

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA



FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE & BIOCHIMIE

N°:

DOMAINE : SCINCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

OPTION : QPSA

**Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme le Master professionnel**

Par : - Aouina Meriem  
- Boudiaf Rania  
- Bakri Amani Khayra

**Intitulé**

**Préparation de yaourt à boire et crème dessert à base de lait  
d'avoine**

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. Rahali Abdallah	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Président
Dr. Bensemene Latifa	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Rapporteur
Dr. Hammoui Yasmina	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Examineur
Zaiter Issam	Invité d'honneur	chef des ateliers Hodna lait

Année universitaire : 2023 /2024

## **Dédicaces**

il m'est agréable de profiter de cette occasion, pour rendre hommage à travers ce modeste travail, à tous ceux qui me sont chers, à tous ceux qui m'ont soutenu moralement et matériellement, et à tous ceux qui ont cru en moi qui sans eux je ne serais jamais arrivée.

je dédie donc ce travail à :

mes très chers parents **Nadir** et **Amel** , mes grands parents ,  
mes chers sœurs **Sarra** et **Imane** et ma chère tante **Dr Nassima Boudiaf**

l'ombre de ma réussite et la lumière qui m'a guidé ,  
encouragé et exhorté sur le bon chemin, par leur bonté ,  
leur tendresse ,leur conseils et leur immense sacrifice .

toute ma famille, qui ont été d'un énorme support et d'une grande fierté. ainsi que mes chers  
amies et camarades **Meriem, Amani , Romayssa , Anfel , Chaima**

les enseignants qui ont contribué à mon parcours scolaire qui m'ont transmis leur savoir et leurs  
connaissances.

Que ce travail puisse traduire mon gratitude et mon affection.

Merci d'être toujours là pour moi.

**Rania**

## **Dédicaces**

*À l'aide de dieu le tout puissant, J'ai pu réaliser ce travail que je dédie :*

*À la source de ma volonté, la lumière de mes yeux et le bonheur de ma vie ma mère **Fatima**, tu représentes pour moi l'exemple de soutien et sacrifices. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, tu as été toujours présente à mes côtés...rien ne vaut tes efforts.*

*À l'ombre de mes pas à mon cher papa **Mohamed** qui m'a appris le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite.*

*À mes très chers frères **Haroune**, **Yacine** et **Moussa** qu'ils n'ont cessés de me soutenir et de m'encourager durant mes études. Qu'Allah vous protège et vous donne une longue vie.*

*À mon cher mari **khaled** : Pour ton amour et soutien indéfectible qui m'ont permis de réaliser ce rêve. Que Dieu préserve notre amour et exauce nos rêves communs.*

*À ma petite qui n'est pas encore née :Tu es déjà l'élan qui guide ma vie; ma source de bonheur. Ta présence inspire ma gratitude et me soutient dans la poursuite de mes rêves. Ta venue renforcera encore ma détermination. Rien n'égale la joie et l'espoir que tu apportes à mon cœur.*

***Vous étiez une famille exemplaire, qu'Allah vous préserve et vous accorde longue vie, santé et bonheur Inchallah.***

***A toutes mes familles : AOUINA, CHOUIA et GHADBANE.***

*À vous **Rania** et **Amani**.*

*À toutes les personnes que j'aime et qui m'aiment.*

**Meriem**

# **Dédicaces**

Je dédie ce projet

A mon cher père

A mon cher père **MOHAMED TAHER** aucune ne dédicace

Ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement Et le respect Que j'ai  
toujours eu pour toi.

Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour Mon éducation et ma  
formation.

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour.

Puisse dieu, je tout puissant, te préserver et t'accorder santé,

Longue vie et bonheur.

A ma chère mère :

A ma très chère mère, honorable, **aimable ZOUHOUR**

Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence,

La source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas

Cessé de m'encourager .Ta prière et ta bénédiction mont été

Un grand Secours pour mener à bien mes études .Aucune dédicace

Ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites Pour tous les sacrifices  
depuis ma naissance Durant mon enfance et même à l'âge adulte.

A mes chères sœurs et mon frère :

A mes chères sœurs AFAF, MARWA, DHOUHA, NADJAH

FARAH et mon frère DJABER

En témoignage de l'attachement, de l'amourette de l'affectation Que je porte pour vous  
.Vous êtes toujours dans mon cœur.

Je vous remercie d'être L'épaule sur laquelle je peux toujours compter. Je vous dédie  
ce travail avec tous mes vœux de bonheur,

De santé et de réussite.

**Amani**

# **Remerciements**

Avant toute chose, je remercie ALLAH, le tout puissant, pour m'avoir guidé dans les domaines de la connaissance et de la science. À donné la santé , le curage , la volonté , la patiente de réaliser ce travail .

Nous tenons à remercier nos familles et nos amis, qui ont su être d'un énorme support et d'une grande aide.

Nous exprimons nos profonds remerciements à notre encadreur madame **Dr. Bensemane. L** d'avoir dirigé ce travail et de nous avoir guidé avec ses précieux conseils et suggestions.

Je remercie très vivement tout les membres de l'unités **SARL HODNA Lait (M'sila)** et particulièrement monsieur **Issam Zeither** qui nous a permis d'effectuer notre pratique au niveau de l'entreprise

Nous remercions les membres de jury d'avoir bien voulu accepter d'examiner ce travail , nous vous sommes très reconnaissants , en espérant être à la hauteur de votre confiance

Nous remercions également **Dr. Rahali.A** et **Dr. Hammoui.Y** pour l'honneur qu'ils nous ont réservé d'avoir accepté d'examiner ce travail

Nous remercions monsieur **Kamel Sghiri** de laboratoire

Enfin nous remercions tous ceux qui ont collaboré et contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

# Sommaire

Dédicaces

Remerciements

Sommaire

Résumé

Les abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
----------------------------	---

## PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

### CHAPITRE 1: Synthèse bibliographique

I.1 Lait végétal.....	2
I.1.1. Définition .....	2
I.2. Généralités sur l'avoine .....	3
I.2.1. Historique.....	3
I.2.2. Description botanique de l'avoine.....	3
I.2.6. Aspect botanique .....	5
I.2.7. La composition chimique et nutritionnelle de l'avoine .....	5
I.2.8. Utilisations .....	7
I.3. Généralités sur le yaourt .....	8
I.3.1. Définition et réglementation du yaourt .....	8
I.3.2. Bactéries caractéristiques du yaourt .....	8
I.3.2.1. Intérêt et fonction des bactéries du yaourt.....	9
I.3.3. Les différents types de yaourt .....	10
I.3.4. La composition chimique du yaourt.....	11
I.3.5. Technologie de fabrication de yaourt.....	11
I.3.6. Qualité du yaourt.....	13
I.3.7. Défauts de fabrication du yaourt .....	14

I.4. Crème dessert ..... 15

PARTIE PRATIQUE

CHAPITRE II: Matériel et Méthodes

II.1. Lieu de travail ..... 19  
II.2. Matériel végétal ..... 19  
II.3. Matériel non végétal ..... 19  
II.4. Préparation des différents produits projetés ..... 20  
II.5. Analyses physico-chimiques ..... 23  
II.6. Évaluation de la qualité microbiologique ..... 29  
II.7. Analyses sensorielles des produits finis ..... 32

CHAPITRE III: Résultats et Discussion

III. Résultats et Discussion..... 36  
III.1. L’analyses physico-chimique et microbiologiques de yaourt et crème dessert..... 36  
III.1.1. Lait d’avoine ..... 36  
III.1.2 Yaourt à boire à base de lait D’avoine ..... 40  
III. 1.3. Crème dessert à base de lait D’avoine ..... 41  
III.2. Résultats des analyses sensorielles..... 43

CONCLUSION ..... 45

Rérénces Bibliographiques

ANNEXES

## ملخص

تشكل الجودة الغذائية والحسية للأغذية وصحة الإنسان تحدياً مستمراً أمن غذائي. كما أن الشوفان هو في المقام الأول علف للماشية، ومع الأخذ في الاعتبار متطلبات وتوقعات المستهلكين، فمن المهم تطوير المنتجات الغذائية الزراعية والترويج لها. الهدف من دراستنا التجريبية يشمل تجارب تصنيع اللبن الزبادي وكريمة الحلوى المصنوعة من الحليب النباتي الخالي من اللاكتوز، بما في ذلك حليب الشوفان وللتقييم صفاتها الحسية والميكروبيولوجية والحسية والاقتصادية. وأظهرت التحاليل الفيزيائية والكيميائية أن حليب الشوفان واللبن وكريمة الحلوى منخفضة في الدهون والبروتين. عوامل أخرى مشابهة للحليب من بقرة. من وجهة نظر ميكروبيولوجية، فإن المنتجات المحضرة صحية. الاختبارات الحسية أظهرت معدلات قبول مختلفة: الحليب 46%، الزبادي 56%، قشطة الحلوى 72%. نتائج جميع التحليلات لمنتجاتنا تتوافق مع المعايير. وأظهر التقييم الاقتصادي أن أسعار الزبادي وقشدة الحلوى المصنوعة من حليب الشوفان معتدلة. الكلمات المفتاحية: حليب الشوفان، شرب الزبادي، كريمة الحلوى، حليب البقر.

## **Abstract**

The nutritional and organoleptic quality of food and human health are a continuous challenge food security. Also, oats are primarily livestock feed and taking into consideration the requirements and expectations of consumers, it is important to develop and promote agri-food products. The objective of our experimental study includes manufacturing trials of a drinking yogurt, and a dessert cream made from lactose-free vegetable milk, including oat milk and to evaluate their organoleptic, microbiological, sensory and economic qualities. Physico-chemical analyzes showed that oat milk, yogurt and dessert cream are low in fat and protein. Other factors are similar to milk From a cow. From a microbiological point of view, the prepared products are healthy. Sensory tests showed different acceptability rates: milk 46%, yogurt 56% and dessert cream 72%. The results of all analyzes of our products comply with standards. The economic evaluation showed that the prices of yogurt and dessert cream made from oat milk are moderate.

**Key words:** oat milk, drinking yogurt, dessert cream, cow's milk.

## **Résumé**

La qualité nutritionnelle et organoleptique des aliments, la santé humaine sont un défi continu de la sécurité alimentaire. Aussi, l'avoine est en premier un aliment de bétail et prendre en considération les exigences et les attentes des consommateurs, il est important de développer et de valoriser des produits agroalimentaires.

L'objectif de notre étude expérimentale, comprend des essais de fabrication d'un yaourt à boire et d'une crème dessert à base de lait végétal sans lactose, entre autres lait d'avoine et d'évaluer leurs qualités organoleptiques, microbiologiques, sensorielles et économique.

Les analyses physico-chimiques ont montré que le lait d'avoine, le yaourt et la crème dessert sont pauvres en matière grasse, en protéines. Les autres facteurs sont similaires à ceux du lait de vache. Du point de vue microbiologique, les produits préparés sont sains. Les tests sensoriels ont montré des taux d'acceptabilité différents : lait 46%, le yaourt 56% et la crème dessert 72%.

Les résultats de l'ensemble des analyses de nos produits sont conformes aux normes.

L'évaluation économique a montré que les prix du yaourt et de la crème dessert fabriqués à base de lait d'avoine sont modérés.

**Mots clé** : lait d'avoine, yaourt à boire, crème dessert, lait de vache.

## **Les abréviations**

**A** : Acidité

**Abs** : Absence

**ACP** : Analyse en Composante Principale

**AFNOR** : Association Française de Normalisation

**BSA** : Albumine de Sérum bovin

**D** : degré Dornic

**EPS** : exopolysaccharide

**EST** : extrait sec total

**FTAM**: Flore mésophile aérobie totale

**J.O.R.A.**: Journal Officiel de la République Algérienne

**HL3** : Hodna lait 3

**g**: gramme

**MG** : Matière Grasse

**ml**: millilitre

**L.V** : lait de vache

**L.A** : lait d'avoine

**OGA** : Oxytetracycline Glucose Agar

**pH** : potential hydrogène

**PCA**: Plate Count Agar

**%** : pourcentage

**YGC** : Yeast extract Glucose Chloramphenicol)

## Liste des figures

Figure 01: Épis et grains d'avoine.....	10
Figure 02: la structure générale de beta glucine .....	14
Figure 03: Les interactions métaboliques de streptococcus thermophilus et lactobacillus bulgaricus en culture mixte dans le lait .....	19
Figure 04 : Diagramme de fabrication de la crème dessert – lait de vache -.....	28
Figure 05: géolocalisation de la région de M'sila ( HODNA – LAIT ) .....	33
Figure 06: Diagramme des étapes de fabrication de lait d'avoine.....	34
Figure 07: Diagramme des étapes de fabrication de yaourt à boire .....	35
Figure 08: Diagramme des étapes de fabrication d'une crème dessert .....	36
Figure 09: détermination de la densité.....	37
Figure 10: butyromètre.....	39
Figure 11: Mesure des pH des produits (yaourt et crème dessert) pH-mètre INOLAB 731 .....	40
Figure 12: Dessiccateur SHIMADZU série MOC63 .....	40
Figure 13: Mesure de l'acidité titrable du lait .....	42
Figure 14 : Courbe d'étalonnage du dosage des protéines par la méthode de Biuret.....	43
Figure 15: Ensemencement des levures et moisissures.....	45
Figure 16: Ensemencement des entérobactéries.....	46
Figure 17: Ensemencement des germes aérobie.....	47
Figure 18 : déroulement de l'évaluation sensorielle.....	49
Figure 19: Histogramme des valeurs de ph en fonction des différents types de lait .....	52
Figure 20: Histogramme des valeurs de l'acidité en fonction des différents types de lait .....	52
Figure 21: Histogramme des valeurs de la densité en fonction des différents types de lait .....	53
Figure 22: Histogramme des matières grasses en fonction des trois différents laits .....	54

Figure 23 : Histogramme des extraits sec en fonction des trois différents laits.....	55
Figure 24 : Histogramme des protéines des trois différents laits .....	55
Figure25 : Histogrammes comparatives en fonction des différents types de yaourt.....	57
Figure 26: Histogrammes comparatives en fonction des différents types d'une crème dessert ....	58
Figure27 : la carte des préférences de yaourt.....	60
Figure28 : cercle de corrélation.....	61

## Liste des tableaux

Tableau 01 : les différentes sources des laits végétaux .....	5
Tableau 02: La taxonomie de cette graminée, nommée <i>Avena sativa</i> L .....	11
Tableau 03: le contenu des vitamines dans 100g d'avoine .....	13
Tableau 04 : le contenu des minéraux dans les céréales.....	13
Tableau 05: Caractéristiques de <i>Streptococcus thermophilus</i> et de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	18
Tableau 06: Différents types de yaourt et leurs caractéristiques .....	20
Tableau 07: La composition chimique du yaourt .....	21
Tableau 08: altération du goût(A), de la texture(B) et de l'apparence (C).....	24
Tableau 9 : Composition de la crème dessert chocolat .....	26
Tableau 10: Les fonctions des agents de texture.....	27
Tableau 11: Evaluation de la qualité microbiologique .....	44
Tableau 12 : Résultats des analyses physico-chimiques du lait d'avoine .....	51
Tableau 13: Résultats des analyses physico-chimiques du yaourt à boire.....	56
Tableau 14: Résultats des analyses physico-chimiques du crème dessert .....	58
Tableau 15 : Résultat des analyses microbiologique du yaourt à boire .....	59
Tableau 16 : Résultat des analyses microbiologique de la crème dessert .....	60
Tableau 17: Prix des matières premières du yaourt à boire.....	62
Tableau 18: Prix des matières premières de la crème dessert .....	62
Tableau 19: Estimation du prix pour un litre de produit fini.....	63

# **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

## Introduction Générale

---

Les laits végétaux sont des boissons obtenues à partir de diverses plantes, telles que les céréales, les légumineuses, les noix et les graines. Pour diverses raisons et opportunités particulièrement en matière de leur faible rôle ou action de développer, chez certains groupes de personnes, des allergies au lactose.

Parmi les laits végétaux les plus couramment consommés, on trouve le lait de soja, d'amande, de riz et d'avoine. Ces laits végétaux présentent plusieurs avantages par rapport aux laits d'origine animale. Ils sont souvent moins riches en graisses saturées et ne contiennent pas de cholestérol, ce qui est souvent recherché pour la santé cardiovasculaire (**Wang et al., 2018**). De plus, leur production a souvent un impact environnemental moindre, notamment en termes de consommation d'eau et d'émissions de gaz à effet de serre (**Poore et Nemecek, 2018**). Parmi les différentes options des laits végétaux, celui de l'avoine il est devenu.

L'utilisation de l'avoine pour produire du yaourt végétal est une innovation récente qui répond bien à la demande sans cesse croissante des produits laitiers sans lactose. Le yaourt à base d'avoine, devenu très populaire notamment en raison de son goût agréable et de ses propriétés par ses apports en fibres solubles, offre par ailleurs une texture crémeuse et un profil nutritionnel équilibré en vitamines et en bêta-glucanes dont les effets sont considérés comme bénéfiques de par leur réduction du cholestérol (**Liatis et al., 2011**). Des études ont montré que les yaourts à base de lait d'avoine peuvent être enrichis, aussi, en probiotiques, favorisant ainsi la santé intestinale (**Bernat et al., 2014**).

Les crèmes desserts à base de lait d'avoine sont également une alternative délicieuse et nutritive aux desserts traditionnels. Elles peuvent être préparées en combinant du lait d'avoine avec des agents épaississants naturels tels que l'agar-agar ou les graines de chia, créant ainsi des desserts onctueux et sains. Des recherches ont également montré que les desserts à base d'avoine peuvent être enrichis en calcium et en vitamine D pour répondre aux besoins nutritionnels des consommateurs (**Hedegaard et al., 2008**).

Dans le cadre d'une étude expérimentale, l'objectif était de produire un yaourt végétal à boire et une crème dessert à base de lait d'avoine en adaptant les meilleures variations physiques telles que la température de l'eau, la vitesse de mixage et la quantité d'avoine utilisée. Tous les échantillons de l'étude ont été préparés dans le respect des conditions d'hygiène et de fabrication. Une comparaison des paramètres physico-chimiques, microbiologiques et gustatifs a été réalisée

pour évaluer la conformité, la qualité et l'approche organoleptique, visuelle et gustative de nos produits. En somme, le lait d'avoine représente une alternative intéressante et durable aux personnes ayant une intolérance pour lactose. Son utilisation dans la fabrication de yaourts et de crèmes desserts offre des options savoureuses et nutritives pour une alimentation variée et respectueuse de l'environnement.

**PARTIE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

## I.1 Lait végétal

### I.1.1. Définition

Les boissons végétales sont des alternatives fabriquées à partir de diverses plantes dans le but de reproduire certaines caractéristiques du lait d'origine animale. Cependant, en raison des variations naturelles dans la composition des plantes, les saveurs et les textures des boissons végétales peuvent varier considérablement d'une variété à l'autre et différer significativement du lait animal (Amrouche, 2020)

### I.1.2. Les différentes sources du lait végétal

Les laits végétaux sont issus d'une variété de plantes et de familles végétales, comprenant notamment les céréales, les légumineuses, les mélanges de plantes, etc. Parmi les exemples courants de laits végétaux, on retrouve le lait d'amande, qui possède une longue histoire datant du Moyen Âge, ainsi que le lait de cacao, le lait de riz, le lait d'avoine et le lait de pistache (Amrouche, 2020).

**Tableau 01** : les différentes sources des laits végétaux (Amrouche , 2020)

Les différentes Sources	Graines ou Noix d'oléagineux	Graines des plantes légumineuses	Graines de céréales	Autres origines
Laits végétaux	- lait de cacao - lait d'amande - lait d'arachide - lait de noix de cajou - lait de sésame - lait de tournesol	- lait de lupin - lait de pois - lait de soja	- lait de riz - lait de quinoa - lait de sarrasin	- lait de chanvre - Lait de châtaigne

### I.1.3. Les bienfaits du lait végétal

Les laits végétaux sont souvent utilisés en substitution du lait animal, ce qui les rend attrayants pour les personnes allergiques ou intolérantes au lait de vache. Ils sont également plus digestes pour les personnes intolérantes au lactose, dépourvus de cholestérol et souvent moins caloriques que le lait entier (Ray, 2016)

## I.2. Généralités sur l'avoine

### I.2.1. Historique

L'avoine trouve ses origines dans le Nord-Est de l'Europe (notamment en Autriche et en Russie) ainsi que sur les plateaux de l'Éthiopie et de la Chine. Il y a environ 2000 ans avant J.C., des vestiges, de la 12<sup>e</sup> dynastie en Égypte, ont révélé la présence du plus ancien grain d'avoine. À cette époque, l'avoine n'était pas encore cultivée et provenait, probablement, de plantes sauvages. La plus ancienne avoine cultivée a été découverte dans des grottes en Suisse et remonterait à l'âge de bronze (**Anonyme, 2009**). En 1609, l'avoine a été introduite en Amérique, notamment sur les îles Élizabeth, le long des côtes de l'État du Massachusetts. Georges Washington, le premier président des États-Unis, aurait lui-même semé 580 acres d'avoine en 1786 (**Gibson et Benson 2002**).

### I.2.2. Description botanique de l'avoine

Il s'agit d'une plante herbacée annuelle d'environ 50cm à 1m50, dressée, à racine fibreuse, avec des feuilles planes, glabres et pubescentes, avec une ligule courte, une tronçonne et une panicule verte étalée en tous sens, des épillets pendants, entourée de deux écaillés ; glumes. De cette manière, deux glumelles presque égales entourent le grain qui se trouve à l'intérieur de chaque épillet. Présentant aussi une tige (chaume) dressée, rigide et grosse comportant une série de nœuds, et d'entre nœuds



**Figure 01:** Épis et grains d'avoine (Tela botanica, 2011)

### I.2.3. Classification taxonomique

Selon FEILLET (2000) l'avoine est une plante annuelle herbacée monocotylédone aux tiges (chaumes) dressées et feuilles linéaires panicules lâches d'épillets composées de trois fleurs donnant les grains, aux inflorescences en panicules lâches, et des épillets retombants.

L'avoine est cultivée comme céréale ou comme plante fourragère à couper en vert ; ses pousses tendres et sucrées plaisent aux animaux de la ferme. Elle fait partie des céréales à paille et est utilisée principalement en alimentation animale, sa destination humaine est de manière très récente. Ses premières utilisations en phytothérapie proviennent de la médecine traditionnelle d'Inde.

**Tableau 02:** La taxonomie de la graminée, nommée *Avena sativa* L (Feillet, 2000).

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobiona
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Sous-classe	Commelinide
Ordre	Cyperales
Famille	Poaceae
Sous-famille	Pooideae
Tribu	Aveneae
Genre	<i>Avena</i>
Espèce	<i>Avena sativa</i>

### I.2.4. Production mondiale

La production mondiale d'avoine est d'environ 25 millions de tonnes par an sur 10,6 millions d'hectares, stabilisée depuis 2000. L'Union européenne est le principal producteur, suivie par la Russie, le Canada et les États-Unis, bien que la Russie et le Canada consomment majoritairement leur production. (Planetoscope, 2012).

Depuis la Seconde Guerre mondiale la production de l'avoine a fortement diminué avec le développement de la mécanisation en agriculture qui a participé à la disparition des cheptels chevalins et par conséquent la demande d'avoine pour cet usage. Mais, ces dernières décennies, la découverte des bienfaits sur la santé de la consommation de cette Poacées a conduit à une augmentation de la transformation de l'avoine, par les industries meunières et alimentaires, pour la consommation humaine (Bailey, 2004).

Au cours des 50 dernières années, la production a chuté de 50 millions de tonnes dans les années 1960 à 20 millions de tonnes en 2010. L'avoine n'est plus un aliment principal pour le bétail, remplacée par le maïs et l'orge. Les pays à climat froid et agriculture extensive produisent le plus d'avoine, le Canada étant le premier exportateur et les États-Unis le principal importateur. (FAOSTAT, 2015).

**I.2.5. Production en Algérie**

En Algérie, l'avoine vient en quatrième position avec une superficie moyenne de l'ordre de 68095,5 ha après le blé dur qui occupe une superficie moyenne de 1314014 ha très importants par rapport aux autres céréales, et a la surface destinée à la céréaliculture (**Ministère de l'agriculture, 2016**). La majorité des terres céréalières se trouve à l'intérieur du territoire, notamment dans les hauts plateaux des zones semi-arides et subhumides, ainsi que dans les grandes plaines littorales et sub-littorales. L'avoine, bien qu'en quatrième position après le blé dur en termes de superficie cultivée, présente un rendement moyen de 11 quintaux par hectare entre 2000 et 2006. Sur la période de 1961 à 2014, la production annuelle moyenne d'avoine a été de 59 644 tonnes, avec une augmentation de 144% entre la première et la dernière année enregistrée. L'année 1991 a vu la production la plus élevée avec 128 142 tonnes, tandis que 1966 a connu la plus basse avec 6 521 tonnes. À partir de l'exploitation de ces données actuelles communiquées par le ministère, il est projeté une production dépassant les 58.000 tonnes

**I.2.6. Aspect botanique**

- **Nom latin :** *Avena sativa*
- **Arabe :** Choufène
- **Nom français :** Avoine cultivée
- **Nom anglais:** Oats, common oats, wild oats

**I.2.7. La composition chimique et nutritionnelle de l'avoine****▪ Micromolécules**

L'avoine est riche en antioxydants, y compris en vitamine E, aux acides phénoliques, aux flavonoïdes, des stérols, de l'acide phytique ,et aussi les avenanthramides, qui sont uniques à l'avoine ,en plus de leur forte activité antioxydante prouvée in vitro et in vivo ,avenanthramides ont été récemment utilisés dans le traitement de l'hypertension artérielle ,ils ont une activité anti-irritante, qui pourrait offrir une protection supplémentaire contre les maladies coronariennes, le cancer du côlon et l'irritation de la peau. (**Benaouina, Kechroud, 2019**).

**❖ Vitamines**

Les produits à base d'avoine apportent des vitamines à l'alimentation humaine, Comparativement aux autres céréales. Le tableau montre les valeurs représentatives des vitamines dans l'avoine et les produits à base d'avoine, exprimée en mg de vitamines pour 100 g d'avoine sèche. (**Benaouina, Kechroud, 2019**).

**Tableau 03:** le contenu des vitamines dans 100g d'avoine

Éléments nutritifs	Noyaux d'avoine	Son d'avoine	Coques d'avoine
Tocophérol (mg)	1.60	3.30	-
Thiamine (mg)	0.70	0.10	0.15
Riboflavine (mg)	0.12	0.18	0.16
Niacine (mg)	0.9	0.9	1.04
Pyridoxine (mg)	0,23	0.15	-
Pantothénate (mg)	1.1	1.0	-
Folate (µg)	60	37	-
Biotine (µg)	21	38	-

❖ **oligo-éléments**

La teneur en minéraux de l'avoine est généralement de 2 à 3 % (**tableau**), l'avoine est riche en magnésium, sélénium, phosphore qui favorisent l'endormissement et prévenir le stress, l'iode indispensable au bon fonctionnement de la thyroïde.

**Tableau 04 :** le contenu des minéraux dans les céréales.

oligo-élément	L'avoine	blé	L'orge	seigle	riz	maïs	sorgho
Manganèse (Mn)	5	505	1.8	7.5	6	0.6	1.5
Cuivre(Cu)	0.4	0.8	0.9	0.9	0.3	0.2	0.5
Fer (Fe)	7	6	6	9	-	2	6
Magnésium(Mg)	140	180	140	130	90	140	150
Calcium (ca)	95	60	90	70	68	30	20
Potassium (K)	460	580	630	520	340	330	400
Phosphate(P)	340	410	470	380	285	310	405

▪ **Macromolécule**

❖ **Les fibres**

Le grain d'avoine contient de grandes quantités de polysaccharides non amylacés qui sont les principaux constituants des fibres alimentaires. De nombreuses études ont démontré qu'une fibre particulière de l'avoine, nommé le bêta-glucane (**β-glucane**) (**figure**) **aurait des propriétés régulatrices** sur la glycémie et sur le taux de cholestérol sanguin (**Blog nutrition santé. 2010**). La teneur en β-glucane de l'avoine varie de 2 à 8 g/100 g d'avoine.

❖ **Lipides**

L'avoine contient des taux de lipides beaucoup plus élevés que ceux de toutes les autres céréales. Ce qui en fait une excellente source d'émissions de l'énergie. La teneur en lipides du grain d'avoine varie de **3,1 à 11,8 %**.

❖ **Protéines**

Les protéines de réserves contribuent à la qualité nutritionnelle, à la santé et fonctionnalité de

l'avoine, représentent environ 15-20 % en poids du gruau d'avoine, en fonction du génotype et de l'environnement de culture.

La protéine de réserve de l'avoine prédominante est classée dans la catégorie de la globuline, qui a une meilleure composition en acides aminés (pour la nutrition humaine et animale) que la prolamine, principale protéine de stockage de la plupart des autres céréales. La quantité et la qualité des protéines d'avoine sont considérées comme adéquates dans la plupart des cas, et à l'heure actuelle, il existe peu d'incitation à produire de nouveaux cultivars pour une concentration accrue en protéines ou une composition améliorée en acides aminés. Les protéines de semences sont généralement classifiées en quatre types en fonction de la solubilité : Albumine, Globuline, Prolamine et Glutine (**Francis, H et al., 2011**).

### **I.2.8. Utilisations**

Les herboristes utilisent l'avoine, depuis au moins le XVII<sup>e</sup> siècle, pour soulager divers maux dont la fatigue physique, les troubles nerveux, la dépression, l'insomnie, les rhumatismes, la gale et la lèpre. Des infusions de flocons d'avoine sont utilisées pour stimuler l'appétit et atténuer les douleurs à la gorge et au thorax. En outre, l'avoine est traditionnellement reconnue pour ses propriétés revitalisantes. (**Blumenthal, et al., (2000)**) ont démontré l'efficacité de la paille d'avoine pour soigner les maladies de la peau caractérisées par de l'inflammation, de la séborrhée et des démangeaisons.

Les parties de l'avoine utilisées à des fins médicinales sont :

- Le grain entier décortiqué, en flocons, en semoule;
- La paille débarrassée de ses feuilles, hachée et exempte de toute trace de saleté et de maladie fongique;
- Les sommités fleuries fraîches destinées à subir une extraction des principes actifs sous forme de teinture;
- Les sommités fleuries séchées

Par conséquent, (**Dong et al., 2011**) notent qu'un complément quotidien d'avoine peut agir comme un additif efficace pour le traitement des troubles métaboliques chez l'homme. Depuis toujours, l'avoine est réputée pour ses propriétés fortifiantes lorsqu'on est fatigué, épuisé physiquement et mentalement, ou lorsqu'on souffre d'insomnie. Par contre sa faible teneur en calories et sa richesse en fibres, elle est aussi bénéfique pour la gestion du poids. Sa teneur élevée en fibres solubles prolonge la sensation de satiété et peut stimuler la production de peptides YY, une hormone qui régule la sensation de faim. Enfin, l'avoine, riche en mélatonine et en vitamine B, est appréciée pour ses effets positifs sur le sommeil, aidant à promouvoir un repos nocturne de qualité. Il est noté aussi que ses pailles sont utilisées comme un antidépresseur pour traiter l'asthénie et de nombreux troubles nerveux (**Clemens, J., et al 2014**)

En somme, l'avoine est un allié précieux pour la santé et sa consommation quotidienne peut contribuer au traitement des troubles métaboliques chez l'homme (**Dong et al., 2011**).

### I.3. Généralités sur le yaourt

La satisfaction totale des clients, en particulier par la maîtrise de la qualité sanitaire des produits laitiers destinés à la consommation, est un impératif et une obligation déontologique pour tous les producteurs de la filière laitière.

Le consommateur peut donc en toute confiance choisir parmi une vaste gamme de produits laitiers issus d'un choix raisonné. Ces produits seront sains, offriront diverses caractéristiques sensorielles, et seront adaptés aux besoins nutritionnels spécifiques de chacun. Ils sont élaborés à partir d'une matière première exceptionnelle, le lait, un aliment essentiel dont les nombreuses qualités proviennent de sa composition remarquable. Que ce soit par goût, par intolérance au lactose ou par conviction alimentaire, de plus en plus de personnes se tournent vers les boissons végétales ou laits végétaux pour remplacer le traditionnel lait de vache. Par conséquent, il est devenu nécessaire de définir ce qu'est le lait, car il constitue la base de la production des yaourts.

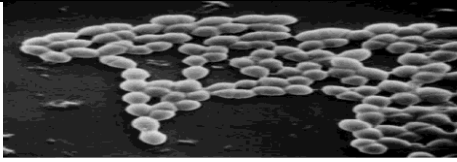

Le lait est un liquide aqueux opaque, blanc à légèrement bleuté, au goût légèrement sucré, avec un pH légèrement acide compris entre 6,6 et 6,8, proche de la neutralité. (Alais 1984).

#### I.3.1. Définition et réglementation du yaourt

Selon Tamime et Deeth, 1980, le terme yaourt est natif d'Asie (yoghourt ou yogourt) issu de «yoghurmark », un mot turc indiquant « épaissir ». Le Yaourt est défini comme étant le produit laitier coagulé, obtenu par fermentation lactique grâce au développement des seules bactéries lactiques thermophiles spécifiques dites *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*, à partir de lait frais ou pasteurisé (Concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec), avec ou sans additifs (lait en poudre...). Les microorganismes du produit final (yaourt) doivent rester viables et abondants (JORA 1998; Codex Alimentarius 1975).

#### I.3.2. Bactéries caractéristiques du yaourt

**Tableau 05:** Caractéristiques de *Streptococcus Thermophilus* et de *Lactobacillus bulgaricus*

Les bactéries	
<i>Streptococcus Thermophilus</i>	
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	

(Roussel Y et al. ; Roussel Y et al. ; Lamoureux L. (2000) ; Terre S. (1986) ; Malonga M. (1985) ; Dellaglio F. (1989) ; Steele CM. (1997) ; Schmidt J.L., et al. , 1994)

### I.3.2.1. Intérêt et fonction des bactéries du yaourt

#### ➤ **Activité acidifiante**

La production d'acide lactique est une fonction cruciale des bactéries lactiques en technologie laitière. Cet acide permet de concentrer et de stabiliser la matière sèche du lait en agissant à la fois comme agent coagulant et antimicrobien (**Tamime and Robinson, R.K., 1999**). L'importance de l'acide lactique dans la fabrication du yaourt peut être résumée comme suit :

- Il induit la formation du gel en déstabilisant les micelles de caséine.
- Il confère au yaourt son goût distinctif en contribuant à sa saveur et à son arôme, tout en agissant comme agent antimicrobien. (**Singh Sudheer et al., 2006**), (**Terre 1986**)
- Il limite la croissance des microorganismes non désirés et pathogènes. (**Casala D et al., 1996**) (**Des Mazeaud M. 1996**) Ainsi, elle joue un rôle de conservateur dans les produits fermentés et contribue à la prévention des infections intestinales. (**Mc Sweney ET Sousa 2000**). (**Shahbal S et al., 1993**).

#### ➤ **Activité protéolytique**

La protéolyse entraîne la libération de peptides et d'acides aminés, qui sont des substrats importants pour de nombreuses réactions cataboliques produisant des composés volatils essentiels à la saveur, à la texture et à l'arôme. (**Shahbal S, et al, 1993**) le système protéolytique facilite la dégradation des caséines du lait pour assurer leur apport en azote, tout en jouant un rôle crucial dans l'industrie laitière en contribuant à modifier la texture des produits finis. (**Bouton Y et al, 1994**)

#### ➤ **Activité aromatique**

Les bactéries lactiques produisent des composés aromatiques qui participent largement au développement des caractéristiques organoleptiques des produits fermentés frais (**Zourari A, et al, 1991**).

#### ➤ **Activité texturante**

Certaines souches, dites épaississantes, produisent des exo polysaccharides (EPS) qui augmentent la viscosité du lait pendant leur croissance, améliorant ainsi la texture du yaourt. (**Grobber GJ et al., 1995**). Il est généralement reconnu que cette fonction, dans les laits fermentés, est assurée par *Streptococcus thermophilus*. (**Tamime and Robinson, R.K., 1999**)

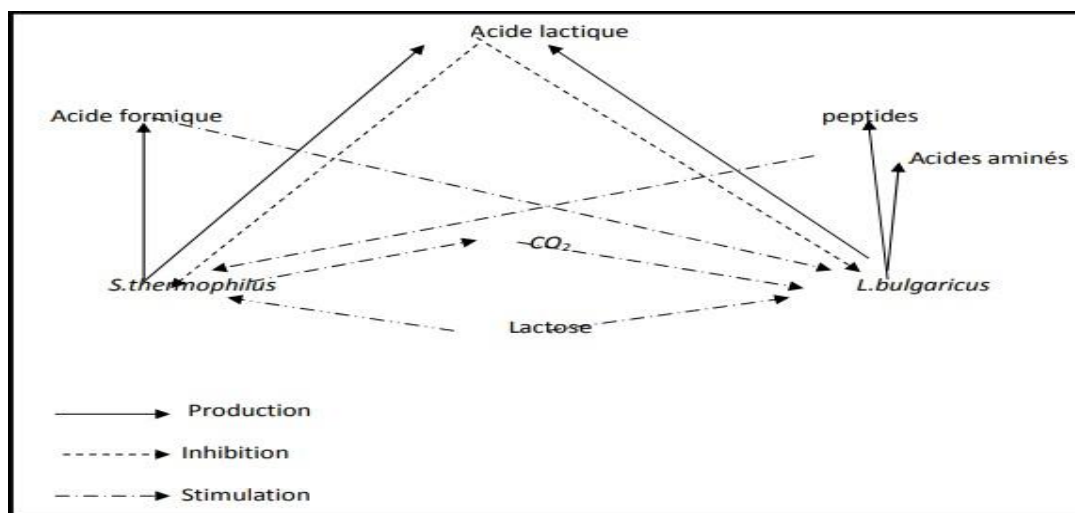


Figure 03: Les interactions métaboliques de *S. thermophilus* et *L. bulgaricus* en culture mixte dans le lait (Mahaut et al., 2000)

### I.3.3. Les différents types de yaourt

Il existe une grande diversité de yaourts, qui se distinguent par leur composition chimique, leur méthode de fabrication et leur saveur. (Etievant et Delolme, 2011; Dedaf, 2014; Merabet et Belgherissi, 2017), Le tableau résume les différentes catégories de yaourt.

Tableau 06: Différents types du yaourt et leurs caractéristiques (Vignola L., 2002)

Les différents types	Caractéristiques
<b>a) Selon la technologie de fabrication</b>	
<b>Le yaourt « nature »</b>	Il n'y a aucune addition de sa part
<b>Le yaourt ferme</b>	La fermentation a lieu directement en pots. Ils'agit généralement de yaourts nature ou aromatisés. Toute addition de fruits ou d'arômes est effectuée avant le début de la fermentation.
<b>Le yaourt brassé</b>	La fermentation a lieu en cuve avant le brassage et le conditionnement. C'est le cas des yaourts veloutés nature ou aux fruits. Dans ce procédé, l'ajout de fruits ou d'arômes se fait après le refroidissement du lait fermenté.
<b>Le yaourt à boire</b>	Sa consistance est liquide.
<b>b) Selon la teneur en matière grasse</b>	
<b>Le Yaourt entier</b>	3 % de matière grasse en poids.
<b>Le Yaourt partiellement écrémé</b>	Entre 0,5% et 3% de matière grasse.
<b>Le Yaourt écrémé</b>	Au plus 0,5 % de matière grasse
<b>c) Selon les additifs alimentaires</b>	
<b>Le yaourt « sucré »</b>	Ils sont enrichis en sucre
<b>Le yaourt « aux fruits », « au miel », « à la confiture »</b>	Avec un ajout de moins de 30 % de ces différents produits
<b>Le yaourt « aromatisé »</b>	avec des arômes artificiels.

### I.3.4. La composition chimique du yaourt

Le produit, le yaourt, comprend différents nutriments tels que des protéines, des lipides, des glucides, des vitamines et des minéraux. (Mahaut *et al.*, 2000) La composition chimique est représentée dans le tableau :

**Tableau 07:** La composition chimique du yaourt (Bourlioux *et al.*, 2011).

Yaourt	Composition		Energie		Matière sèche (g)	Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)
			kJ	kcal				
Yaourt nature au lait entier			297	71	14,3	4,2	3,5	5
Yaourt nature (au lait partiellement écrémé)			213	50	12,3	4,3	1,2	5
Yaourt nature maigre (au lait totalement écrémé)			186	44	11,7	4,5	0,3	5,2
Yaourt maigre aux fruits			391	92	24,5	3,7	1,1	17
Yaourt au lait partiellement écrémé, aromatisé			346	82	20,1	3,9	1,1	14

### I.3.5. Technologie de fabrication de yaourt

En technologie, il existe trois types de yaourts, distingués par la consistance du gel formé : liquide (ou à boire), brassé et ferme. Le yaourt liquide (ou à boire) est agité après brassage, puis conditionné et stocké au froid. Le yaourt brassé est préparé en vrac : le caillé est brassé puis refroidi avant d'être conditionné dans des pots et stocké au froid. Le yaourt ferme est conditionné en pots après mélange des ingrédients, puis soumis à une étuve à 45°C avant d'être placé en chambre froide pour arrêter l'acidification. (Caroleet Vignola L., 2002)

#### ➤ Choix de lait

La principale matière première pour la fabrication du yaourt est le lait, qu'il soit frais, reconstitué à partir de poudre de lait écrémé et de matière grasse laitière anhydre, ou reconstitué à partir de lait en poudre. Le lait utilisé ne doit pas contenir de résidus de substances dépassant les niveaux de tolérance acceptables, tels que les antibiotiques, les sulfamides, les mycotoxines, les métaux lourds ou les éléments radioactifs artificiels. (Cherki et Hadji, 2018)

#### ➤ Homogénéisation

L'homogénéisation vise à diminuer la taille des globules gras dans le lait. Cette étape est essentielle pour prévenir la séparation des matières grasses pendant la fermentation, tout en augmentant la viscosité du yaourt. De plus, elle contribue à donner au lait, et par extension au yaourt, une apparence plus blanche. (Sodini et Béal, 2001).

### ➤ **Traitement thermique**

Le lait enrichi, éventuellement sucré, subit un traitement thermique. La méthode de traitement thermique la plus couramment utilisée consiste à chauffer le lait à 90-95°C pendant 3 à 5 minutes. **(Mahaut et al, 2000; Boudier, 1990)**. Ce traitement a de multiples effets sur la flore microbienne ainsi que sur les propriétés physico-chimiques et fonctionnelles du lait. Tout d'abord, il crée des conditions favorables au développement des bactéries lactiques et élimine les germes pathogènes et indésirables. **(Boudier, 1990)**. Et inactive les inhibiteurs de croissance tels que les lactopéroxydases. **(Farkye et Imafidon, 1995)**.

De plus, il réduit les sulfures toxiques et entraîne la production d'acide formique, un facteur de croissance pour *L. bulgaricus*. **(Loones, 1994)**. Le traitement thermique affecte également la conformation tridimensionnelle des protéines du lactosérum à 85 %, qui se fixent ainsi sur les molécules de caséines. En outre, il modifie les équilibres salins, entraînant une augmentation de la taille des caséines, de leur stabilité et de la quantité d'eau liée. **(Mahaut et al, 2000)**.

### ➤ **La fermentation**

Le lait enrichi et traité thermiquement est refroidi à la température de fermentation, soit entre 40 et 45°C. Cette température correspond à l'optimum de développement symbiotique des bactéries lactiques. **(Loones, 1994)**. Ils sont inoculés à un taux relativement élevé, généralement de 1% à 7%, pour un ensemencement indirect à partir d'un levain, avec un ratio de *Streptococcus thermophilus* à *Lactobacillus bulgaricus* compris entre 1,2 et 2 pour les yaourts nature, et pouvant atteindre 10 pour les yaourts aux fruits. **(Boudier, 1990; Mahaut et al, 2000)** L'ensemencement direct à partir de bactéries lactiques concentrées se fait à des taux de 0,03 %. *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* vivent en symbiose et en synergie : elles dégradent le lactose en acide lactique, abaissant le pH et induisant la gélification du milieu avec des modifications structurales irréversibles. De plus, ces bactéries produisent des composés carbonylés volatils comme l'acétaldéhyde, le diacétyl, l'acétoïne et l'acétate d'éthyle. **(Imhof et al, 1994; Ott et al, 1997)** et des exo polysaccharides **(Cerning et al, 1990)** qui contribuent respectivement à l'élaboration de l'arôme et de la texture des yaourts. Lorsque le pH atteint une valeur comprise entre 4,3 et 4,7, un processus de refroidissement en deux étapes est appliqué : d'abord un refroidissement rapide jusqu'à 25°C, suivi d'un refroidissement plus lent jusqu'à atteindre 5°C, afin d'arrêter la fermentation. **(Tamine et Robinson, 1985)**.

### ➤ **Conditionnement**

Le conditionnement est une étape très délicate, car plusieurs facteurs peuvent influencer la qualité du yaourt. Cette étape varie en fonction des technologies utilisées. **(Biot et al., 2012)**:

- ✓ Le produit est dirigé vers un refroidisseur pour abaisser sa température de 95°C après pasteurisation à environ 45°C. Ensuite, il est conditionné dans des pots thermoformés fabriqués à partir de bobines de plastique, et le produit est placé dans une étuve.
- ✓ Le yaourt brassé est conditionné après la fermentation et le brassage du coagulum, soit dans des bouteilles préformées, soit dans des pots thermoformés fabriqués à partir de bobines de plastique. Ensuite, le produit est stocké dans une chambre froide.

Les matériaux d'emballage ont considérablement évolué. De nos jours, le yaourt est conditionné dans des pots en verre ou dans des contenants en plastique. Les pots en carton paraffiné sont désormais absents du marché. (Brulé, 2003).

#### ➤ **Stockage**

Le yaourt est conservé dans des chambres froides, à une température comprise entre 0 et 6 °C, jusqu'à sa consommation. Le froid permet également de limiter la croissance des levures et des moisissures, qui prospèrent moins bien dans ce milieu acide à pH bas. (Biot et al., 2012).

### I.3.6. Qualité du yaourt

#### ➤ **Aspects physico-chimiques**

Le yaourt doit présenter les caractéristiques suivantes :

- ✓ Couleur uniforme et intense ;
- ✓ Goût prononcé et arôme caractéristique ;
- ✓ Texture homogène (pour le yaourt brassé) et ferme (yaourt étuvé).

#### ➤ **Aspects hygiéniques**

Selon la norme nationale de 1998, N°35 parue au Journal Officiel, les yaourts doivent être exempts de tout germe pathogène. Le traitement thermique appliqué sur le lait avant la fabrication du yaourt est suffisant pour éliminer les micro-organismes non sporulés pathogènes ou non. Leur présence dans le yaourt ne peut être que fortuite. Le pH acide du yaourt crée un environnement hostile aux germes pathogènes ainsi qu'à la plupart des autres micro-organismes indésirables. Cependant, les levures et les moisissures peuvent potentiellement se développer dans le yaourt. (LARPENT J.P.(1989))

#### ➤ **Les indicateurs d'hygiène**

Pour évaluer la pollution microbienne d'un aliment, des indicateurs d'hygiène sont utilisés dans les industries agro-alimentaires.

- ✓ La FTAM.
- ✓ La recherche des Salmonelles.
- ✓ La recherche de staphylocoques.

**I.3.7. Défauts de fabrication du yaourt**

Comme la fabrication du yaourt implique plusieurs étapes clés où la fermentation et la formation du gel doivent être rigoureusement contrôlées et surveillées, il est courant que des altérations de goût, d'apparence et de texture (résumées dans le tableau) se produisent, certaines étant préjudiciables à la qualité finale du produit. (Luquet F.M., 1985.)

**Tableau 08:** Altérations du goût(A), de la texture(B) et de l'apparence (C). (Luquet. (1985)

**A. Le Goût**

<b>Nature</b>	<b>Cause</b>
<b>Amertume</b>	Conservation prolongée. Activité protéolytique excessive des ferments. Contamination par des germes à activité protéolytique.
<b>Gout levure, fruité, alcool</b>	Contamination par des moisissures. Utilisation de fruits de mauvaise qualité pour les yaourts aux fruits.
<b>Manque d'acidité :</b>	Les problèmes peuvent inclure un ensemencement insuffisant des levains, une incubation trop courte ou à basse température, ainsi que la présence d'inhibiteurs dans le lait et de bactériophages.
<b>Trop d'acidité</b>	Les problèmes peuvent également résulter d'un ensemencement excessif des levains, d'une fermentation prolongée ou à une température trop élevée. Le refroidissement insuffisant ou trop lent peut également poser problème. Conservation a trop haute température
<b>Rancidité</b>	La contamination par les germes lipolytiques peut résulter d'un traitement thermique insuffisant.
<b>Gout oxydé</b>	La protection insuffisante contre la lumière peut entraîner une altération de la qualité du produit. Présence de métaux (fer, cuivre).
<b>Gout de cuit</b>	Traitement thermique trop sévère.
<b>Gout farineux: de poudre</b>	Poudrage très important
<b>Gout gras</b>	Teneur en matière grasse trop élevée

**B. Texture**

<b>Nature</b>	<b>Causes</b>
<b>Trop filant</b>	L'utilisation d'un ferment inapproprié ou une température d'incubation trop basse peuvent conduire à une texture trop filante du produit final.
<b>Trop liquide</b>	Brassage violent Mauvaise incubation Matière sèche très faible Fruit ou arômes pas assez concentré
<b>Manque de fermenté</b>	Taux de levain faible Mauvaise incubation Agitation avant la coagulation complète
<b>Texture sableuse</b>	Chauffage du lait trop important Homogénéisation à température trop élevée Poudrage trop fort Mauvais brassage Acidification irrégulière et trop faible.
<b>Texture granuleuse</b>	Mauvais brassage La teneur en matière grasse est excessive. Mauvais choix des ferments.

**C. Apparence**

<b>Nature</b>	<b>Causes</b>
<b>Déculottage</b>	L'agitation ou les vibrations pendant le transport peuvent résulter d'un refroidissement inapproprié en chambre froide (pour le yaourt ferme)
<b>Production de gaz</b>	Contamination par les levures ou les coliformes
<b>Couche en surface</b>	Contamination par les levures et les moisissures
<b>Couche en crème</b>	Mauvaise ou absence homogénéisation
<b>Produit non Homogénéisé</b>	Mauvaise agitation (dans le cas de yaourt au fruit)
<b>Décantation, synérèse</b>	Température élevée pendant le stockage (conservation longue) Refroidissement faible
	Agitation et admission exagérée d'air (pour le yaourt brassé) Utilisation de la pompe centrifuge

**I.4. Crème dessert**

**I.4.1. Définition**

Ce sont des produits laitiers fabriqués à partir de lait enrichi en sucre, en arômes, en agents de texture tels que des gélifiants et des épaississants, et parfois de la crème. Leur texture est généralement épaisse et visqueuse, contrairement aux laits gélifiés qui ont une texture de gel. (Branger, 2007 ; Poillot-Peruzzetto, 2011).

**I.4.2.Composition de la crème dessert**

La composition typique d'une crème dessert comprend du lait, du sucre, de l'amidon, du carraghénane (un extrait d'algue) et de la poudre de chocolat. (Korolczuk *et al.*, 2003) .Dont la composition de la crème dessert au chocolat est donnée dans le tableau 06 :

**Tableau 9 :** Composition de la crème dessert chocolat (Jeantet *et al.*, 2008)

Composants	Pourcentage (%)
Lait entier	77,35
Sucre	12,30
Crème 40% MG	4,50
Poudre de lait écrémé	3,80
C.M.C	0,30
Gélifiant	0,50
Cacao en poudre	1,70

**I.4.3. Les additifs alimentaires de la crème dessert**

Certains additifs contribuent de manière significative à la stabilité physique et à la texture de la crème dessert. Parmi ceux-ci figurent les agents de texture, tels que les gélifiants, les émulsifiants et les épaississants, qui confèrent à la crème dessert sa consistance et sa sensation en bouche caractéristiques. De plus, les arômes et les colorants sont utilisés pour conférer au produit fini un goût, une odeur et un aspect visuel spécifiques. (Guion, 1998). Les agents de texture sont des polymères glucidiques ou protéiques (hydro colloïdes) utilisés pour maintenir ou améliorer la consistance des produits alimentaires, leur viscosité, leur rhéologie ou leur souplesse. Leurs propriétés varient en fonction de la forme adoptée par les macromolécules en solution, de leur rigidité et de leur capacité à s'associer entre elles. Le pouvoir épaississant de ces agents diffère largement d'un polysaccharide à l'autre, et certains mélanges peuvent présenter des phénomènes de synergie remarquables. Ils peuvent remplir plusieurs fonctions et posséder diverses caractéristiques. (Doublier, Thibault *et al.*, 2002); (tableau 7) (Branger, 2007).

**Tableau 10:** Les fonctions des agents de texture (Branger, 2007)

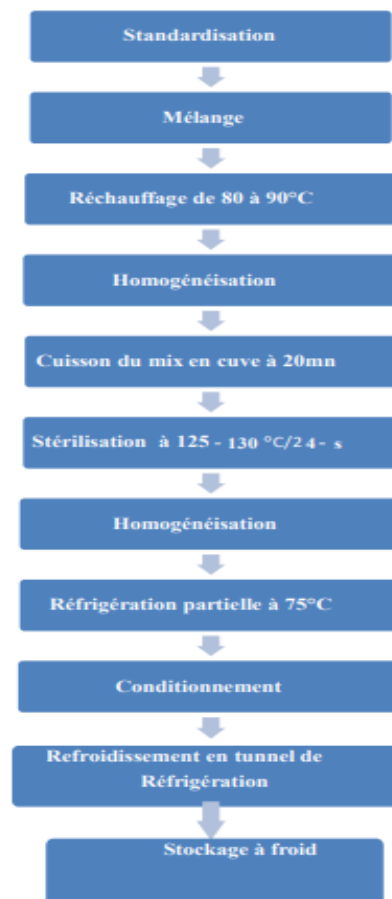
Agents de texture	Fonctions	Conséquences
Emulsifiants	Adsorption à l'interface entre phase aqueuse et phase lipidique, qui diminue la coalescence molécules amphiphiles	Stabilisation de l'émulsion
Epaississants	Gonflement des molécules par hydratation	Augmentation de la viscosité
Gélifiants	Formation d'un réseau tridimensionnel, dans les mailles auquel se logent d'autres molécules ou la phase continue (eau)	Formation d'un gel

#### I.4.4. La technologie de fabrication de la crème dessert

La fabrication inclut plusieurs étapes : la préparation du mix, qui consiste à mélanger les ingrédients tels que le lait, les agents de texture, le sucre, le parfum et l'eau de reconstitution. Cette étape est suivie d'un traitement thermique et d'une homogénéisation. Ensuite, le mélange est stérilisé avant d'être refroidi et conditionné. (**figure 04**) (**Luquet, 1999**).

##### Préparation du mix (poudrage):

Le lait, écrémé ou non, concentré ou non, est pasteurisé à environ 90°C. Il est normalisé en matières grasses par l'ajout de crème et enrichi en matière sèche avec du lait en poudre ou concentré. Ce produit est conservé à basse température pendant quelques heures ou même une nuit avant l'incorporation d'autres ingrédients (agents de texture, sucre, arôme, cacao, etc.), généralement à froid pour éviter la formation de grumeaux. (**Poillot, 2011**).



**Figure 04** : Diagramme de fabrication de la crème dessert – lait de vache - (**Boudier, 1990**).

**PARTIE  
PRATIQUE**

**Objectif**

Notre travail vise les objectifs suivants

- Préparer un yaourt à boire et une crème dessert, à base de lait de flocons d'avoine.
- Des analyses physico-chimiques et microbiologiques pour évaluer la qualité de nos deux produits
- Valider leur qualité nutritionnelle et sanitaire
- L'appréciation de l'acceptabilité gustative (analyses sensorielles) de nos produits est réalisée par des tests de dégustation préliminaire
- Une analyse économique pour évaluer approximativement les prix de nos deux produits.

# **CHAPITRE II**

## **Matériel**

## **et méthodes**

## II. Matériel et Méthodes

### Essais de préparation d'un yaourt à boire et d'une crème dessert sans lactose à base de lait végétal (ou d'Avoine)

#### II.1. Lieu de travail

La grande partie du travail a été réalisée au laboratoire central de l'unité de production de lait et produits laitiers (HODNA lait) sise wilaya de M'sila. D'autres expériences ont été faites au laboratoire pédagogique du département de Microbiologie et Biochimie de l'Université de M'sila. Au sein de ce dernier, ont été effectués les tests sensoriels et gustatifs en faisant appel à des enseignants (es) et étudiants (es) volontaires.

Du moment que le plus gros du travail a été effectué à la SARL HODNA lait, on a jugé nécessaire de donner la fiche technique succincte de cette unité, afin de mieux cerner les espérés de ce travail et les tests expérimentaux effectués.



**Figure 05:** géolocalisation de la région de M'sila ( Hodna – lait )

#### II.2. Matériel végétal

Les flocons d'avoine utilisés dans notre travail ont été achetés d'une supérette en 2024, on a opté pour un produit de bonne qualité. (BIO)

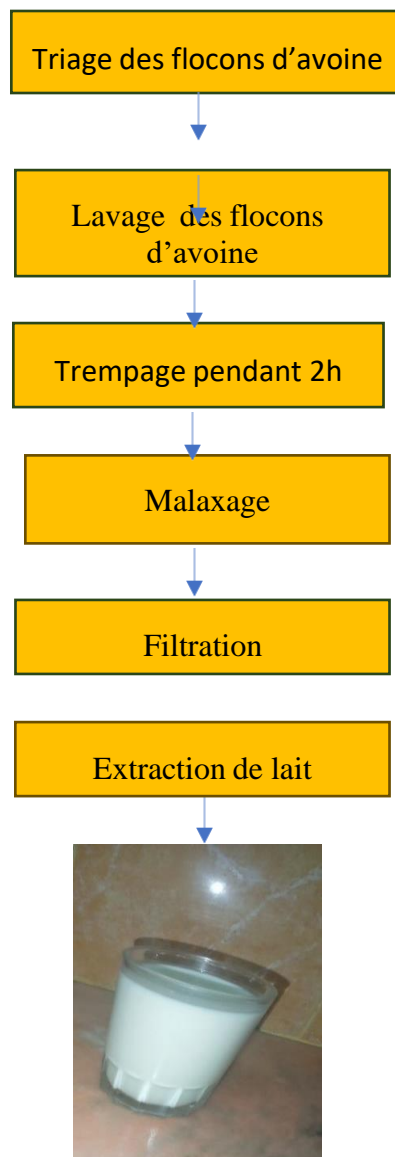
#### II.3. Matériel non végétal

Les arômes, les ferments lactiques, l'amidon (HL3), le gélifiant (DE 22), la poudre de cacao et le sucre ont été donnés à titre gracieux par l'unité de production Hodna lait.

## II.4. Préparation des différents produits projetés

### II.4.1. Le lait de flocons d'avoine

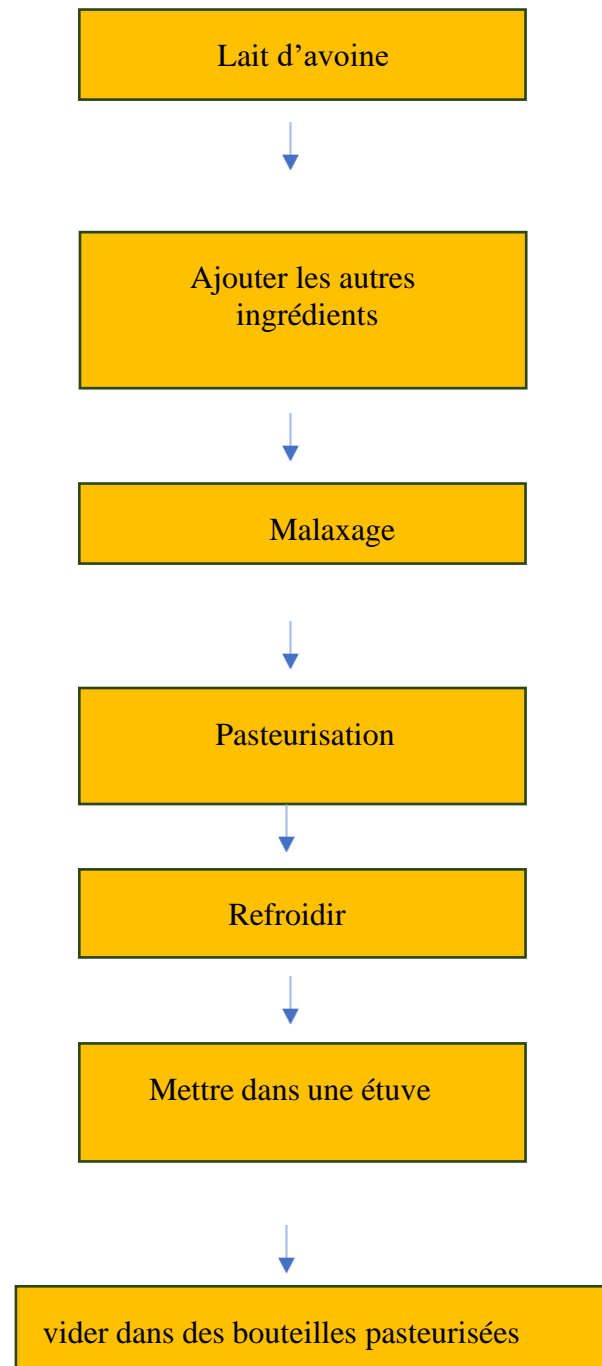
Pour obtenir une viscosité adéquate, on a effectué plusieurs (nombre d'essais) essais avec différentes quantités de flocons d'avoine dans un litre, d'eau chaude entre 60-70° et froide puis suivre les étapes de préparation du lait végétal.



**Figure 06:** Diagramme des étapes de fabrication de lait d'avoine

### II.4.2. Préparation du yaourt à boire

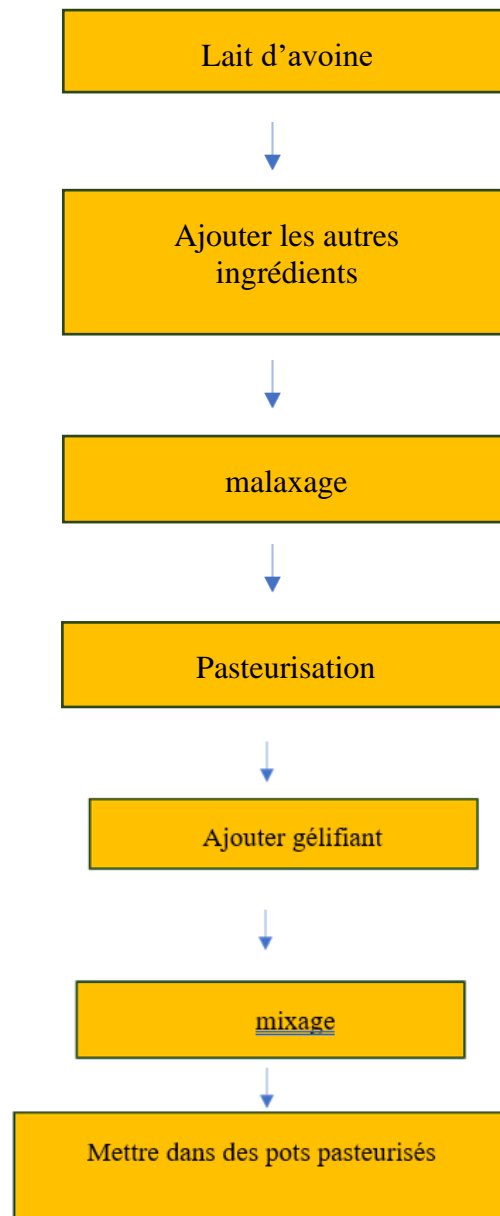
En utilise le lait d'avoine, ajouter les autres ingrédients et mixer pendant 5 à 7 mn , pasteuriséle mélange à 75 °C dans une plaque chauffante pendant 20 min puis refroidir ç une T de 45 , mettre dans l'étuve pendant 5 à 6 h



**Figure 07:** Diagramme des étapes de fabrication de yaourt à boire

### II.2.3. Préparation de la Crème dessert

En utilise le lait d'avoine, ajouter les autres ingrédients et mixer pendant 5min à 7 min, pasteurisé le mélange à 75°C dans une plaque chauffante pendant 25min ajouter le gélifiant , mettre directement dans les pots



**Figure 08:** Diagramme des étapes de fabrication d'une crème dessert

**II.5. Analyses physico-chimiques****II.5.1. Détermination de la densité du lait**

La densité du lait est mesurée à l'aide d'un thermo lactodensimètre, où elle est déterminée par une lecture simple du trait correspondant au point d'affleurement.

- Une densité plus élevée peut indiquer une plus grande quantité de matières grasses et de protéines dans le lait, ce qui peut influencer son goût et sa texture. Par conséquent, la densité du lait est un paramètre clé pour évaluer sa valeur nutritionnelle et ses usages potentiels dans l'industrie alimentaire.



**Figure 09: détermination de la densité**

**❖ Mode opératoire**

- Verser l'échantillon du lait dans une éprouvette cylindrique sans bec avec précaution pour éviter la formation de mousse jusqu'à un niveau permettant d'assurer le débordement ultérieur du liquide.
- Plonger doucement le lactodensimètre, l'échantillon devant déborder franchement.
- Effectuer la lecture de graduation à la partie supérieure du ménisque.

Une fois la lecture de la masse volumique est faite, relever le lactodensimètre pour lire la température rapidement

#### ❖ Expression des résultats

Sur le lactodensimètre, on lit à la surface d'un côté la température et à la surface d'un côté la densité, les résultats sont exprimés comme suit :

- Si la température est à 20°C : la densité est en effet réelle.
- Si la température est inférieure à 20°C : on diminue 0.2 de la densité lisible pour chaque degré Celsius (1°C).
- Si la température est supérieure à 20°C : on ajoute 0.2 à la densité lisible pour chaque degré Celsius (1°C). (**Journal de la Science** )

La densité est donnée par la formule suivante :

$$D = D'' \pm 0,2(20 - T^{\circ}\text{C}) \dots(1)$$

**D** : densité corrigée.

**D''**: densité brute.

**T** : température

#### **II.3.2. Détermination du taux de la matière grasse du lait par la méthode butyrométrique**

Le fondement de cette technique repose sur la dissolution des graisses par l'acide sulfurique. Cette dissolution est favorisée par l'action d'une force centrifuge et l'addition d'une petite quantité d'alcool iso amylique.(**AFNOR, 1980**), Le pourcentage de matière grasse est simplement lu sur l'échelle du butyromètre (**JORA, 2016**).

- Les matières grasses ajoutent de l'onctuosité au yaourt, ce qui peut influencer sa saveur et sa consistance. Cependant, il est essentiel de consommer des matières grasses de manière équilibrée dans le cadre d'une alimentation saine.

#### ❖ Mode opératoire

La méthode de l'étude consiste à :

- Introduire dans le butyromètre de GERBER ; 10 ml d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).
- Ajouter 11ml de l'échantillon à l'aide d'une pipette en l'écoulant à travers les parois pour éviter le mélange prématuré du lait avec l'acide

- Ajouter 1ml d'alcool iso amylique.
- Fermer le butyromètre à l'aide d'un bouchon.
- Mélanger jusqu'à la dissolution totale du mélange.
- Centrifuger pendant 5 minutes à 1200 tours/min.



**Figure 10: butyromètre**

### **II.3.3. Mesure de potentiel d'Hydrogène pH**

- Le pH est un paramètre de qualité important dans l'industrie laitière.
- Le pH du lait indique la quantité d'acide lactique produite par l'activité microbienne. Plus il y a d'acide lactique, plus l'acidité est élevée. Si l'acidité est trop élevée, cela entraîne une modification du goût et de l'odeur et rend le lait impropre à la consommation humaine.
- Les mesures du pH sont réalisées à l'aide d'un pH-mètre de paillasse INOLAB 731, les valeurs du pH sont lues directement sur l'appareil. (**Association of Official Analytical Chemists., 2016** )



**Figure 11:** Mesure de pH des produits (yaourt et crème dessert) pH-mètres INOLAB 731

#### II.3.4. Détermination de l'extrait sec du yaourt et de crème désert

L'extrait sec désigne la partie des substances qui reste après avoir complètement séché l'échantillon. Le séchage ce fait dans le dessiccateur ( SHIMADZU série MOC63u)

le résultat est exprimé soit en pourcentage (%), soit en (g/l) (Nongonierma *et al.*, 2006).



**Figure 12:** Dessiccateur SHIMADZU série MOC63

#### ❖ Mode opératoire

- Peser la coupelle vide (m0)
- Tarer l'appareil
- Peser 3g de l'échantillon
- fermer le couvercle pour commencer la mesure.
- Effectuer des mesures précises, rapides et faciles du taux d'humidité Pendant 15 à 20 min

#### II.3.5. Détermination de l'acidité titrable

Elle fournit des informations sur l'acidité du lait et du yaourt.

La détermination de l'acidité titrable comporte à neutraliser l'acidité d'une quantité précise de lait ou de produits laitiers, à l'aide de soude caustique (NaOH) de concentration connue. On exprime cette acidité en grammes d'acide lactique ou en degré Dornic (°D). Il est relevé que

«acidité» ne représente en définitive que la quantité d'alcali nécessaire pour porter un liquide aussi fortement tamponné que le lait, du pH initial au pH dans lequel la phénolphthaléine montre une notable couleur rose. La phénolphthaléine est incolore en milieu acide et de couleur rose en milieu basique.

#### ❖ Mode opératoire

- Remplir la burette de la solution de NaOH et la fixer au statif
- Ajuster le niveau du liquide à zéro
- Prélever 10ml de l'échantillon et la transférer dans un Erlenmeyer de 100ml, à l'aide d'une pipette de 10ml,
- Ajouter 2 à 3 gouttes de l'indicateur phénolphthaléine
- Titrer avec le NaOH jusqu'à ce que la couleur vire vers rose clair.
- Noter le volume de NaOH utilisé (V), et calculer l'acidité.

#### ❖ Expression des résultats

L'acidité (A), exprimée en grammes d'acide lactique par litre est calculée selon la formule suivante

$$A = 10 V_i / V_0 \dots(2)$$

**V<sub>i</sub>** : volume de lait ou de yaourt de la prise d'essai en ml

**V<sub>0</sub>** : volume de la solution de NaOH utilisé en ml

En pratique, on utilise fréquemment la méthode de Dornic, qui consiste à user une solution NaOH N/9 et un échantillon du produit de 10ml.

Comme 1ml de NaOH neutralise 0,1g d'acide.

Puisque 1°D = 0,1g acide lactique, on peut obtenir la valeur de l'acidité en °D, en multipliant le gramme d'acide lactique par 10.

#### Normes

L'acidité du lait exprimé en gramme d'acide lactique peut varier de 0,10 à 0,30g. La plupart des laits a une acidité de 1,4 à 1,7g. En °Dornic un lait frais peut avoir comme acidité entre 15 et 18°D tout en sachant qu'1°D = 0,1g acide lactique par litre.

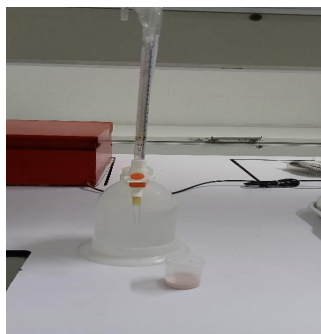


Figure 13: Mesure de l'acidité titrable du lait

### II.3.6. Dosage des protéines par la méthode de Buret

Cette méthode repose sur la réaction entre les ions cuivriques  $\text{Cu}^{2+}$  et les liaisons peptidiques des protéines en milieu alcalin. Cette réaction forme un complexe violette dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en protéines. C'est-à-dire qui est un dosage colorimétrique, basé sur le changement d'absorbance la mesure se fait à 540 nm se manifestant par le changement de la couleur du bleu de Coomassie après liaison avec les acides aminés basiques arginine, histidine, lysine, et les résidus hydrophobes des acides aminés présent dans le ou les protéines. (**Gornall, A. et al 1949**)

#### ❖ Principe

On utilise trois types de solutions

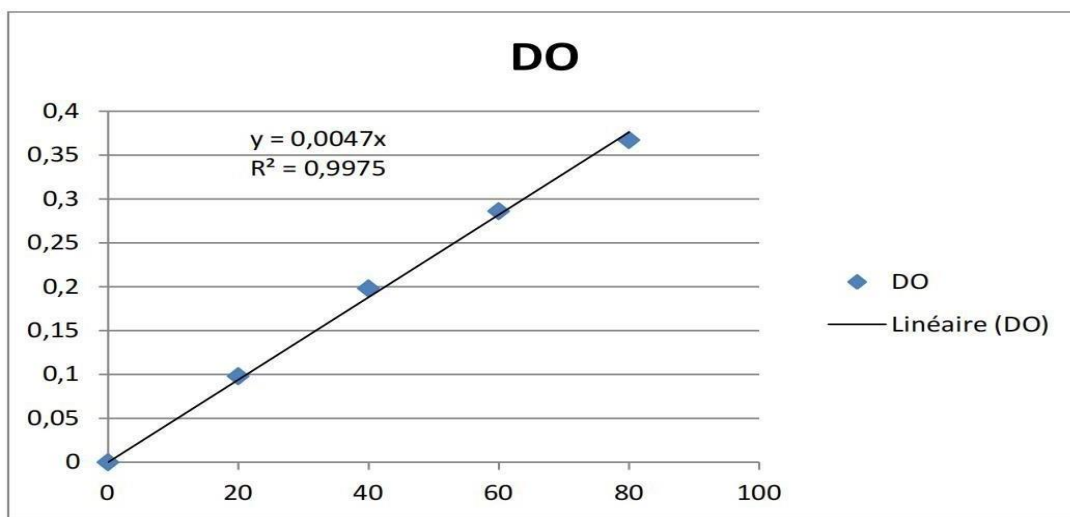
- une solution de la protéine dont on veut déterminer la concentration
- une solution de concentration connue d'une protéine considérée comme une référence ou un standard par rapport à la protéine dont on veut déterminer la concentration (BSA)
- une solution de réactif qui développe une coloration en réagissant avec des acides aminés spécifiques de ces protéines.

La solution de concentration connue permet de constituer une gamme étalon (figure 14) : série de tubes qui contiennent un volume identique mais des quantités croissantes et connues de la protéine de référence

En parallèle, une série de tubes, contenant différents volumes de prise d'essai de la protéine dont on veut déterminer la concentration (l'échantillon à doser), est préparée.

La solution de réactif est ajoutée au même moment dans tous les tubes afin que la coloration se développe dans les mêmes conditions pour la gamme étalon et l'échantillon à doser.

Mode opératoire (voir Annexe 06)



**Figure 14 :** Courbe étalon du dosage des protéines par la méthode de Buret

L’albumine sérum bovin est utilisée comme protéine étalon ;

R = coefficient de corrélation

### II.6. Évaluation de la qualité microbiologique

Il est essentiel de procéder à un contrôle microbiologique des produits alimentaires afin de garantir une qualité hygiénique optimale pour leur consommation. (Oliver, S. P 2005 ) Évaluation de la qualité microbiologique est Effectuer sur 3 types de micro-organismes :

- 1- les entérobactéries
- 2- les germes aérobies
- 3- les levures et les moisissures

**Tableau 11:** évaluation de la qualité microbiologique effectuée sur 3 types de micro-organismes

Micro-organismes recherchés	Incubation		
les entérobactéries	48h	37°C	
les germes aérobies	3 jours	30°C	
les levures et les moisissures	5 jours	25°C	

### II.5. Analyse microbiologique des produits

- Dans une zone stérile, prendre un flacon en prélevant 10g d'échantillon complétez par eau peptonée jusqu'à 100 ml et mélanger
- Prendre 03 boites de pétri pour chaque échantillons, par micropipette :
- Prélever 1ml de produit (échantillon + eau peptoné) , mettre dans les boites de pétri
- Ajouter les milieux de culture : (OGA ou YGC ) pour les levures et les moisissures

(PCA ) pour les germes aérobie

- Incuber dans une étuve à des températures et des temps d'incubation selon le tableau....

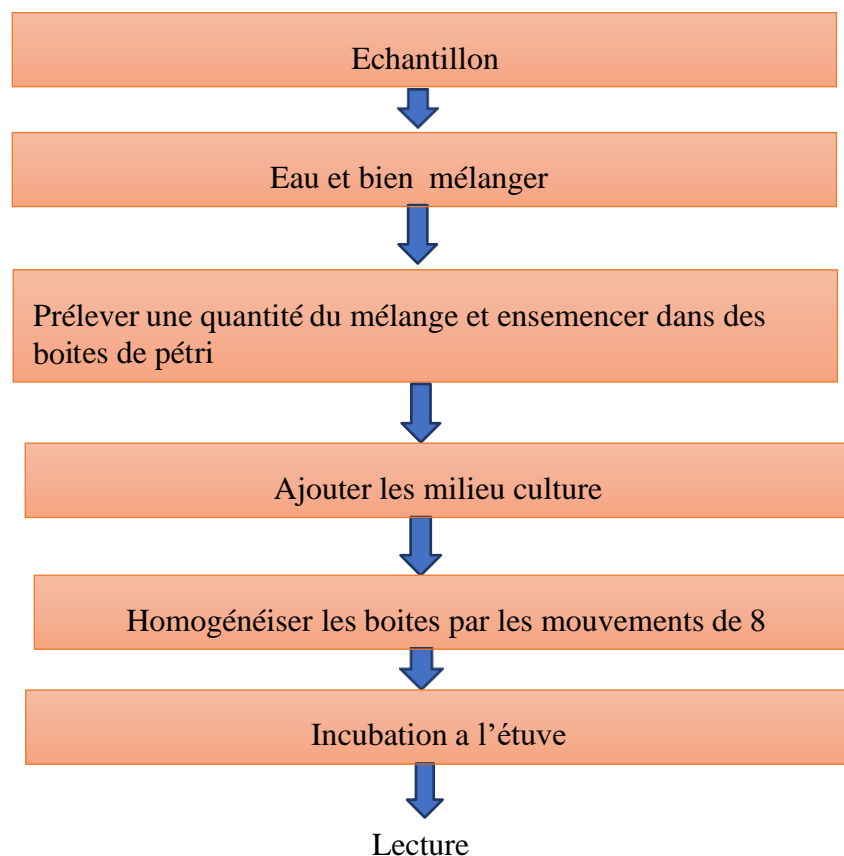
#### II.5.1. Dénombrement des moisissures et levures

##### ❖ Levures

En hygiène alimentaire, une quarantaine de genres ont un intérêt et sont responsables essentiellement d'altérations.

##### ❖ Moisissures

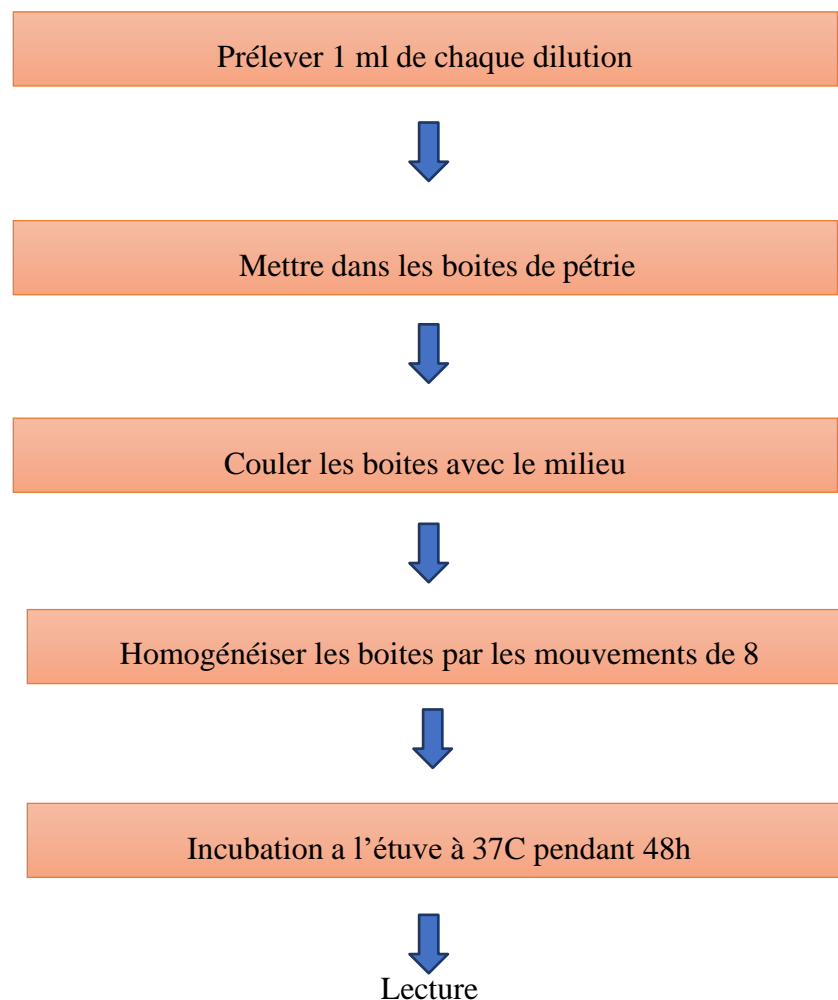
Ce sont des microorganismes d'altération. Les genres d'intérêt sont nombreux. Elles poussent sur milieux acides. En laiterie, les principaux genres intéressants sont : *Alternaria* peut provoquer un rancissement et mauvaises odeurs des produits laitiers.



**Figure 15:** Ensemencement des levures et moisissures

**II.5.2. Dénombrement des****❖ Les entérobactéries**

Les entérobactéries sont des bactéries gram-négatives en forme de bâtonnet, présentes principalement dans l'intestin des animaux et des humains. Elles comprennent des espèces inoffensives et pathogènes, responsables d'infections comme les infections urinaires et les gastro-entérites. Les genres notables incluent *Escherichia*, *Salmonella*, *Klebsiella* et *Enterobacter*. Elles sont étudiées en microbiologie médicale pour leur rôle dans les maladies infectieuses et leur résistance aux antibiotiques.

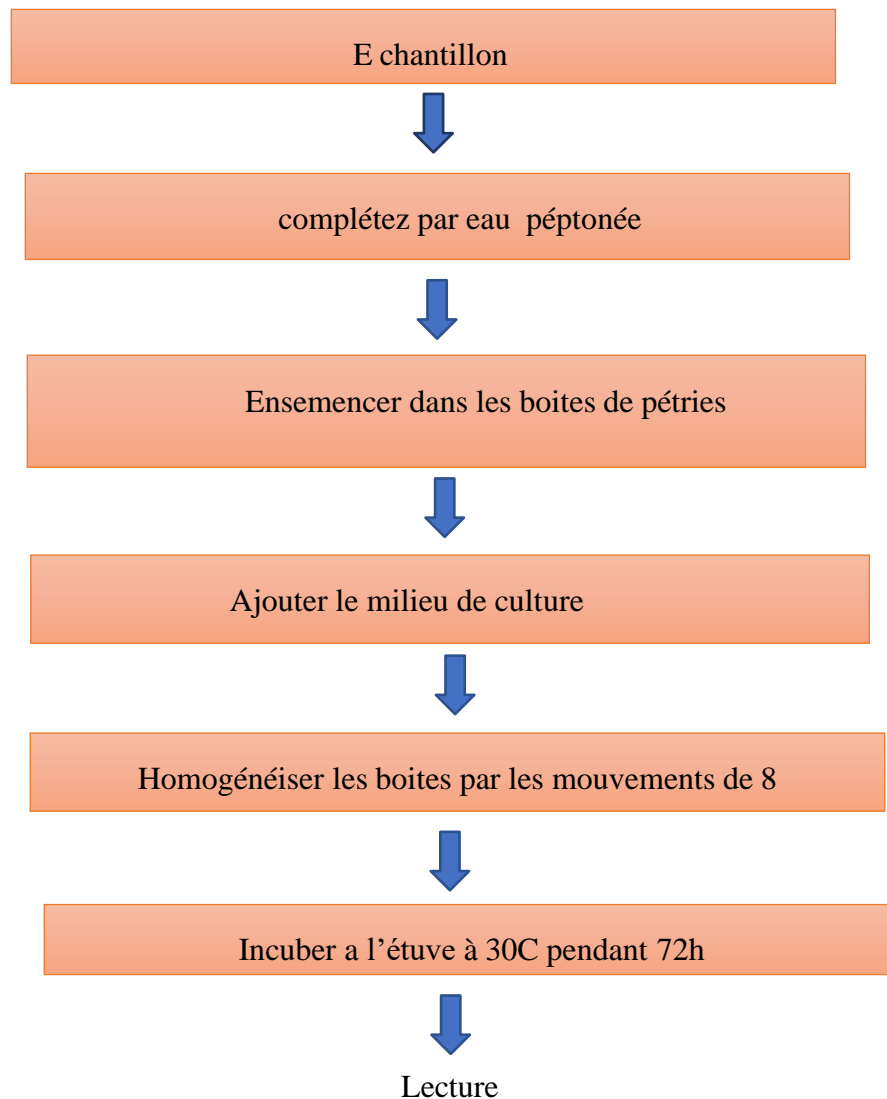


**Figure 16:** Ensemencement des entérobactéries

**❖ Dénombrement des germes aérobie****- Les germes aérobies**

Les micro-organismes aérobies et anaérobies facultatifs, peuvent se développer dans un milieu

nutritif non sélectif. Incubés à 30 °C pendant 72 h. Apparaissent sous forme de colonies de taille et de formes différentes (**Lapied et Petranxiene, 1981**).



**Figure 17:** Ensemencement des germes aérobies

### **II.7. Analyses sensorielles des produits finis**

Le niveau d'acceptabilité et d'appréciation des produits auprès des consommateurs joue un rôle essentiel dans la prise de décision de l'entreprise concernant la commercialisation de ses produits. Dans cette étude actuelle, nous avons utilisé un profilage sensoriel et une évaluation hédonique pour les deux produits préparées, en utilisant un panel naïf et un autre expert.

#### **Règles générales de la conduite de la dégustation**

- **Les dégustateurs**

Le groupe de dégustateurs ayant participé à notre analyse sensorielle est composé de soixante

personnes entre enseignants, étudiants.

D'après NICOD (1998), ces sujets sont choisis selon les critères suivants :

- **Volontariat et motivation** : Les participants doivent choisir de participer volontairement et être motivés à contribuer à l'étude.
- **Aversion envers le produit** : Les participants ne doivent pas avoir de répulsion ou d'aversion envers le produit à étudier afin de garantir une évaluation objective.
- **Abstinence tabagique** : Les participants ne doivent pas fumer au moins deux heures avant le test pour éviter toute altération de leur perception sensorielle.
- **Absence de maladie** : Les participants ne doivent pas être malades, et l'usage de médicaments est déconseillé afin de minimiser les influences extérieures sur les résultats de l'analyse.
- **Bonne vision des couleurs** : Les participants doivent avoir une vision des couleurs adéquate pour évaluer correctement les caractéristiques visuelles du produit.
- **Honnêteté** : L'honnêteté des dégustateurs est un critère crucial, assurant la fiabilité et la validité des données recueillies lors de l'analyse sensorielle.

### **II.6.1. Conditions de réalisation des tests sensorielles**

- ✓ La réalisation des tests sensoriels s'est déroulée dans une salle du département de microbiologie et de biochimie, accessible, loin du bruit, éclairée de manière adéquate et à une température adéquate.

#### **❖ Présentation des échantillons**

- Dix minutes avant le début de la dégustation, les échantillons sont retirés de la glacière.
- La gamme d'échantillons est servie à une température de 8 à 10 °C.
- Tous les yaourts sont placés dans un récipient en plastique jetable .

#### **❖ Séance de dégustation**

Les dégustations ont eu lieu dans la salle du département , où la plupart des conditions sont parfaitement réunies :

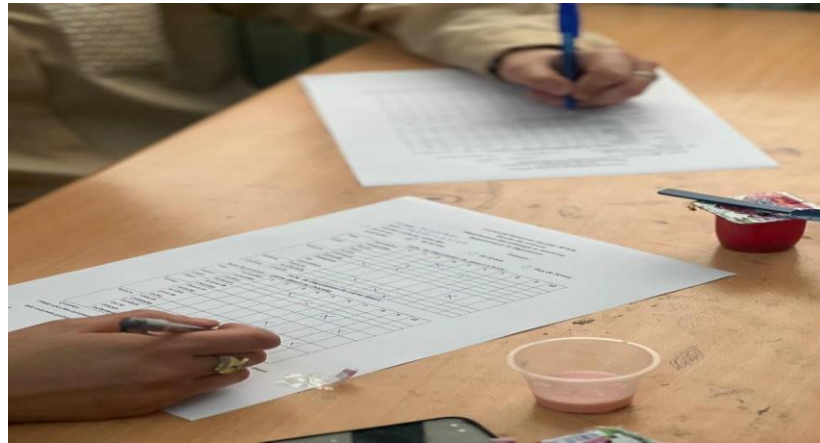
- Afin d'améliorer la sensibilité des dégustateurs, la séance est planifiée entre 9 heures et 13 heures.
- Les dégustateurs se rinceront la bouche au début de la séance et après chaque dégustation afin de maintenir une sensibilité constante.
- Pour éviter les phénomènes de saturation, des petites quantités de chaque échantillon sont

suffisantes pour évaluer les paramètres recherchés.

- Toutes les épreuves ont eu lieu en notre présence afin de fournir davantage d'explications et de garantir le bon déroulement de la séance.

#### ❖ **Recueil des résultats**

Le recueil des résultats est effectué sur une fiche.



**Figure 18** : déroulement de l'évaluation sensorielle

#### **II.6.2. Traitement des résultats**

Les résultats du test sensoriel obtenus, sont illustrés dans des secteurs pour tous les paramètres analysés dans la partie résultats et discussion.

#### **II.6.3. Analyse statistique**

L'analyse statistique de l'ACP (Analyse de la composante principale) a été réalisée avec le logiciel XLSTAT 2014

#### **II.6.3. Analyse de la composante principale (ACP)**

L'ACP est l'une des méthodes d'analyse de données multi variées auxquels les observations (les produits) sont décrites par un ou plusieurs variables (les attributs sensorielles). Cette méthode consiste à transformer et réduire le nombre de variables corrélées en nouvelles variables non corrélées les unes des autres. Ces nouvelles variables sont nommées 'composantes principales'', qui peuvent être visualisées graphiquement, avec la conservation d'un maximum d'information (Jolliffe, 2016 ; Kassambara, 2017).

# **RÉSULTATS ET DISCUSSION**

## Résultat et discussions

### III. Résultats et Discussion

#### III.1. L'analyses physico-chimique et microbiologiques de yaourt et crème dessert

En a fait une comparaisons entre les différents types du lait à base de lait de vache et lait végétal ,du yaourt avec différents types de lait .

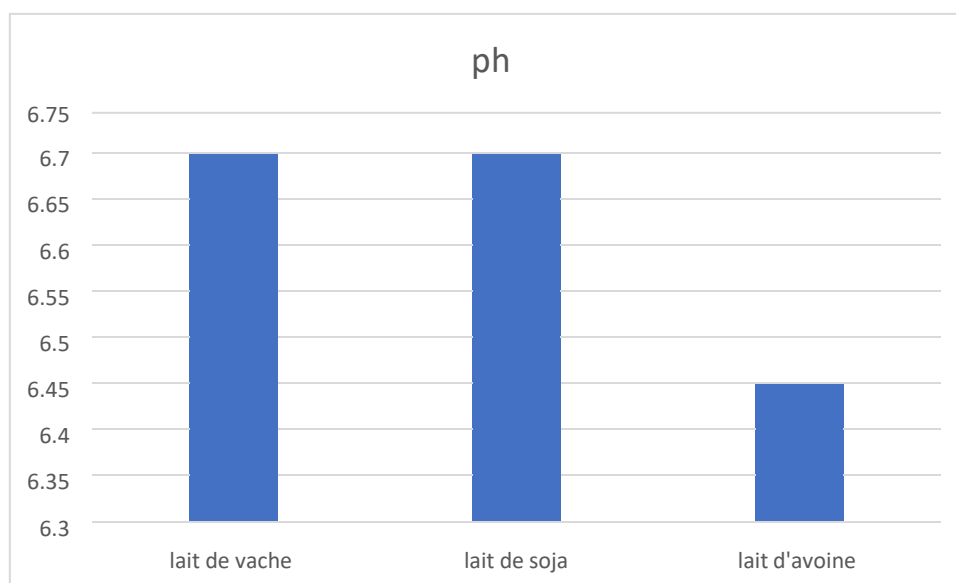
##### III.1.1. Lait d'avoine

Un lait de bonne qualité est un lait apte à la consommation, à toutes les transformations et répond aux normes de qualité et d'hygiène. Le tableau 13 indique les résultats des différents paramètres physico-chimiques du lait d'avoine

-Par manque de bibliographie sur le lait végétal d'avoine, on est contraint de faire les comparaisons avec les normes du lait de vache recommandées par le Journal Officiel. Alors on remarque que:

-Les résultats obtenus (tableau 13), du pH, de l'extrait sec, des protéines ainsi que de la densité des échantillons du lait d'avoine sont plus au moins conformes mais, les valeurs de l'acidité et des matières grasses sont beaucoup plus inférieures.

##### ❖ pH

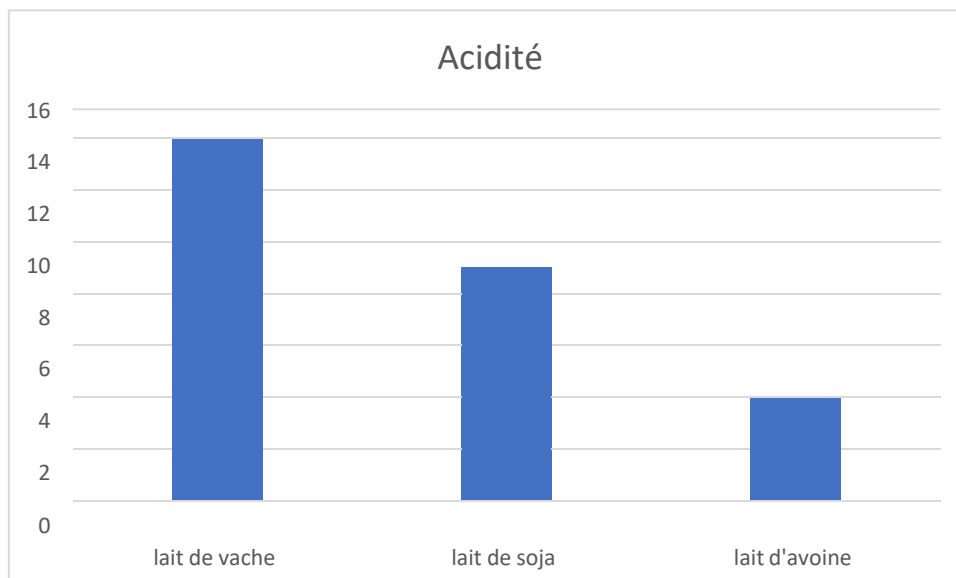


**Figure 19:** Histogramme des valeurs de pH en fonction des différents types de lait

Le pH du lait d'avoine (figure 19) est légèrement inférieure à la norme JORA qui varie de 6,6 - 6,8, mais répond à la norme AFNOR (1986) exigeant un pH de 6 à 7.

## Résultat et discussions

### ❖ Acidité

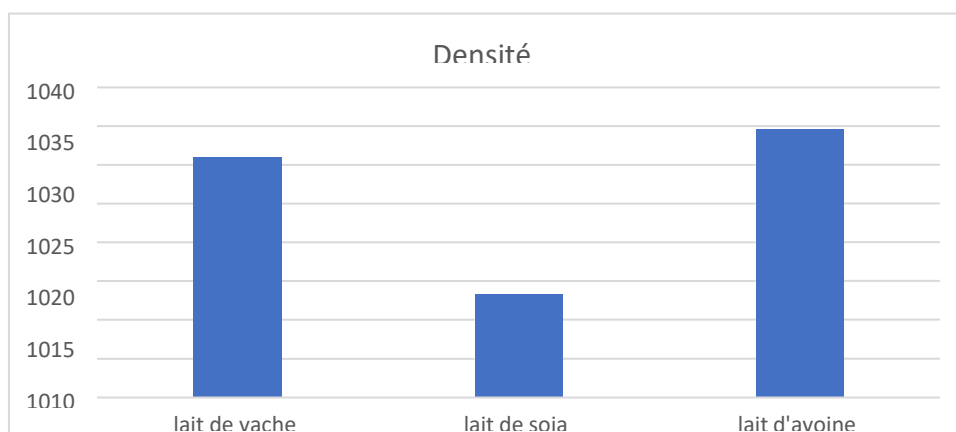


**Figure 20:** Histogramme des valeurs de l'acidité en fonction des différents types de lait

Dans (figure20), On sait que la fraîcheur et l'état de conservation du lait peuvent être vérifiés particulièrement par la mesure de l'acidité. C'est l'un des indicateurs pour évaluer la qualité et la stabilité des produits laitiers. Puisque dans tous les cas, l'altération la plus apparente que le lait subit avec le temps est l'acidification. La concentration des substances de nature acide (caséine, phosphates acides, etc.) peuvent aussi avoir un rôle dans l'acidité du lait.

La valeur moyenne obtenue, dans notre étude, de l'acidité titrable du lait d'avoine elle représente environ le  $\frac{1}{4}$  de la norme JORA 2014 du lait de vache qui oscille entre 14 - 16D et le  $\frac{1}{2}$  de la norme AFNOR 1980. Il est clair que l'acidité du lait d'avoine est très inférieure aux normes et à la valeur du lait de soja, obtenue par les auteurs cités auparavant, qui est de  $9 \pm 0.50$ . Cela peut également varier en raison des pratiques de préparation du lait, des quantités de l'avoine et de l'eau utilisées.

### ❖ Densité



## Résultat et discussions

### Figure 21: Histogramme des valeurs de la densité en fonction des différents types de lait

Dans (figure21) , Le lait d'avoine présente une densité qui répond aux normes JORA et AFNOR (1986). Autrement dit, la densité du lait de vache varie de 1015 - 1035 g/ml. Comparativement à la densité du lait de soja obtenue par **Assam et Idiri (2015)** qui est de  $1013.33 \pm 1.25$ , on remarque que cette valeur est inférieure à notre résultat. Cela peut être expliqué par le type de végétal, les conditions et les méthodes de préparation des différents laits.

Selon des bibliographies anonymes sur les sites web, tels que BIOVIE, le lait d'avoine à une texture plus épaisse que celui du soja ou d'amande.

#### ❖ Matière Grasse

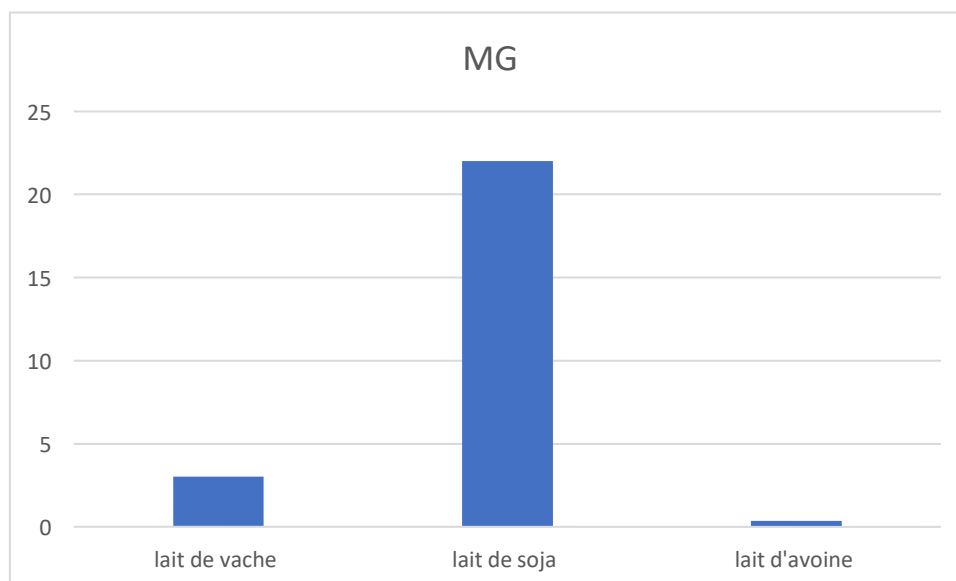


Figure 22: Histogramme des matières grasses en fonction des trois différents laits

(figure22) , A cause de sa richesse en acides gras saturés, la matière grasse laitière n'a toujours pas une très bonne popularité chez l'adulte. Malgré cela, les nouvelles recherches scientifiques dévoilent que, les acides gras saturés ne sont pas aussi « mauvais » et disposent des fonctions très importantes, tel le stockage de l'énergie, par une consommation raisonnable (**Legrand, 2008**).

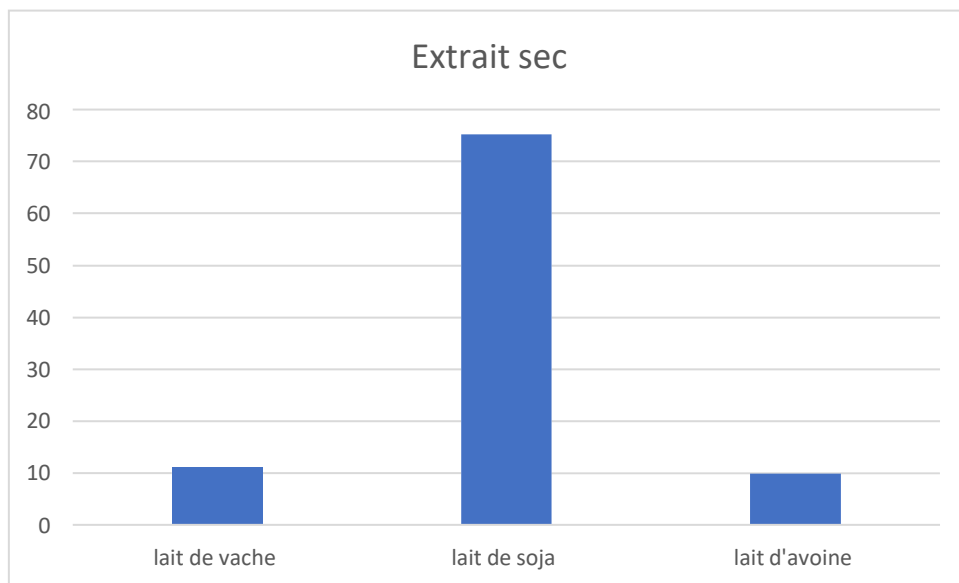
La valeur de MG du lait de soja enregistrée est de  $0.30 \text{ g/l} \pm 0.061$ , cette valeur est non conforme aux normes JORA (3-4,5g/l) et AFNOR 1996 ( $>15$ ), elle est aussi inférieure à celle du soja ( $22 \pm 0,00$ ).

Selon **Charvet (1997)** L'avoine renferme des acides gras essentiels, des polyinsaturés oméga-3 et oméga-6, respectivement appelés acides alpha-linolénique et linoléique.

La différence importante entre les valeurs est peut-être due au mauvais malaxage, au temps de trempage, à la préparation des flocons, à la variété d'avoine etc...

D'après les résultats obtenus on confirme la pauvreté du lait d'avoine en matières grasses.

### ❖ Extrait sec

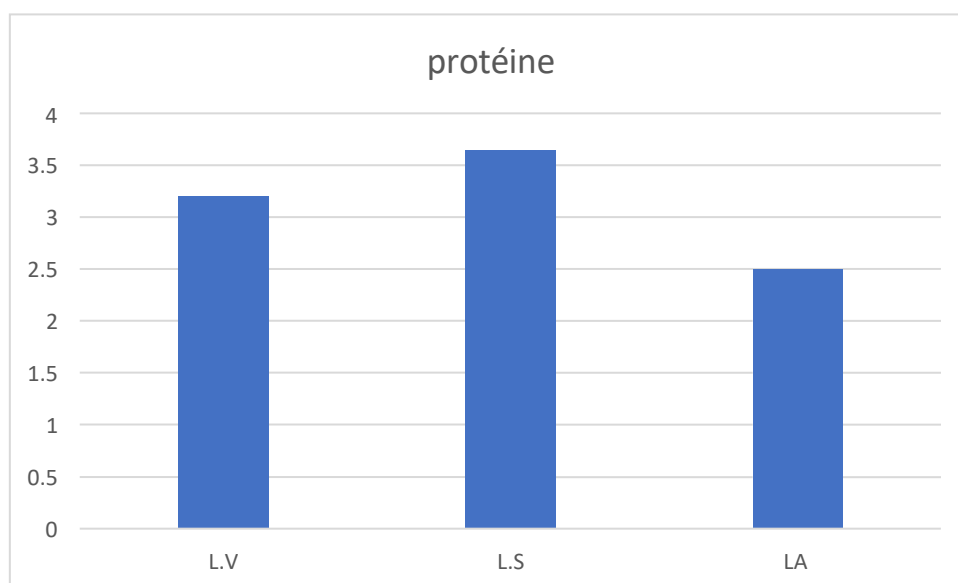


**Figure 23 :** Histogramme des extraits sec en fonction des trois différents laits

La valeur nutritive du lait dépend de ce paramètre. Les protéides, les glucides et les sels minéraux composent l'extrait sec. Le résidu obtenu, après évaporation d'une certaine quantité de lait par dessiccation, donne la matière sèche ou l'extrait sec du lait.

Le résultat obtenu dans (figure23), pour l'extrait sec est de  $9.87g/\pm 0.064$ , ce qui est pratiquement en accord avec la norme de JORA du lait de vache qui stipule une teneur de 10 à 12 %.

### ❖ Protéines (L.V: lait de vache, L.S : lait de soja, L.A : lait d'avoine)



**Figure 24 :** Histogramme des protéines des trois différents laits

## Résultat et discussions

---

(figure 24) , Carole et Vingola, (2002) ont noté que les protéines sont les composants les plus importants du lait ayant une teneur de 3.4 %. Et grâce à l'apport en acides aminés essentielles et en peptides à activité biologique, elles montrent une fonction nutritionnelle.

La quantité de protéines obtenue dans le lait d'avoine est conforme à la norme AFNOR 1986 (1 à 2 %) mais inférieure à la norme JORA qui est de 2,5- 3%. Cette différence peut s'expliquer par l'origine du lait utilisé.

Tous les laits végétaux sont moins riches en protéines que le lait de vache (BIOVIE 2024).

### III.1.2 Yaourt à boire à base de lait D'avoine

Le tableau ci-dessous résume les résultats des analyses physico-chimiques réalisés sur le Yaourt à boire à base de lait d'avoine

Selon les résultats on observe que :

- la valeur moyenne du pH, du yaourt est légèrement supérieure au pH du yaourt à base de lait de vache et inférieure au yaourt à base de lait de soja ( $4.63 \pm 0.02$ ). Mais, il répond aux normes AFNOR (1986).
- la valeur de l'acidité du yaourt est très élevée par rapport aux normes du yaourt de lait de vache (0,6-1%), mais très significativement basse à celle du yaourt de soja  $39.66 \pm 2.08^\circ\text{D}$ .

Toutes ces différences peuvent être dues à l'absence du lactose ou l'insuffisance de l'acide lactique dans l'avoine, à la technique du dosage de ce paramètre...

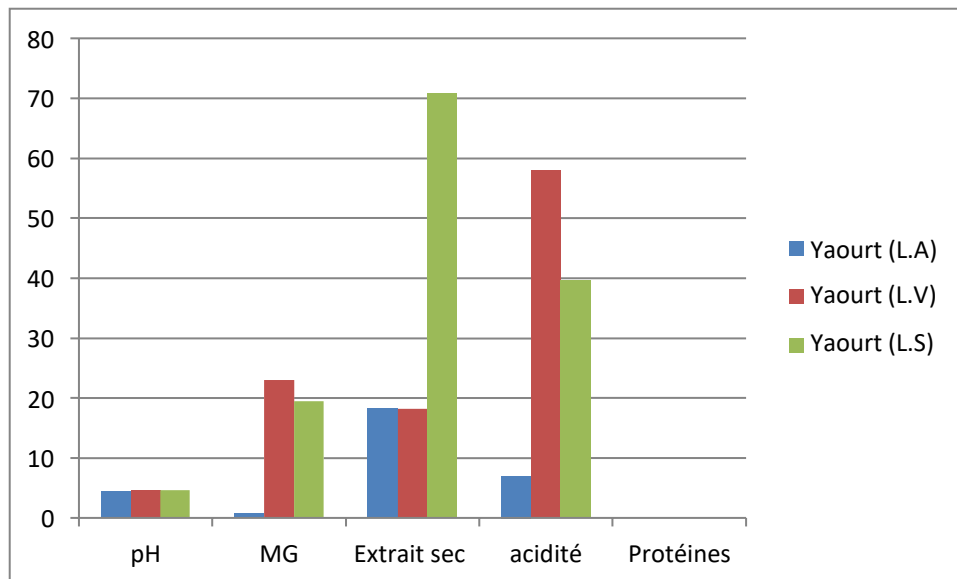
- le taux de MG est dans les normes du yaourt au lait de vache. Mais très basse par rapport au yaourt de soja ( $19.50 \pm 0.50$ ). Cela s'explique par la composition de la matière première
- la teneur en extrait sec est concourante à celle du yaourt de lait de vache (17-18), mais insignifiante par rapport au yaourt de soja ( $70.86 \pm 0.09\text{g/l}$ ).

Cette différence peut être expliquée par la concentration des différents laits c'est-à-dire la quantité de végétal dans un litre d'eau, du végétal utilisé et de la procédure de préparation du yaourt.

- La teneur en protéines du yaourt d'avoine est de  $1.58 \pm 0.08\%$ , cette teneur indique une légère hausse par rapport à la matière première. Elle est faible par rapport à la norme du

## Résultat et discussions

yaourt de lait de vache (3.7%) et au yaourt de soja ( $3.67\pm 0.02$ ). Le yaourt d'avoine à la teneur en protéines la plus faible et cela confirme le taux faible aussi son lait.



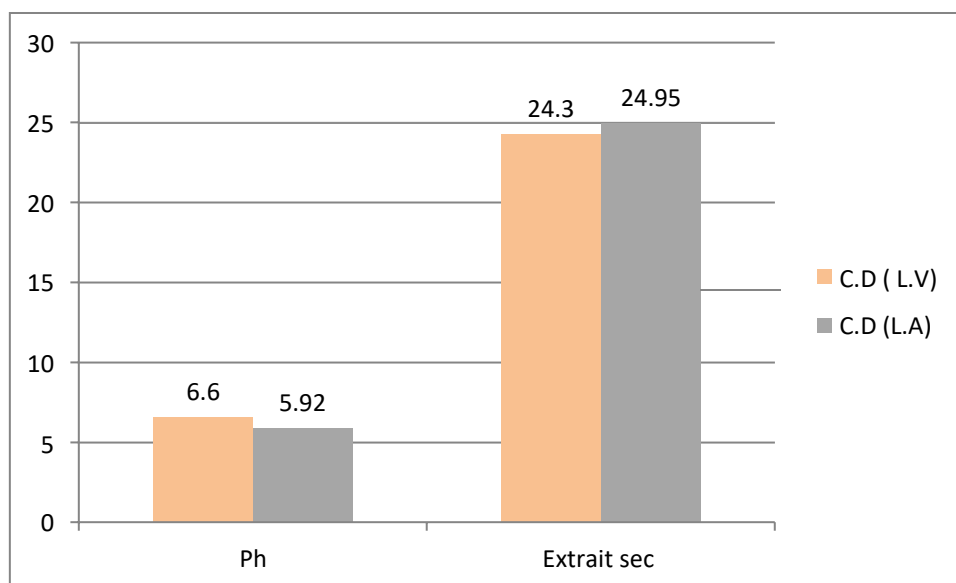
**Figure 25 :** Histogrammes comparatives en fonction des différents types de yaourt

### III.1.3. Crème dessert à base de lait D'avoine

Le tableau ci-dessous résume les résultats des analyses physico-chimiques réalisés sur le

Crème dessert à base de lait d'avoine

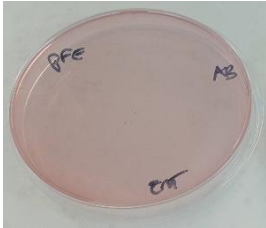

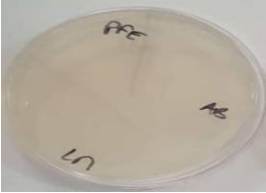
D'après les résultats rapportés dans le tableau ci-dessus, nous pouvons constater que le pH du Crème dessert de lait d'avoine est proche du pH d'une crème dessert à base de lait de vache. De même, la teneur en est convergente que celle du lait de Vache d'une valeur 24% .



**Figure 26:** Histogrammes comparatives en fonction des différents types d'une crème dessert

## Résultat et discussions

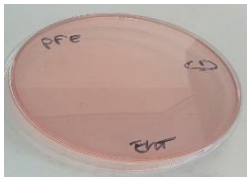
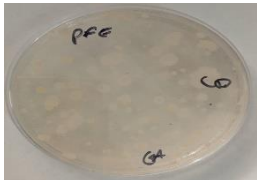

**Tableau 15** : Résultat des analyses Microbiologique d'un yaourt à boire

Détermination	E1	E2	E3	Résultats
les entérobactéries	Abs	Abs	Abs	
Les germes aérobies	Abs	Abs	Abs	
les levures et les moisissures	Abs	Abs	Abs	

D'après le (tableau16) des analyses microbiologique , on note

- ✓ Une absence totale des (entérobactéries , les germes aérobie et les levures et les moisissures ) , donc le produit est acceptable pour la consommation.

**Tableau 16** : Résultats des analyses Microbiologique d'une crème dessert

Détermination	E1	E2	E3	Résultats
les entérobactéries	Abs	Abs	Abs	
es germes aérobies	$1,9 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^3$	
es levures et les moisissures	Abs	Abs	Abs	

## Résultat et discussions

D'après le (tableau17) des analyses microbiologique , on note :

Une absence totale des (entérobactéries , les levures et les moisissures ) , et Présence des germes aérobies ,ça peut -être à cause de la poudre de cacao .

### III.2 Résultats des analyses sensorielles

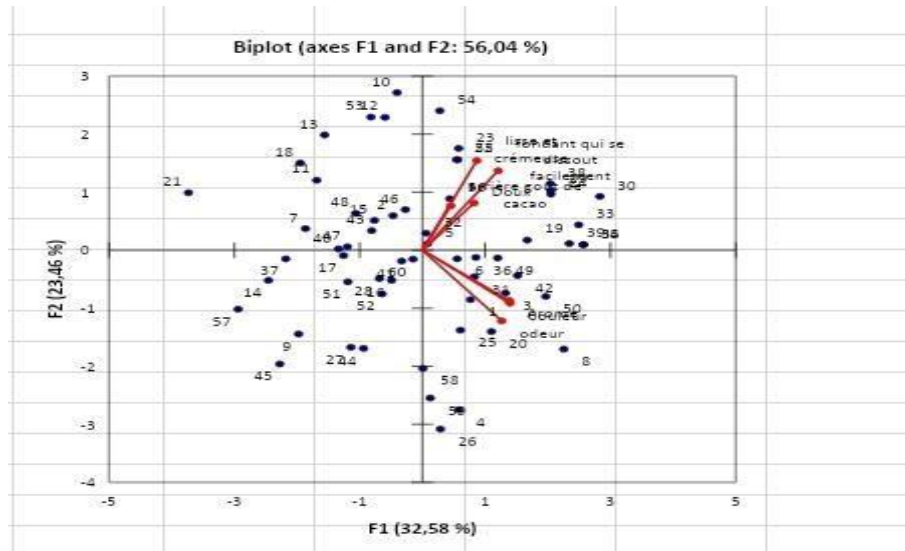


Figure27 : la carte des préférences de yaourt

Dans la (figure 27) en remarques

- La moyenne doit être  $> 50\%$
- À partir des résultats liés au préférences des produits , présentés dans la figures 27 , la moyenne de produit est (56,04%) , donc , le produit est acceptables pour la consommation .
- les produits F1 et F2 , sont globalement dans normes et entourés par des différents facteurs 'crèmeux ' , 'arome ' , 'doux' .

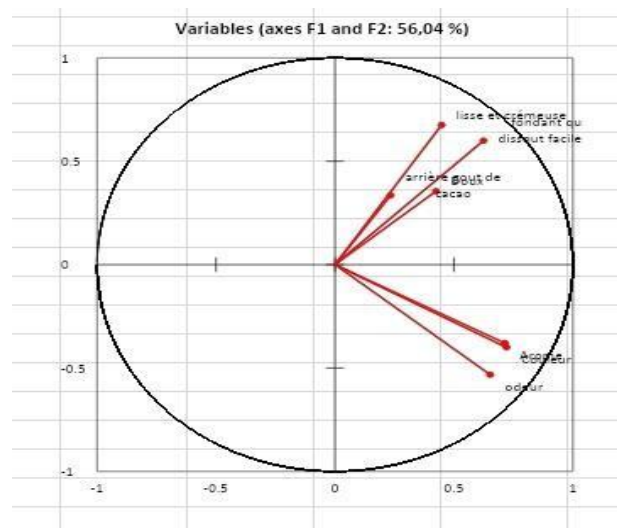


Figure28 : cercle de corrélation

## Résultat et discussions

---

Dans la (figure 28) en remarques

- En voie toute les variables est liées au axes 1 , qui en a des corrélation positives pour toutes les variables
- En trouve les corrélations ‘ cacao , arome , couleur ‘ qui se signifie que sont liés au axe 1
- Tandis que la corrélation est négative avec les variable ‘ odeur , arome , couleur ‘

# CONCLUSION

### **Conclusion**

L'avoine est considérée comme super aliment, comestible et bénéfique grâce à sa valeur nutritionnelle et diététique .

Les dérivés laitiers (yaourt particulièrement) sont largement consommés et achetés plusieurs fois par semaine Les résultats obtenus des analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées sur les produits laitiers : (yaourt à boire et crème dessert ) à base de lait d'avoine sont conformes aux normes exigées par JORA et AFNOR .

L'analyse sensorielle effectué, par les 60 dégustateurs, sur les produits à base d'avoine, a montré une qualité satisfaisante avec une préférence de la crème dessert avec un taux d'acceptabilité de 72% L'analyse économique a montré que le prix d'un kilogramme de yaourt à boire à base de lait d'avoine coûtera X DA à la sortie d'usine, il est proche de celui du yaourt témoin de lait de vache reconstitué. Le prix du pot de crème dessert, très abordable, est de Y DA proche à son homologue de lait de vache (Hodna-lait) .

En conclusion nos produits (yaourt et crème dessert ) présentent une bonne qualité physico-chimique et organoleptique et répondent aux besoins du consommateur.

Nous projetons de faire des améliorations, surtout concernant le yaourt, par des suppléments alimentaires. Et de valoriser les déchets de l'avoine en industrie et en agriculture.

**RÉFÉRENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

**A**

- Alais, C. 1984** : Science du lait : principes des techniques laitières, 4 ° éd. Paris
- Amrouche, F. (2020)**. Les laits végétaux ou véganes. Génie Alimentaire. Retrieved 15 Mai 2023 from <https://genie-alimentaire.com/spip.php?article294>
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2016). Official Methods of Analysis of AOAC International (20th ed.). AOAC International.

**B**

- Bahache Ayoub , Attoui Mourad et Barkat Ahmed ., (2022)** . evaluation des propriétés physico-chimiques et sensorielles de yaourt étuvé et brassé fabriqués à la laiterie HODNA de M'sila
- Bailey, K.L., (2004)**. Maladies des grandes cultures au canada, la société canadienne de phytopathologie , adaptation et mise à jour de la 3e éd . de diseases of field crops in canada, 318p
- BENAOUINA, N et KECHROUD, M.(2019 )** l'espèce d'avoine tétraploïde Appréciation de la diversité génétique de *Avena insularis* par les marqueurs morphologiques, écogéographiques et biochimique
- BERK Z., 1993**. Technologie de production de farines alimentaires et de produits protéiques issus du soja. Bulletin des services agricoles de la FAO : 192p
- BERK Z., 1993**. Technologie de production de farines alimentaires et de produits protéiques issus du soja. Bulletin des services agricoles de la FAO : 192p.
- Bernat et al.**. Journal of Functional Foods, 2014.
- Biout, A., boutaghou, A., boudelaa, H. (2012)**. Contrôle de la qualité des yaourts brassés  
». Mémoire de fin d'études, Université de Jijel.
- Blog nutrition santé.(2010).<https://blognutritionssante.com/2010/12/05/les-bienfaits-delavoine-sur-notre-sante/>.
- Blumenthal, M., Goldberg A. et Brinkmann J. (Ed) (2000). Expanded commission E Monographs American Botanical council , publié en collaboration avec integrative medicine communications , États-Unis.
- Boudier, J.F. 1990**. Produits frais. In maits et produits laitiers .Vache-brebis chèvre.luquet, F(Eds), technique et documentation, lavoisier, Paris, PP : 35-36.
- Bourlioux, P., Braesco, V., Mater, D.D. (2011)**. Yaourts et autres laits fermentés. Cahiers.

**Bouton Y, Guyot P, Dasen A et Grappin R. (1994).**Activité protéolytique de souches de lactobacilles thermophiles isolées de levains et de comté.II. Application en sites industriels.Lait.74Suppl 1: 33-46

**Branger, A., (2007).** Alimentation et processus technologiques, Educagri Editions

### **C**

**Carole et Vignola L., 2002.**Science et technologie du lait. Ecole polytechnique de Monreale.

**Casala D, Requeat T et Gomoz R. (1996).** Antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from goat's milk and artisanal cheeses: Characteristics of a bacteriocin produced by *Lactobacillus curvatus* IFPL 105. The society for applied bacteriology.81, 35-41

**Cherki, S., Ahmed, H. H. (2018).** Effets de l'ajout de la farine et flocon d'avoine sur les qualités physicochimiques et organoleptiques des yaourts brassés, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. Nutrition et de Diététique, 46(6), 305-314.12: 939-977

- **Clemens, J., & Wither, M. (2014).** The Minimum Wage and the Great Recession: Evidence of Effects on the Employment and Income Trajectories of Low-Skilled Workers. National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper No. 20724. Dong. A ; (2011). Hypoglycaemic effects and inhibitory effect on intestinal disaccharidases of oat beta-glucan in streptozotocin-induced diabetic mice. Food Chem.129, 1066-1071. Annie., (2001)." Encyclopédie des plantes médicinales : identification, préparation, soin " Larousse". Paris.Clemens, M., Johnson, K., & Nguyen, L. (2014). Advances in renewable energy research. Energy Journal, 12(3), 222-240.

**Codex Alimentarius.** (1975) Normes n°A 11(A).- Rome : FAO/OMS.p : 86.

### **D**

**Defdaf, H. (2014).** Etude des caractéristiques de deux types de yaourt étuvés aromatisés, avec et sans probiotiques et de leurs évolutions au cours de l'incubation et du stockage à 4°C durant 30 jours, Université Hadj Lakhdar de Batna.

**Dellaglio F. (1989).**Characteristics of thermophilic lactic acid bacteria. Les laits fermentés. Actualité de la recherche.83, 11-18

**Desmazeaud M. (1996).**Les bactéries lactiques dans l'alimentation humaine : Utilisation et Innocuité. Cahier Agriculture.5Suppl 5 : 331-342

**Dong, X., Lee, H., & Kim, S. (2011).** Nanotechnology applications in medicine. Nano Today, 6(4), 332-347.

**Doublier, J., Thibault, J., (2002).** "Agents épaississants et gélifiants de nature glucidique. Additifs and auxiliaires de fabrication dans les industries agro-alimentaire. J." L. Multon. Paris, Lavoisier: 373-414.

**Etievant, A ., Delolme, X. (2011).** Formulation des préparations de fruits. Ed Technique de l'ingénieur. 1-16p. Techniques de l'ingénieur filière de production : produits d'origine végétale Editions T.I.

## **E**

**FAO.(2012)** ; The state of food and agriculture. food and agriculture organization of the united nations Rome. FAOSTAT (2015).

**Farky, N., Y, &Imafidon, G.I.1995** thermel denaturation of indinegouss milk enzymes.In heat-induced changes in milk. 2eme edition .Fox,P.H.(Eds) , international dairy federation , Brussels , pp. : 331-345

**Feillet, P. (2000).** Grains and Cereals: Science and Technology. Springer.

**Feliachi, K. (2002).** PNDA, Intensification et développement des filières, cas de la □ (1994). "Structure-activity relationship of isolated avenanthramide alkaloids and synthesized

**Francis, H; Webster and wood, P. J. (2011).** OATS chemistry and technology branson, missouri, U.S.A.

## **G**

**Gibson L. et Benson G. (2002).** Origin, History, and Uses of Oat (*Avena sativa*) and Wheat  
**Gornall, A. G., Bardawill, C. J., & David, M. M. (1949).** Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *Journal of Biological Chemistry*, 177(2), 751-766.. G., Bardawill, C. J., & David, M. M. (1949). Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *Journal of Biological Chemistry*, 177(2), 751-766.

**Grobber GJ, Sikkema J, Smith MR ET Bont JAM. (1995).** Production of extracellular polysaccharides by *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* NCFB 2722 grown in chemically defined medium. *The society for applied bacteriology*.

**Guion, S. G., (1998).** "Velar palatalization: Coarticulation, perception, and sound change."

## **H**

- **Hedegaard et al..** Food Chemistry, 2008.

- **HODNA-LAIT. (2024).** Historique et Développement de HODNA-LAIT (Rapport interne). M'sila, Algérie.
- <http://agora.Ac.fr.Ca/dev/2006.nsf>
- [https://www.alwosta.tn/fr/blog/74\\_bienfaits-et-proprietes-d-avoine-9-raisons-pour-manger-d-avoine.html](https://www.alwosta.tn/fr/blog/74_bienfaits-et-proprietes-d-avoine-9-raisons-pour-manger-d-avoine.html)

**J**

**Jeantet R. Croyennec T. Mahant M. Schuck P. Brulé G. (2008).** Les produits laitiers (2emeed.): Lavoisier

**Jeantet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuk, P., Brulé, G., (2008).** Les produits laitiers. Ed : Lavoisier. Paris : 57p

**Jora :** Journal Officielle de la République Algérienne 1998

**JORA., 2016.** Arrêté interministériel du 16 jourmadaethania 1419 correspondant au 7 octobre 1998 relatif aux spécifications techniques des yaourts et aux modalités de leurs mises à la consommation. Journal of BiologicalMacromolecules - Algerie: p 22; 29(2), 115-125.

**Journal Algero-eco 11 sep 2023** Présentation de schéma stratégique du développement de la production céréalière 2023-28 ). Revue ‘ ‘Production Agricole ONS n°- 990 Campagne 2020-21. Djamel Belaid. Collection Brochures agricoles Edt 2018).

**Journal de la Science Laitière,Mesure** de la densité du lait avec un thermo lactodensimètre. 15(2),

**K**

**Korolczuk, J., Garawany, J., Maingonnat, JF., (2003).** Propriétés rhéologiques des desserts lactés. Disponible sur : [www-connex.univ-brest.fr/gfr2003/cd/documents/.../KorolczukOral.pdf](http://www-connex.univ-brest.fr/gfr2003/cd/documents/.../KorolczukOral.pdf) (Consulté le 14/03/2017)

**L**

**Lamoureux L. (2000).** Exploitation de l'activité  $\beta$ -galactosidase de culture de bifidobactéries en vue d'enrichir des produits laitiers en galacto- oligosaccharides. Mémoire de maîtrise. Université de Laval, Canada.

**Larpent J.P. (1989)** Microbiologie alimentaire. Ed, techniques et documentation, Lavoisier. Paris, p : 46, 1-117.

[Liatis et al.](#). European Journal of Clinical Nutrition, 2011.

**Loones, A, 1994.** Lait fermentés par les bactéries lactiques. In Bactéries Lactiques : Aspects fondamentaux et technologiques .Vol 2. De Roissart, H. &.

**Luquet F.M., 1985.** Lait et produits laitiers ; Vache Brebis et Chèvre, Edition Techniques et Documentation, Lavoisier. Paris, France, P61-233.

**Luquet. (1985).** Lait et produits laitiers : Transformations et technologies. Ed techniques et documentation, Lavoisier.p : 633.

## **M**

**Mahaut M, Jeantet R., Brulé G., Schuck P ., 2000** : «les produits industriels laitiers : produits fermentés et desserts lactés » Edition Tec et doc , lavoisier , Paris ; p194

**Mahaut-Smith, M.P., Hussain, J.F. & Mason, M.J. (2000).** Depolarisation-evoked Ca<sup>2+</sup> release in a non-excitabile cell, the rat megakaryocyte. J. Physiol., 515, 385 ± 390.

**Malonga M. (1985).** Etude de la fabrication des yaourts en république populaire du Congo. Essais d'amélioration. Mémoire de Doctorat des sciences alimentaires. Université de Clermont II, 167p g.1008, 26-36.

**Mc Sweney PLH ET Sousa MJ. (2000).** Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening. Lait. Dairy Science and Technology.

**Merabet, M., Belgherissi, I. (2017).** Contribution à l'étude de la qualité et la stabilité d'un lait fermenté alicament (type yaourt étuvé) additionné d'extrait à l'eau de Thymus vulgaris(Thym) récolté dans la région de Naama, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.

**Miloudi, N. (2014).** Contribution à l'étude de la vulnérabilité des réservoirs en béton par analysée des composantes principales, Université Mouloud Mammeri.

## **N**

**Nongonierma, R., Ndiaye, A., Ndiaye, M., & Faye, B. (2006).** Activite anti-inflammatoire des decoctes aqueux et alcoolique des feuilles de Boscia senegalensis (Pers) Lam. Ex. Poir. Capparridaceae. Médecine d'Afrique Noire, 53(10), 557-563.

## **Q**

**Oliver, S. P., Jayarao, B. M., & Almeida, R. A. (2005).** Microbiological quality of raw milk and its public health significance. *Foodborne Pathogens and Disease*, 2(2), 115-129. <https://doi.org/10.1089/fpd.2005.2.115>

**Ouknider M., Jacquard P., 1989.** Variabilité des phénomènes d'interférence entre *Vicia sativa* L. et *Avena sativa* L. I. Dynamique de croissance de la vesce dans un peuplement associé de vesce-avoine. *Agronomie*, EDP Sciences, 20011, 9 (4), p 391- 400.

## **P**

**Planet scope.(2012).** La Production mondiale d'avoine. <https://www.planetoscope.com>. plantes sarclées, prairies ; Sciences et Technique.

**Poillot-Peruzzetto, S., (2011).** "La priorité de l'Espace de Liberté, de Sécurité et de Justice et l'élaboration d'un code européen de droit international privé." Quelle architecture pour un Code Européen de Droit International Privé. Bruselas: PIE Peter Lag: 51-67.

**Poore & Nemecek. revue Science, 2018.**

## **R**

**Ray, M. c. (2016).** Les laits végétaux sont-ils bons pour la santé ? Futura. Retrieved 8 juin 2023 from <http://www.futura-sciences.com/sante/questions-reponses/nutrition-laits-vegetaux-sontils-bons-sante-6889>

**Rose, A. B. (2014).** *Understanding Plant Biology*. Cambridge University Press.

**ROUSSEL M., 2006.** Les miracles du soja : manger un peu de soja tous les jours éloigne les maladies pour toujours. Ed. Alpen Edition s.a.m : 95p

**Roussel Y, De Roissart H, Torriani S, Curk MC et Janssens D. (1994).** Caractéristiques générale des bactéries lactiques. In : De Roissart H et Luquet M. *Bactéries lactiques* (Eds.), Tec et Doc, Lavoisier. Paris,

**Roussel Y, Pebay M, Guedon G, Simonet JM et Decaris B.(1994).** Physical and genetic map of *Streptococcus thermophilus* A054. *Journal of Bacteriology* 176 Suppl 24: 7413-7422.

**S**

**Schmidt J.L., Tourneur C. & Lenoir J. (1994).** Fonction et choix des bactéries lactiques laitières. In bactéries lactiques. pp. 37-46. Ed. De Roissart, H. et Luquet, F.M., II, Loriga, paris.

**Schmidt J.L., Tourneur C. & Lenoir J. (1994).** Fonction et choix des bactéries lactiques laitières. In bactéries lactiques. pp. 37-46. Ed. De Roissart, H. et Luquet, F.M., II, Loriga, paris.

**Shahbal S, Hemme D ET Renault P. (1993).** Characterization of a cell envelope-associated proteinase activity from *Streptococcus thermophilus* H-strains. Applied and Environmental Microbiology. 59 Suppl 1 : 177-182.

**Shahbal S, Hemme D ET Renault P. (1993).** Characterization of a cell envelope-associated proteinase activity from *Streptococcus thermophilus* H-strains. Applied and Environmental Microbiology. 59 Suppl 1 : 177-182.

**Singh Sudheer K., Ahmed Syed U. & Ashkor P. (2006).** Yogurt science and technology, 2nd Ed. Cambridge, Woodhead Publishing.

**Slavin et al. 1999. Nihed. B.H., Rania. B.S., Bassam. K., Imen. F and Slim. A., 2015. Oat (Avena Sativa L.) : Oil and Nutrient Compounds Valorization for Potential Use in Industrial Applications. J.**

**T**

**Tamime and Robinson, R.K., 1999.** Yagourt science and technology. 2nd Ed. Combridge: Woodhead Publishing

**Tamime and Robinson, R.K., 1999.** Yagourt science and technology. 2nd Ed. Combridge: Woodhead Publishing.

**Tamime AY et Deeth HC. (1980).** Yogurt. Technology and biochemistry. Journal of food protection. 43 Suppl

**Tela Botanica** est une plateforme collaborative francophone dédiée à la botanique

**Terre S. (1986).** Propriétés technologiques, nutritionnelles et physiologiques *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. Techniques laitières et marketing

**Terre S. (1986).** Propriétés technologiques, nutritionnelles et physiologiques *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. Techniques laitières et marketing. 1008, 26-36. ;

**Thon Goun, A., Smith, J., & Doe, J. (2013).** The impact of environmental factors on marine life. Marine Biology Journal, 45(2), 123-135.

**Tong, L, 2014 .** Oat oil lowers the plasma and liver cholesterol concentrations by promoting the excretion of fécal lipids in hypercholesterolemic rats . Food Chem. P 142, 129-134

**Triticum aestivum. Iowa State University,** Department of Agronomy. [En ligne][http://www.agron.iastate.edu/courses/agron212/Readings/Oat\\_wheat\\_history.htm](http://www.agron.iastate.edu/courses/agron212/Readings/Oat_wheat_history.htm)

**V**

**VIGNOLA L., 2002.**Science et Technologie du lait, Edition Polytechnique, Canada.

**W**

**Wang et al..** Journal of Food Composition and Analysis, 2018.

**Z**

**Zourrari A, Roger S, Chabanet C et Desmazeaud MJ. (1991).** Caractérisation des bactéries lactiques thermophiles isolées de yaourts artisanaux grecs. I. Souches de Streptococcus salivarius subsp thermophilus. Le lait .71Suppl 4:463-482

# **ANNEXES**

**Les annexes :**

**Annexe 1 : tableau des réactifs et milieu de cultures utilisés dans la partie expérimentale**

<b>Réactifs</b>	<b>Milieu de culture</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)</li><li>- alcool iso amylique</li><li>- Phénolphtaléine</li><li>- NaOH</li><li>- CuSO<sub>4</sub></li><li>- K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub></li><li>- <b>BSA ( Bovin sérum albumine )</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>OGA</b></li><li>- <b>PCA</b></li></ul>

**Tableau 2 : matériel et appareillage utilisé .**

<b>Appareillage</b>	<b>Matériel utiliser</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Blender</b></li><li>- <b>Bras mixeur</b></li><li>- <b>Plaque chauffante</b></li><li>- <b>Réfrigérateur</b></li><li>- <b>Étuves</b></li><li>- Centrifugeuse</li><li>- <b>Ph-mètre</b></li><li>- <b>Dessicateur</b></li><li>- <b>Micro-plaque</b></li><li>- <b>Agitateur</b></li><li>- <b>Barreau magnétique</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Bécher</b></li><li>- <b>Passoire</b></li><li>- <b>Des bouteilles</b></li><li>- <b>Les pots</b></li><li>- <b>lactodensimètre</b></li><li>- <b>butyromètre de Gerber</b></li><li>- <b>pipette</b></li><li>- <b>burette</b></li><li>- <b>les boîtes de pétrie</b></li><li>- <b>pipette de pasteur</b></li><li>- <b>eau peptoné</b></li><li>- <b>Micropipette</b></li><li>- <b>Tube à essai</b></li><li>- <b>Eau distillée</b></li></ul>

### Annexe 2 : Détermination de la densité

#### ➤ Mode opératoire

- Verser l'échantillon du lait dans une éprouvette cylindrique sans bec avec précaution pour éviter la formation de mousse jusqu'à un niveau permettant d'assurer le débordement ultérieur du liquide.
- Plonger doucement le lactodensimètre, l'échantillon devant déborder franchement.
- Effectuer la lecture de graduation à la partie supérieure du ménisque.
- Une fois la lecture de la masse volumique est faite, relever le lactodensimètre pour lire la température rapidement.

#### Expression des résultats

La densité est donnée par la formule suivante :

D : densité corrigée.

D » : densité brute.

T : température

$$D = D'' \pm 0,2(20 - T^{\circ}\text{C})$$



**Annexe 3 :** Détermination du taux de La matière grasse de lait par la méthode butyromètre.

#### Solutions :

- Acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

## annexes

---

- Alcool iso amylique
- **Mode opératoire :**
  - Introduire dans le butyromètre de GERBER ; 10 ml d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).
  - -Ajouter 11ml de l'échantillon à l'aide d'une pipette en l'écoulant à travers les parois pour éviter le mélange prématuré du lait avec l'acide
  - -Ajouter 1ml d'alcool iso amylique.
  - -Fermer le butyromètre à l'aide d'un bouchon.
  - -Mélanger jusqu'à la dissolution totale du mélange.
  - -Centrifuger pendant 5 minutes à 1200 tours/min.



### Annex 4 : mesure de ph-mètre



### Annexe 5 : Détermination de l'acidité titrable

#### Solution :

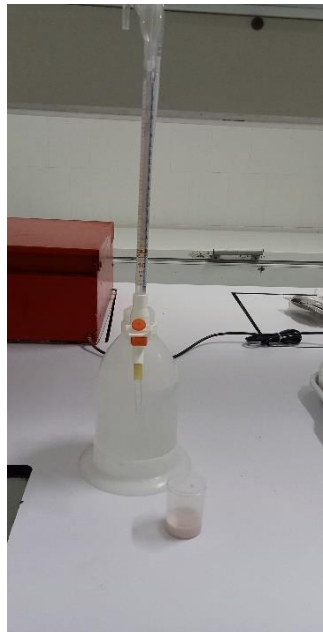
- Solution de phénolphtaléine
- Solution de soude (NaOH)

➤ Mode opératoire :

- Utiliser une pipette pour prélever 10 ml de produit
- Transférer le produit prélevé dans un bécher.
- Ajouter 2 gouttes de l'indicateur phénolphtaléine au produit
- Titrer avec le NaOH jusqu'à ce que la couleur vire (atteindre une teinte rose claire).
- Noter le volume de NaOH utilisé, correspondant à la valeur de ce volume.

### Expression des résultats

$$AT = V.10$$



### Annexe 6 : Détermination de l'extrait sec

➤ **Mode opératoire**

- Poser la coupelle vide (m0)
- Déposer 3g de l'échantillon
- fermer le couvercle pour commencer la mesure.
- permet d'effectuer des mesures précises, rapides et faciles du taux d'humidité  
Pendant 15 à 20 min



### Annexe 7 : dosage des protéines par la méthodes de Biuret

#### **Solution :**

- ( NaOH +  $\text{CuSO}_4$  +  $\text{K}_2\text{NaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  ) réactifs de biuret
- **BSA**

#### **Principe :**

- On utilise trois types de solutions :
- une solution de la protéine dont on veut déterminer la concentration
- une solution de concentration connue d'une protéine considérée comme une référence ou un standard par rapport à la protéine dont on veut déterminer la concentration (BSA)
- une solution de réactif qui développe une coloration en réagissant avec des acides aminés spécifiques de ces protéines.

La solution de concentration connue permet de constituer une gamme étalon (figure ..... ) : série de tubes qui contiennent un volume identique mais des quantités croissantes et connues de la protéine de référence.

En parallèle, une série de tubes, contenant différents volumes de prise d'essai de la protéine dont on veut déterminer la concentration (l'échantillon à doser), est préparée.

La solution de réactif est ajoutée au même moment dans tous les tubes afin que la coloration se développe dans les mêmes conditions pour la gamme étalon et l'échantillon à doser.

#### **Matériel et réactifs :**

- Solution étalon de protéine : solution mère BSA à 1mg/ 10ml ; Le sérum albumine bovine (BSA) est souvent utilisé comme étalon car elle a une plus grande capacité de fixation que la plupart des protéines.

- Peser 1mg de BSA dans 10ml de solution saline à 0.9% contenant 0.05% d'azote de sodium. Utilisable jusqu'à un six à 4°C ;

- Préparer une série de dilutions à partir de la solution mère de protéines 0.1 mg / ml de BSA) avec le tampon pour couvrir la gamme de 0 - 100µg /ml

## annexes

---

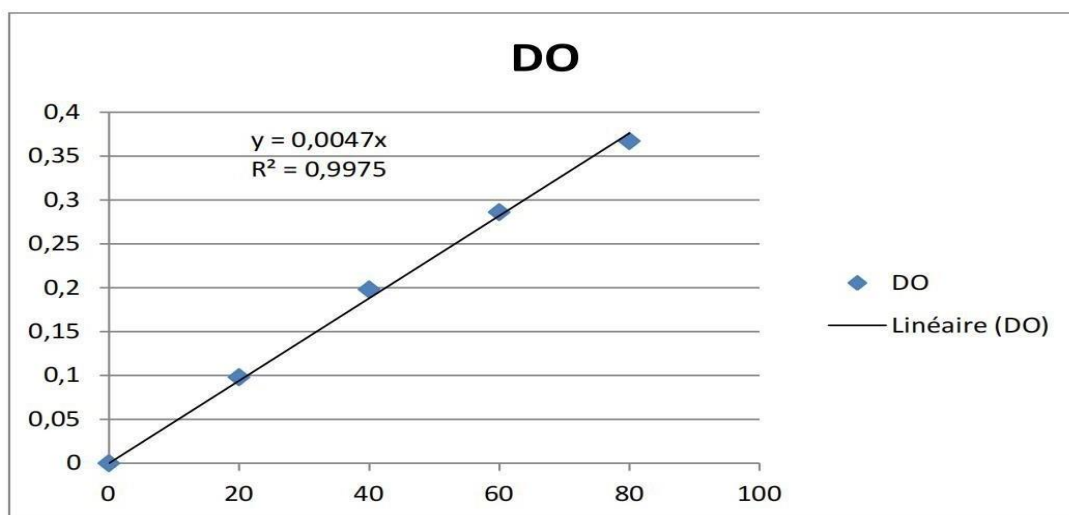
### Préparation de réactif de Bruet :

- Dissoudre 1,5 g de sulfate de cuivre(II) ( $\text{CuSO}_4$ ) dans 500 mL d'eau distillée.
- Ajouter 6 g de tartrate de sodium et de potassium.
- Ajouter lentement 300 mL de solution de NaOH à 10 %.
- Compléter avec de l'eau distillée pour atteindre un volume total de 1 litre

### Gamme étalon :

A partir de la solution de BSA, des dilutions sont préparées suivant le tableau ci-dessous

Concentration en BSA $\mu\text{g/ml}$	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>100</b>
Solution mère de BSA ( $\mu\text{l}$ )	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>750</b>	<b>1000</b>
Eau distillée ( $\mu\text{l}$ )	<b>1000</b>	<b>900</b>	<b>750</b>	<b>500</b>	<b>250</b>	<b>0</b>



### Annexe 8 : fiche de dégustation ( Analyse sensorielles )

