface fraîche.
- Préparer également une boîte témoin avec environ 15ml du milieu de culture pour contrôler sa stérilité.
- Ajouter une 2ème couche superficielle de TOS propionate, afin d'obtenir des conditions de semi anaérobiose.
- Mettre les boîtes de Pétri dans une jarre d'anaérobiose à laquelle on a ajouté le réactif d'anaérobiose (Anaerocult A).
- Incuber la jarre à 37°C pendant 72 heures.

I.4.9. Dénombrement des deux bactéries lactiques : (Selon le manuel de la laiterie SOUMMAM)

- Pendant cette étape, il est important d'obtenir non seulement une dilution homogène , mais aussi une fragmentation des chaînes de streptocoques et de lactobacilles en cellules isolées ou en chaînes courtes ,de sorte que les résultats exprimés en nombre totale de microorganismes vivants par gamme de produit soient reproductibles et représentatifs.
- Mélanger soigneusement le contenu du pot de yaourt.
- Ajouter 90 ml de diluant à la prise d'essai 10g et homogénéiser. Une dilution (10^{-1}) est ainsi obtenue.
- Préparer des dilutions.
- Ensemencer pour *S.thermophilus*, les dilutions (10^{-8} , 10^{-9} , 10^{-10}) à j+1 et les dilutions (10^{-6} 10^{-7} 10^{-8})à DLC, transférer aseptiquement 1ml a l'aide d'une pipette stérile à raison de 2 boîtes de pétri pour chaque dilution.
- Ensemencer pour *L. bulgares*, les dilutions (10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6}) à j+1 et les dilutions (10^{-3} 10^{-4} 10^{-5}) à DLC, transférer aseptiquement 1ml a l'aide d'une pipette stérile à raison de 2 boîtes de pétri pour chaque dilution.
- Couler pour *S.thermophilus* 15 ml de milieu M17, fondu et maintenu à 45°C dans chaque boîte de pétri.
- Couler pour *L. bulgaricus* 15 ml de milieu MRS, fondu et maintenu à 45°C dans chaque boîte de pétri.
- Mélanger soigneusement l'inoculum au milieu de culture et laisser solidifier les boîtes on les posant sur une surface fraîche.

I.5. Analyses sensorielles

L'analyse sensorielle consiste à étudier d'une manière ordonnée et structurée les propriétés d'un produit afin de pouvoir le décrire, de le classer ou de l'améliorer d'une façon extrêmement objective et rigoureuse (**Tariket, 2016**).

L'évaluation sensorielle peut être un test de préférence ou un test d'acceptabilité. Le test de préférence consiste à comparer deux ou plusieurs produits pour n'en choisir qu'un ou pour les ordonner selon la préférence du sujet. Alors que le test d'acceptabilité consiste à accorder une note sur une échelle à chacun des produits de l'étude (**Schlich et al., 2010**).

Durant cette évaluation, trois échantillons codés A, B, C ont été présentés pour chaque dégustateur à savoir :

A : 35% de flocons d'avoine, 5% de sucre et sans arôme,

B : 40% de flocons d'avoine, sans sucre et 0,1% d'arôme,

C : 40 % de flocons d'avoine, 10%de sucre et 0,05% d'arôme.

Cette évaluation a été effectuée en deux phases: une analyse hédonique et une analyse sensorielle.



PARTIE PRATIQUE



**RESULTATS ET
DISCUSSION**

II. Résultats et discussions

II.1. Analyses physico-chimiques

II .1.1. Eau de process

Les résultats des analyses physicochimiques de l'eau de process sont illustrés dans le tableau ci-dessous

Tableau IV: Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau de process

Paramètres	Résultats	Normes
pH	7.65	6.5 à 8,5
Conductivité us/cm	702	< 800
TA (°F)	0	0
TAC (°F)	22.8	< 30
TH (°F)	11.9	10 à 15
Cl^- (mg/l)	128.6	< 250
Cl_2 (mg/l)	0.30	0.20 - 0.30
Turbidité	0	0

L'eau analysée est caractérisée par un pH neutre qui est de 7.65, ce résultat est conforme aux normes établies par JORA (1998), ce qui donne une bonne neutralité à l'eau de process à température ambiante.

Le Titre Alcalimétrique et le Titre Alcalimétrique Complet sont de 0°F et 22.8 °F respectivement, donc ils sont conformes aux valeurs exigées par JORA et l'entreprise, cela est expliqué par le fait que cette eau est une eau naturelle de bonne qualité.

Pour le Titre Hydrométrique, la valeur trouvée est de 11.9°F, qui est conforme aux normes, cela s'explique par l'efficacité de l'adoucissement.

La turbidité, la valeur trouvée est de 0 qui est conforme à la norme exigée par l'entreprise, La turbidité est due à la présence dans l'eau des particules en suspension minérales ou organiques, vivantes ou détritiques.

Les résultats obtenus témoignent de l'efficacité des traitements appliqués pour avoir une bonne qualité physico-chimique de l'eau et conforme à la norme exigée par l'entreprise.

II .1.2. Matières premières

Les valeurs obtenues sont présentées dans le tableau suivant

Tableau V: Résultats d'analyses physico-chimiques obtenus pour les matières premières

Paramètres	Poudre de lait (26°C MG)		Lait cru		sucre	
	Résultat	norme	Résultat	norme	Résultat	norme
pH	6,68	6.5 à 6.7	6.7	6.6 à 6.8	-	-
Acidité titrable	13	12-17°D	17.1	18°D	-	-
MG	28%	26%	3.75	3.3%	-	-
Humidité	2,72%	<5%	-	-	0.87%	0.1%
EST	-	-	12.43	12 à 13%	-	-
Masse volumique	0,62	0,55-0,80	-	-	-	-
Matière protéique (MP)	25,1%	24,5 à 26%	3.19	3 à 3.5	-	-
Test d'ébullition	-	-	Stable	Stable		

Les résultats concernant les analyses physicochimiques (Tableau V) effectuées sur la poudre de lait répondent parfaitement aux normes.

Le pH et l'acidité de la poudre de lait sont conformes aux normes, ce qui indique la fraîcheur de la poudre utilisée pour la fabrication du yaourt.

La composition en matière grasse est de 28%, est légèrement élevé comparativement à la norme, mais cette élévation reste négligeable.

La composition en matière protéique est de 25,1% est dans les normes exigées.

L'humidité de la poudre de lait est de 2.72% ce qui empêche le développement des microorganismes.

Les résultats d'analyses physico-chimiques obtenu pour le lait cru par l'appareille FT120 (MilkoScan) sont conformes aux normes.

Le résultat de l'humidité du sucre blanc utilisé est s'accorde bien avec ceux cités par l'entreprise.

II.1.3. Préparation des flocons d'avoine et produit fini

Les valeurs obtenues sont présentées dans le tableau suivant

Tableau VI: Analyses physico-chimiques de la préparation de flocon d'avoines et le produit fini

Paramètres	Résultats		Résultats		
	Préparation d'avoine	norme	Base lactée	Produit fini	norme
Poids	-	-	-	105,76	103,5 à 105,5
pH	6,46		4.39	4 .32	4.3 à 4.8
Acidité titrable	-	-	83	78°D	70 à 85
MG	-	-	3	2.8%	2.6 à 2.8
EST	-	-	15.9	23.66%	22.3 à 24.3
Brix	23	-		23	-
viscosité	5,3	4 à 7	-	-	-

Le pH et l'acidité titrable sont de 4.39 et de 4 .32 respectivement, donc ils sont conformes aux valeurs exigées par JORA et l'entreprise.

Le taux de matière grasse est de 3% pour la base lactée (légèrement élevé) comparativement à la norme et cela peut être due à la poudre de lait utilisée et pour le produit fini comporte 2.8% de matière grasse qui est conforme à la norme exigée par l'entreprise.

D'après les résultats de L'extrait sec total obtenus, Le yaourt élaboré est conforme aux normes de la laiterie Soummam.

L'échelle de Brix sert à mesurer en degrés Brix (°B ou °Bx) la fraction de saccharose dans un liquide, c'est-à-dire le pourcentage de matière sèche soluble. Plus le °Brix est élevé, plus l'échantillon est sucré. La teneur en sucre du yaourt est mesurée en Brix. L'ajout de fruits augmente la teneur en glucide d'un yaourt (**Gomez et al., 2002**).

Les yaourts aux flocons d'avoines possèdent une valeur Brix plus élevée que la base lacté. La préparation aux flocons d'avoine utilisée pour enrichir le yaourt à une valeur Brix de 20%.

Le yaourt élaboré présente un Brix de 23°B, ce qui est conforme aux normes de la laiterie Soummam.

Les résultats d'analyses physico-chimiques obtenus pour la préparation d'avoine sont conformes aux normes des préparations aux fruits utilisés dans l'entreprise.

Les résultats d'analyses physico-chimiques obtenus pour la base lactée et le produit fini sont conformes.

II.2. Analyses microbiologiques

II.2.1. Eau de process

Les résultats des analyses physicochimiques de l'eau de process sont illustrés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VII: Résultats d'analyses microbiologique de l'eau de process

Germes recherchés	Résultats	Normes (JORA N°35,1998)
Coliformes totaux	Absence	Absence / 100 ml
Coliformes fécaux	Absence	Absence / 100 ml
Pseudomonas	Absence	Absence
Streptocoque fécaux	Absence	Absence
Germes aérobies (22°C)	Absence	10 ²
Germes aérobies (37°C)	Absence	<20
Levures et moisissures	Absence	Absence
Clostridium sulfito-réducteur	Absence	Absence

D'après les résultats obtenus, et après les avoir comparé aux normes (JORA, 1998), on peut conclure que l'eau de processus utilisée pour la formulation de produit fini, répond aux normes.

II.2.2. Poudre de lait

Le tableau suivant illustre les résultats d'analyse microbiologiques de la poudre de lait

Tableau VIII: Résultats d'analyses microbiologique de la poudre de lait

Germes recherchés	La poudre de lait (26%)	Normes (JORA N°35, 1998)
Germes totaux	2 × 10 ²	≤ 2. 10 ⁵
Clostridium sulfito-réducteur	Absence	Absence
Coliformes (totaux-fécaux)	Absence	Absence
Salmonella	Absence	Absence dans 25 g 2017
Spores totales ST	1,6 × 10 ²	10 ³
Spores thermophiles thermorésistantes STT	Absence	10 ²
Test de fermentation	positif	Positif

Les analyses microbiologiques sur la poudre de lait au niveau de la laiterie SOUMMAM montrent que la poudre de lait présente une flore totale assez réduite par rapport aux normes fixées par la législation nationale du Journal officiel de la République Algérienne.

En ce qui concerne la présence d'une charge de 2×10^2 des germes totaux et de $1,6 \times 10^2$ des Spores totales, cela n'aura aucune conséquence sur le produit fini, car il subira un traitement thermique lors du processus de fabrication, ce qui éliminera les germes présents (Renzo, 1998).

Concernant les autres germes, on constate une absence totale des coliformes et de clostridium sulfito-réducteur, ce qui indique que notre poudre de lait est de bonne qualité microbiologique et que les conditions de transport, de conservation et de stockage sont satisfaisantes. Le conditionnement dans des sacs de 25kg, constitué d'une partie en polyéthylène et d'une partie externe faite d'un doublet en papier garantie l'innocuité de la matière première lors du transport et entreposage.

II.2.3. Lait cru

Les résultats des analyses microbiologiques du lait cru sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau IX: Résultats d'analyses microbiologique du lait cru

Germes recherchés	Résultats	Normes
Germes totaux	10^5	3.10^5
Coliformes totaux	47.10^5	5.10^3
Coliformes fécaux	39.10^3	5.10^3
Clostridium sulfito-réducteurs	Absence	Absence
ATB	Absence	Absence

Les analyses microbiologiques du lait cru montrent la présence d'une flore totale assez réduite par rapport aux normes fixées par la législation nationale du Journal officiel de la République Algérienne.

Les résultats obtenus pour le lait cru suggèrent que les conditions de collecte du lait ont été respectées.

II.2.4. Sucre

Les résultats des analyses effectuées sur le sucre sont présentés comme suit dans le tableau suivant :

Tableau X: Résultats d'analyses microbiologique du sucre

Germes recherchés	Résultats	Normes (JORA, 1998)
Germes totaux	Absence	20 germes / g
Germes acidifiants	Absence	05 germes / g
Clostridium sulfito-réducteurs	Absence	Absence / g
Levures et moisissures	Absence	01 germe / g

Les résultats microbiologiques présentés dans le tableau X montrent l'absence totale des germes saprophytes ou pathogènes. On peut conclure que le sucre entrant dans la fabrication du yaourt répond aux normes indiquées dans le JORA (**JORA, 1998**).

La qualité microbiologique et les conditions de transport, de conservation et de stockages tels que : la température, l'aération, l'humidité sont satisfaisantes.

II.2.5. Produit semi-fini

Tableau XI: Résultats d'analyses microbiologique de produit semi-fini

Prélèvement au niveau Germes recherchés	Pasteurisateur	Cuve de stockage	Pompe de tirage	Entré réchauffeur	Sortie réchauffeur
Coliformes totaux	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Coliformes fécaux	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Levures et moisissures	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence

II.2.6. Flocons d'avoine

L'analyse microbiologique a été effectuée sur les flocons d'avoines pour vérifier sa conformité du point de vue propriété hygiénique avant son introduction dans le yaourt.

Tableau XII: Résultats d'analyses microbiologique de flocons d'avoines

Germes recherchés	flocons d'avoine	Limites microbiologiques (ufc/g) JORA 2017	
Clostridium sulfito -réducteur	Absence	10 ²	10 ³
Levures et moisissures	Absence	10 ³	10 ⁴

Les résultats des analyses microbiologiques de flocons d'avoines indiquent une absence totale anaérobies Sulfito-réducteurs et des levures et moisissures.

Ces résultats sont dus au fait que le flocon d'avoine utilise a subit des traitements avant son arrivée au niveau des supermarchés et sa commercialisation.

II.2.6. Produit fini

Pour le produit fini nous avons réalisé deux types d'analyse microbiologique, la première a pour but de s'assurer de l'innocuité du produit fini et a seconde s'agit d'un suivi de la flore du yaourt

Les résultats sont présenté dans les tableaux XIII et XIV respectivement

Tableau XIII: Résultats d'analyses microbiologique de produit fini

Germes recherchés	Résultats	normes (JORA, 1998)
Coliformes totaux 30C	Absence	<10
Coliformes fécaux 44C	Absence	1
Levures et moisissures	Absence	Absence

Les résultats des analyses microbiologiques des produits semi-finis et le produit fini à T=6°C montrent l'absence totale des germes pathogènes ou d'altérations recherchées: Coliformes fécaux, Coliformes totaux, levure et moisissures pendant toute la période de stockage, et les résultats restent conformes en comparaison avec les normes de l'entreprise et aux normes du **JORA (1998)**.

Nous constatons que le produit analysé ne présente aucun risque pour la santé du consommateur, car il ne contient aucune bactérie pathogène responsable d'intoxication et cela même après avoir dépassé la DLC (Date Limite de la consommation). Nos résultats sont conformes aux normes du **JORA (1998)**.

Tableau XIV: Résultats d'analyses microbiologique de la flore lactique et les bifidobactéries en comparaison avec un yaourt acti+ brassé

Germes recherchés	Jour+1		Jour+10		Jour+20		Jour+30	
	résultats	norme	Résultats	norme	résultats	norme	résultats	norme
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	8.8× 10 ⁴	9.5× 10⁴	9.3×10 ³	3.5×10⁴	1.5×10 ²	2.45×10²	10 ²	1,75×10²
<i>Streptococcus thermophilus</i>	2.3× 10 ⁹	2.28× 10⁹	1.25×10 ⁹	1.3×10⁹	3.96×10 ⁸	1.05×10⁹	1,75×10 ⁸	1.2×10⁹
<i>Bifidobacterium sp.</i>	1.68× 10 ⁶	2,50×10⁶	3.16×10 ⁷	5,00×10⁷	2.14×10 ⁷	3,00×10⁷	1,4×10 ⁷	2,5×10⁷

Le suivi de la flore lactique montre une diminution des lactobacilles après 20 jours, alors que les streptocoques et les bifidobactéries gardent un taux assez proche de la norme exigée par la laiterie Soummam.

Dans la présente étude deux types d'analyses sont réalisées ; une étude sensorielle réalisée par un jury d'experts de l'entreprise Soummam (20 personnes) et une analyse hédonique à l'université de Bejaia réalisée sur des consommateurs naïfs (130 personnes).

II.3. Analyses sensorielles

L'évaluation de la qualité sensorielle est largement utilisée par les industriels de l'agroalimentaire, afin d'arriver à conquérir de bonnes impressions auprès des consommateurs. Une des caractéristiques sensorielles des yaourts aux fruits les plus recherchées par les consommateurs est que le produit doit être rafraîchissant, sans arrière-goût désagréable, apporter une acidité agréable, avoir un bon équilibre gustatif et un moelleux perceptible.

Le but de cette partie du travail est d'établir les caractéristiques organoleptiques du yaourt brassé préparé au flocon d'avoine, et d'évaluer les préférences des consommateurs et leur acceptation du yaourt préparé. Les résultats de l'analyse sensorielle du yaourt sont présentés ci-dessous.

II.3.1. Test du plan d'expérience

La planification expérimentale est une étape fondamentale pour s'assurer que les données collectées seront exploitables dans les meilleures conditions statistiques possibles. L'objectif de ce test est de créer un plan d'expériences optimal, dans le cadre d'expériences visant à modéliser les préférences d'un ensemble de consommateurs ou d'experts pour différents produits. (Perinel et Pages, 2004)

Avant d'effectuer les différents tests sur XL-STAT, un plan d'expérience a été réalisé.

Une fois les données (des jurys experts et des consommateurs naïfs) sont rapportés sur ce logiciel, la procédure de génération d'un plan d'expérience est lancée.

Après la génération du plan d'expérience de l'analyse sensorielle, nous remarquons que les valeurs des deux critères A- Efficacité et D- Efficacité sont affichées (tableau XV), cela implique qu'un plan optimal pour les résultats des membres de panels expert a été trouvé. Les données obtenues sont acceptables; ce qui valide les autres tests du logiciel XLSTAT.

Tableau XV : Évaluation du plan d'expérience

A-Efficacité	1,000
D-Efficacité	1,000

II.3.2. Caractérisation des produits

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

II.3.2.1. Pouvoir discriminant par descripteur

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

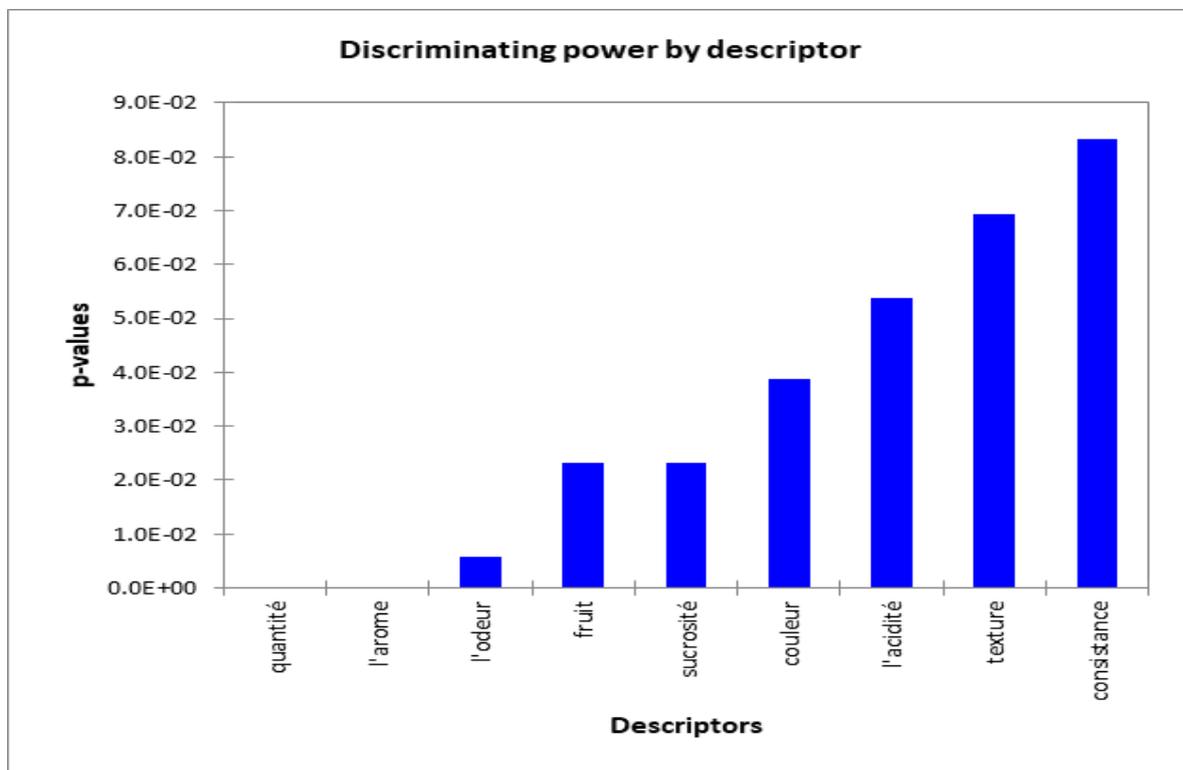


Figure 09 : pouvoir discriminant par le descripteur

L'histogramme de la figure 9 rassemble les descripteurs ordonnés du plus discriminant au moins discriminant pour les trois yaourts préparés.

Elle montre clairement que la quantité, et 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 descripteurs pour les trois échantillons, et c'était des facteurs tranchant dans leurs choix de produit préféré.

L'odeur a un pouvoir discriminant moins fort que le reste, ce qui s'explique par l'existence de mineures différences entre les produits.

Les descripteurs fruit et sucrosité ont un pouvoir moyennement discriminant.

Cependant la texture et la consistance ne sont pas discriminantes. Ce qui explique que les experts n'ont pas constaté de différences entre les trois échantillons au niveau de ces descripteurs.

II.3.2.2.Coefficient des modèles

Ce test propose différents modèles afin de déterminer si les notes attribuées par les juges sont significativement différentes ou non, le but est pour chaque combinaison de descripteur–produit de traiter le coefficient, la moyenne estimée, la p-value ainsi qu'un intervalle de confiance pour le coefficient du modèle.

L'intérêt de ce dernier est d'évaluer la performance globale du panel expert selon trois facteurs (produit, juge et répétition) pour chaque descripteur

Les coefficients du modèle sont sélectionnés pour chaque descripteur et pour chaque produit.

La couleur bleue représente les caractéristiques dont le coefficient significativement positif, la couleur blanche non significatif, et la couleur rouge celui dont le coefficient est significativement négatif. L'analyse de chaque graphique permet de définir chaque produit.

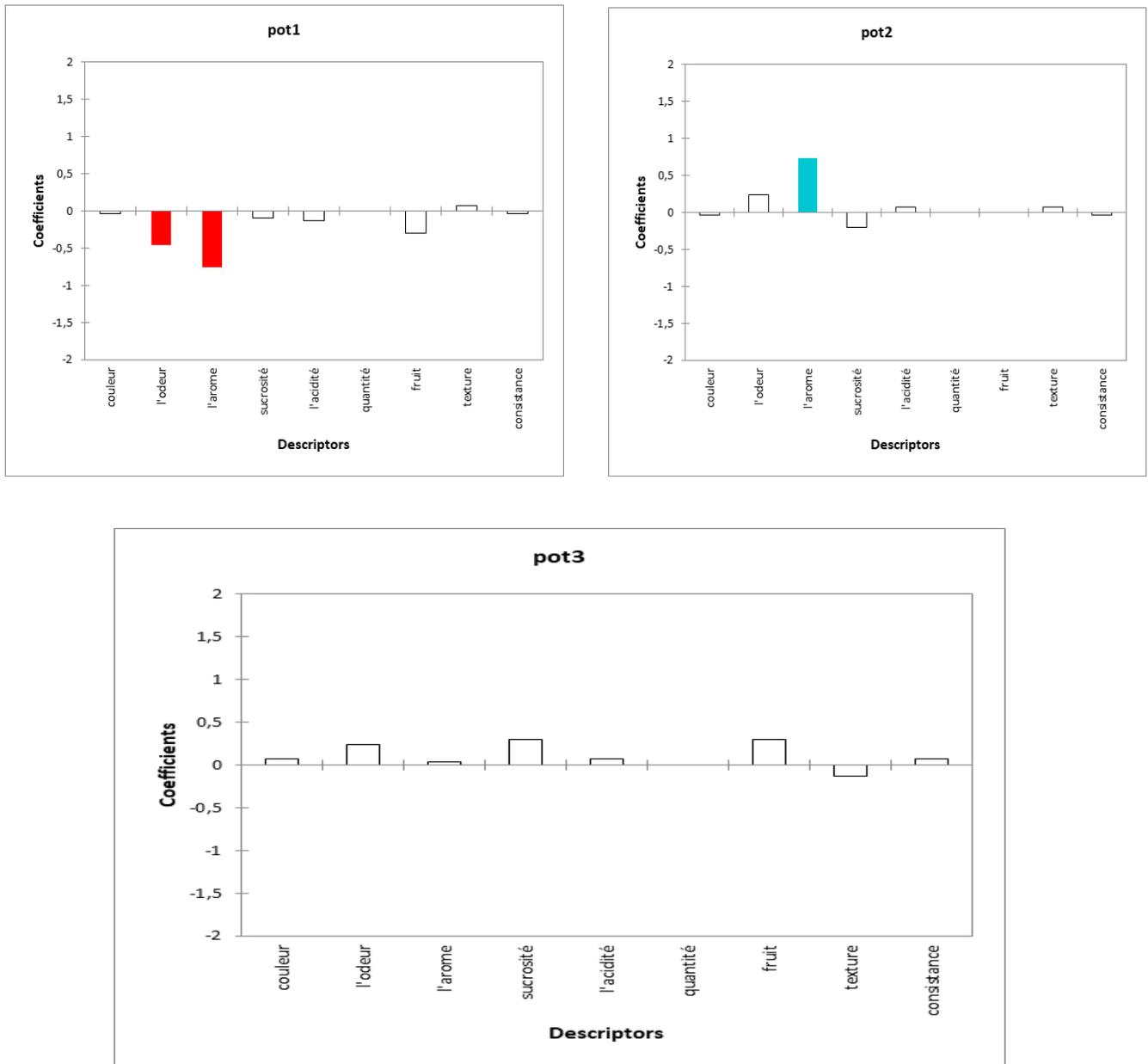


Figure 10: Coefficients des modèles des échantillons de yaourt

Les graphes présentés sur la figure 10 permettent de définir l'appréciation ou non appréciation des descripteurs des 03 échantillons de yaourt A, B et C par les jurys expert et les résultats sont notés comme suit :

- Bleu : les coefficients dont les caractéristiques sont significativement positifs (apprécié).
- Rouge : les coefficients dont les caractéristiques sont significativement négatifs (non apprécié).
- Blanc : les coefficients dont les caractéristiques ne sont pas significatives (non détecter).

- ❖ L'échantillon A : les caractéristiques : odeur et arôme sont en rouge, tandis que la couleur, la texture, le sucre, fruit, l'acidité et la consistance sont en blanc. Ceci implique que le yaourt A est caractérisé par une odeur un et arôme très faible.
- ❖ L'échantillon B : les caractères : odeur sucrosité, acidité, texture consistance sont en blanc, tandis que l'arôme est en bleu ce qui implique que le yaourt B est caractérisé par un arôme fortement intense.
- ❖ L'échantillon C : la couleur, l'odeur, l'arôme, la sucrosité, l'acidité, le fruit, la texture et la consistance sont en blanc ce qui démontre que les caractéristiques du yaourt C ne sont pas significatives.

II.3.2.3. Moyennes ajustée par produit

Ce test a pour objectif de définir les moyennes ajustées calculées à partir du modèle pour chaque combinaison descripteur-produit

Tableau XVI: Moyennes ajustées par produit.

	Fruit	consistance	couleur	sucrosité	L'odeur	L'acidité	L'arome	quantité	texture
Pot3	4,100	3,200	1,200	2,800	2,700	2,600	2,900	3,200	3,000
Pot2	3,800	3,100	1,100	2,300	2,700	2,600	3,600	3,200	3,200
Pot1	3,500	3,100	1,100	2,400	2,000	2,400	2,100	3,200	3,200

Les résultats des moyennes ajustées par produit sont illustrés dans le tableau IX. Les cellules présentés en blanc sont proches de la moyenne globale, celles en bleu sont les moyennes qui sont significativement plus grandes que la moyenne globale, et en rouge celles qui sont significativement plus petites que la moyenne globale.

II.3.3. Préférence MAPPING (Cartographie des préférences)

Cette méthode permet de relier les préférences exprimées par les experts aux caractéristiques physico-chimiques, sensorielles ou économiques des produits.

La préférence MAPPING permet de visualiser sur une même représentation graphique (en deux ou trois dimensions) d'une part des objets, et d'autre part des indications montrant le niveau de préférence de ces experts en certains points de l'espace de représentation.

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

- a. Une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH),
- b. Une analyse en Composante Principale (ACP).

II.3.4. Analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse en composantes principales (ACP) est une technique d'analyse des données qui permet, à partir de n variables continues initiales, de construire d'autres variables appelées composantes principales qui sont des combinaisons linéaires des variables initiales, et qui présentent d'intéressantes caractéristiques, la carte ACP permet de représenter les corrélations entre les variables et les facteurs par l'ACP (Tufféry., 2005).

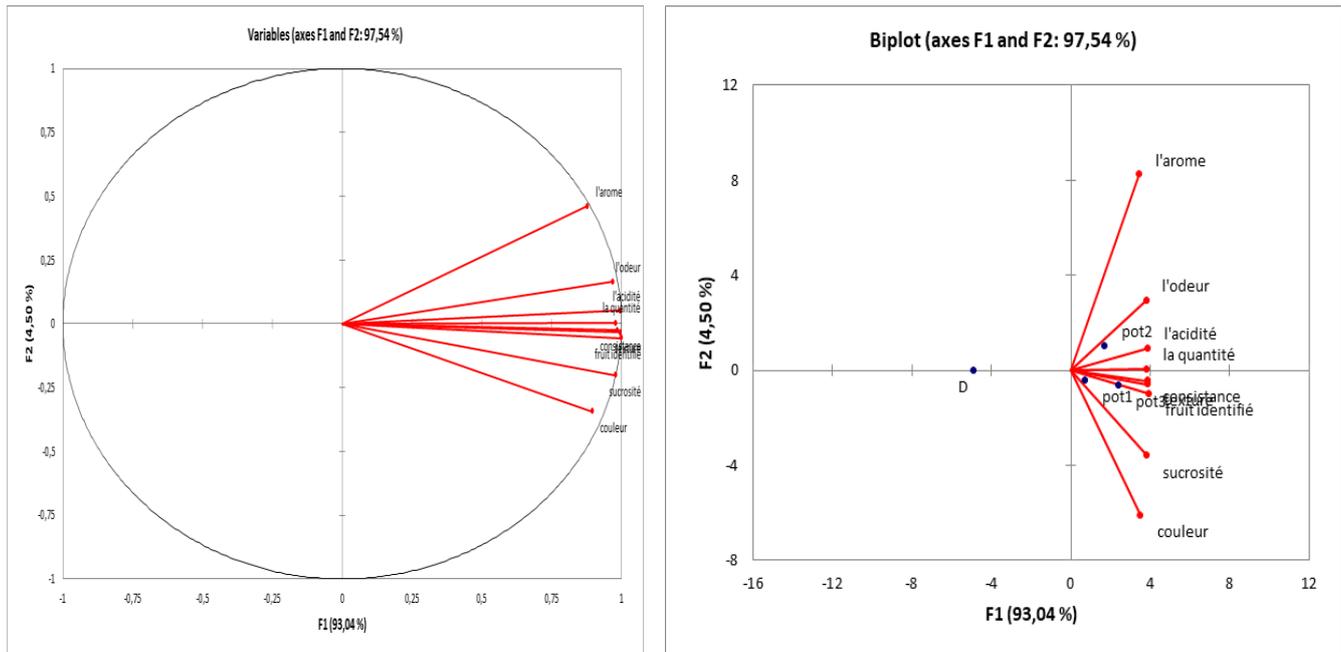


Figure 11: Corrélations entre les variables et les facteurs.

La figure 11 montre le rapprochement des trois produits A, B et C que les experts ont observé, une divergence entre les trois produits avec un niveau de viabilité est de 97,54% (F1, F2=93,04% ; 4,50%). Cela permet de constater que les experts ont aperçu une légère différence entre les produits A, B et C.

II.3.5. Analyse hédonique

II.3.5.1. Classification ascendante hiérarchique (CAH)

La classification ascendante hiérarchique est utilisée pour constituer des groupes homogènes d'objets (classe) sur la base de leur description par un ensemble de variables, ou à partir d'une matrice décrivant la similarité ou la non similarité entre les objets (Everitt et al., 2001)

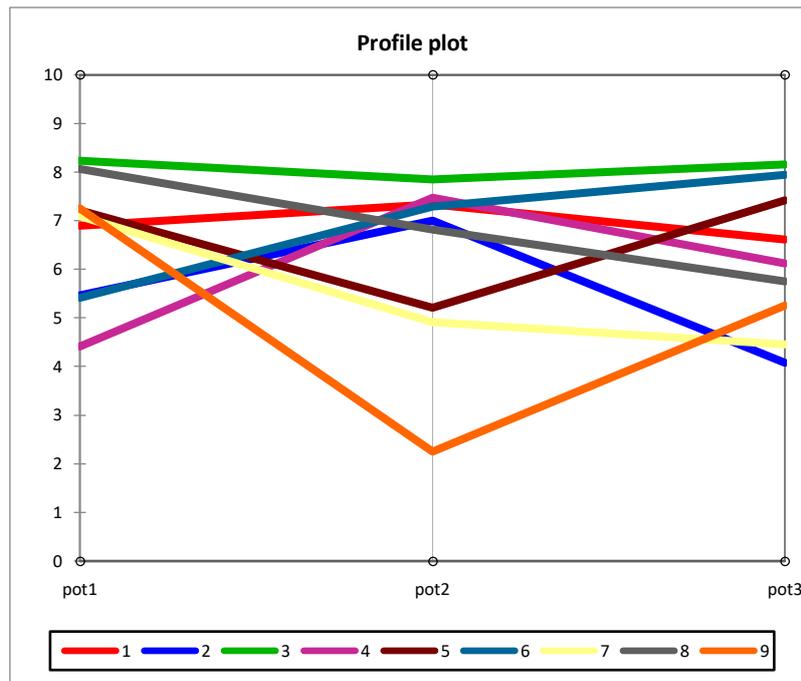


Figure 12: Profil des différentes classes créées.

L'application de l'analyse des données CAH génère plusieurs tableaux et graphes. Le graphe du profil des classes permet de comparer visuellement les moyennes des différentes classes créées. La figure 12 montre qu'il existe neuf classes de consommateurs selon leurs préférences.

Les classes suivantes : 3^{ème}, 7^{ème}, 8^{ème} et 9^{ème} classe, montre une préférence remarquable pour le yaourt A

Les classes suivantes : 1^{ère}, 2^{ème} et 4^{ème} classe, montre une préférence pour le yaourt B

Les classes suivantes : 5^{ème} et 6^{ème} classe, montre une préférence pour le yaourt C.

II.3.6. Cartographie externe de préférence (PREFMAP)

- **Mapping des préférences**

Le tableau XVII montre le pourcentage des juges satisfaits pour chaque produit.

Tableau XVII: Pourcentage de juges satisfaits pour chaque objet.

Object	%
A	89%
B	89%
C	100%

Le tableau XVII montre clairement que le yaourt A a été apprécié avec un pourcentage de satisfaction le plus élevé de 100%, suivie d yaourt B et C qui sont appréciés avec un pourcentage équivalent de 89%

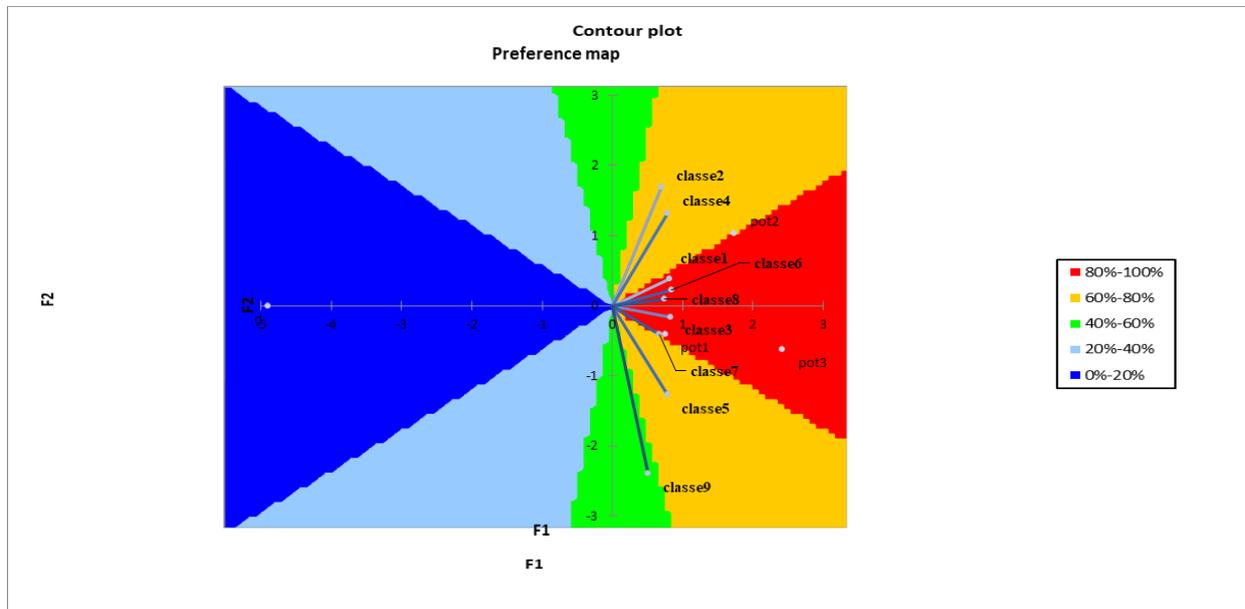


Figure 13 : courbe de niveau et carte des préférences.

Le graphique des courbes de niveau permet de visualiser le pourcentage de groupes donnent une préférence supérieure à la moyenne en un point donné de la carte des préférences. D'après les résultats obtenus, le pourcentage d'appréciation des yaourts A, B et yaourts C est entre 80 et 100%.

La superposition de la courbe de niveau et carte des préférences montre que le produit A est apprécié surtout par les classes 7, le produit B par les classes 1 et 4 et le produit C par la classe 3.



CONCLUSION
et
PERSPECTIVES

Conclusion et perspectives

La recherche de nouveaux produits alimentaires est en perpétuelle évolution vu l'exigence et la demande élevée du consommateur, c'est dans cette perspective que nous avons proposé l'élaboration d'un yaourt aux bifidobactéries et aux flocons d'avoine

Les résultats physico-chimiques et microbiologiques montrent que le yaourt élaboré est conforme aux normes du JORA

L'analyse sensorielle, montre que l'incorporation des flocons d'avoine dans le yaourt au bifidobactéries semble ne pas affecter les qualités organoleptiques du yaourt et montre que le produit élaboré est apprécié par le panel dégustateur. Cette analyse montre que le yaourt le plus apprécié est C avec un pourcentage de 100% suivie du yaourt A et B qui sont appréciés avec le même pourcentage 89%.

La flore bactérienne (ferments lactiques et bifidobactéries) ne semble pas non plus être affectée par l'incorporation des flocons d'avoine, le dénombrement de celle-ci montre qu'elle répond aux normes du JORA

Comme perspective à ce travail, il serait intéressant de faire une étude *in vivo* chez les souris ou les rats pour évaluer l'impact de la consommation de ce yaourt sur le transit gastro-intestinal et l'évolution du microbiote intestinal.

Références bibliographiques

A

Alain R., (2009). L'avoine fleurie.

Amal, A., Eman, A., & Nahla, S. Z. (2016). Fruit flavored yogurt: Chemical, functional and rheological properties. *International Journal of Environmental and Agriculture Research*, 2(5), 57-66.

Amna, M., Abbas, N., & Gilani, A. H. (2008). Quality of Stirred Buffalo Milk Yogurt Blended With Apple and Banana Fruits. *Journal Agriculture Science*, 45(2), 275–279.

Anne Fernandez, M., Picard-Deland, É., Daniel, N., & Marette, A. (2017). Yaourt et santé : revue des données récentes. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 52, S48–S57.
[https://doi.org/10.1016/S0007-9960\(17\)30198-0](https://doi.org/10.1016/S0007-9960(17)30198-0)

Annet. S., 2016. Le stockage des céréales à la ferme Namur. Biowallonie. Itinéraires BIO Le magazine de tous les acteurs du bio ! Ed. resp. Philippe Grognon - Avenue Comte de Smet de Nayer 14, 5000 Namur.

Aymard, P. (2010). Amélioration nutritionnelle des produits céréaliers par les fibres: un challenge technologique. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 45(5), 246-254.
<https://doi.org/10.1016/j.cnd.2010.04.007>

B

Baik B.K., Ullrich S.E. (2008). Barley for food: characteristics, improvement, and renewed interest. *Journal of Cereal Science* 48: 233-242

Baublis, A.; Decker, E. A.; Clydesdale, F. M. Antioxidant effects of aqueous extracts from wheat based ready to eat breakfast cereals. *food chem.* 68, 1-6 (2000) .

Belletti, N., Gatti, M., Bottari, B., Neviani, E., Tabanelli, G., & Gardini, F. (2009). The size of native milk fat globules affects physico-chemical and sensory properties. *Journal of Food Protection*, 72(10), 2162–2169. <https://doi.org/10.1051/lait>

Ben Halima, N. (2019). New insights into phospholipases in oat (*Avena sativa*) from bioinformatic analysis. *International Journal of Biological Macromolecules*, 133, 804–810.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.04.161>

Biel W., Bobko K., Maciorowski R. (2009) Chemical composition and nutritive value of husked and naked oats grain.

Boffetta, P.;Thies, F.; Kris-Etherthon, P (2004). Epidemiological studies of oats consumption and risk of cancer and overall mortality. *Br. J. Nutr.* 112, S14-S18 (2014)
Journal of Cereal Science, 49, 413–418

Bremness. L., (1999). Les plantes aromatiques et médicinales (le guide visuel de plus de 700 espèces végétales à travers le monde). Page : 37-90,119-288.

BRULE G., (2003). Progrès technologiques au sein des industries alimentaires impact sur la qualité des produits –La filière laitière. Rapport commun de l'Académie des technologies et de l'Académie d'Agriculture de France 8 .24 .

C

Čakmakči, S., Četin, B., Turgut, T., Gürses, M., & Erdoğan, A. (2012). Probiotic properties, sensory qualities, and storage stability of probiotic banana yogurts. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 36(3), 232–237. <https://doi.org/10.3906/vet-1007-2>

Chu Y.-F. (2014) Oats Nutrition and Technology. Oxford, UK:Wiley Blackwell

Clement I. A., Ekong B. M. et Idiong J. U. (2015). Evaluation of the Safety of Commonly Sold Yoghurts in UYO Metropolis. *Food Processing and Technology*, 7(1): 1-3.

Clerget, Y. (2011). Biodiversité des céréales: Origine et évolution. Montbéliard. 17p.

CODEX ALIMENTARIUS, (1975).-Normes codex pour le lait et les produit laitiers, CODEX STAN A-11(a)-1995 : Yogourt (yaourt) et le yogourt sucré (yaourt sucré), volume2

Coffman, F. A., (1977). Oat history, identification and classification. Technical Bulletin No 1516. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington D.C., United States. 356 pp.

Courtin, P., Monnet, V., & Rul, F. (2002). Cell-wall proteinases PrtS and PrtB have a different role in *Streptococcus thermophilus/Lactobacillus bulgaricus* mixed cultures in milk. *Microbiology*, 148(11), 3413–3421. <https://doi.org/10.1099/00221287-148-11-3413>

D

Djamel. B., (2016). Algérie : production de flocons d'avoine. Collection Brochures Agronomiques. Algérie. 13p.

Djukic N.H., Knežević D.S. (2014) Molecular characterization and genetic diversity analysis β -glucan content variability in grain of oat (*Avena sativa* L.). *Genetika*, 46,529–536.

E

Enkelejda, P. (2004). Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la saveur. Thèse de doctorat en Science des Aliments. Institut national agronomique paris grignon. Pp205.

F

Feillet, P. (2021). 6. Les fibres solubles de l'avoine font baisser le taux de cholestérol. In Tout savoir sur notre alimentation (pp. 28-29). EDP Sciences.

Fillet., (2000). La graine de blé composition et utilisation ; INRA paris p46, 82 Hachette livre

Flander, L.,; Salmenkallio-Marttila,M,;Suortti, T,;Autio, K.(2007) Optimization of ingredients and baking process for improved whole meal oat bread quality.*LWT- Food sci. Techno.* 40, 860-870.

G

Gavini, F., Pourcher, A. M., Bahaka, D., Freney, J., Romond, C., & Izard, D. (1990). Le genre *Bifidobacterium*. Classification, identification, aspects critiques. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 20, 53-62.

Generale, L. A. D. (2008). Afssa – Saisine n° 2007-SA-0168 Maisons-Alfort, le le 23 mai 2008 Maisons-Alfort,. 1–7.

Gibbs Russell, G. E., Watson, L., Koekemoer, M., Smook, L., Barker, N. P., Anderson, H. M., and Dallwitz, M. J. (1990). Grasses of Southern Africa: An Identification Manual with Keys, Descriptions, Distributions, Classification and Automated Identification and Information

Retrieval from Computerized Data. Memoirs of the Botanical Survey of South Africa No 58. National Botanic Gardens/Botanical Research Institute, Pretoria, South Africa. pp. 437

Gilissen, L. J., Van der Meer, I. M., & Smulders, M. J. (2016). Why oats are safe and healthy for celiac disease patients. *Medical Sciences*, 4(4), 21. <https://doi.org/10.3390/medsci4040021>

Givens, D. I., Davies, T. W., & Laverick, R. M. (2004). Effect of variety, nitrogen fertiliser and various agronomic factors on the nutritive value of husked and naked oats grain. *Animal feed science and technology*, 113(1-4), 169-181.

H

Halima, N. B., Saad, R. B., Khemakhem, B., Fendri, I., & Abdelkafi, S. (2015). Oat (*Avena sativa* L.): oil and nutriment compounds valorization for potential use in industrial applications. *Journal of oleo science*, ess15074.

Hou, Q., Li, Y., Li, L., Cheng, G., Sun, X., Li, S., & Tian, H. (2015). Les effets métaboliques de la consommation d'avoine chez les patients atteints de diabète de type 2: une revue systématique et une méta-analyse. *Nutriments*, 7 (12), 10369-10387.

K

Klose, C., & Arendt, EK (2012). Protéines dans l'avoine; leur synthèse et leurs changements au cours de la germination : une revue. *Revue critique en science alimentaire et nutrition*, 52 (7), 629-639.

L

Lecerf, J. M. (2020). Particularités et bienfaits des yaourts. *Médecine des Maladies Métaboliques*, 14(8), 699-705.

Lecocq, E., Pauwels, J., (2017). Bactéries indispensables à la vie le yaourt : un probiotique miracle

Lennon, G., & Sommaire, O. P. (2014). Dossier Avoine nue. *Avoine Nue*, 24.

Liu, L., Zubik, L., Collins, F. W., Marko, M., & Meydani, M. (2004). The antiatherogenic potential of oat phenolic compounds. *Atherosclerosis*, 175(1), 39–49.

<https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2004.01.044>

M

Mahaut, M., Jeantet, R., Brulé, G., Schuck, P. (2000). Les produits industriels laitiers. Tech&Doc, Lavoisier, Paris. Pp178

Mahaut M., Jeant R., Croguennec T., Schuck P., Brulé J., (2008), les produits laitiers. Ed Tec et Doc Lavoisier-Paris; pp 31.

Mathews, R. S., Webster, F. H., & Wood, P. J. (2011). Current and potential health claims for oat products. In *Oats: Chemistry and technology* (2nd ed., pp. 275–300). American Association of Cereal Chemists, Inc (AACC).

McKinley, M. C. (2005). The nutrition and health benefits of yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 58(1), 1–12. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2005.00180.x>

Mofredj, A., Bahloul, H., & Chanut, C. (2007). Lactococcus lactis : un pathogène opportuniste ? *Medecine et Maladies Infectieuses*, 37(4), 200–207. <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2007.01.005>

O

Ouknider, M., & Jacquard, P. (1988). Un modèle d'association graminée-légumineuse: le mélange vesce (*Vicia sativa* L.)-avoine (*Avena sativa* L.). *Agronomie*, 8(2), 97-106.

P

Prasanna, P. H. P., Grandison, A. S., & Charalampopoulos, D. (2014). Bifidobacteria in milk products: An overview of physiological and biochemical properties, exopolysaccharide production, selection criteria of milk products and health benefits. *Food Research International*, 55, 247–262. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.11.013>

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

Peterson, D. M. (2001) Oat Antioxidants. *J. Cereal sci.* 33,115-129

R

Radke-Mitvhell, L., Sandine, W. E. (1984). Associative Growth and Differential Enumeration of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*: A Review. *Journal of Food Protection*, 47(3), 245–248. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-47.3.245>

Rizzello, C. G., & De Angelis, M. (2002). *Lactobacillus delbrueckii* Group. Reference Module in Food Science, 1992, 1494–1497. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818766-1.00141-0>

Robinson, R. K. (2002). Fermented Milks: Yogurt: Role of Starter Culture. *Encyclopedia of Dairy Sciences: Second Edition*, 2, 529–532. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00190-4>

Roussel, Y., Pebay, M., Guedon, G., Simonet, J. M., & Decaris, B. (1994). Physical and genetic map of *Streptococcus thermophilus* A054. *Journal of Bacteriology*, 176(24), 7413–7422. <https://doi.org/10.1128/jb.176.24.7413-7422.1994>

Roy, D. (2001). Media for the isolation and enumeration of bifidobacteria in dairy products. *International Journal of Food Microbiology*, 69(3), 167–182. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00496-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00496-2)

S

Saulnier, L. (2012). Les grains de céréales : diversité et compositions nutritionnelles Cereals grains : diversity and nutritional composition. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 47(1), S4–S15. [https://doi.org/10.1016/S0007-9960\(12\)70292-4](https://doi.org/10.1016/S0007-9960(12)70292-4)

Schlich, P., Deglaire, A., Cordelle, S., Urbano, C., Biguzzi, C., & Martin, C. (2010). Les préférences hédoniques pour le gras. Mesures et variabilité. *Innovations Agronomiques*, 10, 95-114.

Simons M.D. (1985) Crown rust. In *The Cereal Rusts*, Vol. II, Disease, Distribution, Epidemiology and Control, pp. 131–172. Eds A.P. Roelfs and W.R. Bushnell. New York: Academic Press

Singh, R., De, S., & Belkheir, A. (2013). Avena sativa (Oat), A Potential Nutraceutical and Therapeutic Agent: An Overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(2), 126–144. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.526725>

Smulders, M. J. M., van de Wiel, C. C. M., van den Broeck, H. C., van der Meer, I. M., Israel-Hoevelaken, T. P. M., Timmer, R. D., van Dinter, B. J., Braun, S., & Gilissen, L. J. W. J. (2018). Oats in healthy gluten-free and regular diets: A perspective. *Food Research International*, 110(November), 3–10. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.031>

Sirodot g-e., 2016. L'avoine, description, classification, Etude du grain des variétés Françaises et Etrangères, culture.

Syndifrais.(1997). Yaourts, laits fermentés. Le Lait, INRA Editions, Mission Scientifique de Syndifrais paris :Elsevierl INRA .321-358.

T

Tamime, A. Y., & Deeth, H. C. (1980). Yogurt: technology and biochemistry. *Journal of food protection*, 43(12), 939-977.

Tariket A. (2016). Caractérisation du babeurre et son utilisation dans la fabrication d'un yaourt étuvé. Thèse de doctorat. Université M'Hamed Bouguara. Boumerdes. 117P.

U

Uriot, O., Denis, S., Junjua, M., Roussel, Y., Dary-Mourot, A., & Blanquet-Diot, S. (2017). *Streptococcus thermophilus*: From yogurt starter to a new promising probiotic candidate? *Journal of Functional Foods*, 37, 74–89. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.07.038>

V

Vahedi, N., Tehrani, M. M., & Shahidi, F. (2008). Optimizing of Fruit Yoghurt Formulation and Evaluating Its Quality During Storage. *J. Agric. & Environ. Sci.*, 3(6), 922–927. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.605.2295&rep=rep1&type=pdf>

Van den Broeck H.C., Londono D.M., Timmer R., Smulders M.J.M., Gilissen L.J.W.J., Van der Meer I.M. (2016) Profiling of nutritional and health-related compounds in oat varieties. *Food*, 5, 1–11.

W

Wang, C., Zhang, C. W., Liu, H. C., Yu, Q., & Pei, X. F. (2008). Non-fusion and fusion expression of β -galactosidase from *Lactobacillus bulgaricus* in *Lactococcus lactis*. *Biomedical and Environmental Sciences*, 21(5), 389–397. [https://doi.org/10.1016/S0895-3988\(08\)60059-8](https://doi.org/10.1016/S0895-3988(08)60059-8)

White, D. A., Fisk, I. D., & Gray, D. A. (2006). Characterisation of oat (*Avena sativa* L.) oil bodies and intrinsically associated E-vitamins. *Journal of Cereal Science*, 43(2), 244-249.

Wolter, R., Valette, J. P., Durix, A., Letourneau, J. C., Carcelen, M., Villard, A., & Bruny, A. (1982). Digestibilité comparée de quatre céréales (avoine, orge, maïs, blé), selon le mode de présentation, chez le poney. In *Annales de zootechnie* (Vol. 31, No. 4, pp. 445-458).

Y

Yahia, L. Ben, Ben, L., Étude, Y., & Yahia, L. B. E. N. (2013). Étude du dialogue hôte / bactéries lactiques du yaourt chez des rats gnotobiotiques To cite this version : HAL Id : pastel-00780715 L'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (AgroParisTech) Spécialité : Microbiologie.



Annexe

Présentation de la Laiterie Soummam d'Akbou

Préambule

Ce présent travail est réalisé en grande partie à la Laiterie Soummam d'Akbou. Nous avons estimé nécessaire de présenter une fiche technique succincte sur cette unité afin de mieux cerner les attendus de ce travail et les essais expérimentaux réalisés.

Présentation de l'unité

De création relativement récente (janvier 1993), la Laiterie SOUMMAM d'Akbou est spécialisée dans la production de yaourts et crème dessert.

A son démarrage, la Laiterie comptait une seule ligne de production d'une capacité de 4 000 pots / heure et une vingtaine de salariés. En mai 2000, cette unité s'est implantée dans son nouveau site de Taharacht (Akbou, Wilaya de Bejaia) avec des capacités de production plus importantes qui atteignent aujourd'hui une moyenne de plus de 2,5 millions pots / jour et emploie pas moins de 900 personnes dont une forte proportion d'ingénieurs et de techniciens. Son capitale sociale est de 15 000 000.00 DA. L'Organigramme de l'entreprise est illustré à la figure 5.

L'entreprise possède une gamme de production variée de plus de 30 produits différents et 17 lignes de production composées d'équipements récents et une technologie appropriée.

L'unité livre ses produits à travers tout le territoire national, grâce à :

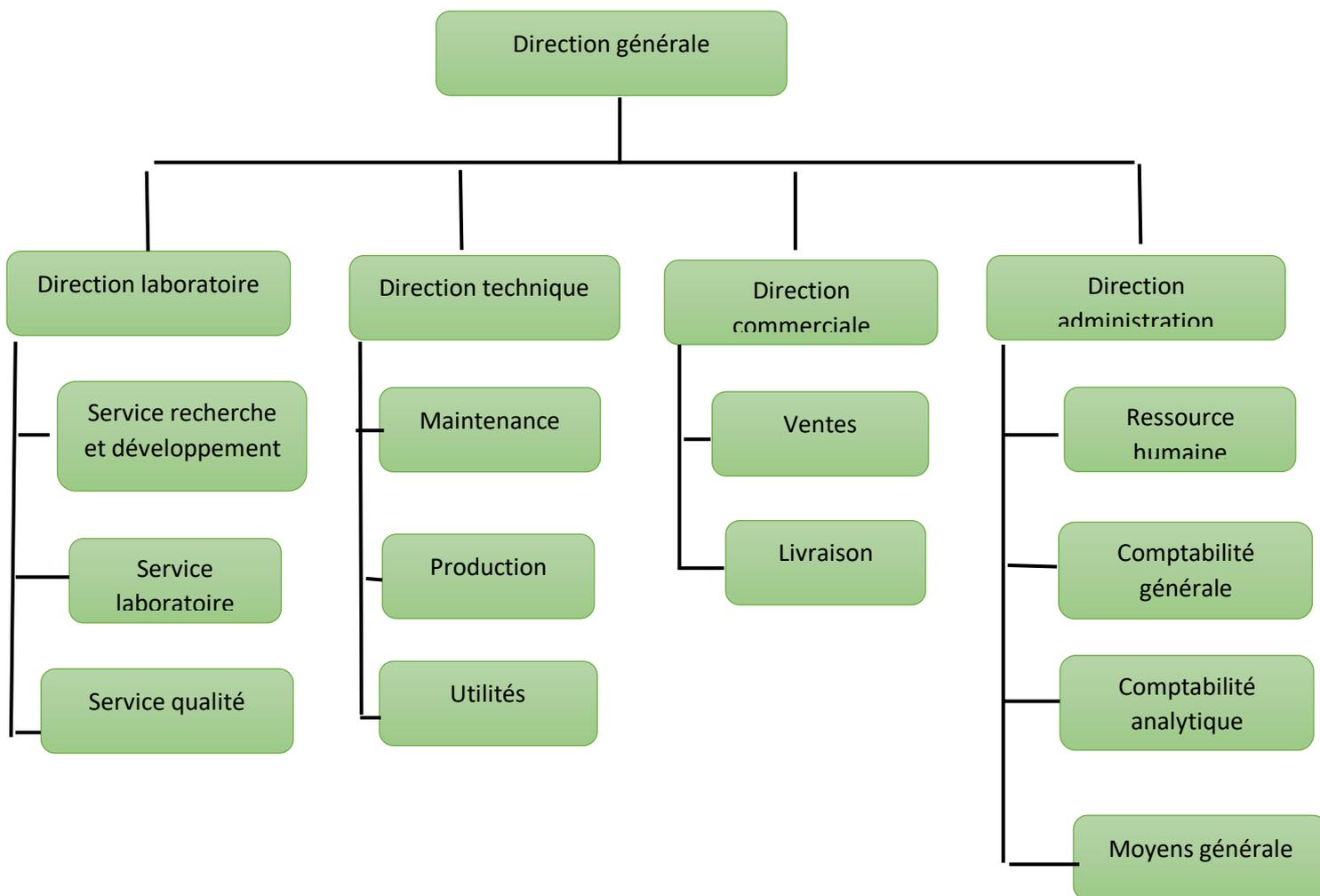
- une infrastructure de stockage sous froid de plus de 20 000 m³ répartie en 1 dépôt central et 4 dépôts régionaux (Oran, Alger, Constantine et Annaba) ;
- un réseau de distributeurs agréés répartis à travers la presque totalité des wilayates du pays.

La Laiterie SOUMMAM exporte depuis 2001 ses différents produits à la Libye et compte conquérir, dans les années à venir, d'autres marchés étrangers.

En outre, à partir de l'année 2010, La Laiterie SOUMMAM a entamé la création de sa propre pépinière de génisses pour satisfaire ses besoins en lait cru, dans l'optique de réduire sa dépendance vis à vis de la poudre de lait d'importation. L'unité a aussi mis en place 13 centres de collecte opérationnels pour faciliter l'acheminement du lait de l'éleveur à l'unité de transformation.

Organigramme de la laiterie Soummam :

L'organigramme de la laiterie Soummam est présent dans la figure





Analyse hédonique d'un yaourt brasse au fruit

Nom et prénom :

sexe :

Age :

Dans le cadre d'une analyse sensorielle d'un yaourt brasse au fruit ,3 échantillon codes A, B, C vous sont présentées, il vous est demander de donner une note appropriée selon votre préférence

NB : veuillez rincer la bouche après chaque dégustation d'un échantillon

1) Préférence globale :

Attribuer une note entre 1et 9 pour chaque échantillon selon votre appréciation comme présenté dans l'échelle ci-dessous :

1. Extrêmement désagréable,
2. Très désagréable,
3. Désagréable,
4. Assez désagréable,
5. Ni agréable ni désagréable,
6. Assez agréable,
7. Agréable,
8. Très agréable,
9. Extrêmement agréable

Échantillon A	Échantillon B	Échantillon C

2) Quels sont les caractéristiques qui ont motivé votre préférence ?

1. la couleur
2. l'odeur
3. la quantité du fruit
4. la sucrosité
5. L'acidité

Analyses Sensorielle d'un yaourt brassé

(Panel expert)

Trois échantillons de yaourt brassé sont présentés devant vous, il vous est demandé d'évaluer les différentes caractéristiques organoleptiques en attribuant une note de 1 à 5, selon l'échelle présentée ci-dessous :

NB : veuillez rincer la bouche après chaque dégustation d'un échantillon

1. La couleur du yaourt :

1. Blanc
2. Beige
3. Jaune
4. marron
5. orange

A	B	C

2. L'odeur du yaourt :

1. Absente
2. Faible
3. Moyenne
4. Forte
5. Très forte

A	B	C

3. L'arome du yaourt (sensation en bouche) :

1. Absent
2. Faible
3. Moyenne
4. Forte
5. Très forte

A	B	C

4. La sucrosité du yaourt :

1. Absente
2. Faible
3. Moyenne
4. Forte
5. Très forte

A	B	C

5. L'acidité du yaourt :

1. Absente
2. Faible
3. Moyenne
4. Forte
5. Très forte

A	B	C

6. La quantité du fruit dans le yaourt :

1. Absente
2. Faible
3. Moyenne
4. Forte
5. Très forte

A	B	C

7. Fruit identifié :

1. Absent
2. Blé
3. Raisin sec
4. Flocon d'avoine
5. Non identifié

A	B	C

8. Texture en bouche du yaourt :

1. Très granuleuse
2. Granuleuse
3. Peu granuleuse
4. Lisse
5. Très lisse

A	B	C

9. Consistance du yaourt :

1. Liquide
2. Assez onctueux
3. Onctueux
4. Ferme
5. Trop ferme

A	B	C

10. Préférence :

Attribuer une note de 1 à 9 pour chaque échantillon selon votre préférence, sachant que 1 correspond à l'échantillon le moins préféré et 9 au plus préféré. Comme présenté dans l'échelle ci-dessous :

1. Extrêmement désagréable
2. Très désagréable
3. Désagréable
4. Assez désagréable
5. Ni agréable ni désagréable
6. Désagréable
7. Agréable
8. Très agréable
9. Extrêmement agréable

A	B	C

Résumé

Ce travail avait pour but de proposer un nouveau yaourt brassé au bifidobactérie enrichi en flocon d'avoine il a été effectué au niveau de la laiterie SOUMMAM

Le yaourt élaboré est caractérisé par un pH de 4,32, un extrait sec total de 23,66%, une teneur de Brix de 23%, une teneur en matière grasse de 2,8 et d'une acidité de 78°D tous ces résultats sont conformes aux normes internes de l'entreprise Soummam.

Le résultat obtenu après l'analyse microbiologique montre qu'il répond aux normes dictées par le JORA

L'analyse sensorielle montre que le yaourt le plus apprécié est C avec un pourcentage de 100% suivis du yaourt A et B qui sont appréciés avec un même pourcentage de 89%.

Mots clés : flocon d'avoine, yaourt aux fruits, bifidus, analyses sensorielles.

Abstract

This work was aimed at proposing a new yogurt brewed with bifidobacteria enriched with oat flakes and was carried out at the SOUMMAM dairy.

The yoghurt elaborated is characterized by a pH of 4.32, a total dry extract of 23.66%, a Brix content of 23%, a fat content of 2.8 and an acidity of 78°D all these results are in accordance with the internal standards of the Soummam Company.

The result obtained after the microbiological analysis shows that it meets the standards dictated by the JORA

The sensory analysis shows that the most appreciated yogurt is C with a percentage of 100% followed by yogurt A and B which are appreciated with the same percentage of 89%.

Keywords: oatmeal, fruit yogurt, bifidus, sensory analyzes.

