

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2023

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV **Filière :** Sciences Biologiques
Spécialité : Biotechnologie Microbienne

Présenté par :

Douaidi Chahinez & Mekid Nesrine

Thème

*Analyses physicochimiques, microbiologiques et sensorielles
des laits végétaux*

Soutenu le : 04 / 07 / 2023

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

Mme. MOURI-HADIDI Lila

MCB.

Univ. de Bouira

Présidente

Mme. YALAOUI-GUELLAL Drifa

MCA.

Univ. de Bouira

Promotrice

Mme. IDER Djamila.

MCB.

Univ. de Bouira

Examinatrice

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

Au terme de ce travail, nous devons remercier tout d'abord le dieu tout le puissant qui nous a donné la force et le courage de suivre nos études et d'arriver à ce stade et à nos parents qui nous ont beaucoup soutenus pendant tous le long de notre parcours.

On tient à remercier tous particulièrement :

*Un grand merci à notre encadrante **Dr. YALAOUI GUELLAL Drifa** enseignante chercheuse à l'université de Bouira qui nous a beaucoup aidé, soutenu et nous a permis d'arriver à ce niveau-là et pour ses excellents conseils et surtout pour son temps passé avec nous et sa patience, sans lui en n'aurait pas pu réaliser ce modeste travail et pour sa confiance en nous.*

Nous tenons à remercier les membres de jurys pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de juger le travail.

*Nous tenons également à remercier **Dr. MOURI HADIDI Lila** d'avoir accepté de présider le jury. Ainsi que **Dr. IDER Djamila** d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Et nous remercions chef de labo de la laiterie et fromagerie Boudouaou (LFB) **Mme CHAHED Farida** et tous les responsables de la laiterie et fromagerie Boudouaou (LFB), et à toutes personnes ayant participé de près ou de loin à notre formation et à tous ceux qui nous ont apporté leurs soutiens et encouragements durant la réalisation de ce travail.*

Et enfin on tient à exprimer nos remerciements à tous nous enseignants de département de biologie de l'université Akli Mohand Oulhadj-Bouira.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail A :

*Mes chers parents : **Mekid said, Benghanzet ouahiba** et ma deuxième maman :
Ma tante **Fatima Zohra**.*

*Aucune d'dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma
considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et
mon bien être.*

*Je vous remercie pour tous le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon
enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

*Mes sœurs **Soumia** et **Hadjer** et leurs maris **Amine** et **Redouane**.*

*Ma sœur **Lamia** et mon frère **Walid**.*

*Ma tante préférée : **Nawel**.*

*Mes cousines préférées : **Meriem, Hadil, Manel, Nihal.Hanane**.*

*Mes **grands-parents** que j'aime temps.*

*Mes meilleures amies : **Khourta Lilia, Douaidi Chahinez, Mansouri Soumia,**
Lounes khaoula, Gaid khadidja.*

*Et enfin à ma nièce **Ania**.*

Mekid Nesrine

Dédicaces

En cette mémorable occasion de notre soutenance, Je tiens à dédier ce travail :

*À **ALLAH** pour m'avoir donné la force de persévérer et garder l'espoir pour mon avenir.*

***A mes très chers parents :** Je veux exprimer toute ma gratitude et mon amour pour vous. Vous êtes les piliers de ma vie, ceux qui m'ont soutenu et guidé à travers les hauts et les bas. Vous avez toujours été là pour moi, prêts à m'écouter, à me conseiller et à me soutenir dans mes choix. Votre patience, votre compréhension et votre capacité à me donner confiance ont été essentiels pour moi. Vous avez cru en moi même lorsque je doutais de moi-même, et vous m'avez encouragé à poursuivre mes rêves avec détermination.*

Votre amour inconditionnel m'a donné la force de me relever après chaque échec. Aujourd'hui, je tiens à vous dire combien je vous aime. Votre amour inconditionnel et votre présence dans ma vie sont les plus beaux cadeaux que j'ai reçus. Je suis béni d'avoir des parents aussi merveilleux comme vous, et je serai toujours reconnaissante de l'amour et du soutien que vous me donnez.

Cette dédicace est une humble expression de mon amour et de ma gratitude envers vous. Vous êtes mes héros, mes guides et mes plus grands admirateurs Hemlaghken Atas.

*A ma promotrice **Mme GUELLAL** qui m'a beaucoup aidé pour la réalisation de ce travail Votre présence et votre expertise ont été essentielles pour mon développement personnel et professionnel, et je tiens à exprimer toute ma gratitude pour votre engagement inébranlable.*

Vous avez été bien plus qu'une promotrice pour moi, vous avez été une source d'inspiration, de sagesse et de conseils avisés et je suis reconnaissante pour toutes les opportunités que vous avez créées pour moi.

*À ma chère binôme **MEKID Nesrine**, ensemble nous avons parcouru un chemin rempli de défis, de rires et de moments précieux. Je suis reconnaissante de t'avoir à mes côtés et je veux te dire à quel point tu es spéciale pour moi. Tu es plus qu'un binôme, tu es quelqu'un avec qui je peux partager mes idées, mes rêves et mes craintes. Nous formons une équipe solide, capable de surmonter tous les obstacles qui se dressent sur notre chemin. Ta présence me donne la force et la motivation nécessaires pour aller de l'avant, même lorsque les choses deviennent difficiles.*

*À mes très chères Amies : **Houda, Mimila, Yasmine, Ryme, Nesrine, Nassima, Mehdi Hassiba.** Pour notre amitié et tous les bons moments passés et à venir, À travers les hauts et les bas, vous avez été là pour moi, écoutant mes joies et mes peines, me soutenant dans mes choix et m'offrant une épaule sur laquelle m'appuyer. Votre présence reconfortante et votre soutien inconditionnel sont des trésors précieux que je chéris profondément.*

*À toute ma famille : **oncles, tantes, cousines et cousins.***

Douaidi Chahinez

Liste des abréviations

APLV : Allergie aux protéines de lait de vache.

AFNOR : Association française de normalisation.

Abs : Absence.

AGCC : Acides gras à chaîne courte.

B5 : Acide pantothénique.

B9 : Vitamine folate.

CEE : Commission de l'Union Européenne.

CHU : Centre hospitalier universitaire.

DLA : Désoxycholate.

EST : Extrait Sec Total.

FIL : Fédération internationale du lait.

FTAM : Flore Totale Aérobie Mésophile.

HDL: High density lipoprotein.

Ig: Immunoglobulines.

Ige : Immunoglobuline E.

IBS : Irritibal bowel syndrom.

IBD: Inflammatory bowel deseas.

IFCN: International Farm Comparaison Network.

JC : Jésus-Christ.

JORA : Journal officiel de république algérienne.

LDL: Low density lipoprotein.

LFB: Laiterie et fromagerie boudouaou.

MCT: Medium chain triglycéride.

MG : Matière Grasse.

NaOH : Hydroxyde de sodium (soude).

OMS : Organisation mondiale de la santé.

ONIL : Office national interprofessionnel du lait.

OPT : Test de Provocation Orale.

PLV : Protéine du Lait de Vache.

PCA: Plate Count Agar.

RAST: Radio Allergo Sorbent Test.

SPIS : Service Public d'Information en Santé.

UFC : Unités Formant Colonie.

USDA : United States Département of Agriculture (en français : Le département de l'Agriculture des États-Unis).

VRBG : Violet Red Bile Glucose.

Liste des figures

Figure 1: Structure d'un globule de matière grasse.....	4
Figure 2: Représentation des micelles de caséine contenant des sous-unités par le modèle SCHMIDT	5
Figure 3: Composition minérale du lait de vache	6
Figure 4: Différentes genres de moisissures contaminant le lait.....	9
Figure 5: Les différentes bactéries infectieuses du lait	10
Figure 6: Collecte et évolution de la production laitière dans les grands bassins exportateurs	11
Figure 7: Les laits végétaux.	20
Figure 8: Les différents laits végétaux existents sur le marché international	21
Figure 9: Graphique effectuant la comparaison de la composition en g/100ml	22
Figure 10: Graphique illustrant des nouvelles boissons végétales.....	25
Figure 11: Préparation des laits (Boissons) végétaux à base d'amande, d'avoine, de sésames et de noix de coco.....	30
Figure 12: Mesure de pH à l'aide d'un pH-mètre	31
Figure 13: Mesure de l'acidité	32
Figure 14: Mesure de la densité à l'aide d'un thermo-lacto-densimètre	33
Figure 15 : Mesure de l'extrait sec à l'aide d'un dessiccateur.....	34
Figure 16: Mesure de la matière grasse.....	35
Figure 17: Schéma récapitule les étapes principales de la recherche de la flore mésophile aérobie totale	38
Figure 18: Schéma récapitule les étapes principales de la recherche des coliformes fécaux..	40
Figure 19: Schéma récapitule les étapes principales de la recherche des entérobactéries	42
Figure 20: Sucre de dattes	44
Figure 21: Photographie de la paillasse de dégustation pour l'analyse sensorielle.	45
Figure 22: Résultats de pH des différents laits crus végétaux analysés.....	47
Figure 23: Résultats de l'acidité Dornic des différents laits crus végétaux analysés.....	48

Figure 24: Résultats de la densité des différents laits crus végétaux analysés.....	49
Figure 25: Résultats de la Teneur en EST (g/l) des différents laits crus végétaux analysés...	51
Figure 26: Résultats de la matière grasse des différents laits crus végétaux analysés.....	53
Figure 27: Dénombrement de la flore mésophile aérobie à $d=10^{-1}$	57
Figure 28: Dénombrement de la flore mésophile aérobie à $d= 10^{-2}$	58
Figure 29: Dénombrement des coliformes fécaux à $d=10^{-1}$	59
Figure 30: Dénombrement des coliformes fécaux $d=10^{-2}$	59
Figure 31: Dénombrement des entérobactéries à $d=10^{-1}$	60
Figure 32: Dénombrement des entérobactéries à $d=10^{-2}$	60
Figure 33: Résultats de dégustation concernant la couleur.....	63
Figure 34: Echantillons A, B, et C.....	64
Figure 35: Echantillons E, F, et G.....	64
Figure 36: Résultats de dégustation concernant l'odeur.....	65
Figure 37: Résultats de dégustation concernant la saveur.....	66
Figure 38: Les résultats de dégustation concernant le goût.....	67
Figure 39: Résultats de dégustation concernant la texture.....	68
Figure 40: Résultats de dégustation concernant la préférence.....	69

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition générale du lait	3
Tableau 2 : Flore bactérienne originelle du lait cru	8
Tableau 3 : Tests de diagnostic utilisés pour l'APLV	16
Tableau 4 : La valeur nutritionnelle de quelques boissons végétales (pour 100g)	23
Tableau 5 : Marché des boissons végétales de 2009 à 2019 en millions de litre.....	24
Tableau 6 : Codage des laits végétaux pour l'analyse sensorielle.	44
Tableau 7 : Résultats des analyses physico- chimiques des laits végétaux.	46
Tableau 8 : Les différents germes rencontrés et l'aspect et le nombre des colonies apparues.	56
Tableau 9 : Résultats des analyses microbiologiques des laits végétaux.....	57
Tableau 10 : Résultats de l'évaluation de la majorité des dégustateurs.	61
Tableau 11 : Résultats majoritaires des dégustateurs en pourcentage.	62

Tables de matière

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1
Partie 1 : Synthèse bibliographique	
I. Généralités sur le lait animal	3
I.1. Définition de lait animal	3
I.2. Composition de lait animal	3
I.2.1. L'eau	3
I.2.2. La matière grasse	4
I.2.3. Les glucides	4
I.2.4. Les protéines	4
I.2.4.1. Les caséines	5
I.2.4.2. Protéines du lactosérum	5
I.2.5. Les minéraux	5
I.2.6. Les vitamines	6
I.2.7. Les enzymes	6
I.3. Les caractéristiques de lait	7
I.3.1. Les caractéristiques physico-chimiques	7
I.3.1.1. pH	7
I.3.1.2. L'acidité titrable	7
I.3.1.3. La densité	7
I.3.1.4. L'extrait sec total	7
I.3.1.5. La matière grasse	8
I.3.2. Les caractéristiques microbiologiques	8
I.3.2.1. La flore originelle	8
I.3.2.2. La flore de contamination	9
I.3.3. Les caractéristiques organoleptiques	10
I.3.3.1. La couleur	10
I.3.3.2. L'odeur	10
I.3.3.3. La saveur	10
I.3.3.4. La viscosité	10
I.4. Production et consommation	11
I.4.1. Dans le monde	11
I.4.2. En Algérie	12
I.5. Maladies liées à la consommation de lait	12
I.5.1. Intolérance au lactose	13
I.5.1.1. Déficit en lactase	13
I.5.1.2. Mal-digestion et malabsorption	13
I.5.1.3. Symptômes de l'intolérance au lactose	14
I.5.1.4. Diagnostic de l'intolérance au lactose	14
I.5.1.5. Traitement de l'intolérance au lactose	15
I.5.2. Allergie aux protéines de lait de vache	15
I.5.2.1. Types de l'allergie aux protéines de lait de vache	15
I.5.2.2. Symptômes de l'allergie aux protéines de lait de vache	16
I.5.2.3. Diagnostic de l'allergie aux protéines de lait de vache	16
I.5.2.4. Traitement de l'allergie aux protéines de lait de vache	17
I.5.3. Diabète de type I	17
I.5.4. Migraine	18
I.5.5. Cancer de prostate	18

II. Généralités sur les laits végétaux.....	19
II.1. Les origines du lait végétal	19
II.2. Définition de lait végétal.....	20
II.3. Intérêt des laits végétaux	20
II.4. Types de laits végétaux.....	21
II.4.1. Composition de certains laits végétaux	21
II.4.2. Valeur nutritionnelle de quelques laits végétaux	22
II.5. Différence entre les laits (boissons) végétaux et le lait de vache.....	23
II.6. Marché et consommation.....	24
II.7. Avantages et inconvénients des laits végétaux	25

Partie II : Procédures expérimentales

III. Matériel et méthodes.....	28
III.1. Présentation de Laiterie-Fromagerie de Boudouaou (L.F.B)	28
III.2. Matériel	29
III.2.1. Matériel biologique et non biologique	29
III.3. Méthodes	29
III.3.1. Préparation des laits végétaux	29
III.3.2. Analyses physicochimiques.....	30
III.3.2.1. Détermination de pH	30
III.3.2.2. Détermination de l'acidité	31
III.3.2.3. Détermination de la densité.....	32
III.3.2.4. Détermination de l'extrait sec	33
III.3.2.5. Détermination de la matière grasse	34
III.3.3. Analyses microbiologiques	35
III.3.3.1. Préparation des dilutions	36
III.3.3.2. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile	36
III.3.3.3. Démembrement des coliformes fécaux	39
III.3.3.4. Dénombrement des Entérobactéries	41
III.3.4. Analyses sensorielles.....	43
III.3.4.1. Évaluation sensorielle des boissons végétales préparées.....	43
III.3.4.2. Traitement statistique des résultats.....	45
IV. Résultats et discussion.....	46
IV.1. Analyses physico- chimiques	46
IV.1.1. Le pH.....	46
IV.1.2. L'acidité	47
IV.1.3. La densité	49
IV.1.4. L'extrait sec total.....	51
IV.1.5. La matière grasse.....	52
IV.2. Analyses microbiologiques	55
IV.2.1. Les germes rencontrés dans les échantillons des laits.....	56
IV.2.1.1. La flore mésophile aérobie.....	57
IV.2.1.2. Les coliformes fécaux	58
IV.2.1.3 Les entérobactéries	60
IV.3. Analyses sensorielles	61
IV.3.1. La couleur.....	62
IV.3.2. L'odeur.....	64
IV.3.3. La saveur	66
IV.3.4. Le gout	67
IV.3.5. La texture	68
IV.3.6. La préférence.....	69
Conclusion.....	71
Références bibliographiques	73
Annexes	
Résumés	

Introduction

Le lait animal est considéré comme un aliment naturel sain, fournissant un rapport équilibré de macronutriments (lipides, protéines et glucides) et de micronutriments (sélénium, calcium, riboflavine, vitamine B5 et vitamine B12). Cependant, l'accès limité au lait animal dans certains régions de globe et la faible disponibilité de certains minéraux (fer), vitamines B9 (folates) et autres biomolécules (acides aminés) sont aggravés par des problèmes tels que l'allergie au lait, l'intolérance au lactose et l'hypercholestérolémie (Sethie et al., 2016).

Il est important de souligner que la majorité des personnes peuvent consommer du lait sans aucun problème. Cependant, certaines personnes peuvent avoir d'autres réactions indésirables à la consommation de lait, telles que (acné, migraines, diabète de type I, cancer de la prostate, etc.), en outre ce dernier il ne serait pas adapté à l'Homme et pour certains ce sera tout simplement mal pour la santé (Audrey, 2020). Malgré ces soucis de santé liés à la consommation de lait, certains groupes de personnes sont contraints de chercher de meilleures alternatives au lait plus ou moins équilibrées nutritionnellement par rapport au lait conventionnel. Pour les personnes à la recherche d'une meilleure alternative pour quelque raison que ce soit, il est préférable de rechercher des boissons à base de plantes comme alternative au lait traditionnel (Sethie et al., 2016).

Le segment enregistrant la plus forte croissance est représenté par les alternatives végétales ou non laitières, dans la nouvelle catégorie de développement alimentaire pour les boissons fonctionnelles et de spécialité à l'échelle mondiale (Sethie et al., 2016). Les boissons végétales sont peu connues en Algérie, mais vous pouvez trouver sur le marché du lait d'amande, du lait de coco, ainsi que du lait de soja et d'avoine. De nos jours, la prévalence des allergies au lait, de l'intolérance au lactose, des problèmes de calories et de l'hypercholestérolémie, ainsi que la préférence croissante pour les régimes végétaliens ont incité les consommateurs à choisir des alternatives au lait (Sethie et al., 2016).

La majorité de ces substituts du lait manquent d'équilibre nutritionnel par rapport au lait de vache, mais ils contiennent des composants fonctionnellement actifs avec des propriétés bénéfiques pour la santé qui attirent les consommateurs soucieux de leur santé. Par conséquent, la consommation de lait végétal a augmenté en raison de son absence de cholestérol et de lactose, ce qui le rend adapté aux personnes souffrant d'intolérance au lactose et de maladies cardiaques, ainsi qu'à tout le monde en général (Sethie et al., 2016). Ainsi la plupart des propriétés physicochimiques des laits végétaux ont des valeurs proches du lait de vache (Reyes et al., 2021).

Au cours des années récentes, les aliments d'origine végétale tels que les céréales et les légumineuses ont été reconnus comme des sources d'aliments fonctionnels et de nutraceutiques, en raison de leurs constituants favorables à la santé tels que les minéraux, les vitamines les fibres alimentaires, et les antioxydants. (Das et al., 2012). À cet égard, peu de légumineuses et d'oléagineux sont largement utilisés pour préparer des substituts de lait à base de plantes sains, non laitiers, abordables et nutritifs (Sosulski et al., 1978). Dans le passé, le lait de soja a reçu beaucoup d'attention en tant qu'alternative nutritive et saine au lait de vache. Récemment, cependant, l'attention s'est portée sur l'exploration de nouvelles utilisations alimentaires des céréales, des graines oléagineuses et des noix en fonction de leurs propriétés fonctionnelles, qui révèlent les propriétés physiques des composants alimentaires et leurs interactions (Toma et Tabekhia, 1979).

L'objectif de cette étude est de produire des boissons végétales à base de quatre types de matrices végétales : l'amande, l'avoine, le sésame et un dernier la noix de coco qui sont élaborés dans les mêmes conditions ; ensuite faire une comparaison des paramètres physico-chimiques, microbiologiques et sensoriels des produits obtenus avec un lait animal commercialisé.

Le présent document comprend deux parties :

La synthèse bibliographique se compose de deux chapitres. Le premier chapitre aborde les notions générales sur le lait et ses propriétés, tandis que le deuxième chapitre examine les aspects généraux des laits végétaux, ainsi que leurs avantages et inconvénients.

La partie expérimentale englobe la méthodologie détaillant toutes les techniques employées pour la fabrication et la caractérisation des différents types de laits végétaux que nous avons étudiés. Et se termine par le chapitre quatre qui présente la discussion et l'ensemble des résultats obtenus qui regroupent les caractéristiques physicochimiques, microbiologiques et sensorielles des laits fabriqués.

Notre travail se termine par une conclusion suivie par une liste des références bibliographique puis les annexes.

Partie I :
Synthèse bibliographique

Chapitre I

I. Généralités sur le lait animal

I.1. Définition de lait animal

Le lait d'origine animale est un liquide translucide, de couleur blanche légèrement bleutée, possédant une saveur sucrée et légèrement acide. Son pH est proche de la neutralité, oscillant entre 6,6 et 6,8 (Alais, 1984). Il est obtenu par une traite complète et ininterrompue d'une femelle laitière en bonne santé, correctement nourrie et non soumise à une surcharge de travail. Le lait doit être collecté de manière hygiénique et ne doit pas contenir de colostrum (Jora, 1993).

I.2. Composition de lait animal

Du point de vue quantitatif, les principaux composants du lait sont l'eau, les matières grasses, les protéines et le lactose. Les composés mineurs incluent les minéraux, les enzymes et les vitamines. (Ramet, 1998). Le tableau ci-dessous présente les principaux ingrédients du lait par ordre croissant.

Tableau 1 : Composition générale du lait (Vignole, 2002).

Constituants majeurs	Variations limites (%)	Valeurs moyenne (%)
Eau	85,5-89,5	87,5
Matière grasse	2,4-5,5	3,7
Protéines	2,9-5	3,2
Glucides	3,6-5,5	4,6
Minéraux	0,7-0,9	0,8

I.2.1. L'eau

La présence d'eau est prédominante dans la composition du lait (900-910 g par litre), à partir duquel tous les autres constituants sont dissous (Amiot et al., 2002).

La présence d'un dipôle et d'un doublet d'électrons libres dans une molécule d'eau lui confère une polarité. Cette dernière favorise la formation d'une solution réelle avec des composés polaires tels que les glucides et les minéraux, ainsi qu'une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum, et une émulsion avec les matières grasses. De plus, l'eau joue un rôle dans la croissance bactérienne et les modifications du lait. (Mahaut et al., 2003).

I.2.2. La matière grasse

La matière grasse (Figure 1) est composée de phospholipides, de triglycérides, et d'une fraction insaponifiable composée principalement de cholestérol en grande partie (Vignola, 2002).

Les phospholipides, qui représentent moins de 1 % des matières grasses, sont extrêmement riches en acides gras insaturés. Comparativement au lait maternel, le lait de vache contient une quantité moindre d'acides gras essentiels, soit en moyenne 1,6 % contre 8,5 % (Jeant et al., 2008).

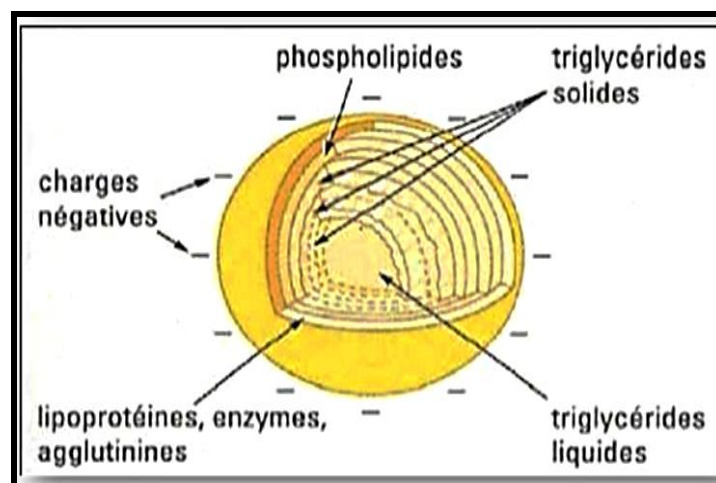


Figure 1: Structure d'un globule de matière grasse (Vignola, 2002).

I.2.3. Les glucides

Le lactose est le seul glucide libre présent dans le lait en quantité significative (48 g/l) est le lactose. C'est un disaccharide composé de glucose et de galactose. La teneur en lactose est relativement peu variable par rapport aux autres composants du lait (Sanchez, 2019).

Les glucides peuvent être présents en quantités limitées, tels que le glucose et le galactose formés par l'hydrolyse du lactose, tandis que certains glucides peuvent se lier aux protéines. (Amiot et al., 200).

I.2.4. Les protéines

Le lait renferme entre 3,2 % et 3,5 % de protéines, qui se divisent en deux fractions distinctes. La caséine, qui représente 80 % des protéines totales, précipite à un pH de 4,6,

tandis qu'une protéine sérique soluble, constituant 20 % des protéines totales, précipite également à un pH de 4,6. (Ghaoues, 2011).

I.2.4.1. Les caséines

Les caséines (Figure 2) sont des polypeptides complexes, résultat de la polycondensation de divers acides aminés (Jean et Dijon, 1993).

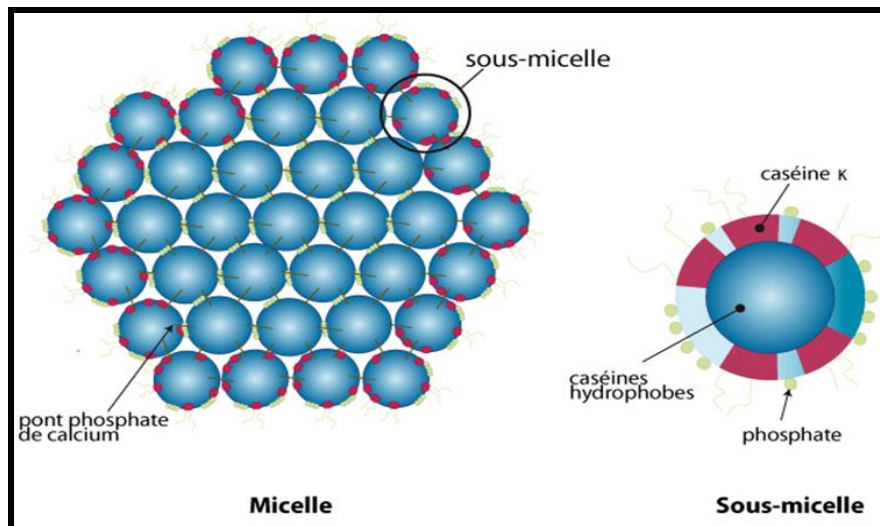


Figure 2: Représentation des micelles de caséine contenant des sous-unités par le modèle SCHMIDT (1989).

I.2.4.2. Protéines du lactosérum

Ils représentent 20 % des protéines présentes dans le lait. Les deux protéines principales en termes de poids sont la β -lactoglobuline et l' α -lactalbumine (Blanc, 1982). Certaines protéines du lactosérum sont synthétisées dans la glande mammaire, tandis que d'autres sont apportées par le sang (telles que l'albumine sérique, le lysozyme, etc.)

I.2.5. Les minéraux

Le lait renferme une variété de minéraux en quantité significative (figure 3). Les principaux minéraux présents sont le phosphate, le calcium, le magnésium, le sodium, le chlore et le potassium (Gaucheron, 2004).

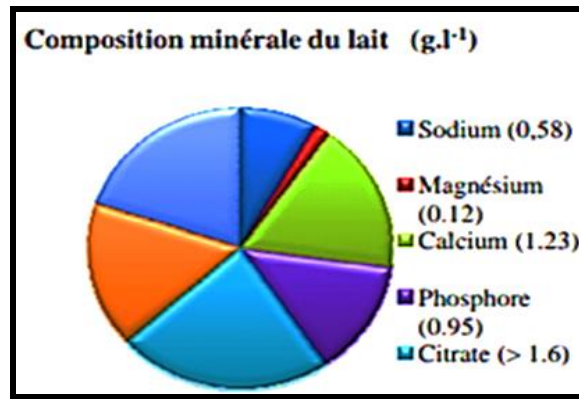


Figure 3: Composition minérale du lait de vache (Jeantet et al., 2008).

I.2.6. Les vitamines

Ce sont des matières organiques qui permettent aux organismes de se développer, de se maintenir et de fonctionner. En principe, les vitamines ne peuvent pas être synthétisées dans le corps, Alors que le lait est l'un des aliments les plus variés en vitamines, les valeurs sont souvent très faibles (Veisseyre, 1979). Les vitamines se divisent en deux grandes catégories principales (Roy, 1951 ; Wolter, 1997) :

a. Les vitamines solubles dans l'eau : Le lait est naturellement riche en vitamines B, dont la concentration reste élevée tout au long de l'année, indépendamment de la saison et du régime alimentaire.

b. Les vitamines solubles dans les lipides : Les vitamines A, D, E et K présentes dans le lait dépendent de divers facteurs, notamment l'alimentation, et leur taux peut varier en conséquence.

I.2.7. Les enzymes

Les enzymes sont des molécules protéiques organiques produites par des cellules ou des organismes, et elles agissent comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes clés ont été recensées dans le lait, dont 20 sont présentes naturellement. De plus, le lait contient diverses cellules (leucocytes, bactéries) qui produisent également des enzymes (Pougheon, 2001).

Leurs rôles semblent divers, ce sont des facteurs de dégradation des composants du lait (Salmeron et al., 2002). Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénase (ou oxydases) et les oxygénases (Amiot et al., 2002).

I.3. Les caractéristiques de lait

I.3.1. Les caractéristiques physico-chimiques

I.3.1.1. pH

Le lait frais présente un pH situé entre 6,6 et 6,8. Contrairement à l'acidité titrable, le pH n'évalue pas directement la concentration de composés acides, mais plutôt la concentration des ions H⁺ en solution. Il indique le degré de fraîcheur du lait, en particulier en termes de stabilité, car la valeur du pH influence la solubilité des protéines et, par conséquent, leur point isoélectrique (Vignola, 2002).

I.3.1.2. L'acidité titrable

L'acidité titrable est généralement exprimée en degrés Dornic (°D). Un degré Dornic (1°D) correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait. L'acidité est mesurée en effectuant un titrage avec une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine (Mekhaneg, 2020).

Le lait frais présente une acidité titrable de 16 à 18° Dornic. Lorsque le lait est conservé à température ambiante, il s'acidifie progressivement de manière naturelle (Mathieu, 1998).

I.3.1.3. La densité

À une température de 15 °C, la densité du lait varie entre 1,028 et 1,035, avec une moyenne de 1,032. Chaque composant du lait influe sur sa densité, car la matière grasse est le seul élément ayant une densité inférieure à 1 (Vignola, 2002). La densité du lait peut varier en fonction de l'espèce animale et de la nutrition de l'animal, car elle dépend de la présence d'éléments essentiels tels que les vitamines, les substances azotées et non azotées, les matières grasses, etc., dans le lait. (Seydi, 2004).

I.3.1.4. L'extrait sec total

Toute substance dans le lait autre que l'eau. La teneur en extrait sec (EST) du lait dépend du type d'animal (127g/l). La raison de cette différence est essentiellement la teneur en matière grasse (Alias, 1984).

I.3.1.5. La matière grasse

La matière grasse (MG) est la plus variable en termes de quantité. Les lipides du lait, d'environ 35 g/L en moyenne, sont constitués à 96-98 % de triglycérides, à 0,2-1,5 % de diglycérides, de 0,1 % de traces de monoglycérides à 0,2-1 % de phospholipides polaires (Court et Leymarios, 2010).

I.3.2. Les caractéristiques microbiologiques

Les tests microbiologiques permettent la caractérisation et le contrôle des communautés microbiennes dans le lait et les produits laitiers. On répartit ces microorganismes, selon leur importance, en deux classes : la flore indigène ou originelle et la flore de contamination. Cette dernière est subdivisée en deux sous classe : la flore d'altération et la flore pathogène (Vignola, 2002).

I.3.2.1. La flore originelle

La flore originelle, également connue sous le nom de flore indigène, fait référence à un groupe de micro-organismes présents dans le lait dès sa sortie du pis. Lorsque le lait est prélevé dans des conditions adéquates à partir d'un animal en bonne santé, il devrait contenir moins de 5000 UFC/ml (unités formant colonie par millilitre). Les genres dominants au sein de la flore indigène sont principalement des micro-organismes mésophiles tels que *Micrococcus* (30-90%), *Lactobacillus* (10-30%), et *Streptococcus* ou *Lactococcus* (10%) (Vignola, 2002).

Ces microorganismes plus ou moins abondants sont étroitement liés au régime alimentaire, à la race et à d'autres facteurs (Larpen, 1996). Le tableau 2 donne l'abondance des microorganismes dans le lait cru.

Tableau 2: Flore bactérienne originelle du lait cru (Vignola, 2002).

Microorganismes	Pourcentage (%)
Gram positif	30-90
<i>Micrococcus sp</i>	10-30
<i>Lactobacillus</i>	<10
<i>Streptococcus ou lactococcus</i>	<10
Gram négatif	<10

I.3.2.2. La flore de contamination

La flore de contamination désigne l'ensemble des micro-organismes qui polluent le lait depuis sa collecte jusqu'à sa consommation. Elle se compose d'une flore d'altération qui entraîne des altérations sensorielles et réduit la durée de conservation des produits laitiers, ainsi que d'une flore pathogène pouvant présenter des risques pour la santé (Vignola, 2002).

a. La flore d'altération

La présence de cette flore entraîne des altérations sensorielles et réduit la durée de conservation des produits laitiers. Les genres prédominants identifiés dans la flore d'altération comprennent les coliformes, Enterobacter, les bactéries sporulées telles que *Bacillus*, les bactéries *psychrotrophes*, principalement *Pseudomonas* et *Alteromonas*, ainsi que certaines levures et moisissures. La figure 4 montre les différents genres de moisissures contaminant le lait (Prescott et al., 2010).



Figure 4: Différentes genres de moisissures contaminant le lait. (A): *Alternaria alternata* (B): *Penicillium pupurogenum* (C): *Clodosporium hebarum* (D): *Penicillium pupurogenum* (Prescott et al., 2010).

b. La flore pathogène

La présence de micro-organismes pathogènes dans le lait peut provenir de trois sources : les animaux, l'environnement et les humains. Parmi les micro-organismes pathogènes associés au lait et aux produits laitiers, on trouve principalement (Figure 5): *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria cellogenes monocytaire*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonnei* et certaines moisissures (Fredot, 2007).



Figure 5: Les différentes bactéries infectieuses du lait (Prescott et al., 2010).

I.3.3. Les caractéristiques organoleptiques

Le lait présente plusieurs caractéristiques et propriétés organoleptiques telles que :

I.3.3.1. La couleur

Le lait est un liquide blanc foncé qui est opaque en raison des micelles de caséinate, ou parfois bleu ou jaunâtre en raison du bêta-carotène ou de la lactoflavine persistant dans la graisse (Sousa et Malcata, 2002).

I.3.3.2. L'odeur

Le lait a des caractéristiques dues à la matière grasse. Il y a des odeurs d'animaux. Liés à l'environnement de traite, à l'alimentation et au stockage (Vierling, 2003).

I.3.3.3. La saveur

Elle est douceâtre, légèrement sucrée, car il est riche en lactose, dont le pouvoir sucrant est inférieur à celui du saccharose (Mekhaneg, 2020).

I.3.3.4. La viscosité

Selon la viscosité de l'espèce, on distingue : Le lait visqueux des animaux monogastriques (juments, ânes, carnivores et femelles), que l'on appelle lait un albumineux. Le lait des herbivores est moins visqueux (le lait de chèvre est plus visqueux que le lait de vache) et ce type de lait est connu sous le nom de lait caséineux (Mekhaneg, 2020).

I.4. Production et consommation

I.4.1. Dans le monde

Chaque année, l'IFCN (International Farm Comparaison Network) publie une carte pour mieux comprendre la production laitière à l'échelle mondiale. On constate par exemple que la consommation de produits laitiers a augmenté de 2,2% à 128 kg par habitant (Arnaud, 2023).

Les analystes de l'USDA affirment que la production mondiale de lait devrait peu changer entre 2022 et 2023, passant de 288,5 millions de tonnes en 2022 à 288,6 millions de tonnes pour les cinq principaux exportateurs. Il prévoit que la collecte de lait dans les principaux pays exportateurs en 2023 restera relativement stable (Virginie, 2023). Les marchés émergents sont les moteurs de la croissance (Marie-Josée, 2019).

La Figure 6 illustre la collecte et l'évolution de la production laitière dans les principaux bassins d'exportation, qui a montré une reprise en fin d'année. Ces bassins comprennent l'Argentine, l'Australie, les États-Unis, la Nouvelle-Zélande et l'Union européenne (Dairy et al., 2023).

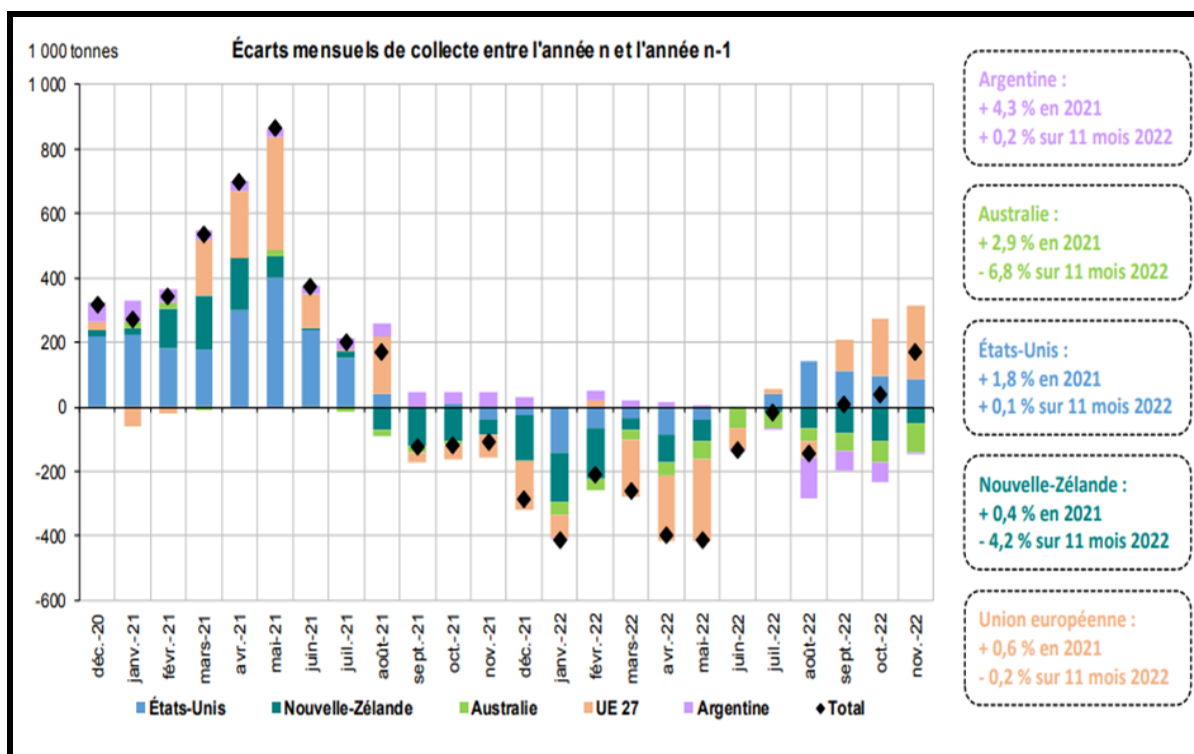


Figure 6: Collecte et évolution de la production laitière dans les grands bassins exportateurs (Dairy et al., 2023).

I.4.2. En Algérie

La consommation de lait en Algérie est en hausse depuis l'indépendance, avec une croissance démographique et une amélioration des normes. La longévité de la population entraîne une forte demande pour ce produit de base (Remane et al., 2016). La consommation intérieure moyenne annuelle du produit en question est supérieure à 75 litres par personne. Ce nombre augmente si l'on considère à la fois la production nationale et la farine importée. Il atteint la barre des 130 litres (African, 2023).

Cela représente une menace pour la santé publique. En particulier, rappelez-vous que l'Organisation mondiale de la santé (OMS) rapporte qu'une consommation excessive de lait peut provoquer des maladies, en particulier chez les personnes intolérantes au lactose (Arezki, 2018).

Il y a actuellement environ 1 780 000 vaches laitières en Algérie. La production nationale de lait est estimée à 3,5 milliards de litres (Zoheir, 2023). Récemment, ces acteurs ont partagé un objectif commun visant à stimuler la production locale de lait frais. Le ministre a également souligné que cela permettrait à l'Algérie de réduire ses importations de lait en poudre (African, 2023).

I.5. Maladies liées à la consommation de lait

Un grand nombre d'études ont été réalisées pour aborder la controverse entourant la consommation de lait. Étant donné que cet aliment est largement recommandé, il est pertinent d'examiner les effets de cette nourriture dans les médias. (Audrey, 2020).

Le lait en général présent, d'une part, des effets bénéfiques suggérés sur la flore intestinale, il peut améliorer la santé des os, il est essentiel pour la croissance de l'enfant et le développement des dents comme il aurait avoir des effets protecteurs contre les risques cardiovasculaires et métaboliques (Audrey, 2020).

D'autre part, le lait est associé à des effets indésirables tels que la contribution à l'apparition du diabète de type 1, l'aggravation des migraines et de l'acné, une digestion difficile, une protection insuffisante contre les fractures et un risque accru de certains types de cancer. De plus, certains soutiennent qu'il n'est pas adapté à la consommation humaine et qu'il peut simplement nuire à la santé (Audrey, 2020).

I.5.1. Intolérance au lactose

Certaines personnes éprouvent une diminution de l'activité de la lactase, l'enzyme qui décompose le lactose en galactose et en glucose. Cela est connu sous le nom d'intolérance au lactose (Rozenberg et al., 2016).

I.5.1.1. Déficit en lactase

Il y a trois formes de déficit en lactase (Morin, 2020) :

a. Déficit congénital

L'alactasie, qui correspond à un déficit total en lactase, est une affection extrêmement rare qui se manifeste dès la naissance (avec moins de 50 cas signalés dans le monde). Dans de tels cas, il est impératif d'éliminer complètement le lactose dès la naissance. Auparavant, les enfants atteints de cette condition ne survivaient pas avant que des formules sans lactose ne soient développées.

b. Déficit primaire

Il est associé au déclin physiologique de l'activité lactasique des entérocytes avec l'âge, ou hypolactasie ;

c. Déficit secondaire

Le déficit en lactase secondaire peut être causé par une pathologie digestive résultant d'une altération de la muqueuse intestinale, telle que la maladie cœliaque, la maladie de Crohn, les diarrhées infectieuses ou la radiothérapie abdominale. Il peut également résulter d'une perturbation des fonctions digestives suite à une intervention chirurgicale, comme une gastrectomie ou des résections intestinales. Selon la situation, le déficit en lactase secondaire peut être temporaire ou permanent. (Morin, 2020).

I.5.1.2. Mal-digestion et malabsorption

Les formes de déficit les plus courantes sont le déficit primaire et le déficit secondaire, qui conservent la capacité de dégrader partiellement le lactose, contrairement au déficit congénital, qui est un déficit total. Le déficit primaire est la cause la plus fréquente de malabsorption du lactose (Morin, 2020).

Cependant, il existe une réponse adaptative à cette malabsorption où le lactose non digéré est partiellement fermenté par des bactéries présentes dans l'iléon terminal et le côlon, produisant ainsi des acides gras à chaîne courte (AGCC) qui fournissent de l'énergie. Lorsque la quantité de lactose dépasse les capacités de dégradation, cela entraîne une mauvaise digestion. Étant donné que le lactose ne peut pas être entièrement hydrolysé ou seulement partiellement hydrolysé, une petite quantité de lactose est complètement absorbée par la muqueuse intestinale et excrétée dans l'urine, mais la plus grande partie est mal absorbée (Vandenplas, 2015).

Dans certains cas, la présence de lactose mal absorbé dans la lumière intestinale (au niveau de l'intestin grêle) accélère le transit intestinal en provoquant une demande en eau par osmose. Dans le côlon, le lactose non hydrolysé est métabolisé (fermenté) par la flore colique, produisant des acides gras à chaîne courte et des gaz (principalement de l'hydrogène, du dioxyde de carbone et du méthane). Lorsque la charge en lactose dépasse la capacité fermentative du microbiote colique, le lactose mal absorbé peut parfois conduire à une condition connue sous le nom d'intolérance au lactose, qui peut affecter la qualité de vie (Binder, 2010).

I.5.1.3. Symptômes de l'intolérance au lactose

L'intolérance au lactose est caractérisée par l'apparition de symptômes chez des individus qui présentent une malabsorption du lactose après sa consommation. Ces symptômes peuvent être divers, à la fois d'ordre digestif et extradigestif : ballonnements, flatulences, grondements intestinaux, douleurs abdominales, diarrhées, mais également constipation et maux de tête (Suchy et al., 2010).

I.5.1.4. Diagnostic de l'intolérance au lactose

Plusieurs méthodes de diagnostic sont utilisées, notamment :

Le test de l'intolérance au lactose mesure l'élévation de la glycémie après une charge de lactose. Il évalue la quantité de glucides absorbée et donc le degré de dégradation du lactose par la lactase. Cependant, ce test n'est pas très sensible ni spécifique (Misselwitz et al., 2013).

La mesure de l'activité de la lactase dans le jéjunum est considérée comme la méthode la plus fiable, mais elle est coûteuse et invasive (Misselwitz et al., 2013).

Enfin, le test au gaxilose consiste à détecter la présence de D-xylose dans le sérum ou de galactose dans les urines (galactosurie) après l'administration de 4-galactosylxylose (gaxilose), qui est dégradé par la lactase. Cette méthode est non invasive et fournit des informations sur le niveau de dégradation de la lactase (Dominguez et al., 2017; Aragón et al., 2013).

I.5.1.5. Traitement de l'intolérance au lactose

Nous comprenons que la gravité des symptômes est influencée par le niveau de lactase résiduelle, la quantité de lactose consommée et le microbiote intestinal. À ce jour, il n'existe aucun traitement qui stimule la production de lactase intestinale. Par conséquent, la gestion habituelle de cette condition repose sur la réduction de l'apport en lactose, l'utilisation de lactase exogène, ou l'administration de probiotiques ou de prébiotiques pour modifier le microbiote intestinal et faciliter la digestion du lactose (Misselwitz et al., 2019 ; Fassio et al., 2019).

I.5.2. Allergie aux protéines de lait de vache

L'allergie aux protéines du lait de vache (APLV) est une forme d'allergie alimentaire qui affecte principalement les nourrissons âgés de moins de trois ans. Elle est observée chez environ un bébé sur cinq lorsque les deux parents ont des antécédents allergiques. Il est fréquent que l'allergie aux protéines du lait soit associée à d'autres formes d'allergies alimentaires telles que les œufs, les protéines de blé ou l'arachide (Spis, 2020).

L'allergie aux protéines du lait de vache (APLV) se distingue de l'intolérance au lactose. Les individus allergiques au lait peuvent digérer le lactose sans problème, mais ce sont les protéines présentes dans le lait qui déclenchent une réaction du système immunitaire (Atenodoro et al., 2021).

I.5.2.1. Types de l'allergie aux protéines de lait de vache

Il existe deux types d'allergie aux protéines de lait de vache qui sont (Alain et Christophe, 2023) :

a. L'APLV IgE-médiée : qui est le résultat de la compétition entre les anticorps (IgE) anti-laitiers et les protéines du lait de vache (PLV).

b. L'APLV non IgE-médiée : Il s'agit d'une série de réponses cellulaires du système immunitaire contre les protéines du lait de vache (PLV) sans intervention d'anticorps IgE. Il existe de nombreuses différences entre ces deux types d'allergies, comme s'il s'agissait de deux maladies différentes (Bocquet et Dupont, 2023).

I.5.2.2. Symptômes de l'allergie aux protéines de lait de vache

Les principaux symptômes provoqués par l'allergie aux protéines de lait de vache sont (Arnault, 2022 ; Bocquet et Dupont, 2023) :

- Les rougeurs et des démangeaisons de la peau ;
- Les régurgitations ;
- Les nausées, la toux ;
- Le malaise, les vomissements, les maux de ventre ;
- La constipation, la diarrhée.

I.5.2.3. Diagnostic de l'allergie aux protéines de lait de vache

En général, il existe deux types de tests utilisés pour le diagnostic de l'APLV. Le Tableau 3 résume les deux tests avec leurs avantages et inconvénients (Deboissieu, 2013).

Tableau 3 : Tests de diagnostic utilisés pour l'APLV (Deboissieu, 2013).

	APLV IgE-médiée	APLV non IgE-médiée
Prick test (test cutané)	Positifs	Négatifs
RAST PLV	Positifs	Négatifs
Patch-test	Déconseillé	Positif (faux négatifs possibles chez le très jeune enfant)

a. L'APLV IgE-médiée

- **Prick test (test cutané)** : Il s'agit d'une petite piqûre de la peau avec une goutte de lait frais (ou le lait habituel des bébés) à l'aide d'une seringue vaccinale. Dans le cas de l'APLV médiée par les IgE, la réponse est immédiate et la lecture est complète après 15 minutes. Les résultats sont mesurés en millimètres et comparés à un contrôle positif contenant de l'histamine et à un contrôle négatif (pas d'histamine). Pour assurer la fiabilité : ce test ne doit pas être réalisé

pendant un traitement par corticoïdes ou antihistaminiques. Elle est réalisable dès les premiers mois de vie (Bocquet et Dupont ,2023).

- **RAST PLV** : Il s'agit d'un test sanguin pour les anticorps IgE anti-lait spécifiques, qui sont souvent présents dans les cas d'APLV médiée par les IgE. Peut détecter des IgE anti-lait spécifiques ou contre un type de protéine de lait, de caséine ou de protéine soluble. Des résultats positifs : La détection d'IgE anti-lait signifie que l'enfant est sensible au PLV, mais n'est pas considéré comme allergique. Un test de provocation orale (OPT) peut être effectué pour confirmer le diagnostic, mais doit être effectué dans un cadre clinique en raison du danger potentiel (choc anaphylactique) (Bocquet et Dupont ,2023).

b. L'APLV non IgE-médiée

- **Le patch-test** : Un patch test est disponible, mais sa fiabilité est inconnue. Une cupule en aluminium de 12 mm remplie de lait a été laissée en contact avec la peau pendant 48 heures. Les lectures ont été effectuées 24 heures après le retrait et comparées aux témoins. Vous devez arrêter tout traitement par stéroïde et antihistaminiques au moins 3 jours avant. Diallertest est une forme commerciale de test de patch qui a été abandonnée pour des raisons industrielles. Il n'existe aucun test de laboratoire pour confirmer l'APLV non médiée par les IgE (Bocquet et Dupont, 2023).

I.5.2.4. Traitement de l'allergie aux protéines de lait de vache

Le traitement de l'allergie aux protéines de lait de vache repose sur un régime sans produits laitiers (lait, fromages et tous les produits dérivés du lait) et la prescription d'une trousse d'urgence en cas d'APLV IgE-médiée (Deboissieu, 2013).

Pour les nourrissons, il est important de prescrire des hydrolysats hyperprotéinés pour assurer une bonne nutrition. Certains de ces hydrolysats sont disponibles en pharmacie, mais les plus anciens sont fabriqués à partir de lait de vache : hydrolysate de caséine ou de lactosérum (Deboissieu, 2013).

I.5.3. Diabète de type I

La consommation des protéines laitières semble être liée au déclenchement du diabète de type 1, notamment lorsqu'elle est consommée au cours de la première année de vie au détriment de l'allaitement maternel. Le diabète de type 1 est une maladie auto-immune dans laquelle des anticorps auto-immuns sont produits contre les cellules B des îlots de

Langerhans. L'hypothèse couramment acceptée met en avant une réactivité croisée entre les anticorps dirigés contre les protéines du lait et les protéines des cellules pancréatiques, notamment l'insuline bovine pouvant être présente dans la protéine (Skyler, 2013).

Une étude a montré qu'il n'y avait aucune association significative entre le diabète de type 2 et la consommation totale de produits laitiers (Forouhi, 2015).

I.5.4. Migraine

Certains produits laitiers peuvent augmenter la fréquence des migraines et favoriser l'apparition de crises migraineuses. Le mécanisme précis à l'origine des migraines n'est pas encore pleinement compris, mais certains médecins, tels que le Dr Michel Lanteri-Minet, chef de service au CHU de Nice, ont récemment évoqué le fromage, en particulier les variétés affinées et fermentées, comme un déclencheur potentiel de migraines, tout comme les yaourts et les glaces consommés à une température très froide (Demmer, 2013).

I.5.5. Cancer de prostate

Des études ont révélé une association significative entre la consommation de produits laitiers, à l'exception du lait, et une augmentation du risque de cancer de la prostate (Grasgruber et al., 2018).

Chapitre II

II. Généralités sur les laits végétaux

II.1. Les origines du lait végétal

Les premières références à l'utilisation du terme "lait végétal" remontent à l'époque de la Rome antique, plus précisément au IV^e siècle après J.-C. Dans le seul ouvrage gastronomique de l'Empire romain, appelé *De re coquinaria* et traditionnellement attribué à Marcus Gavius Apicius, il est mentionné que le lait végétal était un ingrédient couramment utilisé dans les cuisines de l'époque. Dans le texte latin, il est fait mention du "lactenucis", qui désigne le lait de noix, et il est également expliqué que ce type de lait était largement consommé dans la Grèce antique (Amrouche, 2020).

Le lait d'origine végétale était vraisemblablement couramment utilisé dans les premières civilisations, telles que l'Égypte. En effet, la technique d'émulsionner ou de filtrer les graines broyées était déjà largement connue à l'époque (Amrouche, 2020).

Au Moyen Âge, les laits végétaux étaient aussi fréquemment utilisés que les sels et les laits animaux, comme en témoigne la plus grande collection de livres de cuisine médiévale en Europe. De nombreuses recettes utilisant des laits végétaux étaient présentes, dont le célèbre "menjar blanc" à base de lait d'amande. Le lait végétal avait également une place importante en médecine, comme le mentionne Gervase Markham dans son ouvrage "The English Housewife" en 1614, où il recommande de mélanger du lait d'amande avec d'autres herbes pour réduire la fièvre (Amrouche, 2020) (Amrouche, 2020).

Dans les pays d'Europe du Nord, les familles modestes avaient l'habitude de préparer des laits végétaux en utilisant des graines d'arbres locaux tels que les noix (lait de noix) et les châtaigniers (lait de châtaignier). Ces laits à base de plantes étaient préparés à domicile, tandis que les personnes issues de la noblesse consommaient des plats préparés à base de lait d'amande, plus coûteux et importé des pays méditerranéens (Amrouche, 2020).

En résumé, depuis des milliers d'années, les laits végétaux sont préparés à domicile en utilisant des fruits secs et des graines sauvages. Ces aliments naturellement nutritifs étaient récoltés par les familles elles-mêmes (Amrouche, 2020).

II.2. Définition de lait végétal

Nommée "lait" par un langage abusif, légalement on ne devrait plus dire "lait" mais boisson ou jus (Houlbert, 2020).

Il s'agit en fait d'une boisson (ou filtrat) extraite d'une plante. Conçue comme une alternative au lait animal, visuellement proche de lait animal, cette boisson est issue de céréales (riz, avoine, épeautre, etc.), de légumineuses (soja) ou de noix oléagineuses (noisette, amande, noix de coco, etc.), de graine oléagineux (graine de sésames, etc.) et pseudo- céréales (quinoa, amarante, sarrasin) (Figure 7). Faire tremper dans l'eau, mélanger et filtrer (Anonyme 01). Il convient à l'intolérance au lactose mais ne remplacent pas le lait.



Figure 7: Les laits végétaux. *a* : lait d'amande ; *b* : lait d'avoine ; *c* : lait de sésame ; *d* : lait de coco (Sérazin, 2018).

II.3. Intérêt des laits végétaux

Le lait végétal est consommé pour diverses raisons, notamment liées à la santé (telles que l'intolérance au lactose, les allergies au lait, les problèmes de santé aggravés par la consommation de protéines animales), le choix d'un régime végétalien ou ovo-végétarien, le véganisme (un mode de vie qui exclut les produits d'origine animale et prône le respect des animaux) (Alice, 2021), le rejet du lait de vache ou d'autres mammifères pour des raisons

morales (opposition à l'exploitation animale), des préoccupations environnementales (telles que la pollution de l'eau), des raisons religieuses, des considérations de santé perçue, ou simplement pour le plaisir gustatif (Amrouche, 2020).

II.4. Types de laits végétaux

Il existe plusieurs types de lait à base des plantes parmi les plus connus et les plus importants on compte : lait d'amande ; lait d'avoine, lait de sésame ; lait de coco ; lait de riz ; lait de soja ; lait de noisette ; lait de chanvre ; lait de châtaignes ; lait des épeautres (Requia, 2015). La Figure 8 montre les différents laits végétaux commercialisés.



Figure 8: Les différents laits végétaux existent sur le marché international (Requia, 2015).

II.4.1. Composition de certains laits végétaux

La Figure ci-dessous montre que la composition des boissons à base de plantes varie fortement selon les espèces dont elles sont issues.

Les glucides constituent la composante principale de ces boissons végétales, suivis des lipides et des protéines. Pour le lait de soja et d'amande, la teneur en lipides est plus élevée que la teneur en protéines, tandis que pour le lait d'avoine et de riz, la teneur en protéines est plus importante que la teneur en lipides. Le calcium, en revanche, est présent en quantité très faible dans les quatre types de boissons végétales mentionnés. Sa concentration est plutôt en milligrammes qu'en grammes. Il est également essentiel de noter que les ingrédients utilisés dans les boissons végétales peuvent varier en fonction du processus de fabrication. Certaines boissons peuvent être aromatisées ou enrichies en calcium (Auburtin, 2016).

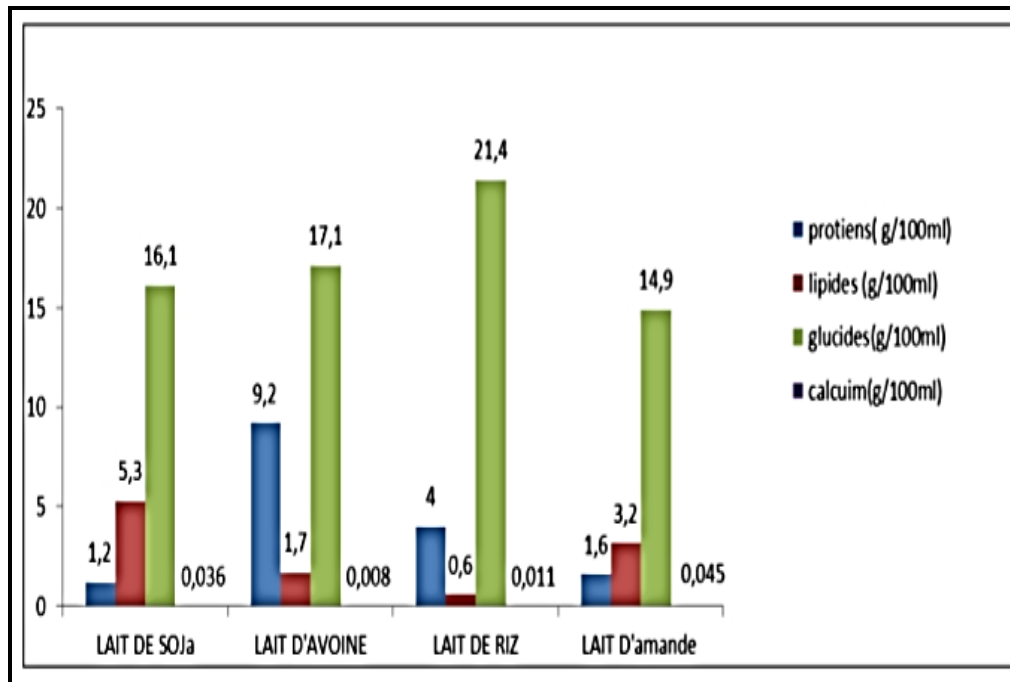


Figure 9: Graphique effectuant la comparaison de la composition en g/100ml (Isped, 2017).

II.4.2. Valeur nutritionnelle de quelques laits végétaux

Ce sont des boissons très énergétiques et ils apportent des nutriments essentiels, jouent un excellent apport de fibres ; il possède aussi les vitamines B1, B2, B9, B3, et B6, ils sont considérés aussi comme une source importante de magnésium et de phosphore et d'antioxydants comme la vitamine E. Ils sont dépourvus du lactose ce qui le rend adapté aux personnes souffrant d'intolérances et ils sont utiles pour aider à réguler le transit intestinal et de contrôler de la glycémie. Ils sont extrêmement bénéfiques dans différentes pathologies comme le cancer, le diabète, les affections cardiovasculaires, les maladies neurodégénératives et les dysfonctionnements métaboliques. Ces les laits végétaux contiennent une variété de nutriments qui offrent divers bénéfiques pour la santé (Anonyme 02). Qui sont répertoriés dans le tableau 4.

Tableau 4 : La valeur nutritionnelle de quelques boissons végétales (pour 100g) (ciqua/, 2020).

Les composants	Lait d'amande	Lait d'avoine	Lait de sésame	Lait de coco
Energie	634	401	599	365
Glucides	7.9	/	9.81	6.22
Lipides	53.4	7.6	49.7	33.5
Protéines	21	12.4	17.6	3.33
Fibres alimentaires	10.2	8.7	14.9	6
Phosphore (mg)	416	380	605	113
Magnésium (mg)	232	370	342	32
Calcium (mg)	284	110	962	0.37
Fer	3	4.1	14.6	2.43
Sélénium	2.3	8.6	26.5	/
Zinc	/	3.3	5.74	1.1
Niacine B3	3.4	3.8	4.52	0.54
Thiamine B1	0.18	1.7	/	0.066
Vitamine E	14.6	0.50	0.25	0.24
Vitamine C	0.5	/	/	3.3
Vitamine B6	0.11	0.12	0.79	0.054
Vitamine B9	93.1	/	79	26
Acide folique	/	30	79	/
Riboflavine	/	0.10	0.25	0.02
Cuivre	0.9	0.23	1.58	0.44
Potassium	/	/	468	/
Sodium	1.61	/	/	20

II.5. Différence entre les laits (boissons) végétaux et le lait de vache

Les laits végétaux ont deux avantages majeurs pour la santé contrairement au lait de vache, ils ne contiennent ni lactose ni cholestérol, il est intéressant pour ceux qui sont intolérants au lactose ou qui surveillent leur taux de mauvais cholestérol (Clémentine, 2022).

Les boissons végétales offrent une gamme de saveurs différente du lait de vache (Clémentine, 2022). La teneur en matières grasses du lait crée une texture crémeuse. Alors que, les alternatives végétales sont généralement moins grasses et donc plus aqueuses (Soraya, 2022).

Les laits végétaux présentent souvent une teneur réduite en graisses saturées par rapport au lait de vache, tout en étant enrichis en composés phyto-chimiques bénéfiques. Cependant, ils peuvent contenir moins de protéines, de minéraux et de vitamines. Il est essentiel de rappeler que le lait animal est une source nutritionnelle importante qui fournit une gamme variée de vitamines et de minéraux (Alexane, 2023).

Les laits végétaux contiennent du fer, de la vitamine E et du magnésium, Tandis que le lait de vache en contient des faibles quantités, cependant, le lait de vache ne contient pas de fer, celui-ci est très important pour prévenir l'anémie (Katz, 2018).

II.6. Marché et consommation

Initialement, les laits végétaux étaient principalement recommandés comme substituts du lait de vache pour les personnes souffrant d'allergies ou d'intolérances. Cependant, leur consommation s'est répandue et touchent désormais un public plus large. Actuellement, nous observons une croissance significative de leur popularité, notamment au Brésil, aux États-Unis, en Afrique du Sud et en Europe (Auburtin, 2016).

Le tableau 5 montre l'évolution du marché des boissons végétales avec une projection jusqu'en 2019.

Tableau 5 : Marché des boissons végétales de 2009 à 2019 en millions de litre (Auburtin, 2016).

	2003	2013	2019
Amérique du Nord	336.2	434.4	584.9
Amérique du sud	120.0	134.3	164.4
Région pacifique	2889.0	5010.5	8797.0
Europe	426.3	465.6	506.3
Moyen orient/Afrique	14.4	34.0	69.5
Total (en millions de litre)	3782.9	6078.8	10122.1

Comme le montre ce tableau, le marché mondial des boissons végétales a doublé entre 2009 et 2013. En Europe, la consommation de boissons végétales a augmenté d'environ 40 millions de litres. Selon les prévisions pour 2019, le marché devrait encore croître de 4 millions de litres dans le monde et de 40 millions de litres en Europe.

Plus de 1 200 variétés de boissons à base de plantes ont été recensées, comme le montre la figure 10. Les boissons à base de soja restent les plus populaires, tandis que les boissons à base d'amandes et de riz connaissent une forte croissance (Auburtin, 2016).

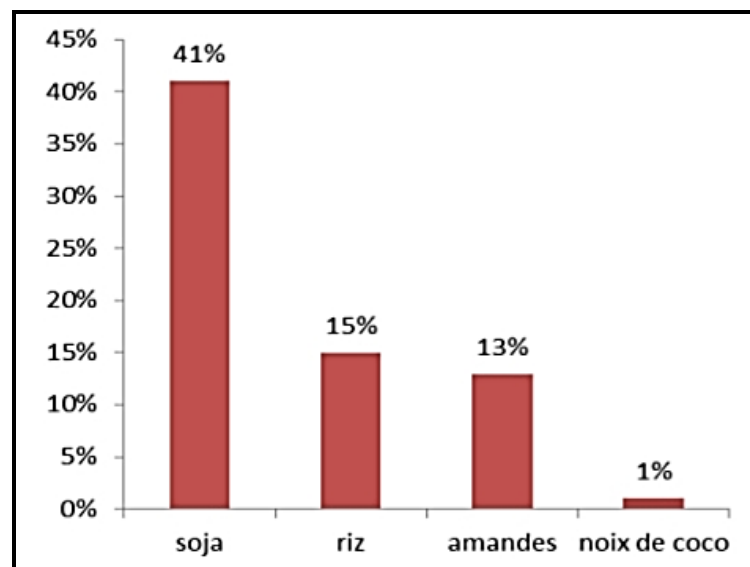


Figure 10: Graphique illustrant des nouvelles boissons végétales (Auburtin, 2016).

II.7. Avantages et inconvénients des laits végétaux

Parmi les avantages des laits végétaux on cite :

a. Sans lactose

Les boissons végétales ne contiennent pas de lactose et ont l'avantage d'être plus faibles en matières grasses (lipides) et en glucides (sucres) que le lait traditionnel (Sillaro, 2017).

b. Source de bonnes graisses

Lorsqu'elles sont élaborées à partir de fruits secs comme les amandes, l'avoine, les graines de sésame et la noix de coco, les boissons végétales contiennent des graisses monoinsaturées et poly-insaturées qui ont des effets très bénéfiques sur le système cardiovasculaire (Sillaro, 2017).

c. Sans cholestérol

Le lait de vache contient du cholestérol, et la quantité dépend du genre de lait à savoir : entier, écrémé, demi-écrémé, alors que les boissons végétales n'en contiennent pas (Sillaro, 2017).

d. Dépourvus de gluten

La plupart des boissons à base de plantes sont sans gluten. Même ceux qui ne sont pas bons au gluten ou qui y sont sensibles peuvent en profiter en toute confiance. Mais attention à l'avoine et à l'épeautre (Sillaro, 2017).

e. Dépourvus de protéines lactières

Certaines personnes ont des allergies aux protéines et qui contribuent à l'augmentation de la production d'insuline (Daphné, 2022). Les boissons végétales présente d'autres avantages à savoir (Nagdeve, 2020 ; Jakarta, 2021 ; Poche, 2022 ; Gawen, 2022):

- La réduction du stress et de fatigue ;
- La régulation de la force et la croissance musculaire (renforcement musculaire) ;
- La conservation d'une peau saine ;
- Favorise une croissance osseuse saine chez les adultes et les nourrissons ;
- Le maintien d'un système immunitaire sain ;
- La dilatation des vaisseaux sanguins et diminue ainsi la pression artérielle ;
- Le soulagement de la constipation ;
- La prévention des ulcères et de l'anémie ;
- La régulation des taux de sucre ;
- L'aide à une digestion facile.

Parmi les des inconvénients laits végétaux on cite :

a. Les substituts de lait végétal ne peuvent pas se substituer au lait maternel pour les nourrissons

Les laits végétaux ne possèdent pas la plupart des caractéristiques des laits d'origine animale, ils ne peuvent donc pas être remplacés dans certains cas. De plus, comme le lait d'origine animale, ce n'est pas un substitut approprié du lait maternel chez les nourrissons. Seuls les laits infantiles, d'origine animale ou végétale, répondent à tous les besoins du nourrisson (Amrouche, 2020).

b. Les laits végétaux sont similaires à de l'eau sucrée

D'un point de vue nutritionnel, les laits végétaux sont principalement composés d'eau (à plus de 90%), hormis le lait de soja très concentré, et ils sont considérés comme frauduleux compte tenu de leur prix pouvant aller jusqu'à quatre fois celui du lait de vache (Amrouche, 2020).

La plupart des boissons végétales contiennent trop de sucre de canne et ont un index glycémique élevé. Ils sont donc déconseillés aux diabétiques car elles contiennent trop de glucides (Daphné, 2022).

d. Absence de protéines

Les laits végétaux sont des liquides blancs qui peuvent ressembler au lait animal, mais contrairement à ce dernier, ils ne fournissent pas une quantité significative de protéines. Ces boissons ne peuvent être comparées qu'aux laits végétaux à base de soja (Amrouche, 2020).

e. Carence en calcium

La teneur en calcium des laits animaux est supérieure à celle des laits végétaux. Pour cette raison, il faut privilégier les boissons végétales riches en calcium (Daphné, 2022).

Partie II :
Procédures expérimentales

Chapitre III

III. Matériel et méthodes

III.1. Présentation de Laiterie-Fromagerie de Boudouaou (L.F.B)

Les analyses physicochimiques et microbiologiques sont effectuées au sein de la Laiterie-Fromagerie de Boudouaou (L.F.B), qui fait partie d'un groupe industriel spécialisé dans la production laitière, le (G.I.P. LAIT). Cette installation a commencé son activité en 1978, opérant précédemment sous le nom ONALAIT. Elle s'étend sur une superficie de 5 hectares et est située à l'entrée de la ville de Boudouaou, dans la wilaya de Boumerdes, à environ 40 km d'Alger (Benhacicen et Madkour, 2019).

a. Description de laboratoire

Le laboratoire est constitué de deux services :

- Un service de prestation d'analyses physico-chimiques : ce service est compris une seule salle de manipulation où sont réalisées les analyses. L'équipe est composée d'un chef de laboratoire, de deux ingénieurs et de six techniciens.

- Un service de prestation d'analyses microbiologiques : ce service est équipé d'une salle de manipulation, d'une salle de préparation, d'une laverie et d'un autoclave. L'équipe est dirigée par un chef de laboratoire et comprend des techniciens de laboratoire.

b. Les missions du laboratoire d'analyse sont les suivantes

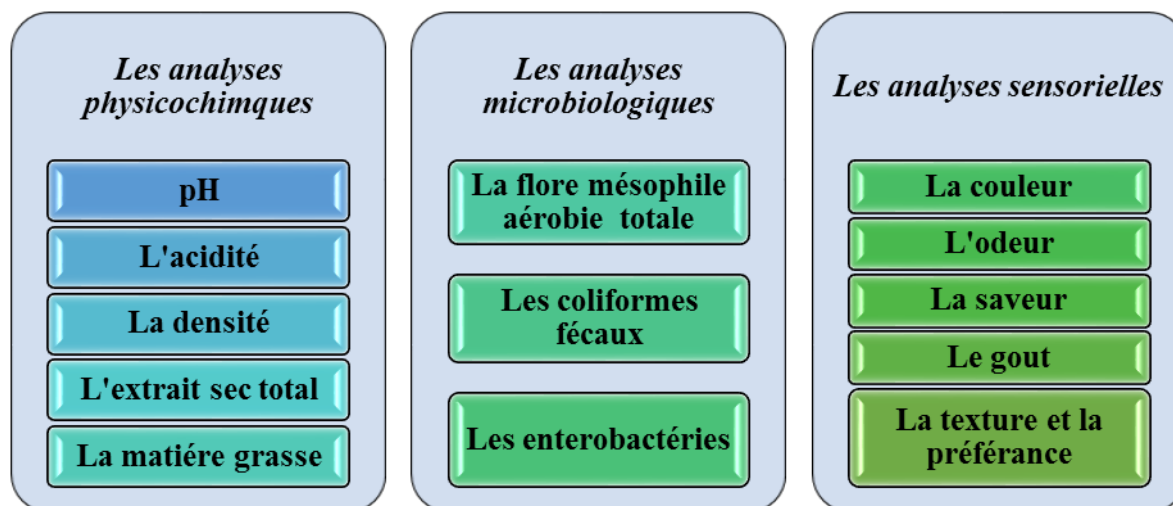
Le laboratoire d'analyse de la Laiterie-Fromagerie de Boudouaou (L.F.B) a plusieurs missions à savoir :

- L'assurance qualité et la vérification de la conformité du produit.
- La vérification quotidienne du processus de fabrication.
- Garantir la qualité microbiologique et physico-chimique optimale du produit fini.
- La garantie du respect des normes de fabrication et de commercialisation du produit.
- La veille aux respects d'hygiène.
- La garantie d'un produit exempt de microorganismes pouvant être à l'origine de problèmes de santé publique.
- La sécurité du consommateur.

- La préservation de la réputation et de la crédibilité de l'unité de production.

III.2. Matériel

Ce travail vise à la détermination des paramètres physicochimiques, microbiologiques et sensoriels des laits végétaux préparés. Le plan général de la partie expérimentale est décrit ci-dessous:



III.2.1. Matériel biologique et non biologique

Les grains de sésame, d'avoine, d'amande et de coco ont été utilisés pour préparer le lait végétal. Tous les équipements, la verrerie, les appareils ainsi que les milieux de cultures utilisés sont représentés en annexe N°01.

III.3. Méthodes

III. 3.1. Préparation des laits végétaux

La préparation du lait végétal à base de l'amande, l'avoine, les graines de sésames et noix de coco a été réalisée à domicile pour garantir une haute qualité hygiénique. Ces végétaux ont été bien lavés pour éliminer toutes les impuretés et la poussière, ensuite ils ont été trempés dans de l'eau (pendant une nuit), puis le mélange a été mixé à haute vitesse jusqu'à ce que la solution devienne homogène qui a été par la suite filtrée. Le jus obtenu « lait végétal » (Figure 11) a été conservé au frais à une température de 3 à 4 °C (Clémentine, 2022).

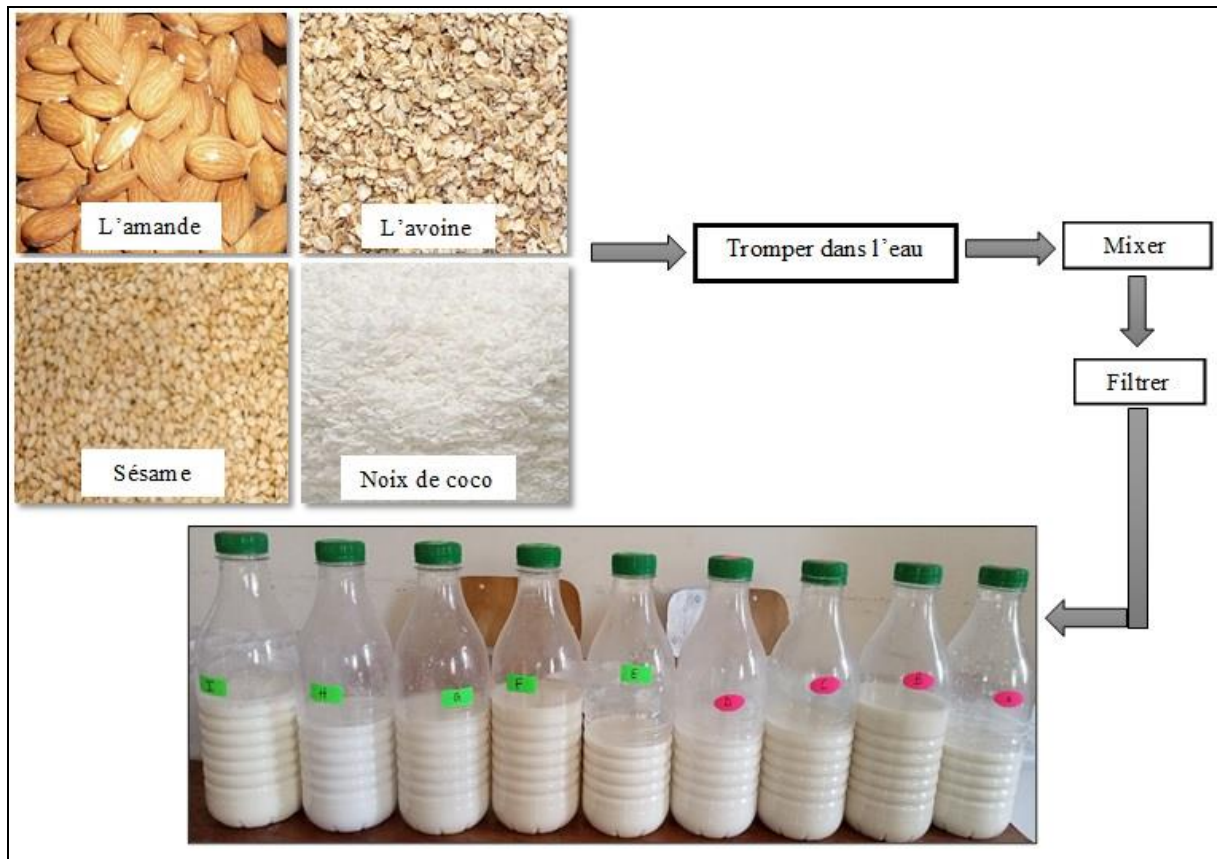


Figure 11: Préparation des laits (Boissons) végétaux à base d'amande, d'avoine, de sésames et de noix de coco (Photo originale).

III.3.2. Analyses physicochimiques

Le contrôle physico-chimique des produits vise à s'assurer de leur conformité aux normes. Effectuer diverses analyses (pH, acidité, densité, EST, MG). Ces analyses peuvent signaler les défauts de fabrication et les changements de paramètres au cours du processus de fabrication et informer d'éventuelles corrections.

III.3.2.1. Détermination de pH

Le pH (potentiel hydrogène) est une mesure de l'activité des ions H^+ contenus dans une solution. Le principe de cette méthode repose sur la mesure de la variation de potentiel électrique entre des électrodes de mesure et de référence qui sont regroupées dans un système d'électrodes couplées (Rodier et al., 2005).

Mode opératoire

-Versez une certaine quantité de lait dans un bécher et insérez-y l'électrode du pH-mètre (Figure 12).

-Le pH est déterminé directement par lecture de la valeur affichée sur l'appareil après stabilisation (Audigie et al., 1984).



Figure 12: Mesure de pH à l'aide d'un pH-mètre (Photo originale).

III.3.2.2. Détermination de l'acidité

L'acidité est mesurée en titrant un échantillon de l'échantillon avec l'hydroxyde de sodium (NaOH) en présence de phénolphtaléine et est exprimée en pourcentage d'acide lactique (Afnor, 1980).

Mode opératoire

- Versez 10 ml de lait dans un bêcher.
- Ajouter 3-4 gouttes de phénolphtaléine à l'échantillon dans le bêcher.
- Laisser le (NaOH) contenu dans la burette s'écouler lentement dans le bêcher de lait et agiter en continu (Figure 13), jusqu'à l'obtention d'une couleur rose.
- Prendre la lecture de la burette au point le plus bas du ménisque (O'Connor, 1995).



Figure 13: Mesure de l'acidité (Photo originale).

III.3.2.3. Détermination de la densité

La masse volumique de laits est une grandeur sans dimension qui exprime le rapport de la masse d'un volume de lait donné à la masse du même volume d'eau à 20°C (Pointurier, 2003).

La densité est mesurée avec un densitomètre Thermo-Laco, qui donne simultanément la température et la densité de l'échantillon. Les mesures de densité sont importantes car elles permettent de détecter des tricheries telles que le mouillage du lait et de montrer que le produit final répond aux normes applicables (Inapi, 1993).

Mode opératoire

- L'éprouvette a rempli avec l'échantillon de lait.
- Introduire le thermo-lacto-densimètre à lait dans l'éprouvette (Figure 14).
- Pour éviter toute mousse qui pourrait interférer avec la lecture, il est nécessaire de verser délibérément une petite quantité de liquide lors de l'introduction du thermo-lacto-densimètre dans l'éprouvette remplie de lait.
- Après avoir versé le liquide, il est recommandé d'attendre pendant une période de trente secondes à une minute avant de procéder à la lecture de la graduation.

- La valeur de densité peut ensuite être directement lue sur l'échelle du thermo-lacto-densimètre à lait (Ali Saoucha, 2017).



Figure 14: Mesure de la densité à l'aide d'un thermo-lacto-densimètre (Photo originale).

III.3.2.4. Détermination de l'extrait sec

L'extrait sec total ou matière sèche correspond à l'ensemble des composés présents dans un échantillon, qu'ils soient organiques ou inorganiques, qui ne se volatilisent pas dans des conditions spécifiques. Il représente le produit obtenu après avoir éliminé l'eau d'un composé solide ou liquide par déshydratation (Croguenec et al., 2008).

Le principe de la détermination de la matière sèche consiste à évaporer l'eau contenue dans un échantillon, puis à mesurer la quantité de matière restante après une dessiccation complète. Cette dessiccation est réalisée pendant une durée de 20 minutes. La quantité de matière sèche obtenue est généralement exprimée en pourcentage de la masse totale de l'échantillon (Amargilios, 1986).

Mode opératoire

-Placez les capsules vides dans un dessiccateur préchauffé à 120 °C, puis mesurez la masse de la capsule vide (tare) en grammes.

-À l'aide d'une pipette, versez 2 ml de l'échantillon à analyser dans la capsule et assurez-vous de l'homogénéité du mélange.

-Refermez la capsule et consultez l'affichage du dessiccateur pour obtenir le résultat (Figure 15).

-Une fois que l'échantillon est complètement séché (Figure 15), la valeur totale des solides s'affiche directement sur l'écran du dessiccateur.



Figure 15 : Mesure de l'extrait sec à l'aide d'un dessiccateur (Photo originale).

III.3.2.5. Détermination de la matière grasse

La teneur en matière grasse a été mesurée à l'aide une méthode acido-butyrométrique de GERBER. Le principe de cette méthode est basé sur la séparation de la matière grasse du lait par centrifugation dans un compteur de butyrate, où l'acide sulfurique dissout tous les composants du lait sauf la matière grasse, et l'alcool agit comme un séparateur de phases. Le dosage a été réalisé comme décrit (Afnor, 1999).

Mode opératoire

-Utilisez une pipette pour introduire 10 ml d'acide sulfurique dans un butyromètre.

-Ajoutez délicatement 11 ml de lait le long de la paroi du butyromètre (Figure 16).

-Ajoutez ensuite 1,5 ml d'alcool iso-amylque.

-Fermez soigneusement le butyromètre et agitez vigoureusement pour bien homogénéiser, en prenant garde à ne pas vous brûler car la réaction peut être exothermique.

-Placez le butyromètre dans une centrifugeuse et centrifugez à 1200 tours par minute pendant 5 minutes.

-Lisez directement la valeur affichée sur le butyromètre pour obtenir le résultat (Figure 16).



Figure 16: Mesure de la matière grasse (Photo originale).

III.3.3. Analyses microbiologiques

L'analyse microbiologique du lait revêt une importance primordiale dans l'industrie laitière, permettant de garantir de manière fiable les qualités organoleptiques du lait, de prolonger sa durée de conservation et de prévenir les risques liés aux infections alimentaires causées par la présence de micro-organismes pathogènes, avant sa consommation par le public (Vignola, 2002).

Les analyses réalisées dans le cadre de cette étude sont basées sur les spécifications microbiologiques mentionnées dans le Journal Officiel de la République Algérienne (J.O.R.A) N°39 du 02 juillet 2017. Elles portent sur les paramètres suivants : la flore totale aérobie mésophile (FTAM), les coliformes fécaux, les staphylocoques et les salmonelles.

Étant donné l'absence de normes relatives aux entérobactéries dans le lait cru dans le Journal Officiel de la République Algérienne (JORA) n° 39 de 2017, ces dernières ont été

comparées aux normes de référence de l'Association Française de Normalisation (AFNOR, 1991).

Notre analyse microbiologique du lait vise à détecter et/ou compter un nombre spécifique de micro-organismes pouvant être présents dans le lait végétal, notamment :

- La flore totale aérobie mésophile.
- Les coliformes fécaux.
- Les Entérobactéries.

Avant de commencer ces analyses il faut :

- Agiter vigoureusement les échantillons avant l'analyse pour assurer une bonne homogénéisation des microorganismes.
- Retourner rapidement la bouteille de lait (échantillon) plusieurs fois.
- La formation de mousse doit être évitée ou, si de la mousse se forme, elle doit être dispersée (Larpen, 1996).

III.3.3.1. Préparation des dilutions

Les échantillons (Lait d'amandes, d'avoine, de sésame et de coco) doivent être secoués légèrement pour homogénéiser. L'analyse a été réalisée en préparant deux dilutions 10^{-1} et 10^{-2} (selon l'entreprise LFB).

Prélever 1 ml de chaque échantillon à l'aide d'une micropipette, mélanger avec 9ml de diluant (d'eau physiologique) dans un seul tube. A partir de ce tube :

Prélever 20 gouttes (1ml) et déposer dans les fonds des boites de pétrie stériles (équivalent à 10^{-1}).

Prélever 2 gouttes (0,1ml) et déposer dans les fonds des boites de pétrie stériles (équivalent à 10^{-2}).

III.3.3.2. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile

La flore mésophile aérobie totale (FTAM) désigne l'ensemble des micro-organismes capables de se développer dans l'air à une température moyenne, avec une température

optimale de croissance de 30 °C (Leksir, 2017). Elle peut inclure des micro-organismes pathogènes ainsi que ceux responsables de l'altération du produit. Le dénombrement de la FTAM permet d'évaluer la qualité microbiologique globale du lait et peut fournir des indications sur son état de fraîcheur ou de dégradation (Guiraud, 2012).

Généralement, ce dénombrement est effectué sur des milieux solides à l'aide de la méthode classique en boîte de Pétri (Sissao et al., 2015).

Mode opératoire

-Pour la culture et le dénombrement des germes totaux, le milieu de culture utilisé est la gélose nutritive. Les différentes étapes de la technique d'analyse sont les suivantes :

-Prélèvement de 20 gouttes (1ml) à partir de dilution préparée précédemment, puis leur introduction respective dans les fonds des boîtes de pétrie stériles ce qui correspond 10^{-1} .

-Prélèvement de 2 gouttes (0,1ml) à partir de dilution préparée précédemment, puis leur introduction respective dans le fond des boîtes de pétries stériles ce qui correspond à la dilution 10^{-2}

- Pour chaque dilution on utilise une pipette pasteur stérile.

- Ecoulement de la gélose nutritive PCA (Plate count Agar) dans les boîtes de Pétri.

- Agitation des boîtes (mouvement sous forme de cercle huit) pour mélanger les gouttes de lait dilué avec le milieu.

- Incubation des boîtes dans une étuve à 30 °C pendant 72 h (Figure 17) (Guiraud, 1998).

La lecture

Les germes totaux aérobies apparaissent comme des colonies blanches châtrent de tailles et de formes variables.

Le comptage des colonies

En utilisant le compteur de colonies, nous sélectionnons les boîtes contenant un nombre de colonies se situant entre 30 et 300.

Expression des résultats

Les résultats ont été exprimé par UFC/ ml, en utilisant cette formule : $N = \frac{n}{V*d}$

Où n : le nombre de colonies apparues, d : la dilution à partir de laquelle les premiers dénombrements sont effectués et v : le volume de solution déposé (Selon l'entreprise LFB).

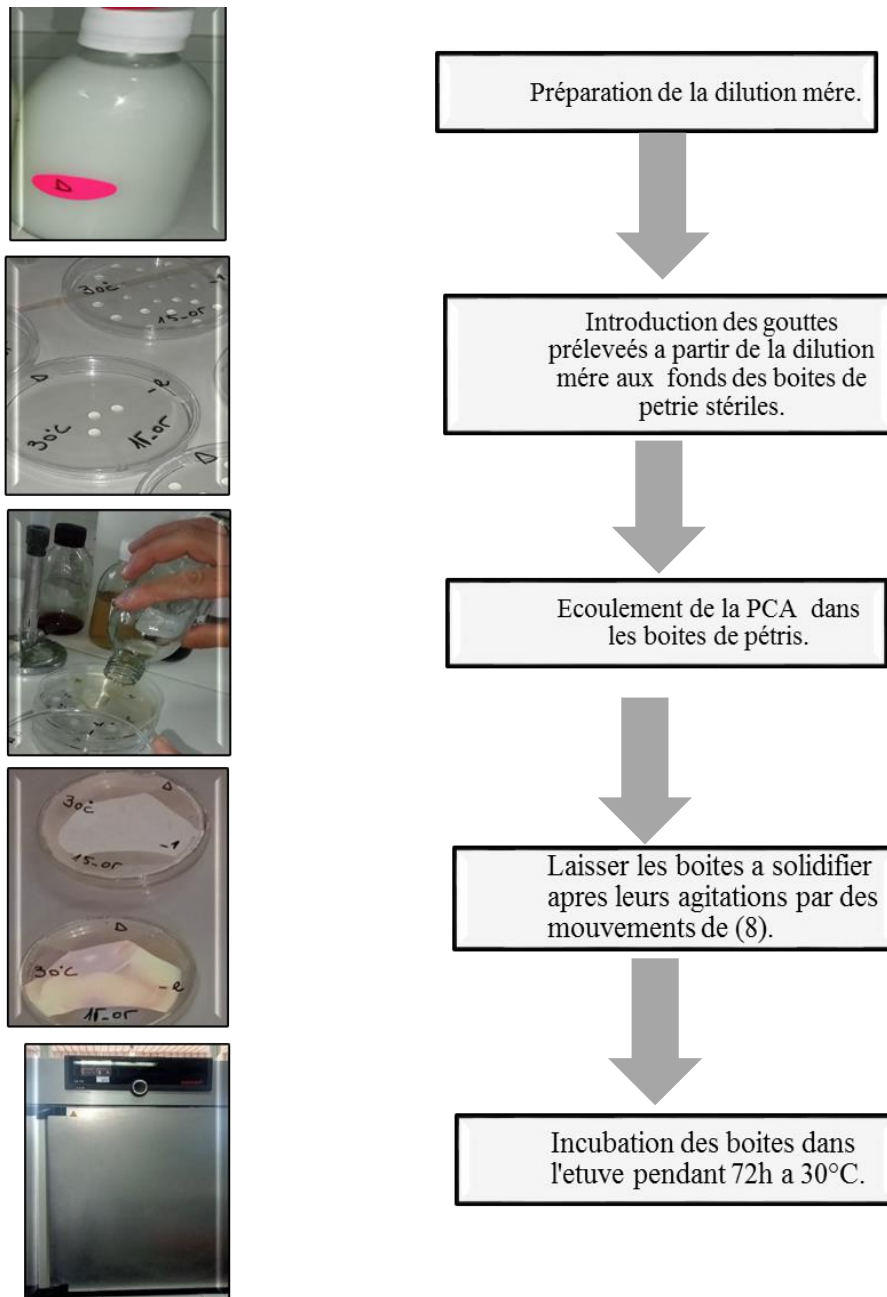


Figure 17: Schéma récapitule les étapes principales de la recherche de la flore mésophile aérobie totale (Photos originales).

III.3.3.3. Démembrement des coliformes fécaux

Les coliformes fécaux sont des germes de contamination fécale, ils vivent dans les intestins des humains et des animaux (Daoudi, 2011). Ils se distinguent par leurs aptitudes de dégrader le lactose avec production du gaz ou l'utilisation pour leur recherche des milieux contenant du lactose et leur dénombrement se fait sur un milieu désoxycholate (Guiraud, 1998).

Mode opératoire

Pour la culture et dénombrement des coliformes, le milieu de culture utilisée étant la gélose désoxycholate et les différences étape de la technique d'analyse sont comme suit (Guiraud, 1998) :

- Prélèvement de 20 gouttes (1ml) à partir de dilution préparée précédemment, puis leur introduction respective au fond d'une boîte de pétrie stérile. Correspond à 10^{-1} .
- Prélèvement de 2 gouttes (0.1ml) à partir de dilution préparée précédemment, puis leur introduction respective au fond d'une boîte de pétrie stérile. Correspond à 10^{-2} .
- Pour chaque dilution on utilise une pipette pasteur stérile.
- Ecoulement de la gélose lactosée au Désoxycholate (DLA) Dans les boîtes de Pétri.
- Les boîtes sont ensuite agitées en effectuant des mouvements circulaires ou en forme de huit pour mélanger les gouttes de lait dilué avec la gélose. Ce mouvement de va-et-vient est réalisé sur une surface fraîche et horizontale. Les boîtes sont ensuite laissées à solidifier.
- Incubation des boîtes dans une étuve pendant 24 h à 44°C (Figure 18).

Lecture

Après l'incubation ils apparaissent sous forme de colonies rouge foncé ronde.

Le comptage des colonies

En utilisant le compteur de colonies, nous sélectionnons les boîtes contenant un nombre de colonies se situant entre 30 et 300.

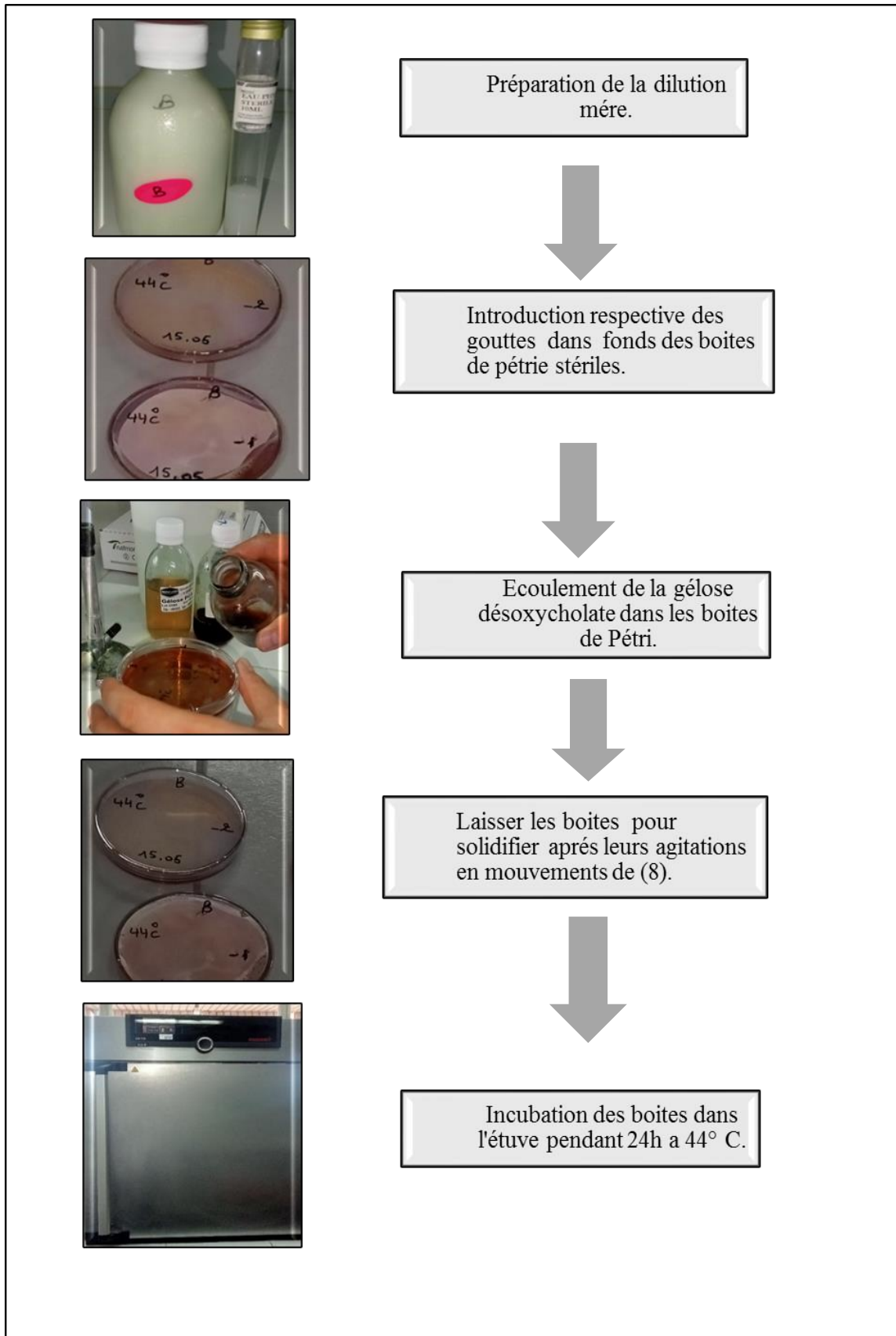


Figure 18: Schéma récapitule les étapes principales de la recherche des coliformes fécaux (Photos originales).

Expression des résultats

Les résultats ont été exprimé par UFC/ ml, en utilisant cette formule : $N = \frac{n}{V*d}$

Où n : le nombre de colonies apparues, d : la dilution à partir de laquelle les premiers dénombrements sont effectués et v : le volume de solution déposé (Selon l'entreprise LFB).

III.3.3.4. Dénombrement des Entérobactéries

Ce sont des bactéries de forme bacillaire à Gram négatif, et qui ne produisent pas de spores, sont des aérobies anaérobies-facultatifs et se développent sur des milieux ordinaires (18 à 24 heures à pH neutre à 37°C). Ils ne contiennent pas d'oxydase, ont de la catalase, sont capables de fermenter le glucose en acide, avec ou sans production de gaz, et de réduire le nitrate en nitrite. Les entérobactéries comprennent de nombreuses espèces hôtes du tube digestif humain et de nombreux animaux qui se révèlent être des colonisateurs normaux ou des agents pathogènes du tube digestif (Avril et al., 2000).

Mode opératoire

Pour la culture et dénombrement des Entérobactéries, le milieu de culture utilisée étant la gélose VRBG (Violet Red Bile Glucose). Et les différences étape de la technique d'analyse sont comme suit (Guiraud, 2003) :

- Prélèvement de 20 gouttes (1ml) à partir de dilution préparée précédemment, puis leur introduction respective dans les fonds des boites de pétrie stériles ce qui correspond 10^{-1} .
- Prélèvement de 2 gouttes (0,1ml) à partir de dilution préparée précédemment, puis leur introduction respective dans le fond des boites de pétries stériles ce qui correspond à la dilution 10^{-2} .
- Pour chaque dilution on utilise une pipette pasteur stérile.
- Ecoulement de la gélose VRBG (Violet Red Bile Glucose) dans les boites de pétrie.
- Agitation des boites (mouvement sous forme de cercle, huit) pour mélanger les gouttes de lait dilué avec le milieu.
- Incubation des boites dans l'étuve à 37 °C pendant 24 heures (Figure 19) (Guiraud, 2003).

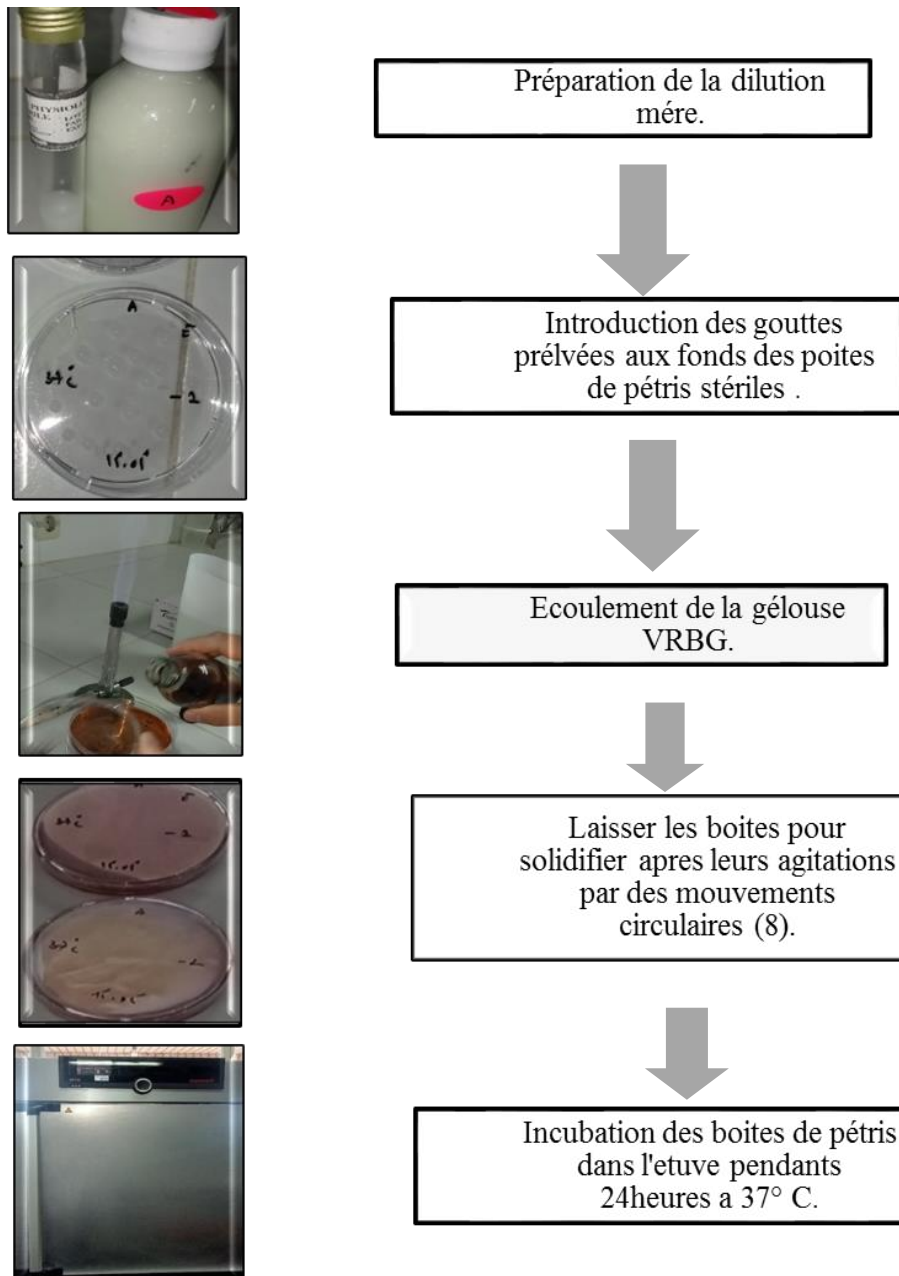


Figure 19: Schéma récapitule les étapes principales de la recherche des entérobactéries (Photos originales).

La lecture

Après incubation, les colonies d'entérobactéries suspectées apparaissent en rouge et apparaissent sous forme de colonies rondes.

Le comptage des colonies

En utilisant le compteur de colonies, nous sélectionnons les boîtes contenant un nombre de colonies se situant entre 30 et 300.

Expression des résultats

Les résultats ont été exprimé par UFC/ ml, en utilisant cette formule : $N = \frac{n}{V*d}$

Où n : le nombre de colonies apparues, d : la dilution à partir de laquelle les premiers dénombrements sont effectués et v : le volume de solution déposé (Selon l'entreprise LFB).

III.3.4. Analyses sensorielles

L'analyse sensorielle ou la technologie de mesure sensorielle décrit un ensemble de techniques, d'équipements et d'instruments utilisés pour évaluer les caractéristiques sensorielles des produits. C'est-à-dire les propriétés affectant les organes sensoriels humains. Toutes les perceptions humaines peuvent être systématiquement décrites et quantifiées (Bassereau et Lefebve, 2003).

III.3.4.1. Évaluation sensorielle des boissons végétales préparées

Une évaluation sensorielle peut être un test de préférence ou un test d'acceptation. Un test de préférence consiste à comparer deux ou plusieurs produits et à n'en choisir qu'un seul ou à ordonner selon la préférence du sujet. Alors que le test d'acceptation consiste à attribuer à chaque produit à l'étude une note sur une échelle donnée (Schlich et al., 2010).

Dans cette évaluation, neuf échantillons des boissons végétales à base d'amande, d'avoine, de sésame et de noix de coco, ont été codé par des lettres A, B, C, D, E, F, G, H et I (Tableau 06), et diverses caractéristiques sensorielles sont requises selon les étapes décrites dans le questionnaire utilisé (Annexe N°02). La sélection des descripteurs pour l'élaboration du questionnaire s'est concentrée sur la couleur, l'odeur, la saveur, le goût, la texture et la préférence.

Tableau 6 : Codage des laits végétaux pour l'analyse sensorielle.

A	Lait d'amande avec sucre de dattes
B	Lait d'avoine avec sucre de dattes
C	Lait de sésame avec sucre de dattes
D	Lait de coco avec sucre de dattes
E	Lait d'amande sans sucre de dattes
F	Lait d'avoine sans sucre de dattes
G	Lait de sésame sans sucre de dattes
H	Lait de coco sans sucre de dattes
I	Témoin

Une certaine quantité de (deux cuillères à soupe) de sucre de dattes (Figure 20) a été ajoutée aux échantillons (A, B, C et D), pour améliorer les propriétés organoleptiques et conférer un goût sucré à ces derniers.

**Figure 20:** Sucre de dattes (Photo originale).

Un groupe d'enseignants (10 enseignants) et un groupe d'étudiants (109 étudiants), au sein de l'Université Akli Mohand Oulhadj, Bouira, ont été sélectionnés pour effectuer l'analyse sensorielle des neuf échantillons. Ces analyses ont été essentiellement réalisées en une journée selon les conditions analytiques suivantes : Hygiène, isolement du goûteur, tranquillité, anonymat des échantillons (Figure 21).



Figure 21: Photographie de la paillasse de dégustation pour l'analyse sensorielle (Photo originale).

III.3.4.2. Traitement statistique des résultats

Les informations recueillies à partir des fiches de dégustations distribuées aux dégustateurs sont traitées à l'aide du logiciel Microsoft Excel. Les pourcentages pour chaque descripteur (couleur, odeur, saveur, goût, texture et préférence) ont été calculés et présentés sur les figures.

Tous les tableaux bruts et les tableaux de pourcentages sont représentés en annexe N°03.

Chapitre IV

IV. Résultats et discussion

Ce chapitre présente différents résultats d'analyse d'échantillons de lait d'origine végétale. Les résultats sont affichés et interprétés sous forme de tableaux, de graphiques, des figures originales. Les graphes des analyses physico- chimiques et microbiologiques et sensorielles ont été obtenus par logiciel Microsoft Excel, qui permet de réaliser des différents types de graphes.

IV.1. Analyses physico- chimiques

Les résultats physicochimiques sont présentés dans le tableau ci-dessous, ils ont été comparés aux normes de (AFNOR NF V29-001, 1996) (Annexe N°04).

Tableau 7 : Résultats des analyses physico- chimiques des laits végétaux.

	Lait d'amande	Lait d'avoine	Lait de sésame	Lait de coco	Témoin	Normes NF V29-001
pH	6.50	7.00	7.10	6.30	6.73	6.50-6.90
Acidité (°D)	7.50	3	2	2	10	8.50-10
Densité	1002	1020	1000	990	1015	1012-1015
EST (g/l)	10.42	8.95	3.77	3.50	10.37	>68
MG (g/l)	45	6	18	20	16	>15

IV.1.1. Le pH

La figure 22 représente la valeur de pH des laits végétaux. D'après les résultats obtenus le pH des échantillons variait entre 6,30 et 7,10. Ces résultats montrent que les valeurs de lait d'amande et lait de coco, 6,50 et 6,30 respectivement, ont été inférieures à la valeur de témoin qui est de 6,73, alors que les valeurs de lait d'avoine et lait de sésame, 7,00 et 7,10 respectivement, ont été supérieures à la valeur de lait de témoin.

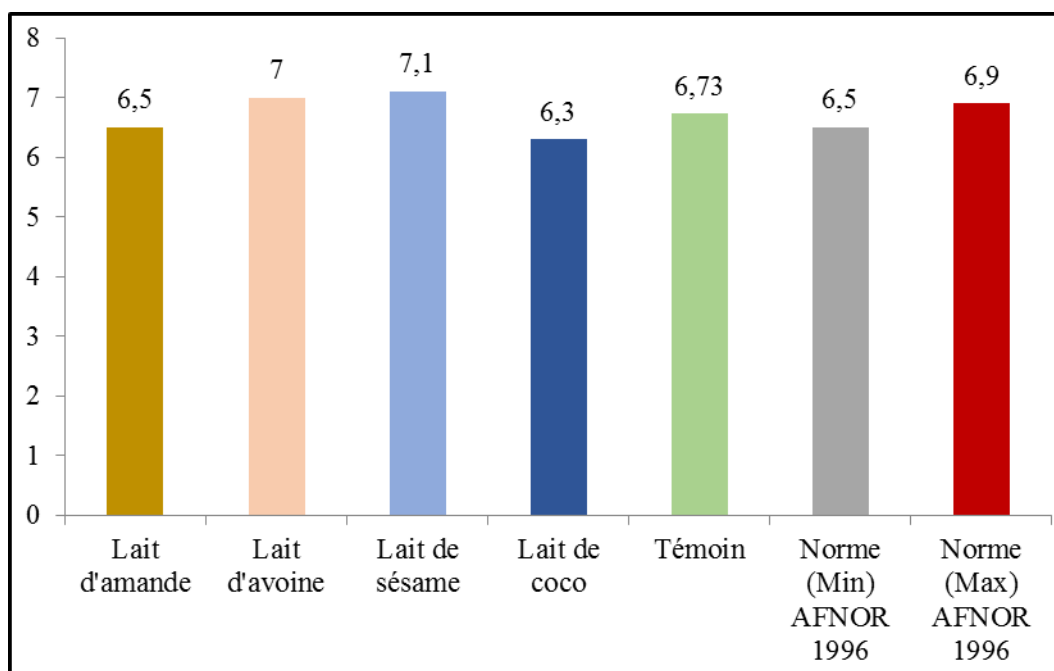


Figure 22: Résultats de pH des différents laits crus végétaux analysés.

Le pH du lait d'amande a été conforme aux la norme exigée par (Afnor, 1996) qui indique que de bonnes conditions sont maintenues pour le stockage et le transport du lait vers l'unité. Alors que le pH du lait d'avoine et du lait de sésame a des valeurs de 7,00 et 7,10 respectivement, qui sont légèrement supérieures à la norme (AFNOR, 1996). Le pH proche de la neutralité permet une conservation à long terme tout en préservant les propriétés organoleptiques et la valeur nutritionnelle du produit (Mathieu, 1998). Le lait de coco a un pH de 6,30 qui est légèrement inférieur à la norme, et ne répond pas à la norme (AFNOR, 1996). Selon (Alais, 1984), Un pH inférieur à 6,5 suggère que le lait peut présenter une acidité due à une conservation inadéquate.

Le pH varie avec la composition du lait à forte valeur en substances acides. Le pH et l'acidité dépendent de la valeur en sels minéraux : le sodium, le potassium, le magnésium, le calcium et le phosphore (Alais, 1984 ; Mathieu, 1998).

IV.1.2. L'acidité

Les variations d'acidité sont issues à la présence de plusieurs acides, le plus courant étant l'acide lactique. L'acide lactique est produit lorsque des micro-organismes dégradent le lactose en acide lactique (Jacques, 1998). Les bactéries lactiques métabolisent le lactose en acide lactique. Les résultats d'acidité titrable des laits végétaux sont présentés sur la figure 23.

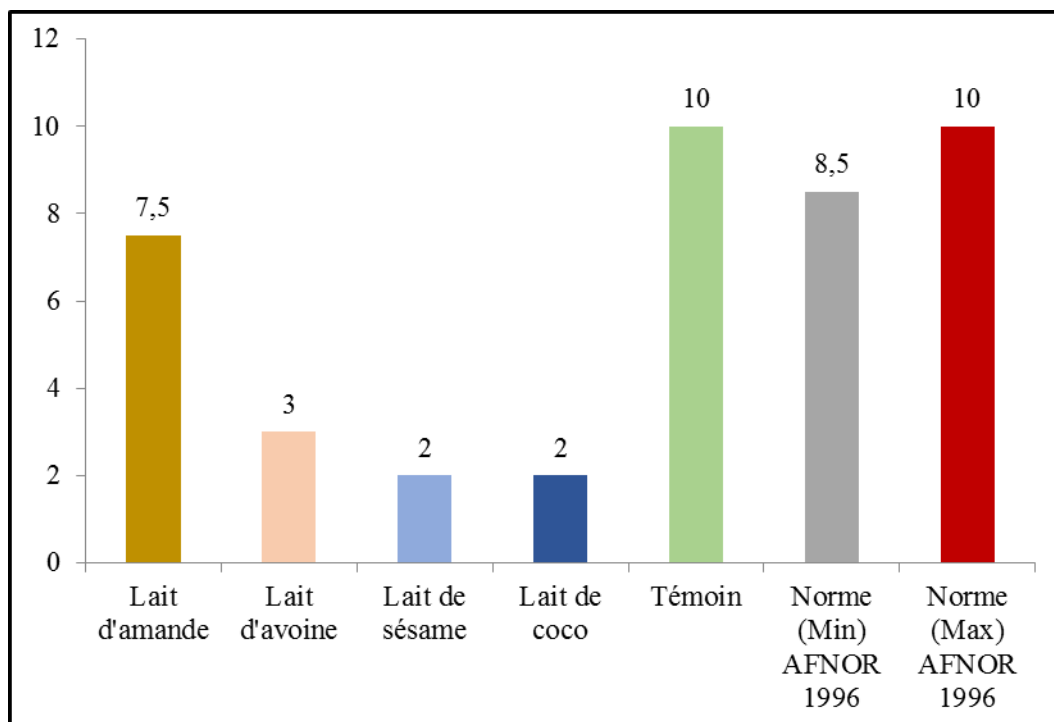


Figure 23: Résultats de l'acidité Dornic des différents laits crus végétaux analysés.

Les échantillons analysés présentaient des mesures d'acidité titrable variant entre 2 et 7,50°D. Le lait d'amande, de sésame, d'avoine, et de coco ont une acidité de 7,50, 3, 2, 2, respectivement qui ont été inférieurs aux normes, par contre l'acidité de témoin est de 10°D, qui répond à la norme (AFNOR, 1996).

L'acidité est un paramètre qui informe sur la fraîcheur de lait et son contenu en acide lactique, c'est à dire plus que le lait est riche en acide lactique plus que l'acidité ça sera importante. Alors que les laits végétaux ne contiennent pas d'acide lactique, cette forte baisse est due à l'absence de lactose.

Les laits végétaux renferment une abondance de vitamines, minéraux et acides gras essentiels, tout en étant faibles en matières grasses saturées. En outre, ils ne contiennent pas de caséine, de lactose et de cholestérol, de sorte qu'ils ne causent pas de problèmes liés à l'intolérance au lactose, à l'allergénicité de la caséine et aux problèmes cardiaques.

L'acidité de quatre échantillons est inférieure aux normes. Cela peut être dû à des impuretés provenant de l'ajout d'eau, car l'acidité de l'eau est généralement neutre.

IV.1.3. La densité

La figure 24 montre les résultats de la densité des laits végétaux et le lait témoin.

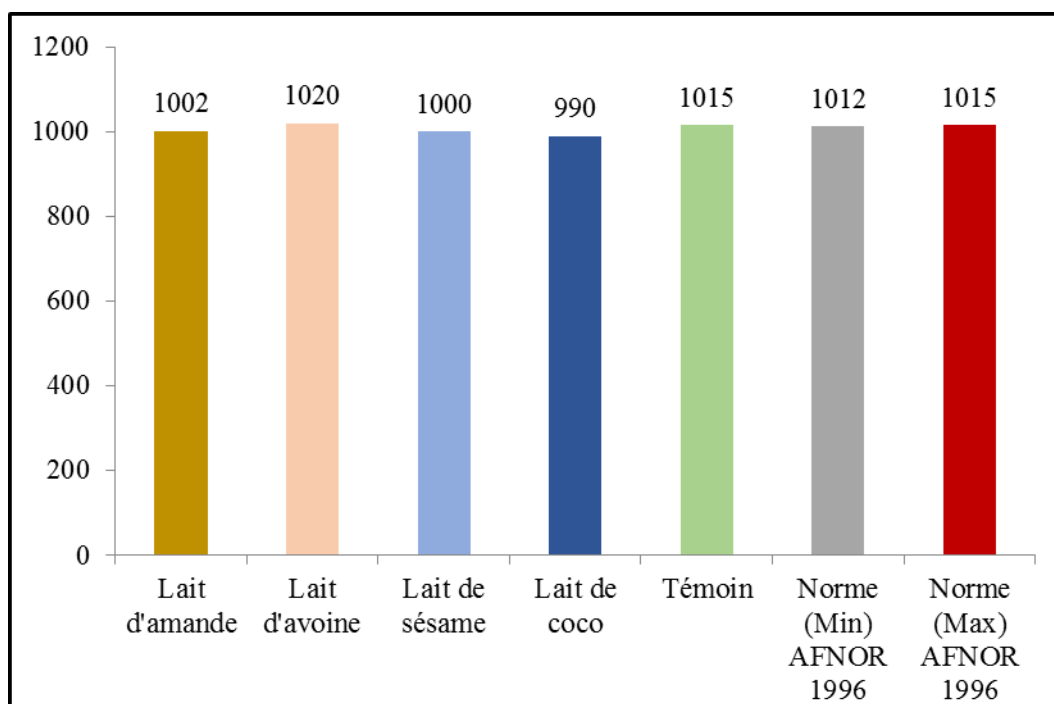


Figure 24: Résultats de la densité des différents laits crus végétaux analysés.

D'après la figure 24, une différence significative est observée entre le lait d'avoine qui a donné une densité la plus élevée avec une valeur de 1020, alors que le lait d'amande, sésame et coco ont donné la densité la plus faible avec des valeurs 1002, 1000, 990 respectivement.

Selon (Mathieu, 1998), il est considéré que le lait est "mouillé" lorsque sa densité est faible. L'augmentation de la densité est directement liée à l'augmentation de l'extrait sec total (EST), selon (Lemens, 1985). La densité dépend de deux facteurs principaux, à savoir la teneur en matière sèche et la teneur en matière grasse. Plus précisément, la densité diminue à mesure que la teneur en matière grasse augmente, ce qui signifie que plus le taux butyreux n'est élevé, plus la densité sera faible. Ces deux éléments sont donc corrélés négativement. Par ailleurs, l'augmentation de la densité est attribuée à la diminution de la teneur en matière grasse (Nassan et Touil, 2022).

L'ajout d'eau dans le lait entraîne un mouillage et une diminution de la densité, tandis que l'écémage du lait entraîne une augmentation de la densité. Par conséquent, la mesure de la densité joue un rôle crucial dans l'analyse du lait reçu, mais le laitier peut pratiquer le mouillage et l'écémage en même temps, cette opération bien pratiquée ne changera pas la

densité, car ces deux opérations ont des effets opposés sur celle-ci, de sorte que le lait écrémé et mouillé accuse une densité normale (Financier, 1997).

Le lait d'amande présente une densité légèrement faible à la norme de 1002 qui est due principalement à sa teneur élevée en matières grasses saines et peut être attribuée à la quantité d'eau incorporée pendant le processus d'extraction ainsi que la quantité d'amandes utilisées dans cette extraction. (Parmentier, 2022).

Le lait d'amande est généralement fabriqué en mélangeant des amandes broyées avec de l'eau, puis en filtrant le mélange pour obtenir le liquide final. De plus, le processus de filtration élimine les particules solides, ce qui peut également influencer la densité du liquide résultant (Bennajah, 2007). Le lait d'amande se compose principalement d'eau, il n'est donc pas si dense en nutriments (Cynthia, 2023).

Le lait d'avoine présente une teneur légèrement supérieure à la norme qui probablement due à sa faible composition en matières grasses et à la présence de l'amidon qui est un polysaccharide complexe lorsque l'avoine est mélangée à de l'eau pour produire le lait l'amidon se mélange avec l'eau ce qui entraîne une augmentation de la densité du lait (J I-Sánchez et al., 2020).

La composition du lait d'avoine est responsable de sa densité élevée, lorsque l'avoine est mélangée avec de l'eau pour produire du lait d'avoine, les glucides, les protéines et les fibres de l'avoine se dissolvent dans l'eau cela crée une boisson plus épaisse et plus dense par rapport à l'eau pure (Delgado, 2022). L'avoine a la capacité d'absorber l'eau plus efficacement que les noix, ce qui se traduit par une texture plus onctueuse (Xavier, 2019).

L'avoine est connue par sa richesse en antioxydants qui vont permettre la prévention des maladies chroniques comme : le diabète type 2 et les maladies cardiovasculaires, parmi ces antioxydants on trouve les tocotriénols qui contiennent des propriétés hypocholestérolémiantes chez l'homme (Thies et al., 2014 ; Tong et al., 2014).

Le lait de sésame présente une faible densité due à sa richesse en matières grasses c'est à dire riche en acides gras (Nzikou et al., 2010 ; Rizki et al 2017 ; Deme et al., 2017 ; Sene et al., 2017) et à la présence d'une quantité élevée d'huile dans les graines des sésame (Chen, 2018), cette huile a une densité plus faible que l'eau ce qui se traduit par une densité plus faible pour le lait de sésame et lorsque les graines de sésame sont broyées avec l'eau, l'huile se mélange à l'eau ce qui réduit la densité globale du liquide (Ribier ; Rouzière,1995) ; et due

également à la quantité de l'eau ajoutée ce qui permet de considérer le lait de sésame comme un lait mouillé. Par conséquent, le lait de sésame contient une quantité importante d'eau, ce qui lui confère une densité plus faible par rapport à d'autres types de lait (Ammar ; Chouddani, 2020). De plus, le processus de filtration élimine les particules solides, ce qui peut également influencer la densité du liquide résultant (Bennajah, 2007).

Lait de coco possède une densité relativement faible en cause de sa teneur élevée en acides gras. Il est principalement composé d'eau, de matières grasses, de glucides et de quelques protéines, ce qui lui confère sa légèreté (Denise, 2023). Les matières grasses présentes dans le lait de coco sont principalement des acides gras saturés à chaîne moyenne, qui sont plus légers que les acides gras à longue chaîne présents dans d'autres types de lait (Spritzler, 2018). Cela contribue à sa faible densité. De plus, lors de la fabrication du lait de coco, il est obtenu à partir de la pulpe de coco broyée mélangée avec de l'eau, ce processus peut également contribuer à sa densité plus faible.

IV.1.4. L'extrait sec total

D'après les résultats mentionnés sur la figure 25, les valeurs obtenues de l'extrait sec total (EST) variaient entre 3,50 et 10,42 g/l, qui ont été très inférieures à la norme.

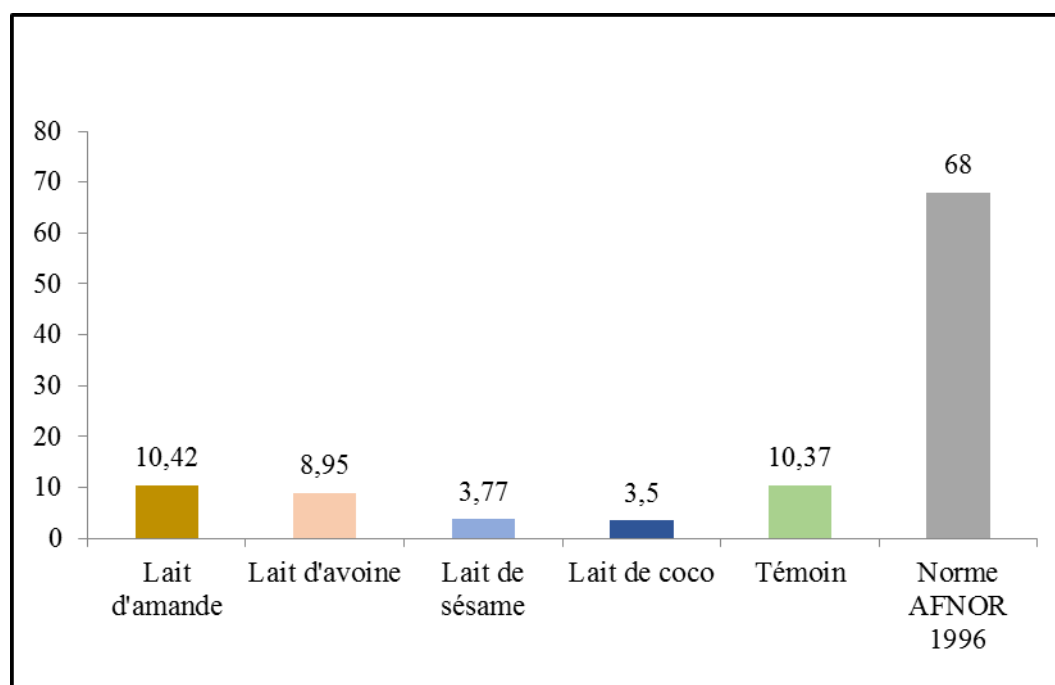


Figure 25: Résultats de la Teneur en EST (g/l) des différents laits crus végétaux analysés.

La valeur de témoin est 10.37 (très inférieure), a été non conforme aux normes (AFNOR, 1999) qui exige une valeur supérieure à 68 g/l. Ces résultats montrent que les valeurs de lait d'avoine, de sésame, et de coco ont été inférieures à la valeur de témoin et à la valeur de lait d'amande qui a été supérieure à la valeur de témoin.

Les résultats montrent que les valeurs en extrait sec total des quatre échantillons : lait d'amande, d'avoine, de sésame et de coco a été très faible, et qui n'ont été pas conforme aux normes (AFNOR, 1996).

Cette diminution de l'EST est peut-être expliquée par deux hypothèses :

1. Le déséquilibre d'ingrédients pendant de la fabrication de laits végétaux à savoir moins de quantité de la matière première, et plus d'eau qui peut affecter à la fois la qualité et le goût du lait, et qui garantit que le lait des échantillons est mouillé.
2. Grâce à plusieurs filtrations de lait végétal, par élimination maximale de matière sèche, on obtient un liquide ne contenant qu'une faible quantité de matière sèche, ceci entraîne une diminution de la valeur en extrait sec total.

Il existe une réponse inverse entre l'extrait sec total et la teneur en matière grasse du lait.

IV.1.5. La matière grasse

Les résultats des laits analysés sont mentionnés dans le tableau 7 et la figure 26 montrent que les laits d'amande, d'avoine, de sésame et de coco ne sont pas conformes à la norme établie par l'AFNOR (1996), qui exige une valeur supérieure à 15 g/l. En revanche, le lait témoin est conforme à la norme en vigueur.

Les résultats indiquent une différence significative entre les différents laits analysés. Le lait d'amande présente la teneur la plus élevée avec 45 g/l, tandis que celle du lait d'avoine est nettement inférieure à la norme, atteignant seulement 6 g/l. Cependant, il est à noter que les taux de matière grasse dans le lait de sésame et de coco dépassent légèrement la norme, avec des valeurs respectives de 18 g/l et 20 g/l. Le lait témoin, quant à lui, est conforme à la norme, avec une teneur de 16 g/l.

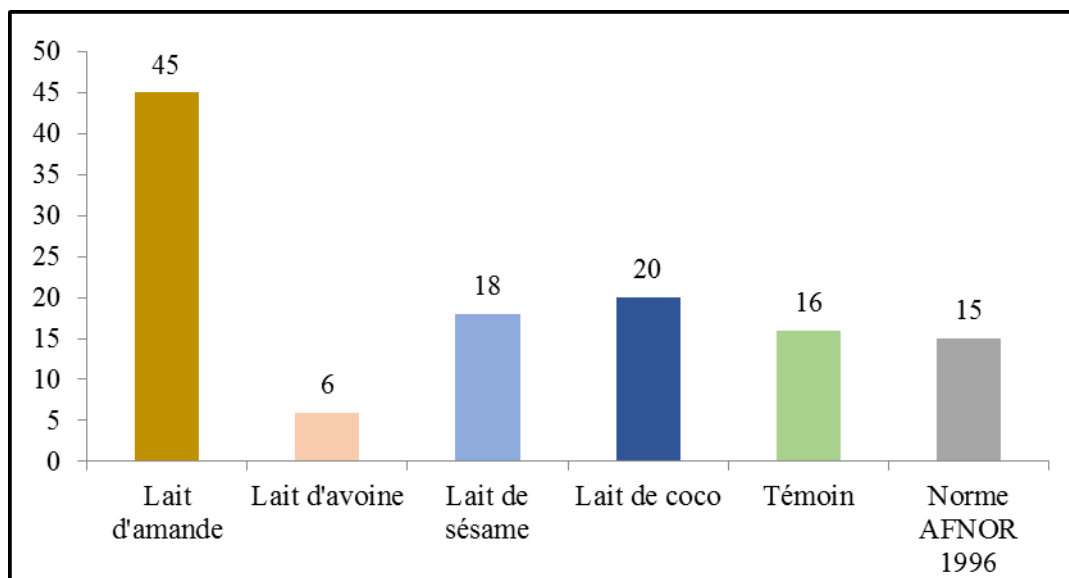


Figure 26: Résultats de la matière grasse des différents laits crus végétaux analysés.

Le taux de la matière grasse dans le lait d'amande (45 g/l) était supérieur aux normes, ce qui peut s'expliquer par la richesse de l'amande en graisses saines et sa faible teneur en gras. Il est probable que cela n'ait pas d'impact significatif sur le profil lipidique sanguin. Cependant, d'un point de vue qualitatif, le lait d'amande est très apprécié pour sa composition lipidique, car il est riche en acides gras insaturés, constituant environ 90% de ses graisses. Ces acides gras insaturés ont la capacité de réduire le taux de mauvais cholestérol et d'augmenter le bon cholestérol. Ainsi, la consommation de ces graisses insaturées peut entraîner des modifications bénéfiques du profil lipidique sanguin, réduisant ainsi le risque de maladies cardiaques (Sullivan et Arnarson, 2023).

Il est également exempt de graisses saturées (Jilian et Krans, 2023) et on trouve aussi de grandes quantités d'acides gras monoinsaturés qui peuvent être bénéfiques pour la gestion du poids (Sass et Barnes, 2023). La consommation de lait d'amande garantit la présence de potassium dans le corps qui est un élément clé qui agit comme un vasodilatateur et réduit la tension et la fatigue du cœur (Nagdeve, 2020). Contribue également à réduire le risque d'ostéoporose et il inhibe la croissance des cellules cancéreuses de la prostate.

Le faible taux de matière grasse pour le lait d'avoine est probablement dû particulièrement à sa richesse en acides gras insaturés comme l'acide oléique et acide linoléique (Halima et al., 2015) et à sa faible teneur en acide gras saturées (Ferranti et Velotto, 2023). La teneur la plus élevée en acides insaturés et la plus faible teneur de graisses saturées permettent de réduire le risque des maladies cardiovasculaires (Sánchez et al., 2020). En outre

l'avoine fournit également des nutriments importants tels que les triacylglycérols, des lipides complexes au microbiote intestinal qui vont permettre à prévenir les maladies intestinales (Rose, 2014 ; Clemens et al., 2014). Ce qui permet de considérer ce lait comme un substitut de lait laitier recommandé pour les personnes qui souffrent du syndrome du côlon irritable (IBS) et de la maladie intestinale inflammatoire (IBD) (Olendzki et al., 2014) dans le cadre du régime anti-inflammatoire (Veronika, 2022). Le lait d'avoine a un effet réparateur en cas de faiblesse, d'épuisement physique et mental, ou d'insomnie (Annie, 2001). Plusieurs études ont examiné que l'avoine est considérée comme un agent thérapeutique pour traiter des affections aiguës telles que les tumeurs du côlon et la stéatose hépatique (Wang et al., 2011 ; Cais et al., 2012 ; Tong et al. 2014). Les β -glucanes permettent la dégradation des aliments en ralentissant la vidange gastrique, en supprimant les oscillations du glucose dans l'intestin grêle et le sang (Frid et al., 2017 ; Khan et al., 2018).

Le lait de sésame exige une valeur qui est légèrement supérieur à la norme ceci peut être expliqué par : le lait de sésame présente une teneur importante des acides gras (acides gras : 45 à 55% (Nzikou et al., 2010 ; Rizki et al., 2017 ; Deme et al., 2017 ; Sene et al., 2017) parmi eux on trouve l'acide oléique qui est le composant principal des acides gras représentant 43,51 à 49,05% des acides gras totaux, suivi de l'acide linoléique (36,10 à 39,80%), l'acide palmitique (7,83 à 9,46%), l'acide stéarique (5,40 à 6,09%) et l'acide arachidonique (0,31 à 0,57%) (Ozkan et al., 2012).

Au total ces quatre acides représentent environ 98% des acides gras totaux et ces acides gras aident à réguler le taux de cholestérol sanguin et sont considérés comme des graisses saines qui sont importants pour la santé cardiaque, notamment des acides gras oméga-3 (Sand, 2021) ; contient aussi des acides gras insaturés qui abaisse la tension artérielle et facilite les transports (Anne, 2021).

Pour les diabétiques c'est une bonne boisson car parmi tant de propriétés qui vous profitent, ils contiennent de l'acide phytique, du magnésium et des phytostérols qui favorisent le métabolisme et cela contribue à son tour à la réduction du glucose dans le sang (Sand, 2021). Il joue aussi un rôle très important dans la synthèse de l'hémoglobine (Antianémique) (Cristelle, 2021). La bonne nouvelle est que les graines de sésame contiennent de bonnes quantités de graisses poly et monoinsaturées. Des études suggèrent que la consommation d'aliments contenant à la fois des graisses poly et monoinsaturées aide à améliorer le contrôle de la glycémie (Milky, 2023).

Le lait de sésame est abondant en sésamol et ses dérivés, qui sont des polyphénols nutritifs bénéfiques présents dans les aliments. Ces composés sont extrêmement utiles dans diverses maladies telles que le cancer, le diabète, les maladies cardiovasculaires, les maladies neurodégénératives et les troubles métaboliques. (Premkumar et al., 2020) ; et la sésamine protège contre les lésions hépatiques (Maiwore et al., 2018) D'autres auteurs ont également découvert que la sésamine protégeait contre les lésions hépatiques (Maiwore et al., 2018), et en raison de l'élévation de la concentration de la vitamine E, diminue la peroxydation lipidique (Ikeda et al., 2003) et inhibe la production de superoxydes vasculaires (Nakano, 2003).

Le lait de coco exige un taux de matière grasse légèrement supérieur aux normes, Cependant, d'un point de vue qualitatif, le lait de coco est apprécié pour sa composition lipidique, bien qu'il contienne 18,91 grammes de gras saturés, 0,901 gramme de gras monoinsaturés et 0,233 gramme de gras polyinsaturés, ce qui le rend significativement plus riche en matières grasses avec un total de 21,33 grammes de gras. Cette augmentation peut ce explique par : une teneur élevée en MCT (medium chain triglycéride = triglycérides à chaîne courte) parmi eux on trouve l'acide laurique (Spritzler, 2018) qui est le principal acide gras de la graisse que l'on trouve dans le lait maternel qui permet le déclenchement de l'apoptose, dans les cellules cancéreuses du sein et de l'endomètre, et par conséquent stimule la machine immunitaire et maintient la souplesse des vaisseaux sanguins (Samuel et al., 2022).

Cependant ces MCT peuvent être bénéfiques pour la perte de poids, la composition corporelle et le métabolisme et peuvent aider à réduire l'appétit et à diminuer l'apport calorique par rapport aux autres graisses (Spritzler, 2018) ; une étude suggère qu'il pourrait être bénéfique pour les personnes ayant un taux de cholestérol normal ou élevé. Une étude de huit semaines portant sur 60 hommes a révélé que la bouillie de lait de coco réduisait davantage le « mauvais » cholestérol LDL que la bouillie de soja. La bouillie de lait de coco a également augmenté le « bon » cholestérol HDL (Samuel et al., 2022).

IV.2. Analyses microbiologiques

Les échantillons collectés lors du stage pratique ont été soumis à des analyses microbiologiques pour garantir leur innocuité sur le plan microbiologique. Les tests effectués sont conformes aux réglementations législatives applicables aux différents produits analysés.

IV.2.1. Les germes rencontrés dans les échantillons des laits

Lors de l'analyse des échantillons de lait étudiés, les résultats des analyses bactériologiques ont révélé la présence de divers micro-organismes, notamment ceux appartenant à la flore aérobie mésophile totale, aux coliformes fécaux et aux entérobactéries. Ces micro-organismes ont été identifiés en fonction de l'apparence des colonies observées sur des milieux de culture solides. Le tableau 08 montre les différents germes rencontrés et le nombre des colonies apparues.

Tableau 8 : Les différents germes rencontrés et l'aspect et le nombre des colonies apparues.

	Aspect des colonies	Nombre de colonies apparues dans les boîtes			
		Les laits	Dilution		
La flore aérobie totale mésophile	Présence de colonies de couleur blanche de différentes tailles.	10 ⁻¹	10 ⁻²		
		Lait d'amande	Abs	Abs	
		Lait d'avoine	> 87	> 220	
		Lait de sésame	34	668	
		Lait de coco	Abs	Abs	
Les coliformes fécaux	Absence des colonies rouges	Lait d'amande	Abs	Abs	
		Lait d'avoine	Abs	Abs	
		Lait de sésame	Abs	Abs	
		Lait de coco	Abs	Abs	
Les entérobactéries		Lait d'amande	20	Abs	
		Lait d'avoine	18	56	
		Lait de sésame	> 220	62	
		Lait de coco	9	Abs	

Les résultats des analyses microbiologiques ont été comparés par rapport aux normes publiées par (JORA, 2017) n°39 (Annexe N°05).

Tableau 9 : Résultats des analyses microbiologiques des laits végétaux.

Dilution	La flore totale aérobie mésophile		Les Coliformes fécaux			Les Entérobactéries	
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻¹	10 ⁻²		10 ⁻¹	10 ⁻²
Lait d'amande	Abs	Abs	Abs	Abs		Abs	Abs
Lait d'avoine	>8,7.10 ²	>2,2.10 ⁴	Abs	Abs		Abs	5.6.10 ³
Lait de sésame	3,4.10 ²	3,68.10 ⁴	Abs	Abs		>2,2.10 ³	6,2.10 ³
Lait de coco	Abs	Abs	Abs	Abs		Abs	Abs
Norme (JORA, 2017)	m	M	m	M	(AFNOR, 1991)	m	M
	3.10 ⁵	3.10 ⁶	5.10 ²	5.10 ³		3.10 ³	10 ⁴

m : Représente la limite permettant de répartir les échantillons en 2 groupes : Les satisfaisants (valeur < m) et les insatisfaisants (acceptables) (valeur > m). *M* : seuil limite d'acceptabilité.

IV.2.1.1. La flore mésophile aérobie

Le dénombrement de la flore aérobie à 30°C est un indicateur de la qualité microbienne globale d'un produit naturel et de la qualité sanitaire générale d'un lait (Leksir, 2018).

Les figures 27 et 28 représentent les résultats de dénombrement de la flore mésophile aérobie dans les laits crus.

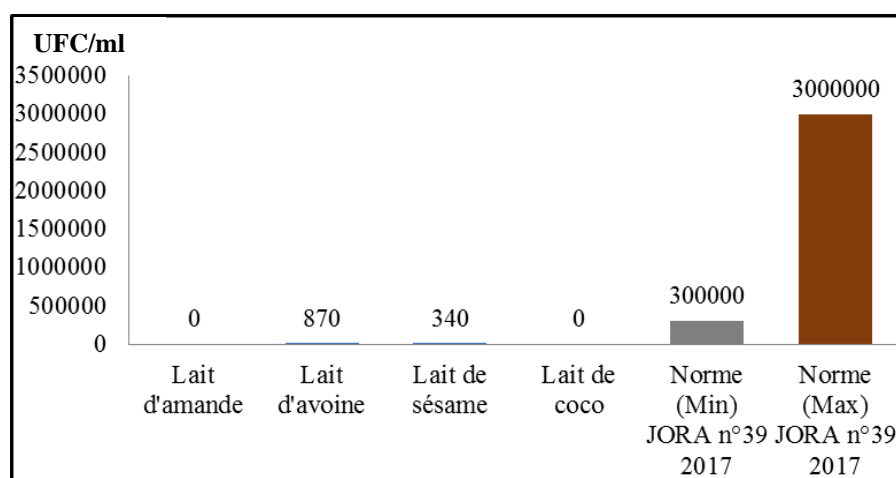


Figure 27: Dénombrement de la flore mésophile aérobie à d=10⁻¹.

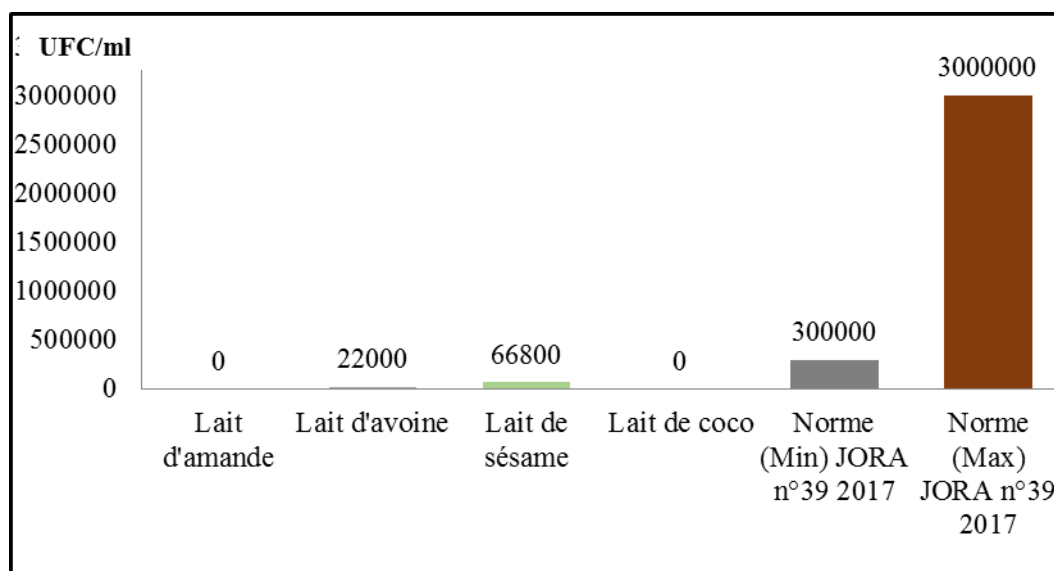


Figure 28: Dénombrement de la flore mésophile aérobie à $d=10^{-2}$.

Les résultats des analyses réalisées ont révélé la présence de germes mésophiles aérobies totaux à 30°C dans le lait d'avoine et de sésame, tandis qu'ils étaient absents dans le lait d'amande et de coco. Cependant, les valeurs enregistrées dans cette étude étaient inférieures aux limites légales de contamination par la flore mésophile aérobie totale (FMAT) établies par les normes nationales, qui sont de l'ordre de $3 \cdot 10^5$ UFC/ml (JORA, 2017).

D'après les figures 27 et 28, Il a été observé que les nombres de FMAT enregistrés dans le lait d'avoine et le lait de sésame étaient de $8,7 \cdot 10^2$; $2,2 \cdot 10^4$ respectivement, ce qui était inférieur à la valeur limite fixée à $3,10^5$ UFC/ml (JORA, 2017), Cette absence de contamination significative dans les laits préparés était principalement due au respect rigoureux des règles d'hygiène lors des manipulations.

IV.2.1.2. Les coliformes fécaux

Le dénombrement des coliformes fécaux dans le lait s'effectue pour l'évaluation de l'hygiène pendant la production de lait. Le dénombrement d'une forte population de coliformes fécaux est une indication d'une contamination fécale (Vignola, 2002).

Les figures 29 et 30 représentent les valeurs de dénombrement des coliformes fécaux dans les laits végétaux.

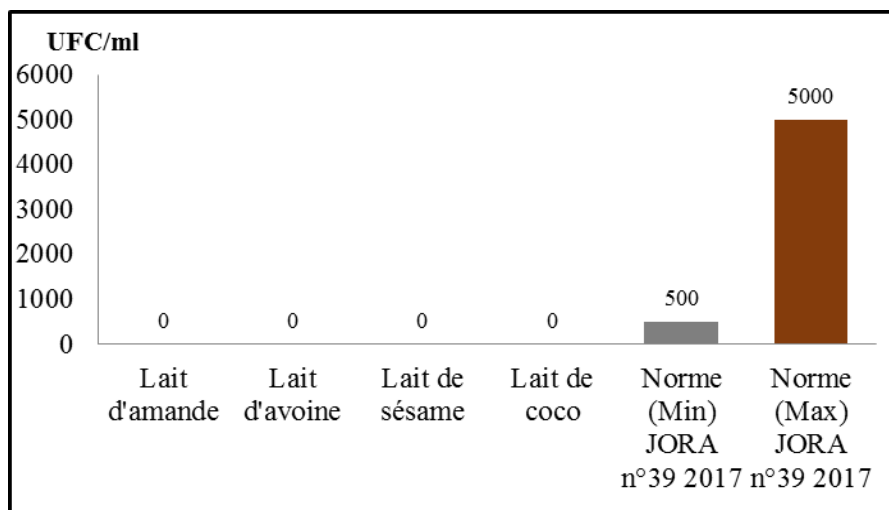


Figure 29: Dénombrement des coliformes fécaux à $d=10^{-1}$.

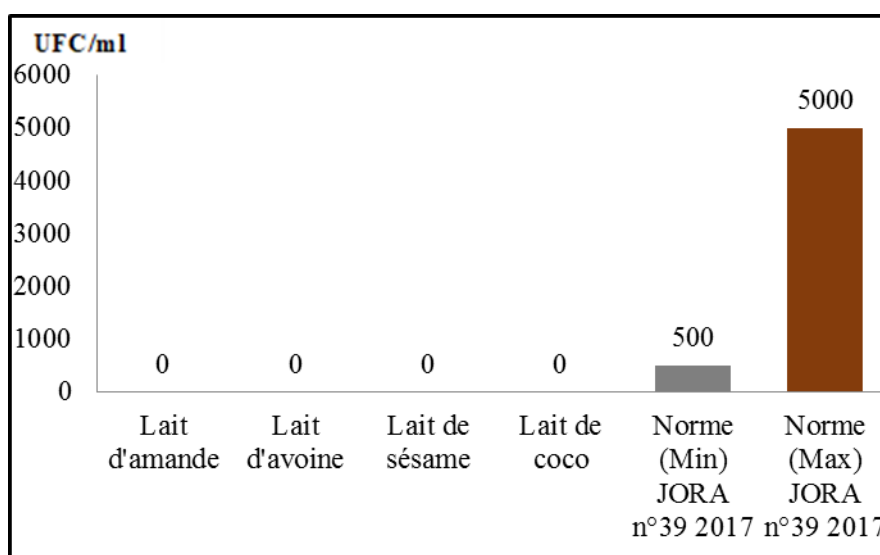


Figure 30: Dénombrement des coliformes fécaux $d=10^{-2}$.

D'après les résultats obtenus qui sont mentionnés dans le tableau 09 et d'après la représentation graphique (figure 29 et 30), il est évident que dans tous les laits végétaux étudiés, aucun coliforme n'a été détecté. Cela suggère que les laits végétaux ont été préparés dans des conditions d'hygiène satisfaisantes. Les résultats indiquent une bonne maîtrise de la contamination par les coliformes, ce qui est un indicateur positif de la qualité microbiologique des laits végétaux analysés.

IV.2.1.3 Les entérobactéries

Les entérobactéries, bactéries d'origine fécale. Cette famille comprend de nombreuses espèces dont certaines sont pathogènes. Le Journal Officiel de la République Algérienne (JORA) n° 39 du 2017 ne disposant aucune norme pour les entérobactéries dans le lait cru, pour cette raison ces derniers ont été comparés selon les normes citées en Annexe N°6 (AFNOR ,1991).

Les figures 31 et 32 représentent les résultats de dénombrement des entérobactéries dans les laits végétaux.

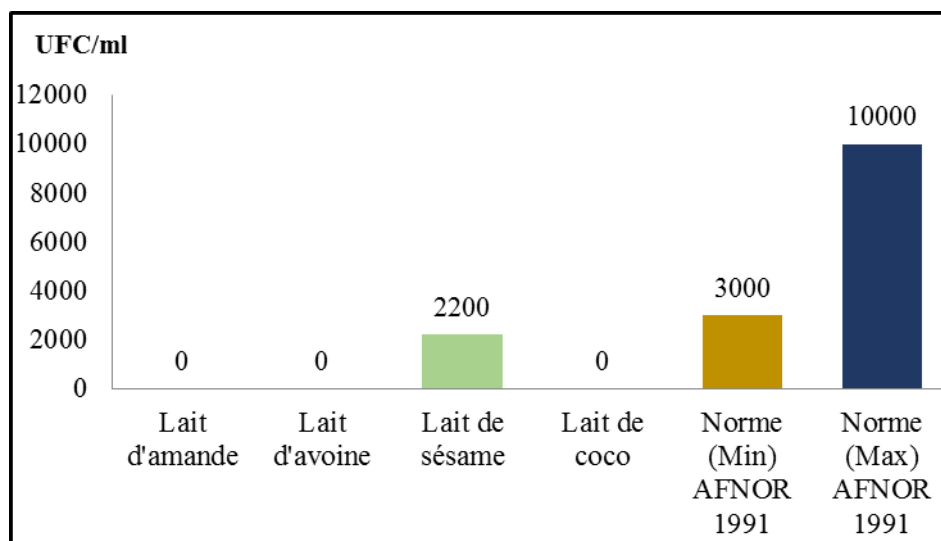


Figure 31: Dénombrement des entérobactéries à $d=10^{-1}$.

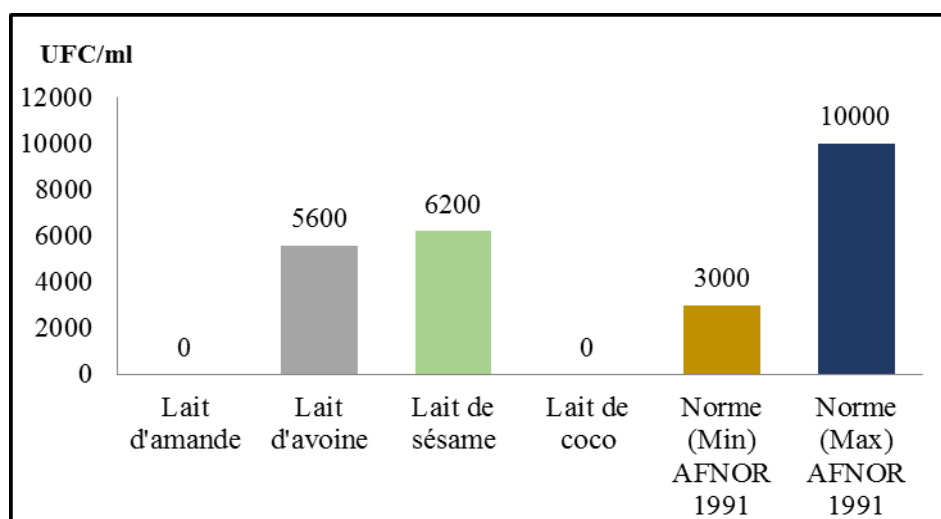


Figure 32: Dénombrement des entérobactéries à $d=10^{-2}$.

D'après les résultats obtenus dans le tableau 09 et les figures 31 et 32, le lait d'amande, d'avoine et de coco ont été totalement exempts de colonies d'entérobactéries, ce qui explique l'absence de contamination exogène qui indique les bonnes conditions hygiéniques de fabrication de ces laits.

Le lait de sésame, dilution à 10^{-1} , le nombre a été supérieur à $2,2 \cdot 10^3$ UFC/ml qui est une valeur satisfaisante, car elle est conforme aux normes (AFNOR, 1991).

Les entérobactéries à 37°C , indicateur des entérobactéries pathogènes, leur présence est souvent associée à une mauvaise hygiène lors de la fabrication et également est un signe de contamination fécale et provoque des infections toxiques. Le nombre des entérobactéries a été satisfaisant à la norme, dans les laits crus analysés à savoir le lait d'avoine (dilution 10^{-2}) et le lait de sésame (dilution 10^{-2}) a donné des valeurs de $5,6 \cdot 10^3$ à $6,2 \cdot 10^3$ UFC/ml respectivement. Ces niveaux de contamination acceptable par apport aux normes exigeants une valeur de $3,10^3$ à 10^4 UFC/ml (AFNOR, 1991).

IV.3. Analyses sensorielles

Les résultats du test de dégustation portant sur neuf échantillons, évalués selon les critères de couleur, d'odeur, de saveur, de goût, de texture et de préférence. Sont présentés dans les tableaux 10 et 11.

Tableau 10 : Résultats de l'évaluation de la majorité des dégustateurs.

	Couleur	Odeur	Saveur	Gout	Texture	Préférence
A	3	3	5	1	4	8
B	2	3	4	1	3	6
C	3	4	3	2	4	3
D	5	4	4	1	3	5
E	4	4	4	5	5	7
F	3	4	4	5	2	6
G	4	5	3	4	4	2
H	5	5	1	5	4	4
I	4	3	5	5	5	9
Note	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-9

Tableau 11 : Résultats majoritaires des dégustateurs en pourcentage.

	Couleur	Odeur	Saveur	Gout	Texture	Préférence
A	50,42%	83,19%	54,62%	52,94%	50,42%	42,02%
B	42,02%	82,35%	57,98%	42,02%	61,34%	50,42%
C	75,63%	84,03%	89,08%	49,58%	52,94%	50,42%
D	67,23%	80,67%	57,14%	52,94%	50,42%	43,70%
E	58,82%	75,63%	58,82%	69,75%	48,74%	42,02%
F	67,23%	78,99%	50,42%	69,75%	67,23%	33,61%
G	44,54%	50,42%	63,03%	71,43%	57,14%	42,02%
H	64,71%	56,30%	50,42%	52,10%	50,42%	37,82%
I	75,63%	91,60%	67,23%	72,27%	57,14%	67,23%

Notre analyse sensorielle révélée que les préférences des dégustateurs pour les neuf laits végétaux variaient, compte tenu des différentes propriétés évaluées pour chaque lait végétal.

Les différences observées dans les échantillons sont expliquées dans les secteurs suivants :

IV.3.1. La couleur

La figure 33 représente les résultats du test de dégustation de la couleur pour les différents laits végétaux analysés.

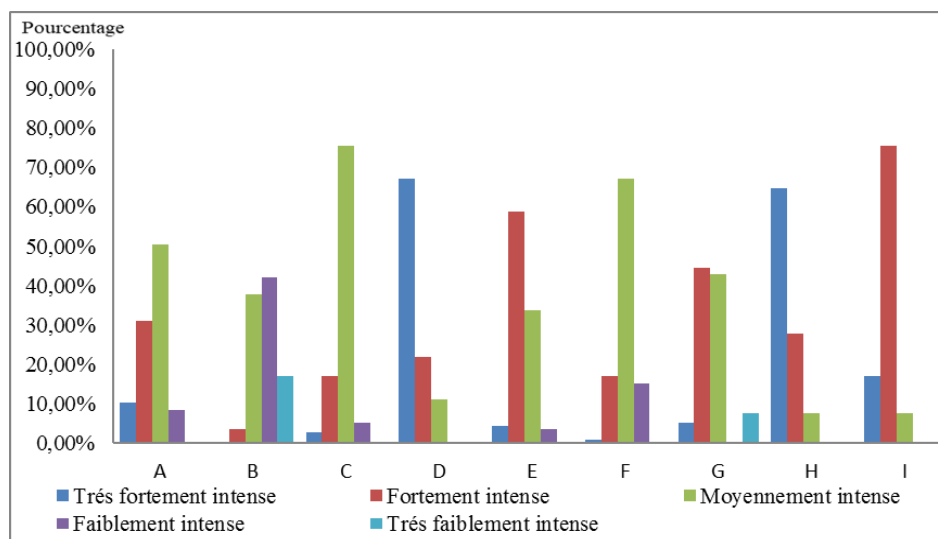


Figure 33: Résultats de dégustation concernant la couleur.

D'après les résultats obtenus dans les tableaux 10 et 11 et la figure 33, il a été constaté que la majorité des dégustateurs ont noté que le lait d'amande sucré, le lait de sésame sucré et le lait de l'avoine sans sucre, ont une couleur moyennement intense avec des pourcentages de 50,42%, 75,63% et 67,23%, respectivement.

Le lait d'avoine sucré présente une couleur faiblement intense avec un pourcentage de 42,02% de dégustateurs. Alors que le lait de coco sucré et non sucré présente une couleur très fortement intense avec des pourcentages de 67,23% et 64,71%, respectivement, grâce à la couleur blanche naturelle de la noix de coco par rapport aux amandes, à l'avoine et aux graines de sésame. Le lait d'amande sans sucre, de sésame sans sucre et de témoin, présentent une couleur fortement intense avec des pourcentages de 58,82%, 44,54% et 75,63%, respectivement.

En général, on peut dire que les couleurs des échantillons A, B et C avec sucre sont moins intenses (Figure 34) par rapport aux couleurs des échantillons E, F et G sans sucre (Figure 35), Cela peut être s'expliquer par l'ajout de sucre de dattes qui présente une couleur marron clair (Figure 20).



Figure 34: Echantillons A, B, et C. *A : Lait d'amande avec sucre de dattes B : Lait d'avoine avec sucre de dattes C : Lait de sésame avec sucre de dattes*



Figure 35: Echantillons E, F, et G. *E : Lait d'amande sans sucre de dattes F : Lait d'avoine sans sucre de dattes G : Lait de sésame sans sucre de dattes*

IV.3.2. L'odeur

La figure 36 illustre les résultats du test de dégustation de l'odeur pour les différents lais végétaux analysés.

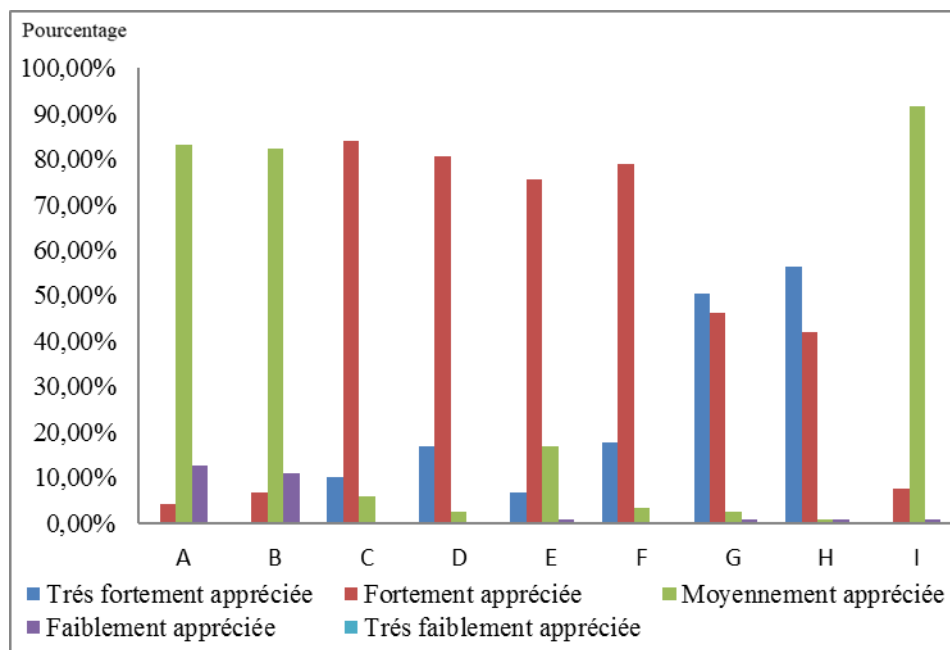


Figure 36: Résultats de dégustation concernant l'odeur.

D'après les résultats obtenus dans les tableaux 10 et 11 et la figure 36, il a été remarqué que la majorité des dégustateurs ont signalé que le lait d'amande sucré, le lait d'avoine sucré et le lait témoin présentent une odeur moyennement appréciée avec des pourcentages de 83,19%, 82,35% et 91,60%, respectivement.

Le lait de sésame sucré, le lait de coco sucré, le lait d'amande sans sucre et d'avoine sans sucre présentent une odeur fortement appréciée avec des pourcentages de 84,03%, 80,67%, 75,63% et 78,99%, respectivement. Alors que le lait de sésame sans sucre et le lait de coco non sucré présentent une odeur très fortement appréciée avec des pourcentages de 50,42% et 56,30% respectivement.

En général, le lait d'amande sucré, le lait d'avoine sucré, le lait de sésame sucré et le lait de coco sucré ont été moins appréciées que ceux sans sucre et cela peut être expliqué par l'ajout de sucre de dattes, ce dernier masque légèrement l'odeur des échantillons donc il atténue un peu l'odeur. Cela peut être signifié que le mélange entre les laits végétaux et le sucre de dattes donne une odeur moins appréciée.

IV.3.3. La saveur

La figure 37 illustre les résultats du test de dégustation de la saveur pour les laits végétaux testés.

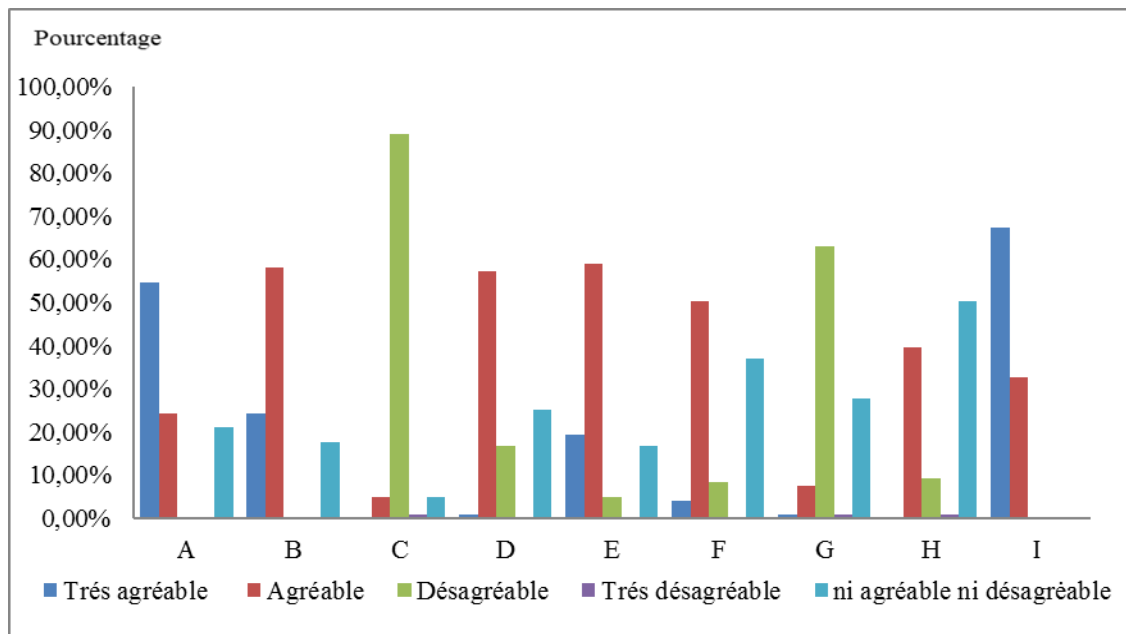


Figure 37: Résultats de dégustation concernant la saveur.

D'après les résultats obtenus dans les tableaux 10 et 11 et la figure 37 il a été signalé que le lait d'amande sucré et le lait de témoin présentent une saveur très agréable avec des pourcentages de 54,62% et 67,23%, respectivement. Tandis que le lait d'avoine sucré, le lait de coco sucré, le lait d'amande sans sucre et le lait d'avoine sans sucre présentent une saveur agréable avec des pourcentages de 57,98%, 57,14%, 58,82% et 50,42%, respectivement.

Le lait de sésame avec et sans sucre présentent une saveur désagréable avec des pourcentages de 89,08% et 63,03% de dégustateurs. Alors que le lait de coco non sucré présente une saveur ni agréable ni désagréable avec un pourcentage de 50,42%.

Ces résultats peuvent être expliqués par l'ajout de sucre de dattes qui a diffusé son arôme dans les laits végétaux qui a donné une bonne saveur, seul le lait de sésame avec et sans sucre a donné une saveur désagréable.

IV.3.4. Le goût

La figure 38 représente les résultats du test de dégustation du goût des laits végétaux étudiés.

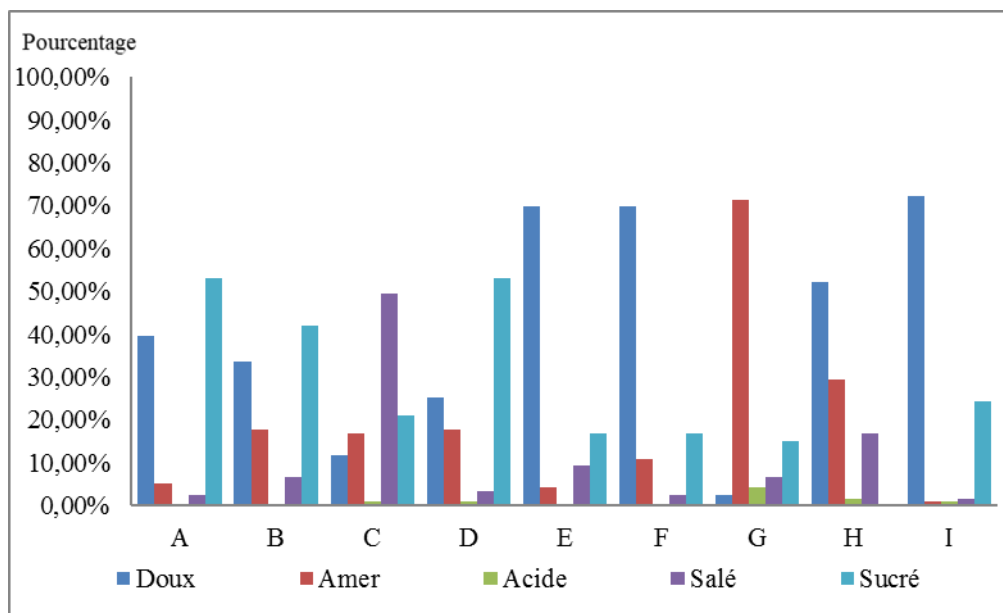


Figure 38: Les résultats de dégustation concernant le goût.

D'après les résultats obtenus dans les tableaux 10 et 11 et la figure 38, la majorité des dégustateurs ont noté que le lait d'amande sucré, d'avoine sucré et de coco sucré, présentent un goût sucré avec des pourcentages de 52,94%, 42,02% et 52,94%, respectivement, qui va être expliquée par l'ajout de sucre de dattes, qui a donné un goût sucré.

Le lait d'amande sans sucre, le lait d'avoine sans sucre, le lait de coco sans sucre et le lait témoin présentent un goût doux avec des pourcentages de 69,75%, 69,75%, 52,10% et 72,27%, respectivement qui est expliqué par l'absence du sucre de dattes dans ces échantillons.

Le lait de sésame sucré présente un goût salé avec un pourcentage de 49,58% de dégustateurs. Alors que le lait de sésame sans sucre présente un goût amer avec un pourcentage de 71,43% de dégustateurs. Le lait de sésame est amer ou salé qui signifie peut-être que les graines de sésame n'ont pas été conservées correctement. Il est plus susceptible d'être rassis, gâté, ou traité avec de nombreux produits chimiques. Il faut assurez-vous d'utiliser des graines entières et non pelées. Les jeunes pousses deviennent rapidement amères, alors consommez-les le jour même (Passeport Santé, 2022).

IV.3.5. La texture

La figure 39 illustre les résultats du test de dégustation de la texture pour les laits végétaux testés.

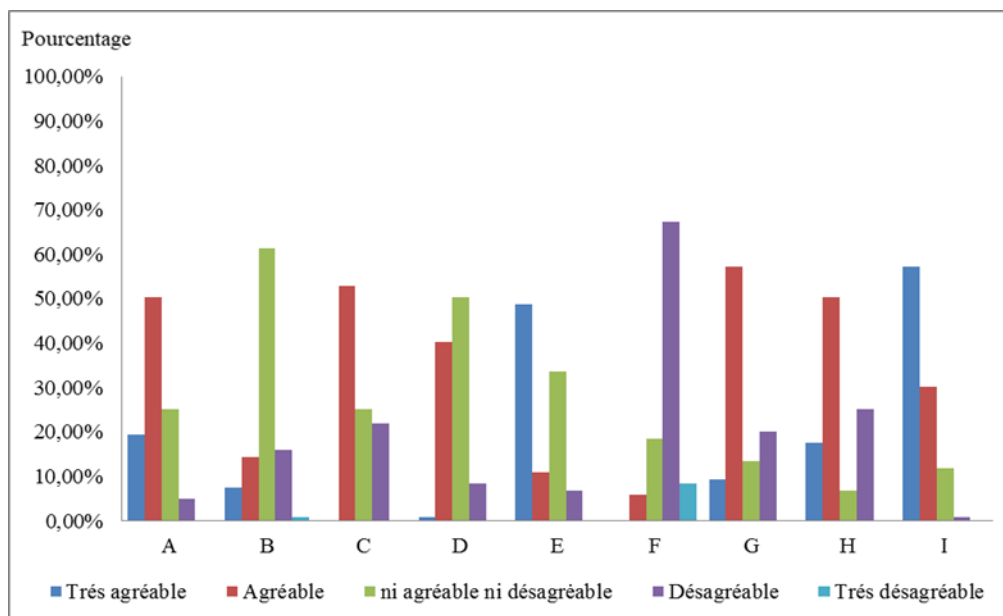


Figure 39: Résultats de dégustation concernant la texture.

D'après les résultats ci-dessus, la majorité des dégustateurs ont trouvé que le lait d'amande sucré, le lait de sésame sucré ou non, et le lait de coco sans sucre ont une texture agréable avec des pourcentages de 50,42%, 52,94%, 57,14% et 50,42% respectivement. Cela indique que le lait de ces échantillons est lisse à la dégustation, donc la texture de ces derniers est homogène.

Le lait d'avoine sucré et le lait de coco sucré ont une texture ni agréable ni désagréable avec des pourcentages de 61,34% et 50,42% de dégustateurs. Cela montre que le lait de ces échantillons n'était pas parfaitement lisse, qu'il y avait quelques grumeaux à la dégustation, donc la texture de ces derniers est intermédiaire.

Le lait d'amande sans sucre, et le lait de témoin présentent une texture très agréable avec des pourcentages de 48,74% et 57,14% de dégustateurs. Cela indique que le lait des échantillons est très lisse à la dégustation, donc la texture de ces derniers est très homogène. Alors que le lait d'avoine non sucré a une texture désagréable avec un pourcentage de 67,23% de dégustateurs. Cela indique peut-être la présence de grumeaux lors de la dégustation, donc la texture de ce dernier est hétérogène.

IV.3.6. La préférence

Les résultats du test de dégustation de la préférence pour les laits végétaux testés sont présentés sur la figure 40.

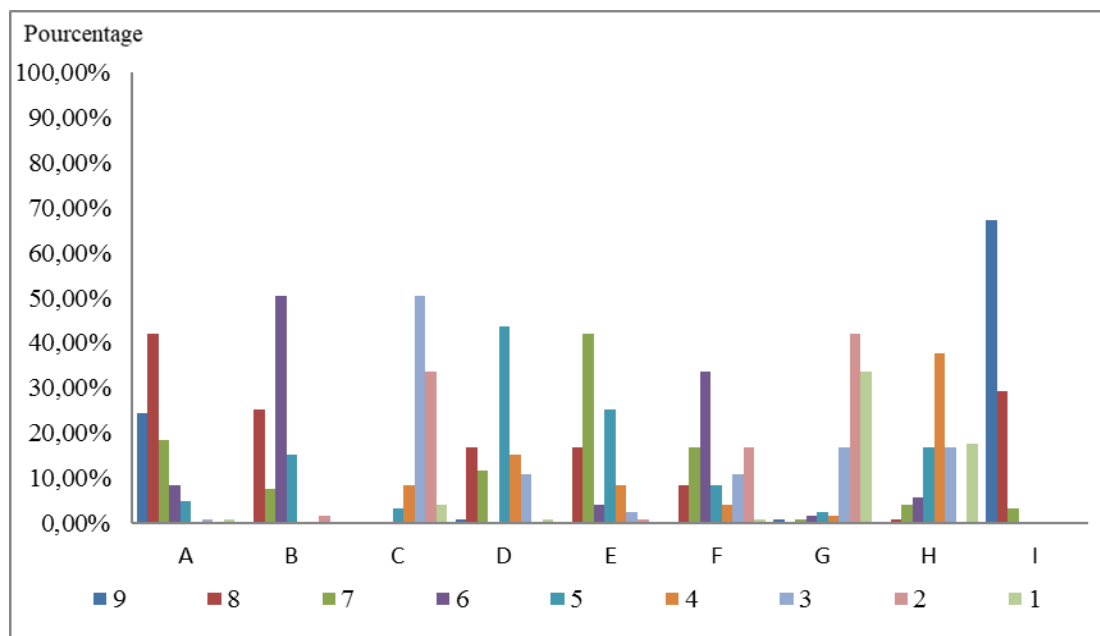


Figure 40: Résultats de dégustation concernant la préférence.

A : Lait d'amande avec sucre de dattes, B : Lait d'avoine avec sucre de dattes, C : Lait de sésame avec sucre de dattes, D : Lait de coco avec sucre de dattes, E : Lait d'amande sans sucre de dattes, F : Lait d'avoine sans sucre de dattes, G : Lait de sésame sans sucre de dattes, H : Lait de coco sans sucre de dattes, I : Témoin

Les résultats obtenus dans les tableaux 10 et 11 et la figure 40, ont montré que le lait de sésame sans sucre de dattes (G) a une note de 2 et un pourcentage de 42,02% de dégustateurs. Alors que le lait de sésame avec sucre (C) de dattes à une note de 3 et un pourcentage de 50,42% de dégustateurs.

Le lait de coco sans sucre de dattes (H) a une note de 4 et un pourcentage de 37,82% de dégustateurs. Tandis que le lait de coco avec sucre de dattes (D) a une note de 5 et un pourcentage de 43,70% de dégustateurs.

Le lait d'avoine avec et sans sucre de dattes (B, F) a une note de 6 et un pourcentage de 50,42% et 33,61% de dégustateurs. Bien que le lait d'amande sans sucre de dattes (E) a une note de 7 et un pourcentage de 42,02% de dégustateurs. Le lait d'amande avec sucre de dattes (A) a une note de 8 et un pourcentage de 42,02% de dégustateurs. Le lait de témoin a une note de 9 et un pourcentage de 67,23% de dégustateurs.

En générale, il a été observé que le lait le plus préféré par les dégustateurs a été le lait de témoin avec la note la plus élevée qui est de 9, ainsi que le lait d'amande avec sucre de dattes qui avait une note de 8, cette note est considérée comme la note la plus proche à la note de témoin.

Donc les résultats montrent que la majorité des dégustateurs ont aimé la boisson lait d'amande avec sucre de dattes (A). Ce dernier représente presque les mêmes caractéristiques sensorielles que le témoin. En résumé, les laits végétaux préparés à base de différentes matrices ont été jugés acceptables par la majorité des dégustateurs.

Conclusion

Le but de notre partie expérimentale est la préparation de laits végétaux (boissons ou jus) végétaux avec ou sans sucre de datte, à base d'amande, d'avoine, de sésame et de coco qui sont représentés une formidable alternative au lait animal. Leur motivation pour le choix est souvent des raisons de santé telle que l'intolérance au lactose, l'allergie aux protéines de lait (caséine).

Ces laits végétaux sont sans cholestérol et riches en protéines végétales, minéraux, vitamines et acides gras insaturés, qui ont un effet bénéfique sur le taux de lipides sanguins et ont donc un impact significatif. À propos de la fonction cardiovasculaire. Ainsi que c'est le cas des régimes végétariens et végétaliens, mais il s'agit simplement d'une question d'éthique personnelle liée à la condition de l'animal.

Au terme de cette optique notre étude a été réalisée au sein de Laiterie-Fromagerie de Boudouaou (L.F.B). Il a été constaté que les résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques de nos laits végétaux ont été comparés aux normes de (AFNOR, 1996) NF V29-001, de (JORA, 2017) n°39, et de (AFNOR, 1991).

Les analyses physicochimiques mentionnent des différences significatives ont été trouvées entre les quatre boissons en termes de pH, l'acidité, la densité, l'extrait sec total et de valeur en matière grasse. Cela peut s'expliquer par la grande diversité (différence) de la composition, de valeur nutritionnelle et des ingrédients dans le processus de fabrication des quatre boissons végétales. Dans ce cas, ne pas conformer aux normes ne signifie pas que le lait végétal est de mauvaise qualité car si les laits sont d'origine végétale alors que la référence (modèle) qui a été utilisé comme témoin pour la comparaison est un lait animal.

Sur la base des résultats des analyses microbiologiques des quatre boissons végétales, il est conclu que ces analyses sont satisfaisantes et indiquent qu'elles ne présentent pas de danger pour la consommation. En particulier, l'absence totale de coliformes fécaux dans le lait d'avoine et de sésame, ainsi que les valeurs enregistrées qui respectent les limites légales de contamination, suggèrent que nos résultats se rapprochent de l'idéal en termes de sécurité microbiologique.

L'analyse sensorielle a révélé que la préférence des dégustateurs pour les laits végétaux a été variée, mais la majorité des dégustateurs ont préféré la boisson A qui a été un lait d'amande au sucre de datte et il a présenté la note la plus élevée de 8/9 par rapport aux

autres laits végétaux (lait d'avoine, lait de sésame et de coco lait de coco) et se caractérise par une texture agréable et une saveur très agréable.

De plus, l'inspection sensorielle de tous les dégustateurs montre que la qualité est globalement satisfaisante qui indique que les laits végétaux ont répondu aux attentes des consommateurs.

Enfin, compte tenu des résultats obtenus, il serait intéressant pour des études futures de compléter cette étude où plusieurs perspectives ont été dégagés à savoir :

-Enrichissement les laits végétaux par des arômes (vanille, chocolat et miel) et des fruits (banane kiwi), ainsi que par des micronutriments (vitamines D, calcium) Afin d'améliorer la qualité organoleptique et nutritionnelle des produits.

- Formulation de yaourts nature ou aromatisés, fromages, crèmes et beurres végétaux à base de ces laits. Cela permet de remplacer les dérivés de lait classiques.

- Augmentation de l'équilibre nutritionnel des laits végétaux par le mélange de deux types de laits comme le lait à base d'amande et de sésame puisque le lait d'amande riche en matière grasse par apport au lait de sésame, alors que, le lait de sésame contient plus de fer et de calcium que le lait d'amande. De plus, le goût d'amande adoucit l'amertume du sésame.

- Développement des conditions d'hygiène et de stockage pour assurer une haute qualité des produits et une longue durée de conservation.

*Références
bibliographiques*

A

African M. (2023). Algérie : La consommation du lait passée au crible [En ligne]. Disponible sur : <https://africanmanager.com/algerie-la-consommation-du-lait-passee-au-crible> Consulté le : 07/4/2023.

Alais C. (1984).a La micelle de caséine et la coagulation du lait. In Science du lait : Principes des techniques laitières. Ed. Sepaic. Paris : 723-764.

Alais C. (1984).b Sciences du lait. Principes de techniques laitières. 3^{ème} édition, Ed. Publicité.France,814p.

Amiot J, Paul A, Laurent B, Jean-Luk B, Britt, Michkel, Castaingne , François. (2002). ‘Science et technologie du lait, transformation du lait, 2^{eme} Edition. Fondation de technologies laitières inc, Ecole polytechnique de Montréal ,600p.

Amiot J, Fournier S, Lebeuf Y, Paquin P, Simpson R, Turgeon H. (2002) : Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait.

Arezki B. (2018). L’ONIL : Les algériens consomment annuellement 55 litres de lait, en plus de la moyenne mondiale [en ligne]. Disponible sur : <https://www.algerie-eco.com/2018/12/04/lonil-les-algeriens-consomment-annuellement-55-litres-de-lait-en-plus-de-la-moyenne-mondiale/> consulté : le 08/04/2023.

Arnaud V. (2023). Avec 128 kg par habitant, la consommation de produits laitiers est en hausse dans le monde [en ligne]. Disponible sur : <https://www.plm-magazine.com/actualites/avec-128-kg-par-habitant-la-consommation-de-produits-laitiers-est-en-hausse-dans-le-monde> consulté le 10/04/2023.

Aragón JJ, Hermida C, Martínez-Costa OH, et al. (2014). Noninvasive diagnosis of hypolactasia with 4-Galactosylxylose (Gaxilose): a multicentre, open-label, phase IIB-III nonrandomized trial. J Clin Gastroenterol : 29-36.

Atenodoro R, Ruiz Jr. (2021). Intolérance au lactose [En ligne]. Disponible sur : <https://www.msdmanuals.com/fr/accueil/troublesdigestifs/malabsorption/intol%C3%A9rance-au-lactose> consulté : le 02/05/2023.

Arnault P. (2022). L'allergie aux protéines du lait de vache, c'est quoi exactement ? Comment les réintroduire après régime ? [En ligne]. Disponible sur : <https://www.pediatre-online.fr/allergies/lallergie-aux-protéines-lait-de-vache-cest-quoi-exactement/> consulté le : 02/04/2023.

Audrey F. (2020). Les produits laitiers : étude des bénéfices et des risques potentiels pour la santé. [En ligne]. Disponible sur : http://www.Sciences_pharmaceutiques.2020.dumas-03213908 Consulté le : 02/05/2023.

Ammar A, Chouddani H. (2020). Fabrication du fromage à base de lait de chevre par incorporation d'extrait des fleurs du chardon.

Afnor. (1996). NF V29-001 Recueil des normes françaises des produits dérivés de fermentation de lait. Ed. AFNOR, 325p.

Alexane F. (2023). Lait végétal ou lait de vache, lequel est meilleur pour votre santé ? [En ligne]. Disponible sur : <https://www.passeportsante.net/magazine/nutrition?doc=lait-vegetal-lait-vache-lequel-meilleur-santeu> consulté le : 24/05/2023.

Alice C .(2021). Traduire un mode de vie : le véganisme [En ligne]. Disponible sur : <https://mastertsmille.wordpress.com/2021/03/14/traduire-un-mode-de-vie-le-veganisme/>
Consulté le : 23/05/2023.

Amrouche F. (2020). Les laits végétaux ou véganes, samedi 1er février 2020 [En ligne]. Disponible sur : <https://genie-alimentaire.com> consulté le 15 mai 2023.

Annie B. (2001). Encyclopédie des plantes médicinales : identification, préparation, soin ". Larousse. Paris.

Audigie C, Figarella J, Zonszain F. (1984). Manipulation d'analyse biochimique. Edition : DOIN, Paris ,264p.

Afnor. (1999). Microbiologie alimentaire : Méthodes horizontales, Tome 1.-Paris : AFNOR ,630p.

Anne S. (2021). Le lait de sésame : des petites graines aux grandes vertus ! [En ligne]. Disponible sur : <https://www.toutvert.fr/lait-de-sesame/> consulté le : 15/05/2023.

Avril JL, Dabernat H , Denis F, Monteil H .(2000). Bactériologie clinique. 2ed. Ellipses, Paris : 171-177.

Atenodoro R, Ruiz Jr. (2021). Intolérance au lactose [En ligne]. Disponible sur : <https://www.msmanuals.com/fr/accueil/troublesdigestifs/malabsorption/intol%C3%A9rance-au-lactose> consulté : le 02/05/2023.

Alexane F. (2023). Lait végétal ou lait de vache, lequel est meilleur pour votre santé ? [En ligne]. Disponible sur : <https://www.passeportsante.net/magazine/nutrition?doc=lait-vegetal-lait-vache-lequel-meilleur-santeu> consulté le : 24/05/2023.

Anonyme 01 : Tout savoir (ou presque) sur le lait végétal [En ligne]. Disponible sur : <https://www.bioconsomacteurs.org> consulté le 16 mai 2023.

Auburtin C. (2016). Les laits végétaux sont-ils bonne alternative en termes de sécurité sanitaire par rapport aux laits animaux ? (Pour l'obtention de diplôme de Master 02-université de Lille 02) consulté le 18/05/2023.

Ali Saoucha C. (2016). Qualités physico-chimique et microbiologique et aptitude de transformation du lait (vache et chèvre) en yaourt (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).

Afnor. (1999). Microbiologie alimentaire : Méthodes horizontales, Tome 1.-Paris : AFNOR.- 630p.

Afnor. (1980). Recueil de normes françaises. Méthodes générales d'analyse des produits agroalimentaires. Chimie. Microbiologie Analyse sensorielle. - Paris : AFNOR.- 200p.

B

Blanc B. (1982). Les protéines du lait à activité enzymatique et hormonale. Le lait, 62(617-620) : 350-395.

Binder H J. (2010). Role of colonic short-chain fatty acid transport in diarrhea. Annual review of physiology, 72 : 297-313.

Bennajah M. (2007). Traitement des rejets industriels liquide par électrocoagulation/électroflottation en réacteur airlift (Doctoral dissertation).

Bassereau JF, Lefebve A. (2003). L'analyse sensorielle, une méthode de mesure au service des acteurs de la conception, ses avantages, ses limites, ses voies d'amélioration, application aux emballages. 10^{ème} séminaire. France : 3-11.

Bocquet A , Dupont C. (2023). APLV : l'Allergie aux Protéines du Lait de Vache [En ligne]. Disponible sur : <https://www.mpedia.fr/art-aplv-allergie-proteines-lait-vache/> consulté le : 05/05/2023.

C

Court E, Leymarios LF. (2010). Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras: voies d'amélioration par l'alimentation (Doctoral dissertation).

Chen J. (2018). Production de biodiesel à partir d'huiles microbiennes accumulées dans *Trichosporon oleaginosus* ATCC 20905 cultivées dans un mélange de glycérol brut et des boues d'épuration (Doctoral dissertation, Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique).

Cristelle GS. (2021). La graine de sésame : bénéfique ou dangereuse ? [En ligne]. Disponible sur : <https://www.goodsesame.com/blog/graine-de-sesame-benefique-ou-dangereuse/> consulté le : 28/05/2023.

Cai S, Wang O, Wu W, Zhu S, Zhou F, Ji B, Gao F, Zhang D, Liu J , Cheng Q. (2012). Comparative Study of the the effects of solid-state Fermentation with three filamentous fungion the total phenolics content (TPC),Flavonoids and antioxidant activities of subfractions from oats (*avena sativa* L). *J. Agric. Food Chem.* 60 : 507-513.

Clémentine DF. (2022). Lait végétal : lequel choisir, avantages et inconvénients [En ligne]. Disponible sur : <https://www.gerbeaud.com/bio/lait-vegetal-avantages-inconvenients-bien-choisir,1832.html> consulté le : 23/05/2023.

Croguennec T, Jeantet R, Brulé G. (2008). Fondements physicochimiques de la technologie laitière. TEC & DOC-Lavoisier. Paris,161p.

D

Dairy A, Clal I, Canz D. (2023). Filière lait de vache conventionnel : indicateurs de conjoncture, Conseil Spécialisé Ruminants Lait & Viande, France, 3p.

Deboissieu D. (2013). Allergie aux protéines du lait de vache [En ligne]. Disponible sur : [..\Downloads\Documents\11_13](#) consulté le : 08/05/2023.

Deme T, Haki GD, Retta N, Woldegiorgis A , Geleta M. (2017). Mineral and Anti-Nutritional Contents of Niger Seed (*Guizotia abyssinica* (Lf) Cass., Linseed (*Linum usitatissimum* L.) and Sesame (*Sesamum indicum* L.) Varieties Grown in Ethiopia. *Foods*, 6(4), 27p.

Denise. (2023). Huile, le lait, le jus et l'eau de coco sont tous des aliments « santé » [En ligne]. Disponible sur : <https://www.extenso.org/article/l-huile-le-lait-le-jus-et-l-eau-de-coco-sont-tous-des-aliments-sante/> consulté le : 28/05/2023.

Daphné G. (2022). Le lait végétal est-il une bonne alternative ? [En ligne]. Disponible sur : <https://www.magazine-avantages.fr/le-lait-vegetal-est-il-une-bonne-alternative,194451.asp> consulté : 24/05/2023.

Debra S, Arnarson A. (2023). 7 benefits of almond milk [En ligne]. Disponible sur : <https://www.medicalnewstoday.com/articles/318612#benefits> consulté le 11/06/2023.

Daoudi I. (2011). Contribution à la caractérisation Biochimique des protéines d'origine animale (lait de vache, l'œuf de poule).

Das A, Raychaudhuri U, Chakraborty R. (2012). Cereal based functional food of Indian subcontinent: a review. *Journal of food science and technology*, 49 : 665-672.

Delgado EV. (2022). 5 bienfaits apportés par l'avoine [En ligne]. Disponible sur : <https://amelioretasante.com/5-bienfaits-apportes-par-lavoine/> consulté le 15/06/2023.

F

Fao. (1998). Le lait et les produits laitiers dans l'alimentation humaine.

Fredot E. (2007). Intérêts nutritionnelles et diététiques du lait de chèvre. Les colloques 81. Edit INRA.

Fassio F, Facioni MS, Guagnini F. (2018). Lactose maldigestion, malabsorption, and intolerance: a comprehensive review with a focus on current management and future perspectives. *Nutrients*, 10(11), 1599p.

Forouhi, Nita G. (2015). Association between Consumption of Dairy Products and Incident Type 2 Diabetes--Insights from the European Prospective Investigation into Cancer Study [En ligne]. Disponible sur : <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv018> consulté le : 10/05/2023.

Frid A, Tura A, Pacini G, Ridderstråle M. (2017). Effect of oral pre-meal administration of betaglucans on glycaemic control and variability in subjects with type 1 diabetes. *Nutrients*, 9(9), 1004p.

Ferranti P, Velotto S . (2023). Oats for Sustainable Production of Foods .[En ligne] Disponible sur : <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/oat-milk> consulté le 13/06/2023.

Financier ET. (1997). Etude des fraudes du lait : mouillage et écrémage.

G

Gaucheron F. (2004). Minéraux et produits laitiers. Éditions Lavoisier, Paris.

Ghaoues S. (2011). Evaluation de la qualité psycho-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérie mémoire pour l'obtention du diplôme de magister en science alimentaire, Mentouri Constantine, 130p.

Grasgruber, Pavel, Eduard, Martin S, Kalina T. (2018). Cancer Incidence in Europe: An Ecological Analysis of Nutritional and Other Environmental Factors [En ligne]. Disponible sur : <https://doi.org/10.3389/fonc.2018.00151> consulté le 11/05/2023.

Gawen. (2022). Graines de sésame : comment profiter de leurs bienfaits ? [En ligne]. Disponible sur : <https://blog.lafourche.fr/graines-de-sesame-bienfaits> consulté le 24/02/2021.

Guiraud JP. (1998). Microbiologie alimentaire. Edition dunod, Paris, 137p.

Guiraud J, (2003). Microbiologie du lait. In « microbiologie des principaux produits alimentaires, Paris : 136-138.

H

Halima NB, Saad RB, Khemakhem B, Fendri I, Abdelkafi S. (2015). Oat (*Avena sativa* L.): oil and nutrient compounds valorization for potential use in industrial applications. *Journal of oleo science*, 64(9) : 915-932.

Houlbert A. (2020). Les boissons végétales : des alternatives, mais pas seulement. [En ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.biolineaires.com> consulté le 20/05/2023.

I

Ikeda S, Kagaya M, Kobayashi K, Tohyama T, Kiso Y, Higuchi N, Yamashita K. (2003). Dietary sesame lignans decrease lipid peroxidation in rats fed docosahexaenoic acid. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 49(4) : 270-276.

Isped. (2017). La composition des différents laits de mammifères, boissons végétales et préparations pour nourrissons.

J

Jean C, Dijon C. (1993). Au Fil du lait ,847p.

Jeantet TR, Croguennec T, Mahaut M, Schuck P, Brule G. (2008). Les produits laitiers, 2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier, 185p.

Jora. Journal officielle de la république algérienne. (1993). Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation, N° JORA : 069 du 27-10-1993.

Jakarta G. (2021). La noix de coco dans tous ses états : les bienfaits du lait de coco [En ligne]. Disponible sur : <https://lepetitjournal.com/vivre-a-jakarta/la-noix-de-coco-dans-tous-ses-etats-bienfaits-du-lait-de-> consulté le : 23/05/2023.

Jillian KBK. (2023). Comparing Milks : Almond, Dairy, Soy, Rice, and Coconut [En ligne]. Disponible sur : <https://www.healthline.com/health/milk-almond-cow-soy-rice> consulté le 11/06/2023.

Jacques M. (1998). Initiation à la physicochimie du lait. Guides technologiques des IAA. Ed Tech & Doc Lavoisier. Paris : 13-199.

Jora (Journal Officiel de la publique Algérien). (2017). Arrêté ministral N°684 au 7 Novembre 2017 rendent obligatoire la méthode horizontale pour la recherche et le dénombrement d'Escherichia. Coli présumé par la technique du nombre la plus probable

(NPD) : 29-30.

K

Khan K, Jovanovski E, Ho HV, Marques A, Zurbau A, Mejia SB , Vuksan V. (2018). The effect of viscous soluble fiber on blood pressure : A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 28(1) : 3-13.

Katz A. (2018). Milk nutrition and perceptions [En ligne]. Disponible sur : https://scholarsarchive.jwu.edu/student_scholarship/29/ consulté le 23/05/2021.

L

Lamontagne M, Champagne PC, Reitza J, Moineau S, Gardner N, Lamoureux M, Jean J, Fliss I. (2002). Chapitre 2 : Microbiologie du lait In *Science et technologie du lait*. Ed VIGNOLA ; Edition école polytechnique ,600p.

Larpent JP. (1996). Lait et produits laitiers non fermentés. In *microbiologie alimentaire*. tome I. Edition : Tec et Doc, Lavoisier . Paris : 272 – 310.

Leksir CH. (2018). Caractérisation, fabrication et consommation du dérivé laitier traditionnel «Klila» dans l'Est algérien. *Sciences Biologiques*. Université 8 Mai 1945 Guelma.

Lemens. (1985). Le lait de chèvre : propriétés physico - chimiques, nutritionnelles et chimiques. In : *Lait et produits laitiers, vache, chèvre, brebis, de la mamelle à la laiterie*. Tome 2. Paris : technique et documentation Lavoisier : 354 – 367.

M

Mahaut M, Jeantet R, Brulé G, (2003). *Initiation à la technologie fromagère*. Paris, Lavoisier, Technique Et Documentation, Lavoisier, France : 24-102.

Marie PS. (2019). Analyse génétique de la composition protéique & des aptitudes fromagères du lait de vache prédites à partir des spectres moyens infrarouge. *Génétique animale*. Université Paris Saclay (COMUE).

Mahaut M, Jeantet K, Schuck P, Brute G. (2000). *Les produits industriels laitiers*. Ed. Lavoisier, 178p.

Marie JC. (2019). La consommation mondiale de produits laitiers est tirée par les pays émergents [en ligne]. Disponible sur : <https://www.lesechos.fr/industrie-services/conso-distribution/la-consommation-mondiale-de-produits-laitiers-est-tiree-par-les-pays-emergents-> consulté le : 15/04/2023.

Mathieu J. (1998). Initiation à la physicochimie du lait (guides technologiques des IAA). techniques et documentation, paris. P, 220 : 181-192.

Mekhaneg B. (2020). Variation de la composition du lait en fonction de la race et de l'alimentation (Doctoral dissertation) : 15-16.

Misselwitz B, Butter M, Verbeke K, Fox MR. (2019). Update on lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and clinical management. Gut, 68(11) : 2080-2091.

Misselwitz B, Pohl D, Frühauf H, Fried M, Vavricka SR, Fox M. (2013). Lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and treatment. United European gastroenterology journal, 1(3) : 151-159.

Morin M. (2020). Intolérance au lactose. Médecine des Maladies Métaboliques, 14(8): 706-717.

Misselwitz B. (1958). Lactose intolerance: new insights due to blinded testing?. Digestion, 90(1) : 72-73.

Maiwore J, Baane MP, Ngoune LT, Fadila JA, Yero MY , Montet D. (2018). Qualité microbiologique et physico-chimique des laits fermentés consommés à Maroua (Cameroun). International Journal of Biological and Chemical Sciences, 12(3) : 1234-1246.

Milky P. (2023). Sesame milk and it's nutritional benefits [En ligne]. Disponible sur : <https://milkyplant.com/blogs/the-latest/sesame-milk-and-its-nutritional-benefits> consulté le 14/06/2023.

N

Nzikou JM, Mvoula T , Ndangui M , CB, Pambou TNPG, Kimbonguila A, Loumouamou B , Desobry S. (2010). Characterization of seeds and oil of sesame (*Sesamum indicum* L.) and the kinetics of degradation of the oil during heating. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 2(3) : 227-232.

Nzikou JM, Matos L, Bouanga K, Ndangui CB, Pambou TNPG, Kimbonguila A, Desobry S. (2009). Chemical composition on the seeds and oil of sesame (*Sesamum indicum* L.) grown in Congo-Brazzaville. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 1(1) : 6-11.

Nassane Z, Touil M. (2022). Contribution à l'étude de la qualité du lait cru de vache collecté par quatre collecteurs de la laiterie COLAITAL (Birkhadem) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

Nagdeve M. (2020) : «Health Benefits : Almond Milk », [En ligne], Disponible sur l'adresse: www.organicfacts.net/health-benefits/almond-milk.html consulté le 20/05/2021.

O

Olendzki BC, Silverstein TD, Pursutte G Ma Y, Baldwin KR, Cave D. (2014). An anti-inflammatory diet as treatment for inflammatory bowel disease: a case series report. *Nutrition journal*, 13(1) : 1-7.

Ozkan A, Curat D, Kulak M. (2012). Morphological properties and chemical compositions of some sesame (*Sesamum indicum* L.) populations cultivated in Kilis, Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 7(19) : 3029-3033.

O'Connor CB. (1995). Training manual 1, rural dairy technology. International Livestock Research Institute Addis Ababa, Ethiopia, 1995. NP: 123 [En ligne]. Disponible sur : [http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/drought/docs/ilri%20rural%20dairy%](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/drought/docs/ilri%20rural%20dairy%20manual%201.pdf)

consulté le 29/03/2023.

P

Parmentier B.(2022). Ce qui se cache derrière le lait d'amande [En ligne]. Disponible sur : <https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/agriculture-ce-cache-derriere-lait-amande-97182/> consulté le : 12/06/2023.

Pougheon S, Goursaud J. (2001). Le lait caractéristique physicochimiques in Debry G., *Lait, nutrition et santé*, Tec et Doc, Paris : 6, 566p.

Prescott LM, Harley J, Klein DA. (2010). *Microbiologie* 2ème édition. De Boeck, Paris, 979p.

Premkumar J et al. (2020). Sesamol: a powerful functional food ingredient from sesame oil for cardioprotection, (14),12p.

Pointurier H. (2003). La gestion matière dans l'industrie laitière. Tec et Doc, Lavoisier, France : 64, 388p.

Passeport Santé. (2023). Sésame. [En ligne]. Disponible sur : https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=sesame_n consulté le : 10/06/2023.

Poch EF. (2022). Comment faire du lait de coco [En ligne]. Disponible sur : <https://cuisine.toutcomment.com/article/comment-faire-du-lait-de-coco-14689.html> consulté le 28/05/2023.

R

Rozenberg S, Body J, Bruyere O, Bergmann P, Brandi ML, Cooper C, Reginster JY. (2016). Effects of dairy products consumption on health: benefits and beliefs—a commentary from the Belgian Bone Club and the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases. *Calcified tissue international*, 98 : 1-17.

Ramet JP. (1985). La fromagerie, les variétés de fromages du bassin méditerranéen. Collection. Production et santé Animales. FAO, Rome, Italie,187p

Remane BY, Bellal M, Nouani A. (2016). Influence de quelques paramètres de production sur la qualité physico-chimique et technologique du lait de vache dans les zones de plaines du haut cheliff en Algérie. Ecole nationale supérieure d'agronomie d'El Harrach, Algérie, Université de Boumerdes, Algérie : 09 -13.

Requia C. (2015). Chez Requia, Cuisine et confidences. [En ligne]. Disponible sur : <http://requia.canalblog.com/archives/2015/09/14/32607859.html> consulté le : 29/05/2023.

Ribier D, Rouzière A. (1995). La transformation artisanale des plantes à huile : expériences et procédés. GRET.

Ribadeau DB. (1991). Physicochimie et biochimie des protéines du lait. Données récentes. *Le lait*, 71(2) : 133-139.

Rose DJ. (2014). Impact of whole grains on the gut microbiota: the next frontier for oats?. *British Journal of Nutrition*, 112(S2) : 44-49.

Rizki H, Kzaiber F, Elharfi M, Nablousi A, Ennahli S, Hanine H. (2017). “Assessment of antioxidant capacity of 16 cultivars of sesame (*Sesamum indicum*.L) from different areas“. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, (2015), 18(2) : 379-385.

Reyes JF, Soto RN, Rodríguez DM, Lorenzo LAC, Jiménez M, López ME, López MA. (2021). Plant-based milk alternatives: types, processes, benefits, and characteristics. *Food Reviews International*: 1-32.

Rodier J et al. (2005). *Water Analysis: Natural Waters, Wastewaters, Sea Water.* Ed. Dunod, Paris ,1384p.

S

Sanchez MP. (2019). Analyse génétique de la composition protéique & des aptitudes fromagères du lait de vache prédites à partir des spectres moyens infrarouge (Doctoral dissertation, Université Paris-Saclay (ComUE)).

Salmeron J, Devega C, Perez EFJ, Albisu M, Barron LJR. (2002). Effect of pasteurization and seasonal variations in the microflora of ewe's milk for cheesemaking. *Food microbiology*, 19(2-3) : 167-174.

Schmidt DG. 1989. Colloïdal aspects of casein. *Neth, Milk Dairy J*, 34 : 42-64.

Sousa MJ, Malcata FX. (2002). Advances in the role of a plant coagulant in vitro and during ripening of cheeses from several Milk species. *Lait* 82 : 151–170.

Service Public d’Information en Santé. (2020). Allergie aux protéines du lait de vache [en ligne]. Disponible sur : <https://www.sante.fr/allergie-aux-proteines-du-lait-de-vache> consulté le : 08/05/2023.

Skyler JS. (2013). Primary and secondary prevention of Type 1 diabetes. *Diabetic Medicine*, 30(2) : 161-169.

Suchy FJ, Brannon PM, Carpenter TO, Fernandez JR, Gilsanz V, Gould JB, Wolf MA. (2010). NIH consensus development conference statement: Lactose intolerance and health. *NIH consensus and state-of-the-science statements*, 27(2) : 1-27.

Sene B, Sarr F, Diouf D, Sow MS, Traore D, Kane A, Niang M. (2018). Synthèse des connaissances et quelques acquis de recherche sur le sésame (*Sesamum Indicum L.*) au Sénégal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(3) : 1469-1483.

Samuel KT, Jacking A, Sandra A, Raphael O, Ephraim EAA. (2022). Production of coconut milk: A sustainable alternative plant-based milk. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666016422000287> consulté le : 14/06/2023.

Soraya L. (2022). Lait de vache ou alternatives véganes ? [En ligne]. Disponible sur : <https://www.css.ch/fr/clients-privés/ma-santé/alimentation/dietetique/alternatives-lait.html> consulté le 14/06/2023.

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

Sissao M, Millogo V, Ouedraogo GA. (2015). Composition chimique et qualité bactériologique des laits crus et pasteurisés au Burkina Faso. *Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie* 11 : 142-154.

Sethi S, Tyagi SK, Anurag RK. (2016). Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *Journal of food science and technology*, 53 : 3408-3423.

Sosulski FW, Chakraborty P, Humbert ES. (1978). Legume-based imitation and blended milk products. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 11(3) : 117-123.

Seydi M. (2004). Caractéristiques du lait cru. EISMV, laboratoire HIDAOA, 12p.

Sillaro E. (2017). Journaliste, Quel lait végétal choisir ? [En ligne]. Disponible sur : <https://www.bioalaune.com/fr/actualite-bio/35576/quel-lait-vegetal-choisir> consulté le : 23/05/2023.

Sánchez JI, Prats E, Howarth C, Tim L, Bascón GM. (2020). Genomic Approaches for Climate Resilience Breeding in Oats. Chapter IV : 137-141.

Sand K. (2021). Sesame Milk: Side Effects, Benefits And Properties [En ligne]. Disponible sur : <https://bodycarre.com/sesame-plant-milk/> Consulté le 14/06/2023.

Sass C, Barnes E. (2023). Health Benefits of Almond Milk [En ligne]. Disponible sur : <https://www.health.com/nutrition/is-almond-milk-health> consulté le : 11/06/2023.

Spritzler F. (2018). Coconut Milk: Health Benefits and Uses. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.healthline.com/nutrition/coconut-milk> consulté le : 14/06/2023.

Sérazin F. (2018). Notre recette de lait d'amande maison [En ligne]. Disponible sur : <https://blog.monmagasinegeneral.com/recette-de-lait-damande-maison/> consulté le 22/05/2023.

T

Tong LT, Zhong K, Liu L, Guo L, Cao L, Zhou S. (2014). Oat oil lowers the plasma and liver cholesterol concentrations by promoting the excretion of faecal lipids in hypercholesterolemic rats. *Food chemistry*, 142 : 129-134.

Thies F, Masson LF, Boffetta P, Kris EP. (2014). Oats and boweldisease : a systematicliterature review.*Br.J. Nutr.*112 : 31-43.

Toma RB, Tabekhia MM, Williams JD. (1979). Phytate and oxalate contents in sesame seed (*Sesamum indicum* 1). *Nutrition Reports International (USA)*.

V

Veisseyre R. (1979). Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation dulait. 3^{ème} édition. Edition la maison rustique, Paris.

Vierling E. (2003). Aliment et boisson-Filière et produit, 2^{ème} édition, doin éditeurs, Centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine ,11 : 270p.

Vignola CL. (2002). Science et technologie du lait, transformation du lait.2^{ème} édition Ecole poly technique de Montréal, 3 ,30P.

Virginie PMC. (2023). Lait : comment va évoluer l'offre mondiale en 2023 ? [En ligne]. Disponible sur : <https://www.reussir.fr/lesmarches/lait-comment-va-evoluer-loffre-mondiale-en-2023> consulté le 03/04/2023.

Vandenplas Y. (2015). Lactose intolerance. *Asia Pac J Clin Nutr* ; 24(Suppl.1) : 9-13.

Veronika CH. (2022). Is oat milk good for you ? Oat milk benefits and nutrition explained [En ligne]. Disponible sur : <https://www.veganfoodandliving.com/vegan-diet/is-oat-milk-good-for-you/> consulté le 12/06/2023.

W

Wolter S. (1997). Hand book of milk. Ed. Composition academic press. San Diego ,30p.

Wang HCC, Hung CH, Hsu JD, Yang MY, Wang SJ, Wang CJ. (2011). Inhibitory effect of whole oat on aberrant crypt foci formation and colon tumor growth in ICR and BALB/c mice. Journal of Cereal Science, 53(1) : 73-77.

X

Xavier C. (2019). (Lait d'avoine : tout savoir sur cette nouvelle alternative aux produits laitiers [En ligne]. Disponible sur : <https://deavita.fr/bien-etre/lait-avoine-bienfaits-recettes-sante/> consulté le : 13/06/2023.

Z

Zoheir Z. (2023). Importation de lait par l'Algérie : accord avec l'Ouganda.

Annexes

Annexe I : Tous les équipements, la verrerie, les appareils ainsi que les milieux de cultures utilisés pendant les analyses physico-chimiques et microbiologique.



PH-mètre



Dessiccateur



Centrifugeuse



Etuve



Thermo-lacto-densimètre



Butyromètre



Laits végétaux



Phénophtaléine



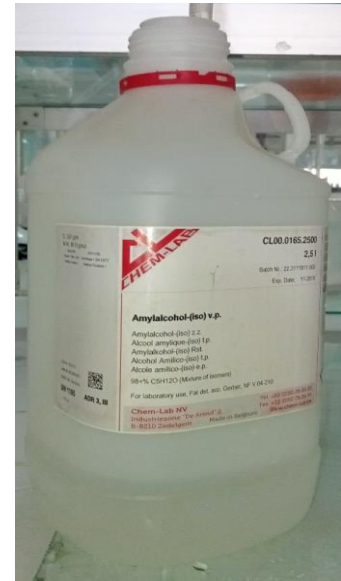
Hydroxyde de sodium



L'eau physiologique



Acide sulfurique



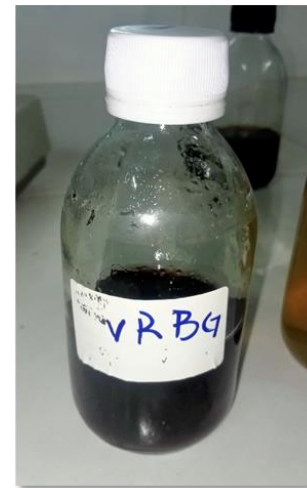
Alcool iso-amylque



La gélose nutritive



La gélose lactosée au
Désoxycholate



La gélose Violet Red Bile
Glucose

3. Saveur : Selon le degré d'appréciation de la saveur, attribuez pour chaque échantillon une note de 1 à 5 sur l'échelle suivant:

- 1 = ni agréable ni désagréable
- 2 = très désagréable
- 3 = désagréable
- 4 = agréable
- 5 = très agréable

A	B	C	D	E	F	G	H	I

4. Gout : - Selon le degré d'appréciation du gout, attribuez pour chaque échantillon une note de 1 à 5 sur l'échelle suivant :

- 1 = Sucré
- 2 = Salé
- 3 = Acide
- 4 = Amer
- 5 = Doux

A	B	C	D	E	F	G	H	I

5. Texture : Selon le degré d'appréciation de la texture (présence ou absence des grumeaux), attribuez pour chaque échantillon une note de 1 à 5 sur l'échelle suivant :

- 1 = très désagréable (très hétérogène (présence des grumeaux à la dégustation))
- 2 = désagréable (hétérogène (présence des grumeaux à la dégustation))
- 3 = ni agréable ni désagréable (intermédiaire (pas totalement lisse, présente de quelques grumeaux))
- 4 = agréable (lisse à la dégustation)
- 5 = très agréable (très lisse à la dégustation)

A	B	C	D	E	F	G	H	I

6. Préférence : Attribuez pour chaque échantillon une note de préférence entre 1 et 9, sachant que le numéro 1 correspond à l'échantillon le moins préféré et le numéro 9 à celui le plus préféré.

A	B	C	D	E	F	G	H	I

*** Merci pour votre coopération ***

Annexe III : Tous les tableaux bruts et les tableaux de pourcentages.

Tableau 01 : Résultats de l'évaluation de la couleur par tous les dégustateurs (Original).

	Très faiblement intense	Faiblement intense	Moyennement intense	Fortement intense	Très fortement intense
A	0	10	60	37	12
B	20	50	45	4	0
C	0	6	90	20	3
D	0	0	13	26	80
E	0	4	40	70	5
F	0	18	80	20	1
G	9	0	51	53	6
H	0	0	9	33	77
I	0	0	9	90	20

Tableau 02: Résultats de pourcentage de couleur pour tous les dégustateurs (Original).

	Très faiblement intense	Faiblement intense	Moyennement intense	Fortement intense	Très fortement intense
A	0,00%	8,40%	50,42%	31,09%	10,08%
B	16,81%	42,02%	37,82%	3,36%	0,00%
C	0,00%	5,04%	75,63%	16,81%	2,52%
D	0,00%	0,00%	10,92%	21,85%	67,23%
E	0,00%	3,36%	33,61%	58,82%	4,20%
F	0,00%	15,13%	67,23%	16,81%	0,84%
G	7,56%	0,00%	42,86%	44,54%	5,04%
H	0,00%	0,00%	7,56%	27,73%	64,71%
I	0,00%	0,00%	7,56%	75,63%	16,81%

Tableau 03: Résultats de l'évaluation de l'odeur par tous les dégustateurs (Original).

	Très faiblement appréciée	Faiblement appréciée	Moyennement appréciée	Fortement appréciée	Très fortement appréciée
A	0	15	99	5	0
B	0	13	98	8	0
C	0	0	7	100	12
D	0	0	3	96	20
E	0	1	20	90	8
F	0	0	4	94	21
G	0	1	3	55	60
H	0	1	1	50	67
I	0	1	109	9	0

Tableau 04: Résultats de pourcentage de l'odeur pour tous les dégustateurs (Original).

	Très faiblement appréciée	Faiblement appréciée	Moyennement appréciée	Fortement appréciée	Très fortement appréciée
A	0,00%	12,61%	83,19%	4,20%	0,00%
B	0,00%	10,92%	82,35%	6,72%	0,00%
C	0,00%	0,00%	5,88%	84,03%	10,08%
D	0,00%	0,00%	2,52%	80,67%	16,81%
E	0,00%	0,84%	16,81%	75,63%	6,72%
F	0,00%	0,00%	3,36%	78,99%	17,65%
G	0,00%	0,84%	2,52%	46,22%	50,42%
H	0,00%	0,84%	0,84%	42,02%	56,30%
I	0,00%	0,84%	91,60%	7,56%	0,00%

Tableau 05: Résultats de l'évaluation de la saveur par tous les dégustateurs (original).

	ni agréable ni désagréable	Très désagréable	Désagréable	Agréable	Très agréable
A	25	0	0	29	65
B	21	0	0	69	29
C	6	1	106	6	0
D	30	0	20	68	1
E	20	0	6	70	23
F	44	0	10	60	5
G	33	1	75	9	1
H	60	1	11	47	0
I	0	0	0	39	80

Tableau 06: Résultats de pourcentage de saveur pour tous les dégustateurs (Original).

	ni agréable ni désagréable	Très désagréable	Désagréable	Agréable	Très agréable
A	21,01%	0,00%	0,00%	24,37%	54,62%
B	17,65%	0,00%	0,00%	57,98%	24,37%
C	5,04%	0,84%	89,08%	5,04%	0,00%
D	25,21%	0,00%	16,81%	57,14%	0,84%
E	16,81%	0,00%	5,04%	58,82%	19,33%
F	36,97%	0,00%	8,40%	50,42%	4,20%
G	27,73%	0,84%	63,03%	7,56%	0,84%
H	50,42%	0,84%	9,24%	39,50%	0,00%
I	0,00%	0,00%	0,00%	32,77%	67,23%

Tableau 07 : Résultats de l'évaluation de gout par tous les dégustateurs (original).

	Sucré	Salé	Acide	Amer	Doux
A	63	3	0	6	47
B	50	8	0	21	40
C	25	59	1	20	14
D	63	4	1	21	30
E	20	11	0	5	83
F	20	3	0	13	83
G	18	8	5	85	3
H	0	20	2	35	62
I	29	2	1	1	86

Tableau 08 : Résultats de pourcentage de gout pour tous les dégustateurs (Original).

	Sucré	Salé	Acide	Amer	Doux
A	52,94%	2,52%	0,00%	5,04%	39,50%
B	42,02%	6,72%	0,00%	17,65%	33,61%
C	21,01%	49,58%	0,84%	16,81%	11,76%
D	52,94%	3,36%	0,84%	17,65%	25,21%
E	16,81%	9,24%	0,00%	4,20%	69,75%
F	16,81%	2,52%	0,00%	10,92%	69,75%
G	15,13%	6,72%	4,20%	71,43%	2,52%
H	0,00%	16,81%	1,68%	29,41%	52,10%
I	24,37%	1,68%	0,84%	0,84%	72,27%

Tableau 09: Résultats de l'évaluation de la texture par tous les dégustateurs (original).

	Très désagréable	Désagréable	ni agréable ni désagréable	Agréable	Très agréable
A	0	6	30	60	23
B	1	19	73	17	9
C	0	26	30	63	0
D	0	10	60	48	1
E	0	8	40	13	58
F	10	80	22	7	0
G	0	24	16	68	11
H	0	30	8	60	21
I	0	1	14	36	68

Tableau 10: Résultats de pourcentage de texture pour tous les dégustateurs (Original).

	Très désagréable	Désagréable	ni agréable ni désagréable	Agréable	Très agréable
A	0,00%	5,04%	25,21%	50,42%	19,33%
B	0,84%	15,97%	61,34%	14,29%	7,56%
C	0,00%	21,85%	25,21%	52,94%	0,00%
D	0,00%	8,40%	50,42%	40,34%	0,84%
E	0,00%	6,72%	33,61%	10,92%	48,74%
F	8,40%	67,23%	18,49%	5,88%	0,00%
G	0,00%	20,17%	13,45%	57,14%	9,24%
H	0,00%	25,21%	6,72%	50,42%	17,65%
I	0,00%	0,84%	11,76%	30,25%	57,14%

Tableau 11: Résultats de l'évaluation de la préférence par tous les dégustateurs (original).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1	0	1	0	6	10	22	50	29
B	0	2	0	0	18	60	9	30	0
C	5	40	60	10	4	0	0	0	0
D	1	0	13	18	52	0	14	20	1
E	0	1	3	10	30	5	50	20	0
F	1	20	13	5	10	40	20	10	0
G	40	50	20	2	3	2	1	0	1
H	21	0	20	45	20	7	5	1	0
I	0	0	0	0	0	0	4	35	80

Tableau 12 : Résultats de pourcentage de préférence pour tous les dégustateurs (Original).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	0,84%	0,00%	0,84%	0,00%	5,04%	8,40%	18,49%	42,02%	24,37%
B	0,00%	1,68%	0,00%	0,00%	15,13%	50,42%	7,56%	25,21%	0,00%
C	4,20%	33,61%	50,42%	8,40%	3,36%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
D	0,84%	0,00%	10,92%	15,13%	43,70%	0,00%	11,76%	16,81%	0,84%
E	0,00%	0,84%	2,52%	8,40%	25,21%	4,20%	42,02%	16,81%	0,00%
F	0,84%	16,81%	10,92%	4,20%	8,40%	33,61%	16,81%	8,40%	0,00%
G	33,61%	42,02%	16,81%	1,68%	2,52%	1,68%	0,84%	0,00%	0,84%
H	17,65%	0,00%	16,81%	37,82%	16,81%	5,88%	4,20%	0,84%	0,00%
I	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,36%	29,41%	67,23%

Annexe IV : Les résultats physico-chimiques ont été comparés aux normes de (AFNOR,1996) NF V29-001.

Tableau 13: Normes (AFNOR,1996) NF V29-001.

	pH	Acidité (D°)	Densité	EST (g/l)	MG (g/l)
Normes (AFNOR,1996) NF V29-001	6.50-6.90	8.5-10	1012-1015	>68	>15

Annexe V : Les résultats microbiologiques ont été comparés aux normes du Journal Officiel de la République Algérienne n°39 du 2 juillet 2017.

Tableau 14 : Normes (JORA,2017) n°39.

8 Chaoual 1438 2 juillet 2017		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39			13
ANNEXE I					
Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires					
1- Lait et produits laitiers					
Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc (1)/g ou ufc/ml)	
		n	c	m	M
Lait cru	Germes aérobies à 30 °C	5	2	3.10 ⁵	3.10 ⁶
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	Coliformes thermotolérants	5	2	5.10 ²	5.10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 ml	
	Antibiotiques	1	—	Absence dans 1 ml	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	

Annexe VI : Le Journal Officiel de la République Algérienne (JORA) n° 39 du 2017 ne disposant aucune norme pour les entérobactéries dans le lait cru, pour cette raison ces derniers ont été comparés selon les normes (AFNOR ,1991).

Tableau 15: Normes (AFNOR ,1991).

	Les entérobactéries
(AFNOR ,1991)	3.10 ³ - 10 ⁴

Résumé

Notre étude a pour objectif de fabriquer des laits végétaux et de donner leurs propriétés physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles, les laits végétaux de l'amande, de l'avoine, du sésame et de la noix coco ont considérées comme les plus exploitées à la production laitière destinée à la consommation humaine. Les résultats obtenus ont été comparés aux normes réglementaires. Les résultats des analyses physico-chimiques montrent une différence dans les valeurs de pH, l'acidité, la densité, l'extrait sec total et le taux de la matière grasse entre les laits végétaux analysés. Cette différence est due à la composition différente de chaque type de lait. Selon les résultats des analyses microbiologiques obtenus, La flore totale aérobie mésophile (FAMT), représente une faible charge bactérienne dans le lait d'avoine et de sésame avec des valeurs inférieurs à la norme de (JORA 2017). Tandis que le lait d'amande et de coco sont exemptes des germes aérobies. Les coliformes étaient totalement absents des laits végétaux analysés. La charge microbienne des *Enterobacteriaceae* est inférieure au seuil admissible pour les normes (AFNOR, 1991) du lait d'avoine et de sésame alors qu'elle est absente dans le lait d'amande et de coco, suggère que la bonne application des pratiques d'hygiène est en augmentation. Enfin, un groupe de dégustateurs a réalisé une analyse sensorielle pour identifier les qualités sensorielles (couleur, odeur, saveur, goût et texture) de nos laits végétaux et classer ces laits selon ces caractéristiques. Et après cette analyse, le lait d'amande s'est avéré être le plus préféré par les dégustateurs avec une note de 8/9 par rapport aux autres laits.

Mots clés : Lait animal, Lait végétal, Analyses physico-chimiques, Analyses microbiologiques, Analyses sensorielles.

Abstract

Our study aims to manufacture vegetable milks and give their physico-chemical, microbiological and sensory properties, vegetable milks of almond, oats, sesame and coconut considered as the most exploited in milk production for human consumption. The results obtained were compared to regulatory standards. The results of physico-chemical analyses show a difference in pH values, acidity, density, total solids and fat content between the vegetable milks analysed. This difference is due to the different composition of each type of milk. According to the results of the microbiological analyzes obtained, the total aerobic mesophilic flora (FAMT), represents a low bacterial load in oat and sesame milk with values below the norm of (JORA 2017). While almond and coconut milk are free of aerobic germs. Coliforms were completely absent from the plant milks analyzed. The microbial burden of *Enterobacteriaceae* is below the permissible threshold for the standards (AFNOR, 1991) of oat and sesame milk while it is absent in almond and coconut milk, suggests that the proper application of hygiene practices is increasing. Finally, a group of tasters carried out a sensory analysis to identify the sensory qualities (colour, smell, flavour, taste and texture) of our vegetable milks and classify these milks according to these characteristics. And after this analysis, almond milk turned out to be the most preferred by tasters with a score of 8/9 compared to other milks.

Keywords: Animal milk, Vegetable milk, Physico-chemical analyses, Microbiological analyses, Sensory analyses.

الملخص

تهدف دراستنا إلى تصنيع الحليب النباتي وإعطاء خصائصه الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية والحسية، ويعتبر الحليب النباتي من اللوز والشوفان والسمسم وجوز الهند الأكثر استغلالاً في إنتاج الحليب للاستهلاك البشري. تمت مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها بالمعايير التنظيمية. تظهر نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية اختلافاً في قيم الأس الهيدروجيني والحموضة والكثافة والمواد الصلبة الكلية ومحتوى الدهون بين حليب الخضروات الذي تم تحليله. هذا الاختلاف يرجع إلى التركيب المختلف لكل نوع من أنواع الحليب. وفقاً لنتائج التحليلات الميكروبيولوجية التي تم ، يمثل حمولة بكتيرية منخفضة في حليب الشوفان والسمسم بقيم أقل من (FAMT) الحصول عليها، فإن إجمالي النباتات متوسطة الحجم الهوائية في حين أن حليب اللوز وجوز الهند خال من الجراثيم الهوائية. كانت القولونيات غائبة تماماً عن حليب النبات الذي تم (JORA 2017) القاعدة من حليب الشوفان والسمسم بينما (AFNOR 1991) أقل من العتبة المسموح بها للمعايير *Enterobacteriaceae* تحليله. العبء الميكروبي ل هو غائب في حليب اللوز وجوز الهند، مما يشير إلى أن التطبيق السليم لممارسات النظافة أخذ في الازدياد. أخيراً، أجرت مجموعة من المتذوقين تحليلاً حسياً لتحديد الصفات الحسية (اللون والرائحة والنكهة والطعم والملمس) لحبينا النباتي وتصنيف هذا الحليب وفقاً لهذه الخصائص. وبعد هذا التحليل، تبين أن حليب اللوز هو الأكثر تفضيلاً من قبل المتذوقين بدرجة 9/8 مقارنة بأنواع الحليب الأخرى.

الكلمات المفتاحية: حليب حيواني، حليب نباتي، تحليلات فيزيائية كيميائية، تحليلات ميكروبيولوجية، تحليلات حسية