

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abderrahmane Mira de Bejaia



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Alimentaires  
Spécialité Production et Transformation Laitière

Réf :

**Mémoire de fin d'étude**

*En vue de l'obtention du diplôme de MASTER II*

**Thème**

*Suivi de la qualité du lait reconstitué et du lait végétal au cour du stockage*

**Réalisé par :**

❖ *M<sup>elle</sup> Adjaoud Nawal*

**Soutenu le : 26 juin 2023 devant le jury composé de :**

- Président : M<sup>me</sup> TOUATI Naima
- Examinatrice : M<sup>me</sup> Ould Saadi Linda
- Promotrice : M<sup>me</sup> TAZRART Karima

**2022/2023**

## Remerciements

Je tiens à remercier tout d'abord Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Paix et salut sur notre premier éducateur « محمد صلى الله عليه و سلم » le prophète Pour ce qu'il a donné à l'humanité.

Mes remerciements s'adressent également à :

M<sup>me</sup> **TAZRART Karima**, pour la qualité de son encadrement, ses conseils éclairés et les remarques constructives tout au long de la préparation de ce mémoire.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury,

M<sup>me</sup> **TOUATI Naima**, qui nous fait l'honneur de présider le jury de la soutenance et M<sup>me</sup> **Ould Saadi Linda**, qui nous ont honorés en acceptant d'examiner ce travail.

Mes remerciements aussi aux responsables de l'entreprise de **la vallée** et tout le personnel de laboratoire pour avoir accueilli et leur soutien tout au long de déroulement de notre stage.

Nous tenons à remercier aussi toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.



## Dédicaces

Avec l'aide de bon dieu, tout puissant, j'ai pu achever ce modeste travail que je dédie à

Mes parents

Mes très chères sœurs et frères : « Kahina, Zina » et « Farid, Fardj-ellah »

A mes chères amis(es) : Dihia et toute sa famille, Assia, Katia, Sabrina et Louiza. Pour votre présence, vos bon conseils et l'encouragement que m'avait donné.

A tous les collègues de la promo de produit et transformation laitière

2022/2023.

En fin je dédie à toute personne ayons contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Je vous dis merci à tous et à tout.

**Nawel**

## Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Sommaire	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste de figures	
Introduction.....	1

### Synthèse bibliographique

#### Chapitre I : Généralité sur le lait

I.1. Définition du lait.....	3
I.2. Différents types de lait .....	3
I.3. Composition du lait.....	4
I.4. Propriétés physico-chimiques du lait.....	5
I.4.1. Acidité du lait .....	5
I.4.2. Masse volumique .....	5
I.4.3. Point d'ébullition.....	6
I.4.4. pH.....	6
I.5. Propriétés microbiologiques du lait .....	6
I.5.1. La Flore originale.....	6
I.5.2. La Flore de contamination .....	6
I.6. Valeur nutritionnelle du lait .....	7

#### Chapitre II : Le lait végétal à base de flocons d'avoine

II.1. Définition d'un lait végétal.....	9
II.2. Les différentes laits végétaux existant dans le marché mondial.....	9
II.3. Intérêt nutritionnel des laits végétaux.....	10
II.4. L'avoine.....	11

II.4.1. Définition et généralité sur l'avoine.....	11
II.4.2. Description taxonomique .....	12
II.4.3. Composition nutritionnelle de l'avoine .....	12
II.4.4. Intérêt thérapeutique de l'avoine.....	13

## **Partie expérimental**

### **Chapitre I : Matériels et Méthodes**

I.1. But et objectif de l'étude .....	15
I.2. Présentation de l'entreprise.....	15
I.3. Préparation des laits.....	15
I.3.1. Le lait reconstitué pasteurisé partiellement écrémé.....	15
I.3.2. Préparation du lait végétal à base du flocons d'avoine .....	17
I.4. Analyse physico-chimique .....	18
I.4.1. Analyse physico-chimique de l'eau de processe.....	18
I.4.2. Analyse physico-chimique de la poudre du lait.....	20
I.4.3. Analyse physico-chimique du lait reconstitué (produit fini) et du lait végétal.....	23
I.5. Analyse microbiologiques du lait reconstitué (produit fini) et du lait végétal.....	24
I.5.1. Préparation de l'échantillon pour l'analyse.....	24
I.5.2. Dénombrement des Germes Aérobie.....	24
I.5.3. Dénombrement des Entérobactéries.....	25
I.6. Détermination de la teneur des composés phénolique .....	25
I.6.1. Extraction des composés phénoliques.....	25
I.6.2. Dosages des composés phénolique .....	25
I.7. Détermination de l'activité antioxydante.....	26
I.8. Analyse statistique.....	27

### **Chapitre II : Résultats et Discussion**

II.1. Analyses physico-chimique.....	28
--------------------------------------	----

II.1.1 Eau de process.....	28
II.1.2. La poudre de lait.....	28
II.1.3. Propriétés physico-chimiques du lait reconstitué et du lait végétal.....	29
II.1.3.1. L'acidité titrable.....	29
II.1.3.2. Taux de matières grasses.....	30
II.1.3.3. La masse volumique.....	32
II.1.3.4. L'extrait Sec Total.....	33
II.1.3.5. Teneur en composés phénolique.....	34
II.1.3.6 Activité antioxydante des laits.....	35
II.2. Analyses microbiologique.....	35
II.2.1. Résultat microbiologiques d'eau de reconstitution.....	35
II.2.2. Résultat microbiologique de la poudre du lait.....	36
II.2.3. Résultat d'analyse microbiologiques du lait reconstitué et de lait végétal.....	36
II.2.3.1. Evolution des Entérobactéries.....	36
II.2.3.2. Evolution des Germes Aérobie.....	37
Conclusion.....	38
Référence bibliographiques	
Résumé	

## Liste d'abréviation

**C°** : Degré Celsius

**D°** : Degré Doronic

**F°** : Degré Français

**MG** : Matière Grasse

**N** : Normalité

**pH** : potentiel d'hydrogène

**GN** : gélose nutritive

**VRBG**: Violet Red Bile Glucose Agar

**DLC** : date limite de consommation

**s** : Seconde

**ml** : millilitre

**g** : gramme

**UFC**: Unité formant colonie

**UHT**: ultra haute température

**mg**: milligramme

**g**: gramme

**Kg**: kilogramme

**L**: litre

**APLV**: allergie aux protéines du lait de vache

**PLV**: protéines du lait de vache

**LDL** : Low density lipoprotein (lipoprotéine de basse densité)

**SARL**: Société à Responsabilité Limitée

**min**: minute

**H**: heurs

**EDTA**: acide éthylène diamine tétra-acétique

**NET**: noir Eriochrom T

**MV**: masse volumique

**JORA**: journal officiel de la république algérienne

**J**: jour

**μs:** micro-simenes

**Abs:** Absence

**DPPH:** composé (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl)

**EAG:** équivalent d'acide gallique

**AA:** L'activité antioxydante

**μl:** microlitre

**AFNOR :** Association française de la normalisation

**EST :** Extrait sec total



## Liste des tableaux

<b>Tableau I :</b> Composition nutritionnelle de différents laits selon le traitement thermique et l'écémage.....	5
<b>Tableau II :</b> Teneurs en minéraux du lait entier .....	8
<b>Tableau III:</b> Composition nutritionnelle des flocons d'avoine.....	13
<b>Tableau IV :</b> Analyses physico-chimiques de l'eau de processe, la poudre de lait et le produit fini (lait reconstitué et lait végétal) .....	18
<b>Tableau V :</b> : Propriétés physico-chimiques de l'eau de process utilisée.....	28
<b>Tableau VI:</b> Propriétés physico-chimiques des poudres de lait (0 et 26%).....	29
<b>Tableau VII :</b> : Propriétés microbiologique d'eau de processe.....	36
<b>Tableau VIII:</b> Propriétés microbiologiques de la poudre du lait (0% et 26%).....	36

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> Le lait pasteurisé(a) et Les crèmes glacées(b).....	13
<b>Figure 2 :</b> Diagramme de fabrication du lait reconstitué pasteurisé partiellement écrémé.....	14
<b>Figure 3 :</b> Etapes de préparation du lait végétal à base de flocons d'avoine.....	15
<b>Figure 4 :</b> Photographie du Lactodensimètre.....	19
<b>Figure 5 :</b> Photographie du Butyromètre .....	20
<b>Figure 6 :</b> Photographie du Pycnomètre.....	21
<b>Figure 7 :</b> Evolution de l'acidité titrable du lait reconstitué et du lait végétal au cours de la DLC.....	28
<b>Figure 8 :</b> Evolution de la teneur de matières grasses du lait reconstitué au cours de la DLC.....	29
<b>Figure 9 :</b> Evolution de la masse volumique du lait pasteurisé et du lait végétal pendant la DLC.....	30
<b>Figure 10 :</b> Evolution de l'Extrait Sec Total du lait pasteurisé et le lait végétal pendant la DLC.....	31
<b>Figure 11 :</b> La teneurs en composés phénoliques du lait pasteurisé et du lait végétal.....	32
<b>Figure 12 :</b> L'activité Anti-Oxydante du lait reconstitué et du lait végétal.....	33
<b>Figure 13 :</b> Evolution des Entérobactéries du lait reconstitué et du lait végétal pendant la DLC.....	35
<b>Figure 14 :</b> Evolution des Germes Aérobie du lait reconstitué et du lait végétal pendant la DLC.....	36

# *Introduction*

## Introduction

Le lait est symbole de fertilité, richesse et abondance. Le lait a été utilisé dans l'alimentation humaine dès qu'ils ont été domestiqués. Les animaux ont été élevés en premier pour leur viande et leur peau, mais les élever pour leur lait s'est avéré une méthode efficace pour transformer des pâturages incultes en nourriture. Les premières traces d'élevage laitier remontent à 10 000 ans au Moyen-Orient. Le lait occupe une place importante dans la pyramide alimentaire et se situe au même niveau que la viande. **(Vilain, 2010).**

En Algérie, la consommation du lait et les produits laitiers occupent une place importante dans le régime alimentaire comme une source principale des protéines animales. La production nationale est très insuffisante pour combler les besoins des consommateurs, pour cela il est passé à l'importation du lait sous forme d'une poudre, il est utile de rappeler que, l'Algérie est considérée comme le deuxième plus gros importateur de poudre de lait dans le monde après la Chine **(ALGERIE ECO, 2018).**

Le système alimentaire occidental et, a fortiori leur extension au plan mondial n'est pas durable ; pour cela, les experts proposent de rééquilibrer le régime du ratio protéines végétales/protéines animales. Ces protéines végétales sont apportées par des aliments traditionnels comme les légumes secs et les produits céréaliers mais aussi par les matières protéiques végétales (MPV). Ces MPV sont issues du fractionnement de graines, feuilles qui sont utilisées pour leurs propriétés techno-fonctionnelles et/ ou nutritionnelles **(Guéguen et al., 2016).**

Les céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement, particulièrement dans les pays maghrébins. En Algérie, les céréales constituent l'épine dorsale du système alimentaire, elles fournissent plus de 60% de l'apport calorifique et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire **(Djermoune, 2009).**

Parmi les céréales d'intérêt croissant, nous pouvons mentionner l'avoine, qui est une céréale bénéfique sur la santé grâce à sa qualité nutritionnelle, médicinales et pharmaceutiques. Elle est également utilisée comme ingrédient dans de nombreux aliments, utilisée dans le pain **(Singh et al., 2013).**

Aujourd'hui, les laits végétaux attirent rapidement l'attention à l'échelle mondiale en tant qu'alternatives possibles en raison de préoccupations liées à la consommation de lait., en particulier, des problèmes émanant de constituants allergènes, l'intolérance au lactose ainsi que les croyances sociales et religieuses chez les consommateurs ont induit une augmentation de la demande du marché pour les laits végétaux **(Adesegun et al., 2020).**

Notre travail consiste en particulier à faire un suivi de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait reconstitué et du lait végétal préparé à base de flocons d'avoine jusqu'à la date limite de consommation pendant le stockage à 6°C, Ce travail est subdivisé en deux parties :

Une synthèse bibliographique composée de deux chapitres ; généralités sur le lait et le lait végétal à base du flocons d'avoine.

Une partie expérimentale constituée de deux chapitres ; matériels et méthodes utilisés dans l'étude et présentation des résultats obtenus et leur discussion.

Enfin nous terminerons par une conclusion.

*Synthèse*  
*Bibliographique*

*Chapitre I*  
*Généralités sur le lait*

## I.1. Définition du lait

La première définition du lait est apparue en 1908, au Congrès International de la Répression des Fraudes de Paris. Le mot « lait » a été défini comme : " le produit intégral de la traite totale et interrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée". Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum.

Le décret du 25 mars 1924 précise que la dénomination « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance est réservé au lait de vache. Tout lait provenant d'une femelle laitière autre que la vache doit être désigné par la dénomination « lait » suivi de l'indication de l'espèce dont il provient : « lait de chèvre », « lait de brebis » (**Noblet, 2012**).

## I.2. Différents types de lait

Il existe différents types de lait dans l'alimentation humaine, qui sont classés en fonction de différents critères, notamment le traitement thermique appliqué au lait

- **Le lait cru** : est un type de lait qui n'a pas été soumis à un traitement thermique, à l'exception de la réfrigération mécanique après la traite à la ferme. Pour qu'un lait soit considéré comme du lait cru de vache, le producteur doit respecter une réglementation spécifique définie par l'arrêté du 3 août 1984 (publié au Journal Officiel du 21 août 1984), qui fixe les critères de la patente sanitaire ou de la patente médicale et sanitaire (décret n° 65-140 du 12 février 1965).

Le lait cru vendu doit être conditionné sur le lieu de production lui-même. Il est généralement disponible en bouteilles avec des bouchons jaunes ou en sachets marqués d'une bande jaune. L'emballage doit également indiquer la date limite de consommation (DLC), qui est de 72 heures. Étant donné que le lait cru n'est pas standardisé en termes de teneur en matières grasses (MG), cette information n'est pas affichée sur l'emballage. Cependant, la teneur en matières grasses peut varier généralement entre 3,6% et 4,5% de MG (**Noblet, 2012**).

- **Le lait pasteurisé** : Le lait pasteurisé est un lait qui a été soumis à un traitement thermique à une température de 72°C pendant 15 secondes ou à 63°C pendant 30 minutes. Ce traitement permet de détruire les microorganismes pathogènes présents dans le lait. Le lait pasteurisé doit être conservé au froid, généralement à une température inférieure à 4°C, et sa durée de conservation recommandée est généralement de 7 jours (**Renard, 2014**).



- **Le lait stérilisé** : est un lait qui est chauffé à une température élevée, généralement entre 115 et 120 °C, pendant une période de 10 à 20 minutes. Il est ensuite conditionné dans des bouteilles hermétiquement fermées. Ce processus de stérilisation permet d'éliminer totalement la flore microbienne présente dans le lait. Le lait stérilisé peut être conservé à température ambiante, tant que l'emballage n'a pas été ouvert. Une fois ouvert, il doit être réfrigéré et consommé dans un délai recommandé (**Gem Rcn, 2009**).
- **Le lait UHT** : est un lait qui a été stérilisé en utilisant le procédé de l'Ultra Haute Température. Ce procédé permet une conservation prolongée du lait et réduit le temps de chauffage, préservant ainsi davantage les qualités gustatives par rapport à la stérilisation traditionnelle. Pour cela, le lait est rapidement porté à une température d'au moins 135°C pendant une durée de 2 à 4 secondes, puis il est conditionné dans un environnement stérile (**Gem RCN, 2009**).

Le lait peut être classé en fonction du procédé utilisé pour sa préparation. En ce qui concerne la spécialité de la laiterie "La Vallée", ils sont connus pour produire du lait reconstitué :

- **Le lait reconstitué** : est un lait préparé en diluant de la poudre de lait dans de l'eau appropriée. Cette poudre de lait peut être sous forme grasse ou écrémée, selon les besoins. La préparation du lait reconstitué implique de mélanger la poudre de lait avec de l'eau pour obtenir une solution homogène qui ressemble au lait frais (**Boultif, 2015**).

### **I.3.Composition du lait**

La composition du lait peut varier en fonction de multiples facteurs qui sont : l'alimentation, la race, l'état de santé et la période de lactation de l'animal ainsi que le traitement thermique utilisé et de l'écémage (**Tableau I**).

**Tableau I :** Composition nutritionnelle de différents laits selon le traitement thermique et l'écémage (Noblet, 2012).

Constituants principaux	Lait pasteurisé			Lait stérilisé			Lait stérilisé UHT		
	Entier	Demi-écémé	écémé	Entier	Demi-écémé	écémé	Entier	Demi-écémé	écémé
Energie (Kcal/100g)	62,3	45,2	34,1	62,3	45,6	32,9	62,7	45,6	33,3
Protéine(g/100g)	3,3	3,2	3,3	3,2	3,2	3,3	3,2	3,2	3,3
Glucide(g/100g)	4,5	4,5	4,8	4,5	4,6	4,7	4,7	4,6	4,8
Lipides (g/100g)	3,5	1,2	0,1	3,5	1,6	0,1	0,1	1,6	0,1
AG saturé(g/100g)	2,1	0,97	0,06	2,1	0,97	0,06	0,06	0,97	0,06
AG mono-insaturé	1,1	0,49	0,03	1,1	0,49	0,03	0,03	0,49	0,03
AG poly-insaturé	0,12	0,05	0	0,11	0,05	0	0	0,05	0
Calcium(mg/100g)	120	114	125	119	114	125	125	114	120
Phosphor(mg/100g)	87	85	89	90	85	89	89	85	89
Potassium(mg/100g)	148	166	170	150	166	0,03	0,03	166	170
Iode( $\mu$ g/100g)	7,3	11	12	7	11	12	12	11	12
Rétinol( $\mu$ g/100g)	40	19	0	38	17	1	1	18	0
VitamineB <sub>1</sub> (mg/100g)	0,05	0,05		0,04	0,04			0,05	0,05
VitamineB <sub>2</sub> (mg/100g)	0,17	0,17		0,17	0,17			0,18	0,16

## I.4. Propriétés physico-chimiques du lait

### I.4.1. Acidité du lait

Selon **Jean et Dijon (1993)**, l'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle, due à la caséine, aux groupes phosphate, au dioxyde de carbone et aux acides organiques et de l'acidité développée, due à l'acide lactique formé dans la fermentation lactique. Elle est exprimé en degré Doronic° D, 1 degré °D=0,1g d'acide lactique pour chaque litre de lait. L'acidité de lait doit être compris entre 14 et 18°D.

### I.4.2. Masse volumique

La masse volumique ou la densité du lait est une des propriétés physiques qui indique la masse d'un liquide divisé par son volume et varie en fonction de la température. La masse volumique du lait entier à 20°C est en moyenne de 1030Kg.m<sup>-3</sup> (**Carole et Vignole., 2002**).

### I.4.3. Point d'ébullition

Par définition, c'est la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5°C (Amiot *et al.*, 2002).

### I.4.4. pH

Le potentiel hydrogène (pH) est le logarithme de l'inverse de la concentration en ions d'hydrogène H<sub>3</sub>O d'une solution, il indique l'activité de ces ions dans le milieu d'intérêt. Le pH exerce une influence sur les réaction chimiques et biochimiques de ce fait il présente un effet sur la flore microbienne du milieu (Mesclé et Zucca, 1996). Le pH du lait est compris entre 6,6 et 6,8 et varie au cours du cycle de lactation, ce qui présente pour le lait un indice de fraîcheur.

## I.5. Propriétés microbiologiques du lait

Le lait est un liquide complexe du fait de sa composition physico-chimique. Il se présente comme un excellent milieu favorable pour la croissance des micro-organismes, que ce soit les germes banaux ou les germes pathogènes. Les micro-organismes du lait sont répartis en deux classes : la flore originale et la flore de contamination (Yobouet bassa, 2016).

### I.5.1. Flore originale :

Lorsque le lait provient d'un animal sain et qu'il est prélevé dans des conditions aseptiques, il devrait contenir généralement moins de 5 000 UFC/ml (Vignola, 2002). Le nombre de microorganismes est limité par le système immunitaire de l'animal et les agents antimicrobiens sécrétés dans le lait (Rasolofa, 2010).

La flore indigène du lait se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation, la race et d'autres facteurs. Les germes dominants de la flore indigène sont principalement des microorganismes mésophiles. Il s'agit essentiellement des germes saprophytes du pis et des canaux galactophores : *Micrococcus sp.*, *Streptococcus lactis*, *Lactobacillus* (Yobouet bassa, 2016).

### I.5.2. Flore de contamination

La flore de contaminant est l'ensemble des microorganismes ajoutés au lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération qui est capable de causer des défauts sensoriels ou de réduire la durée de conservation des produits,

et d'une flore pathogène capable de provoquer des malaises chez les consommateurs de lait (**Vignola, 2002**).

Les principaux genres identifiés sont *Pseudomonas sp.*, *Proteus sp.*, les coliformes, soit principalement les genres *Escherichia* et *Enterobacter*, les bactéries sporulées telles que *Bacillus sp.*, et *Clostridium sp.*, et certaines moisissures et levures (**Yobouet bassa, 2016**). Cette contamination qui peut être produite par : les ustensiles non nettoyés, saleté et poussière, refroidissement inadéquat et de la présence de mammites.

## I.6. Valeur nutritionnelle du lait

Le lait et les produits laitiers occupent une place importante dans la pyramide alimentaire et se situent au même niveau que la viande. La consommation de produits laitiers est recommandée à raison de 2 ou 3 fois par jour pour atteindre les recommandations d'apport en calcium du Conseil Supérieur de la Santé (**Renard, 2014**).

Le lait occupe une valeur importante dans l'alimentation humaine du point de vue calorique et nutritionnel ; un litre de lait donne une valeur d'environ 750Kcal digestibles facilement en comparaison aux autres aliments.

Le lait fournit des quantités notables de micronutriments, en particulier de calcium et de phosphore, mais aussi de magnésium, de zinc, l'iode et de sélénium, l'ensemble des vitamines du complexe B, y compris la vitamine B12, et enfin du carotène et de la vitamine A préformée ainsi qu'un peu de vitamines D3 et E (**Ulrike, 2016**).

C'est une source de calcium et de sels minéraux, il contient les 22 minéraux essentiels au régime alimentaire humain (**Tableau II**) et pour le métabolisme humain comme étant des cofacteurs et régulateurs d'enzymes (**Renard, 2014**).

Le lait contient des nutriments essentiels pour l'être humain : eau, lipides, protéines (principalement de la caséine), acides aminés, et des protides de haute valeur biologique. Il contient également des constituants bioactifs comme des enzymes (**Renard, 2014**).

Tableau II : Teneurs en minéraux du lait entier (Renard, 2014).

<b>Minéral</b>	<b>Quantité par litre</b>
<b>Sodium(mg)</b>	250-640
<b>Potassium(mg)</b>	1100-1500
<b>Chlore(mg)</b>	800-1200
<b>Calcium(mg)</b>	1100-1300
<b>Magnésium(mg)</b>	70-140
<b>Phosphore(mg)</b>	800-1000
<b>Fer(µg)</b>	100-700
<b>Zinc(µg)</b>	2500-7000
<b>Cuivre(µg)</b>	100-350
<b>Manganèse (µg)</b>	50
<b>Iode (µg)</b>	50-600
<b>Flore (µg)</b>	20-80
<b>Sélénium (µg)</b>	20-40
<b>Cobalt (µg)</b>	0,5-1,3
<b>Chrome( µg)</b>	0,5-20
<b>Molybdene (µg)</b>	20-100
<b>Nickel (µg)</b>	0-50
<b>Arsenic (µg)</b>	20-60
<b>Aluminium (µg)</b>	50-1600
<b>Plomb (µg)</b>	Traces-20

*Chapitre II*  
*Laít végétale à base du flocons*  
*d'avoíne*

### II.1. Définition d'un lait végétal

Le lait végétal est une boisson végétale imitant les caractéristiques du lait animal, néanmoins leur composition et leur goût dans une moindre mesure sont très différents. Depuis le 22 Octobre 2007, l'appellation « lait végétal » est interdite par le conseil de l'union européenne à l'exception du « lait d'amande » et « lait de coco » qui sont autorisés.

Les laits végétaux sont une large variété d'extraits aqueux de matières végétales désagrégées ou dissoutes comme les pseudo-céréales, les graines oléagineuses, les tubercules, les céréales ou les légumineuses, classées comme légumineuses, céréales et pseudo-céréales qui sont préparées à base de graines ou de noix, citant le lait de soja et de coco, cependant, l'avoine, le riz, l'arachide, le souchet, l'amande, noix et plusieurs autres ont été utilisés (Adesegun *et al.*, 2020).

### II.2. Les différents laits végétaux existant dans le marché mondial

Il existe plusieurs variétés de laits végétaux qui diffèrent l'un de l'autre par la matière végétale utilisée. Parmi ces matières, ont été utilisées les graines ou noix d'oléagineux comme : lait de coco, lait d'amande, lait d'arachide, lait de noisettes, lait de noix de cajou et lait de tournesol.

Il existe aussi des laits préparés à base des graines de légumineuses, citant le lait de lupin, lait de pois chiche et lait de soja ainsi que des laits préparés avec des graines de céréales comme le lait de riz, lait de quinoa, lait de sarrasin et le lait d'avoine (Adesegun *et al.*, 2020).

Le lait d'avoine est devenu l'un des types de lait les plus populaires en raison de plusieurs facteurs :

- Facilité de préparation : Le lait d'avoine est facile à préparer à la maison en mixant simplement des flocons d'avoine avec de l'eau. Il est également largement disponible dans les supermarchés et les magasins d'aliments naturels.
- Coût abordable : Comparé à certains autres types de lait, le lait d'avoine est généralement moins cher, ce qui en fait une option économique pour de nombreuses personnes.
- Respect de l'environnement (zéro déchet) : La production de lait d'avoine a un impact environnemental relativement faible par rapport à la production de lait animal. De plus, la culture de l'avoine peut être réalisée de manière durable et l'avoine est souvent cultivée sans utiliser d'engrais ou de pesticides.

- Sans lactose : Le lait d'avoine est une alternative populaire pour les personnes intolérantes au lactose ou suivant un régime sans produits laitiers. Il est naturellement exempt de lactose, ce qui le rend facilement digestible pour ces personnes.
- Riche en fibres alimentaires : L'avoine est une céréale naturellement riche en fibres alimentaires, ce qui en fait une source de nutriments bénéfique pour la santé digestive. Le lait d'avoine conserve une partie de ces fibres, offrant ainsi un apport supplémentaire en fibres par rapport à d'autres types de lait.
- Importance économique : L'avoine est la septième céréale la plus importante sur le plan économique, après des céréales telles que le maïs, le riz, le blé, l'orge, le sorgho et le millet. Son importance économique témoigne de sa large utilisation dans différents domaines (**Sneh et al., 2020**).

### II.3. Intérêt nutritionnel des laits végétaux

Les laits végétaux sont souvent recommandés pour une certaine catégorie de consommateurs dans le but d'équilibrer leur alimentation comme :

#### ◆ Les allergiques aux protéines animales

L'allergie aux protéines du lait de vache (APLV) est définie par la survenue de manifestations cliniques dues à une réponse immunologique anormale après ingestion de ces protéines. La prévalence de l'APLV varie entre 2 et 7 % selon les modes de recrutement, l'âge des populations et les critères diagnostiques (**Dupont et al., 2010**).

Lors du diagnostic de l'APLV, le régime d'élimination des PLV doit être soigneusement expliqué. Il exclut le lait, les laitages, les fromages, le beurre, la crème fraîche et tous les produits industriels contenant du lait et avoir d'autres sources de protéines comme les boissons végétales telle que le lait du soja et le lait d'avoine (**Dupont et al., 2010**).

#### ◆ Les intolérants au lactose

C'est un syndrome caractérisé par des bruits intestinaux, du météorisme, des douleurs abdominales, des flatulences, des nausées, des vomissements et des selles molles occasionnelles, causées par la consommation de lait et produits laitiers. Les symptômes sont non spécifiques et leur intensité est variable selon la quantité de lactose ingérée et la sensibilité individuelle. Ils apparaissent généralement dans les 30 min à 2 h après la prise (**Martinez et al., 2020**).

L'intolérance au lactose est une pathologie fréquente qui peut souvent être facilement prise en charge par de simples mesures diététiques de bon sens sans avoir à éviter tout apport de produits laitiers et suivre un régime pauvre en lactose comme les laits végétaux qui ne contiennent pas de sucre (**Alain, 2019**).



◆ Les végétariens

L'alimentation végétarienne, également connue sous le nom de végétarisme, implique l'exclusion des aliments provenant de la chair animale. Les personnes suivant un régime végétarien adoptent généralement une alimentation similaire à celle des non-végétariens, mais avec des pourcentages réduits de carences en certains nutriments et un risque moindre de maladies cardiovasculaires (**Fernand, 2013**).

Les végétaliens suivent un régime strictement basé sur les aliments d'origine végétale, excluant tous les produits d'origine animale, ils doivent être attentifs à leurs apports nutritionnels, notamment en calcium, car ils ne consomment pas de produits laitiers qui sont une source traditionnelle de calcium. Pour combler leurs besoins en calcium, les végétaliens peuvent se tourner vers des aliments végétaux enrichis en calcium, tels que les jus de fruits enrichis, les légumes verts à feuilles sombres, les graines de sésame, les amandes, les haricots, le lait de soja fortifié et les céréales du petit-déjeuner enrichies. Ces aliments sont traités pour fournir des quantités supplémentaires de calcium. (**Fernand, 2013**).

◆ Les consommateurs souffrant du cancer colorectal

Le cancer colorectal est le troisième type de cancers le plus répandu à travers le monde. Dans les années 1970, Burkitt a émis l'hypothèse que les fibres alimentaires réduisent le risque de ce cancer et pour cela les aliments à grains entières comme l'avoine peuvent avoir un effet bénéfique sur les maladies inflammatoires de l'intestin et la maladie cœliaque (**Dagfinn et al., 2011**).

Parmi ces laits végétaux on trouve le lait d'avoine.

## II.4. L'avoine

### II.4.1. Définition et généralités sur l'avoine

L'avoine est une céréale récoltée en graines sèches généralement sous forme de flocons utilisée depuis longtemps dans l'alimentation humaine et animale et à des fins industrielles. L'avoine (*Avena sativa*) appartient à la tribu des Aveneae de la famille Poacées/Graminées, C'est la 7<sup>ème</sup> céréale la plus importante économiquement après le maïs, le riz, le blé, l'orge, le sorgho, et millet (**Sneh et al., 2020**).

L'avoine est dérivée du mot latin Avena. Cette dérivation qui est un peu obscure mais qui semble probable qu'elle vienne du mot latin Aveo (désirer) qui veut dire « le fourrage désiré par tous les animaux ». La syllabe 'Av' est trouvée dans plusieurs langues en sanskrit dans le sens de fournir de la nourriture, « Nourriture Ava », « pâturage Avasa », au mot russe « Ovesu », le polonais « Oweis », le mot romain « Ovesia » et le mot serbe « Ovas » (**Franklin et Goffman, 1977**). Nommé dans différentes langues : Azekun en kabyle, El chouffan en arabe, et Oat en anglais.

Cette céréale présente des caractéristiques nutritionnelles, médicales et pharmaceutiques prometteuses qui la rendent plus qu'un simple aliment comestible. Elle est reconnue pour contribuer à un mode de vie plus sain et à une alimentation plus équilibrée. Son potentiel pour l'avenir est très prometteur (Nihed *et al.*, 2015).

#### II.4.2. Description taxonomique

L'étude morphologique de l'avoine n'est pas nouvelle. D'après Malzew (1930), le premier à décrire l'avoine fut Tournefort qui, en 1700 a établi le genre *Avena*. Les quatre premières espèces du genre *sterilis*, *fatua*, *sativa* et *nuda* ont été décrits par Linnaeus en 1735. Les espèces d'*Avena* sont nombreuses comprennent environ 10 000 espèces, classées dans au moins 700 genres (Menon *et al.*, 2016) comme suit :

<b>Royaume</b>	Plantae : Plants
<b>Super Division</b>	Spermatophyta : Plantes A Graines
<b>Division</b>	Magnoliophyta : Plantes A Fleurs
<b>Classe</b>	Liliopsida
<b>Ordre</b>	Cyperales
<b>Famille</b>	Poaceae
<b>Genre</b>	<i>Avena</i> : Avoine
<b>Espèces</b>	<i>A. Sativa</i> : Avoine Commune, <i>A. Byzantine</i> , <i>A. Fatua</i> , <i>A. Diffusa</i> , <i>A. Orientalis</i>

#### II.4.3. Composition nutritionnelle de l'avoine

Les céréales constituent une part essentielle de l'alimentation humaine, grâce à leur richesse en amidon et une teneur en protéines d'environ 10 %. Elles sont également une source de fibres alimentaires et de micronutriments (vitamines, minéraux, etc.) qui peuvent représenter une part significative des apports nutritionnels conseillés. Malgré ces caractéristiques communes, les céréales présentent des atouts nutritionnels divers en raison de la nature et de la teneur des différents nutriments qui sont présentés dans le **Tableau II** (Luc, 2012).

**Tableau III** : Composition nutritionnelle des flocons d'avoine (**Nihed et al., 2015**)

Composants	Gruau d'avoine (100g)
Energie	
K cal	401
KJ	1678
Glucides (g)	72,8
Protéines(g)	12,4
Huile(g)	8,7
Fibre alimentaire(g)	6,8
P(mg)	380
K(mg)	370
Mg(mg)	110
Ca(mg)	55
Se(µg)	8,6
Fe(mg)	4,1
Zn(mg)	3,3
Niacine(mg)	3,8
Vitamine E(mg)	1,7
Thiamine (mg)	0,50
Cu(mg)	0,23
Vitamine B <sub>6</sub> (mg)	0,12
Riboflavin(mg)	0,10
Acide folique(µg)	60

#### II.4.4. Intérêt thérapeutique de l'avoine

Cette céréale, comme l'avoine, présente une richesse en protéines, minéraux, lipides et polysaccharides à liaison mixte, ce qui en fait une excellente source de fibres alimentaires. De plus, elle contient une variété de phytoconstituants tels que les avenanthramides, les flavonoïdes et les triterpénoïdes, saponines, stérols et tocols qui sont étudiés pour leurs effets bénéfiques sur la santé (**Dagfinn et al., 2011**).

Selon **Rajinder et al. (2013)**, la consommation d'avoine est réputée pour réduire le taux de cholestérol LDL ("mauvais") et pourrait potentiellement réduire le risque de maladies cardiaques. De plus, il a été suggéré que l'avoine peut être utile pour contrôler l'asthme infantile et le poids corporel.

Historiquement, l'avoine a été couramment utilisée dans les bains pour traiter l'insomnie et l'anxiété, ainsi que dans diverses affections cutanées telles que les brûlures et l'eczéma. Les graines d'avoine sont également considérées comme des remèdes populaires contre les tumeurs, tandis que les pailles d'avoine sont réputées pour être utiles dans le traitement du rhumatisme.

Dans la médecine traditionnelle, l'avoine est utilisée pour traiter l'épuisement nerveux, l'insomnie et la faiblesse des nerfs. Elle est considérée comme ayant des propriétés antispasmodiques, anti-tumorales, cyanogénétiques, adoucissantes, diurétiques, neurotoniques et stimulantes. L'avoine présente également diverses activités pharmacologiques, telles que des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, cicatrisantes, immunomodulatrices, antidiabétiques et anti-cholestérolémiantes (**Rajinder et al., 2013**).

# *Partie pratique*

*Chapitre I :*  
*Matériels et méthodes*

## I.1. But et objectif de l'étude

L'étude a été réalisée au niveau de la laiterie la Vallée durant le mois de mars 2023.

Le but du travail est d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique du lait reconstitué pasteurisé partiellement écrémé de cette laiterie pour faire une comparaison avec un lait végétal à base de flocons d'avoine.

## I.2. Présentation de l'entreprise

La SARL (Société à Responsabilité Limitée) de la vallée a été créée par les frères ZEGGANE en 1999. Elle est implantée dans la commune de Tazmalt, à 80 km de la wilaya de Bejaia. Sa mission initiale consistait en la fabrication du lait pasteurisé.

Les micro investissements réalisés par autofinancement lui ont permis de créer en 2005 une fromagerie appelée VALLEE GLACE pour la production des crèmes glacées.

La laiterie la Vallée est équipée d'un laboratoire afin d'effectuer toutes les analyses physico-chimiques et microbiologiques exigées pour garantir une sécurité optimale du consommateur. Cette laiterie a pu satisfaire les besoins de cette région et fournir du lait pasteurisé à partir d'une poudre de lait qui provient de la Nouvelle-Zélande et de la Pologne ainsi que des crèmes glacées avec une production qui arrive jusqu'à 40 000 litres par jour et une production variée de crèmes glacées (24 types de glace).



**Figure 1** : Le lait pasteurisé(a) et Les crèmes glacées(b)(Vallée-glace.com)

## I.3. Préparation des laits

### I.3.1. Le lait reconstitué pasteurisé partiellement écrémé

Le processus technologique de fabrication du lait reconstitué pasteurisé partiellement écrémé consiste à suivre quatre étapes principales montrées dans la **Figure 1**

### - Reconstitution du lait

Cette étape consiste à mélanger l'eau de process avec les deux types de poudres de lait (0% et 26%), dans un circuit fermé couplé avec l'agitation dans les tanks de reconstitution dans le but d'augmenter la dispersibilité et éviter la formation d'agglomérats.

### - Pasteurisation

La pasteurisation est un traitement thermique modéré à des températures inférieures à 100°C, suivi d'un refroidissement rapide, dans le but de détruire les microorganismes pathogènes et réduire la flore banale. La pasteurisation nécessite à la fin du traitement une conservation à froid (4 à 6°C).

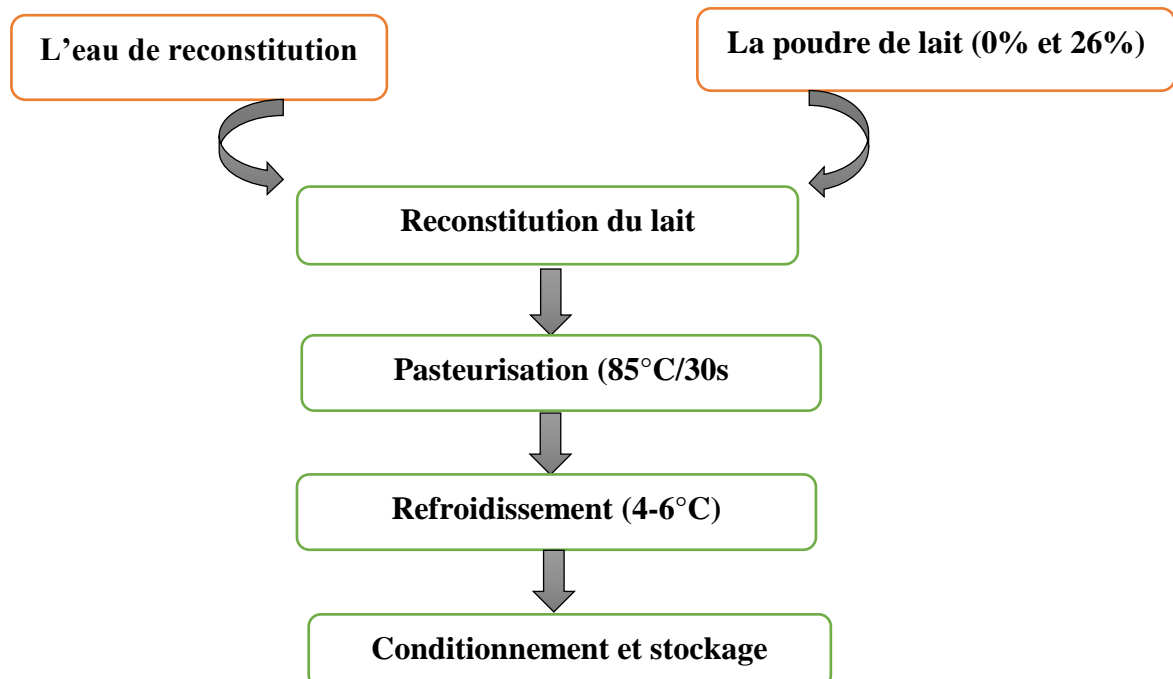
Le lait est conduit vers le pasteurisateur où il est traité à 85°C pendant 25-30 seconde.

### - Refroidissement du lait

Le lait pasteurisé est conduit vers des cuves iso-thermiques pour être refroidi à des températures de 4-6°C, passé par un échangeur à plaque avec un circuit d'eau glacé/lait vers des cuves iso-thermiques où il va se conditionner afin d'éviter le développement des micro-organismes ayant survécu à la pasteurisation.

### - Conditionnement et stockage

Le lait pasteurisé se conditionne dans des tanks de conditionnement puis, est mis dans des sachets de polyéthylène d'un litre, stérilisés par la lumière ultra-violette et stockés à 4-6°C. Il est enfin transporté via des camions frigorifiques et livré le même jour vers les points de ventes.



**Figure 2:** Diagramme de fabrication du lait reconstitué pasteurisé partiellement écrémé

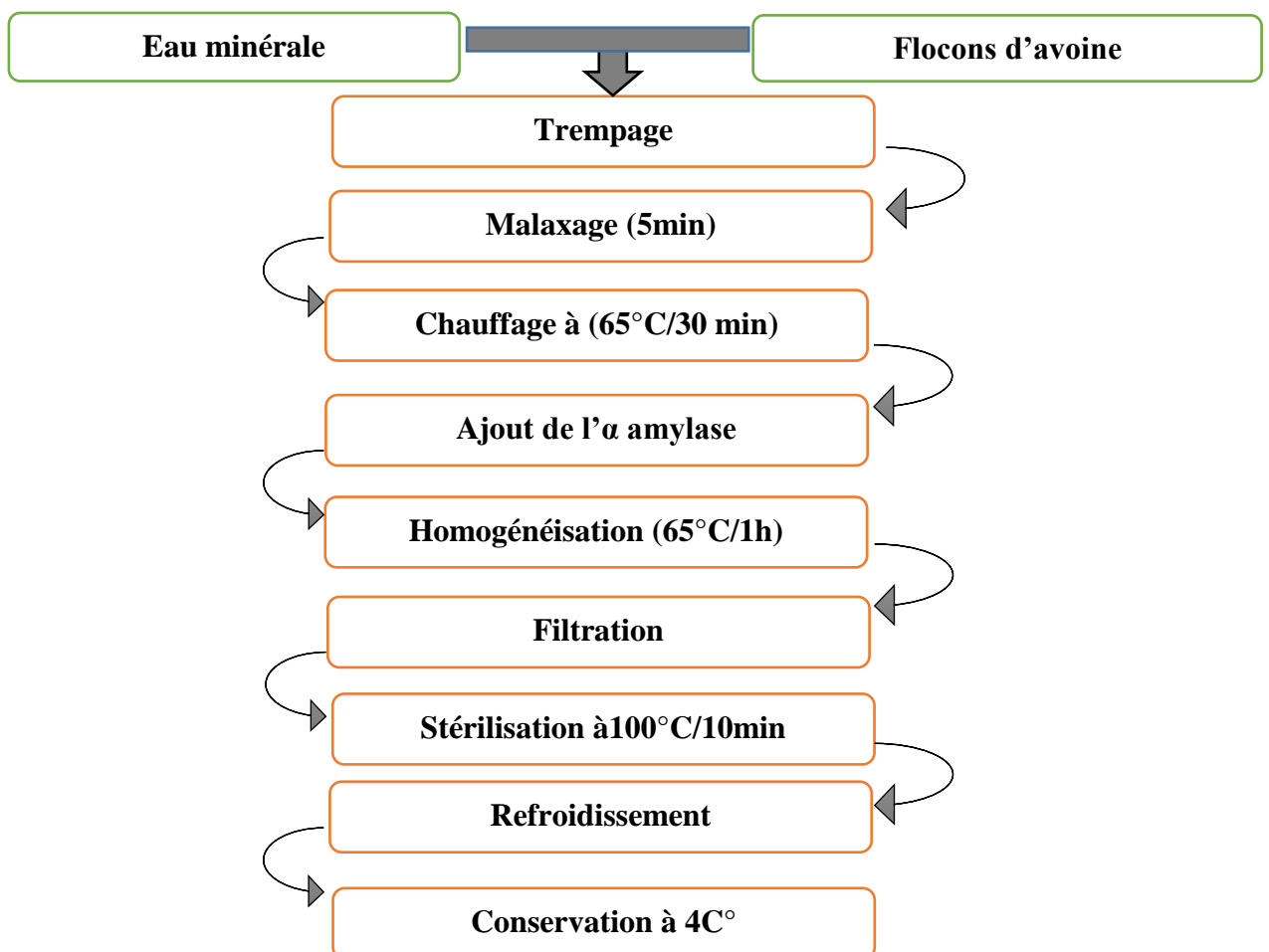


### I.3.2-Préparation du lait végétal à base de flocons d'avoine

La préparation du lait végétal est réalisée au laboratoire en respectant les étapes suivantes :

- Faire tremper 100 g de flocons d'avoine dans 1 litre d'eau minérale pendant 30 minutes ;
- Dans un Blender, mixer le mélange pendant 5 minute puis chauffer à 65°C /30 minute dans un bain marie ;
- Après le chauffage on ajoute 1 millilitre de l' $\alpha$  amylase pour l'élimination d'amidon et éviter la coagulation du lait, puis le remettre dans le bain marie à 65°C pendant une heure pour l'homogénéisation ;
- Filtrer le mélange obtenu à l'aide d'un tissu de filtration et ajouter 1gramme de gros sel pour la conservation ;
- On procède à une stérilisation à 100°C pendant10 minute ;
- Après refroidissement, remplissage et conservation dans des flacons en verre à 4°C.

Les étapes de fabrication du lait végétal sont présentées dans la **Figure 3** :



**Figure 3:** Etapes de préparation du lait végétal à base de flocons d'avoine (Wang *et al.*, 2021)

#### I.4. Analyses physico-chimiques

Des paramètres physico-chimiques sont à vérifier à chaque étape de production du lait reconstitué ; ils sont montrés dans le **Tableau III**.

**Tableau IV:** Analyses physico-chimiques de l'eau de processe, la poudre de lait et le produit fini (lait reconstitué et lait végétal)

<b>Produit Analysé</b>	<b>Analyses Effectuées</b>
<b>L'eau de reconstitution</b>	Titre Hydrométrique Conductivité pH
<b>La poudre du lait</b>	Acidité Titrable Masse volumique Taux de matières grasse Humidité
<b>Le lait reconstitué(produit fini)</b>	Acidité Titrable Taux de Matières Grasses Masse Volumique Extrait Sec Total Test d'ébullition
<b>Lait végétal à base de flocons d'avoine</b>	Acidité Titrable Taux de Matières Grasses Masse Volumique Extrait Sec Total Test d'ébullition

##### I.4.1. Analyses physico-chimiques de l'eau de processe

- Titre hydrométrique

###### Principe

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques essentiellement les ions calcium et magnésium. C'est un titrage du calcium et du magnésium avec une solution de sel dissodique d'acide éthylène diamine tétra-acétique (EDTA) a pH=10, qui réagit avec les ions  $\text{Ca}^{+2}$  et  $\text{Mg}^{+2}$  libres dans une solution et forme un complexe. À l'aide d'un indicateur coloré de noir Eriochrom T(NET),

au point d'équivalent les ions combinés avec l'indicateur provoquent un changement de couleur de rose violette au bleu.

Le titre hydrométrique nous renseigne sur la dureté de l'eau et s'exprime en degré français (°F) (Rodier *et al.*, 2009).

#### Mode opératoire

- Verser 25ml d'eau à analyser dans une fiole et ajuster jusqu'au trait de jauge et le mettre dans Erlen Meyer ;
- Ajouter 2 ml du tampon ammoniacal (pH=10) et une goutte d'indicateur coloré « Noir Erichrome (NET) » ;
- Titrer avec l'EDTA (0,02N) goutte à goutte jusqu'à l'apparition d'une coloration bleue ;
- Prendre le volume (la chute) ;

#### Expression des résultats

La conductivité se mesure selon la formule suivant :

$$TH = V_{\text{Chute}} * 10$$

➤ La conductivité

#### Principe

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique. Elle nous renseigne sur la résistance électrique et la capacité à conduire le courant électrique (Rodier *et al.*, 2009). Cette mesure s'effectue à 20°C en utilisant un conductimètre et qui s'exprime en micro-simenes par centimètre(μS/cm).

#### Mode opératoire

La mesure s'effectue directement avec un conductimètre :

- Plonger l'électrode dans un bécher qui contient l'eau à analyser avec une petite agitation pour homogénéiser le milieu et faire éviter la formation des bulles d'air sur l'électrode,
- S'assurer que l'électrode soit suffisamment immergée dans l'eau,
- Faire la lecture directement sur le conductimètre.

#### Expression des résultats

Lire directement la valeur de la conductivité sur le conductimètre.

➤ Le pH

### Principe

Le potentiel hydrogène est relié à l'activité en protons, qui mesurent la concentration des protons( $H^+$ ) dans une solution aqueuse par deux électrodes immergées à des températures de 20°C (**Rodier et al., 2009**).

### Mode opératoire

- Prolonger l'électrode dans le bécher de l'eau à analyser,
- Faire la lecture directement sur le pH-mètre.

## I.4.2. Analyses physico-chimiques de la poudre de lait

➤ L'acidité\_titrable

L'acidité titrable est mesurée par titrage avec une solution de NaOH 1 N en présence de phénophtaléine et est exprimée en pourcentage d'acide lactique (**El-Hadi et al., 2009**). Elle permet de juger l'état de conservation du lait et est exprimé en degré Dornic (°D).

### Mode opératoire

Mettre 10,52g d'échantillon (poudre de lait) dans un ErlenMeyer et ajuster avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, mélanger et laisser reposer,

- Mettre un Baro-métallique pour l'agitation sur une plaque chauffante menée d'un agitateur,
- Prendre 10 ml du mélange dans un bécher et ajouter 3-4 gouttes de phénophtaléine,
- Titrer avec la soude (NaOH 1/9N) jusqu'à l'apparition de la couleur rose pâle (virage)
- Faire la lecture de la chute de burette.

### Expression des résultats :

L'acidité titrable selon la formule suivante :

$$\text{L'acidité} = V_{\text{chute}} * 10$$

➤ La masse volumique

La masse volumique ou la densité relative est la masse volumique d'une substance à une température divisée sur la masse volumique de l'eau, exprimé en gramme par millilitre ou en kilogramme par litre. Elle est aussi un paramètre qui varie selon la température. Elle est mesurée à l'aide d'un lactodensimètre (**Carole et Vingola, 2002**).



**Figure 4** : Photographie du Lactodensimètre

### Mode opératoire

- Reconstitution de la poudre à 10% de lait (100g de la poudre dégraissée ajustée avec de l'eau jusqu'à 1000ml), dans une fiole.
- Mettre un Baro-métallique dans la fiole et sur une plaque d'agitation (homogénéisation).
- Rinçage de l'éprouvette avec lait reconstitué à 10%, puis verser le lait reconstitué à 10% dans l'éprouvette d'une façon à éviter la formation de mousse ou du bulles d'air jusqu'à débordement.
- Introduire le lactodensimètre dans l'éprouvette et attendre sa stabilité.
- Après la stabilité du lactodensimètre on effectue la lecture directement dans la graduation.
- La masse volumique de la poudre du lait est exprimé en (g/l) et déterminée selon la formule suivant :

$$M_{vp} = m_p / V_p$$

$$V_p = V_T - V_E$$

$$V_E = m_E / M_{vE}$$

**$M_{VP}$**  : masse volumique de la poudre.  **$M_{VE}$**  : masse volumique de l'eau

**$V_E$**  : volume de l'eau.

**$V_P$**  : volume de la poudre.

**$m_E$**  : masse de l'eau.

**$m_P$**  : masse de la poudre

- Détermination du taux de matières grasses

### Principe

Elle est effectuée par la méthode acido-butyrométrique ou la méthode de **GERBER**. Le principe est basé sur une dissolution des protéines en attaque du lait par l'acide sulfurique  $H_2SO_4$  et séparation par centrifugation en présence d'alcool iso-amylique (**El-Hadi et al., 2009**).

Cette mesure s'effectue à 20°C et donne la teneur en matière grasse en gramme /L



**Figure 5** : Photographie du Butyromètre

### Mode opératoire

- Mettre 10 ml d'acide sulfurique dans le butyromètre.
- Ajouter 11ml de lait reconstitué à l'aide d'une pipette de 1ml.
- Ajouter 1ml d'alcool iso-amylique puis boucher le butyromètre.
- Agiter soigneusement jusqu'à la dissolution de la poudre et l'obtention d'un mélange homogène.
- Centrifuger à 1200 g/pendant 10 minute.
- Lire directement la valeur de la matière grasse sur le butyromètre.

### Expression des résultats

Lire directement la valeur de la matière grasse sur le butyromètre. Chaque graduation correspond à 1% de la matière grasse.

- L'humidité

C'est la quantité d'eau dans la poudre de lait.

### Mode opératoire

- Prendre une coupelle, la peser à l'aide d'une balance puis tarer ;
- Ajouter un volume (2g) de lait reconstitué à 10% et l'étaler sur la coupelle ;
- Mettre la coupelle dans une étuve à 105°C+2°C pendant 3 heures ;

- Retirer la coupelle de l'étuve, la mettre dans un dessiccateur pour la laisser refroidir et peser.

### Expression des résultats

L'humidité est calculée selon la formule suivante :

$$H (\%) = (M_1 - M_2) / P * 100$$

H% : Humidité

M<sub>1</sub> : masse de la coupelle avec l'échantillon avant séchage en g

M<sub>2</sub> : masse de l'échantillon après séchage en g

P : masse de la prise d'essai en g.

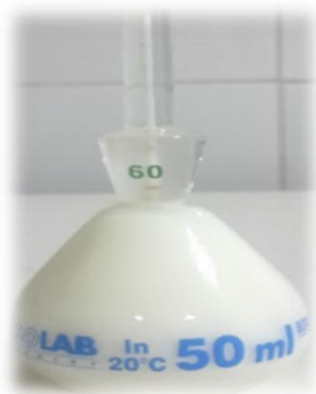
### I.4.3. Analyse physico-chimique du lait reconstitué (produit fini) et du lait végétal

- Le pH et l'acidité ont été déterminés comme décrit précédemment.
- La masse volumique (technique au pycnomètre)

#### Principe

Il suffit de peser au moyen d'une balance de précision le pycnomètre avant et après remplissage pour déterminer par calcul la masse volumique d'un produit liquide.

- Tare du pycnomètre : 33,892
- Volume du pycnomètre : 49,890



**Figure 6:** Photographie du Pycnomètre

#### Mode opératoire

- ◆ Remplir le pycnomètre à ras du produit (lait) et veiller à éliminer les bulles d'air,
- ◆ Mettre le bouchon et placer sur une balance analytique pour le peser.

#### Expression des Résultats

La masse volumique est mesurée en gramme par litre (g/L) selon la formule suivante :

$$M_v (g / l) = \frac{\text{Masse totale} - \text{tare pic}}{\text{Volume pic}}$$

- Teneur en matières grasses

La teneur en matières grasses a été déterminée tel que décrit précédemment.

- L'extrait Sec Total (EST)

La teneur d'extrait sec total ou l'humidité a été déterminée tel que décrit précédemment.

- Test d'ébullition

### **Principe**

C'est la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau qui est 100,5°C (Carole et Vingola, 2002). Il nous renseigne sur la résistance d'un lait à subir un traitement thermique.

### **Mode opératoire**

- Introduire dans un bécher 5 ml du lait à examiner,
- Mettre le bécher dans un micro-onde pendant 2 minute et laisser chauffer.

### **Expression des résultats**

- Si le lait s'écoule, sans laisser de traces de grumeaux ; le lait est donc normal
- Si le lait laisse des grumeaux, ce lait est donc coagulé et n'est pas stable (pas normal).

## **I.5. Analyses microbiologiques du lait reconstitué (produit fini) et du lait végétal)**

A l'unité de la vallée, les analyses microbiologiques du lait reconstitué pasteurisé partiellement écrémé sont faites dans le but de rechercher les germes aérobies, les entérobactéries et les salmonelles.

### **I.5.1. Préparation de l'échantillon pour l'analyse**

- Agitation soigneuse de l'échantillon pour l'homogénéiser avant l'analyse ;
- Nettoyage de la surface du sachet de lait pasteurisé et du flocon de lait végétal par l'éthanol ;
- Ouverture aseptique de l'emballage et manipulation dans une zone stérile.

### **I.5.2. Dénombrement des germes Aérobies**

#### **Mode opératoire**

- Préparation des dilution  $10^{-1}$  jusqu'à  $10^{-4}$  à partir de la solution mère (le lait),
- A partir de la dilution  $10^{-4}$  et l'aide d'une pipette pasteur prélever 1ml et le mettre dans une boîte de pétri,



- Couler la gélose nutritive (ensemencements en masse),
- Incubation à 30C° pendant 24-72 heure.
- Préparation d'un témoin GN.

**Lecteur des résultats :**

Un résultat positif se traduit par la présence de colonies blanches.

**I.5.3. Dénombrement des Entérobactéries****Mode opératoire**

- Prélever 1 ml d'échantillon (la solution mère) à l'aide d'une pipette pasteur et mettre dans une boîte de pétri ;
- Couler la première couche de VRBG et faire des mouvements de 8 pour bien homogénéiser, laisse solidifier (ensemencement en double couche) ;
- Après refroidissement de la première couche de VRBG, couler la deuxième couche et laisser refroidir ;
- Incubation à 37C° pendant 24 heure ;
- Préparation d'un témoin du VRBG.

**Lecteur des résultats**

Un résultat positive se traduit par la présence de colonies roses.

**I.6. Détermination de la teneur des composés phénoliques****I.6.1. Extraction des composés phénoliques**

0,5ml du lait sont macéré dans 9,5 ml d'éthanol (80%) pendant 30 minute sous agitation magnétique. L'extrait est ensuite centrifugé à 5000g pendant 20 minute. Après la centrifugation, on récupère le surnageant qui est filtrée à l'aide d'un papier filtre (papier Watman) (Hosseinian et Mazza, 2009).

**I.6.2. Dosages des composés phénoliques****Principe**

La réaction est basée sur la réduction du mélange d'acide phosphotungstique (H3PW12O40) et d'acide phosphomolybdique (H3PMo12O40) du réactif de Folin-Ciocalteu, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxyde bleu de tungstène (W8O23) et de molybdène (Mo8O23). La présence de carbonate de sodium rend le milieu légèrement alcalin (Vermerris et Nicholson, 2008).

**Mode opératoire**

Une méthode dérivée de Folin-Ciocalteu, selon Singleton, Orthofer et Lamuela-Raventos (1999) a été utilisé : la réaction contenait 50 µl d'extrait éthanolique, 2 ml d'eau distillée eau, 200 µl de réactif de Folin-Ciocalteu et 800 µl de carbonate de sodium (15,9

% p/v). Le mélange réactionnel est chauffé à 50°C pendant 5 min au bain-marie. L'absorbance a été mesurée à 765 nm, l'échantillonnage et les analyses ont été effectués en trois exemplaires (**Cardozo et al., 2010**).

### Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en milligrammes d'équivalent acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS) en se référant à une courbe d'étalonnage réalisée avec l'acide gallique.

### I.7. Détermination de l'activité antioxydante

- Test de piégeage du radical libre DPPH

#### Principe

La réduction du radical DPPH par un antioxydant peut être suivie par spectrophotométrie UV visible, en mesurant la diminution de l'absorbance à 515nm provoquée par la présence des extraits phénoliques. Le DPPH est initialement violet, en présence de composés anti-radicalaires, il est réduit et change de couleur en virant au jaune. Les absorbances mesurées à 517 nm servent à calculer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH, qui est proportionnel au pouvoir anti-radicalaire de l'échantillon (**Mihoubi, 2019**).

#### Mode opératoire

- Introduire dans un tube à essai 1000µl de la solution de DPPH ;
- Ajoutée 600µl d'extrait éthanolique ;
- Après agitation sur vortex, le mélange est incubé à l'obscurité pendant 30 minute à température ambiante ;
- La lecture se fait à l'aide d'un spectrophotomètre à 515nm
- Un mélange du 1000µl (1ml) de solution de DPPH et de 600µl de solvant d'extraction (Ethanol 80%) a été préparé comme échantillon de contrôle.

#### Expression des résultats

L'activité antioxydant (AA) est calculée selon la formule suivante :

$$AA (\%) = [(A_0 - A) / A_0] * 100$$

Avec :

A<sub>0</sub> : Absorbance du contrôle ;

A : Absorbance de l'échantillon.

**I.8. Analyse statistique**

Toute les analyses ont été réalisé en triple et les résultats sont exprimés par la moyenne et écart type. Les résultats ont fait l'objet d'une analyse de la variance(ANOVA) Ainsi qu'une comparaison à l'aide du logiciel XL-STAT 2014.

*Chapitre II :*  
*Résultat et discussion*

## II.1. Analyses physico-chimiques

### II.1.1. Eau de process

Tels qu'il est illustré dans le **Tableau (I)**, les analyses physico-chimiques de l'eau de reconstitution effectuées sont conformes aux normes adoptées par le journal officiel.

Un pH inférieur ou supérieur à 7 rend un aliment ou un liquide trop acide ou trop basique, ce qui perturbe l'équilibre du goût, mène au développement et à la croissance de bactéries, de virus, de champignons, de levures et de parasites.

**Tableau V** : Propriétés physico-chimiques de l'eau de process utilisée

Paramètre	Résultat	Norme d'entreprise
<b>Titre Hydrométrique</b>	36±2	50°F
<b>Conductivité</b>	830±1	1000µs/cm
<b>pH</b>	7,40±0,01	7-8

La conductivité mesurée permet de déterminer dans quelle mesure un aliment peut conduire un courant électrique, qui est liée à la concentration des ions minéraux et en oligo-éléments dissous. Une conductivité élevée indique une contamination chimique et vice versa. Le résultat de la conductivité est dans les normes.

C'est le même résultat pour le titre hydrométrique qui est un indicateur de la minéralisation de l'eau en cations divalents alcalino-terreux susceptibles de précipiter sous forme d'incrustations calcaires et qui peut provoquer un risque sur les canalisations.

Ces résultats sont satisfaisants pour garantir une bonne mouillabilité et la solubilité de la poudre de lait utilisée.

### II.1.2. Les Poudres de lait

Les résultats des analyses des poudres de lait (0% et 26% MG) répondent aux normes adoptées par l'entreprise (**Tableau V**). Une analyse sensoriale est effectuée pour garantir une qualité organoleptique des poudres ; une différence de couleur des deux poudres est expliquée par la teneur en matières grasses, ce qui confère une couleur jaunâtre pour la poudre 26 %.

Tableau VI : Propriétés physico-chimiques des poudres de lait (0 et 26%)

Paramètre	Poudre de lait (0%)	Poudre de lait (26%)	Norme d'entreprise (AFNOR)
Acidité titrable °D	14	14	14-18°D
Masse volumique (g/ml)	1,58	1,36	1,33 – 1,38 (26 %) et 1,50-1,60 (0%)
Matières grasses (g/l)	Tracs	26	
Humidité (%)	3	3	3-4%

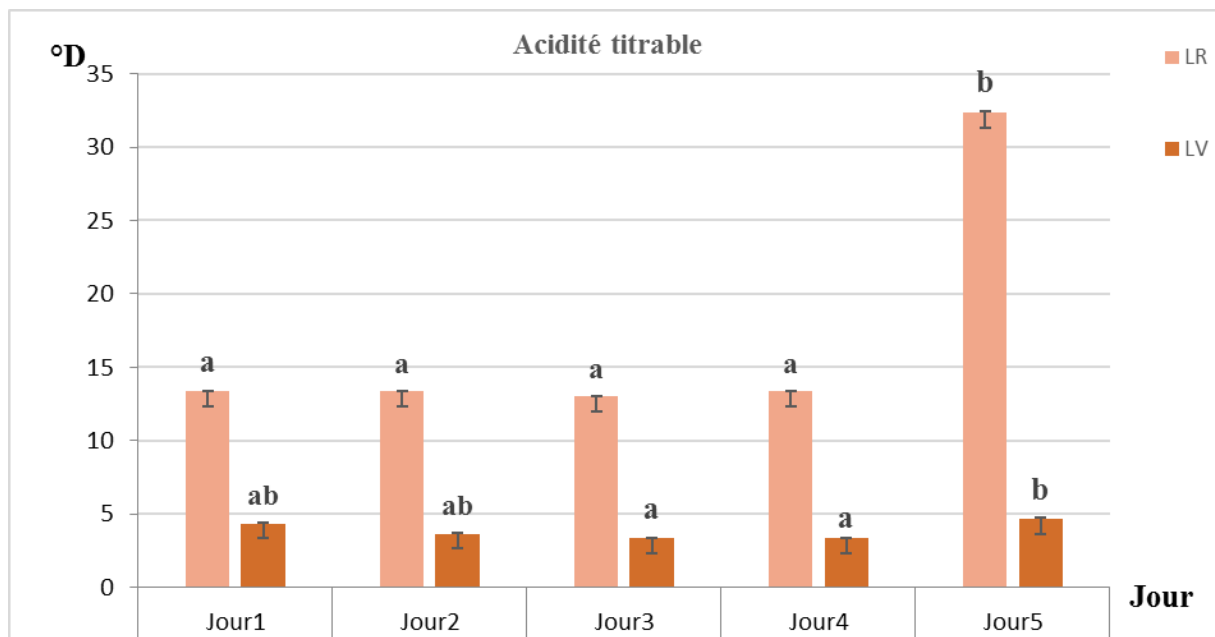
### II.1.3. Propriétés physico-chimiques du lait reconstitué et du lait végétal

#### II.1.3.1. Acidité titrable

L'acidité titrable nous renseigne sur la qualité de l'acide organique présent dans le lait (**Ferhoun, 2010**). Essentiellement d'acide lactique qui augmente pendant l'altération bactérien.

L'acidité du lait pasteurisé analysé est de 14°D. On remarque que quel que soit le jour d'analyse, l'acidité est significativement différente de celle du lait végétal. Cela est dû à la présence du lactose dans le lait reconstitué et qui va être transformé en acide lactique par les bactéries. Cette valeur n'évolue pas de façon significative aux jour 1,2,3 et 4 de la DLC (Date Limite de Consommation). Au jour 5, celle-ci augmente significativement ( $P < 0,05$ ) pour le lait reconstitué. Elle passe de 14°D à 33°D à J<sub>5</sub>, cette augmentation est probablement liée au phénomène d'acidification élevé qui dû à la dégradation du lactose de lait en acide lactique (**El-Hadi et al., 2015**).

Pour le lait végétal, l'acidité est de 4°D à J<sub>1</sub> et J<sub>2</sub>. Cette valeur n'évalue pas de façon significative aux jour 3 et 4 de la DLC (Date Limite de Consommation). Cependant à J<sub>5</sub>, l'acidité augmente significativement ( $P < 0,05$ ). Cette augmentation est probablement liée à l'augmentation de l'activité protéolytique et lipolytique du lait d'avoine qui est dû à la dégradation des protéines et les lipides en acide aminés par les bactéries du lait contaminé.



**Figure 7** : Evolution de l'acidité titrable du lait reconstitué et du lait végétal au cours de la DLC

Nos résultats sont proches avec ceux rapportés par **Jean (2001)** qui a travaillé sur le lait pasteurisé de l'Afrique de l'Ouest. La valeur obtenue est inférieure à celle du lait cru rapportée par **Labioui et al. (2008)**. On peut attribuer cette différence au traitement thermique appliqué au lait et la composition de la matière première.

Pour le lait végétal à base du flocon d'avoine, nos résultats sont différents à celle du lait de soja rapporté par **Bokassa et al. (2011)** avec une valeur d'acidité de 0,14°D. Cela est probablement liée à la différence en composants protéiques entre les laits.

### II.1.3.2 Taux de Matières grasses

Les lipides sont constitués d'un mélange d'acides gras en suspension dans le lait sous forme de gouttelettes, ils forment une émulsion. Ils constituent la partie la plus variable du lait. Leur concentration varie de 10 à 500 g/l suivant les espèces. Ils sont constitués à 99 % de triglycérides (**Vilain, 2010**).

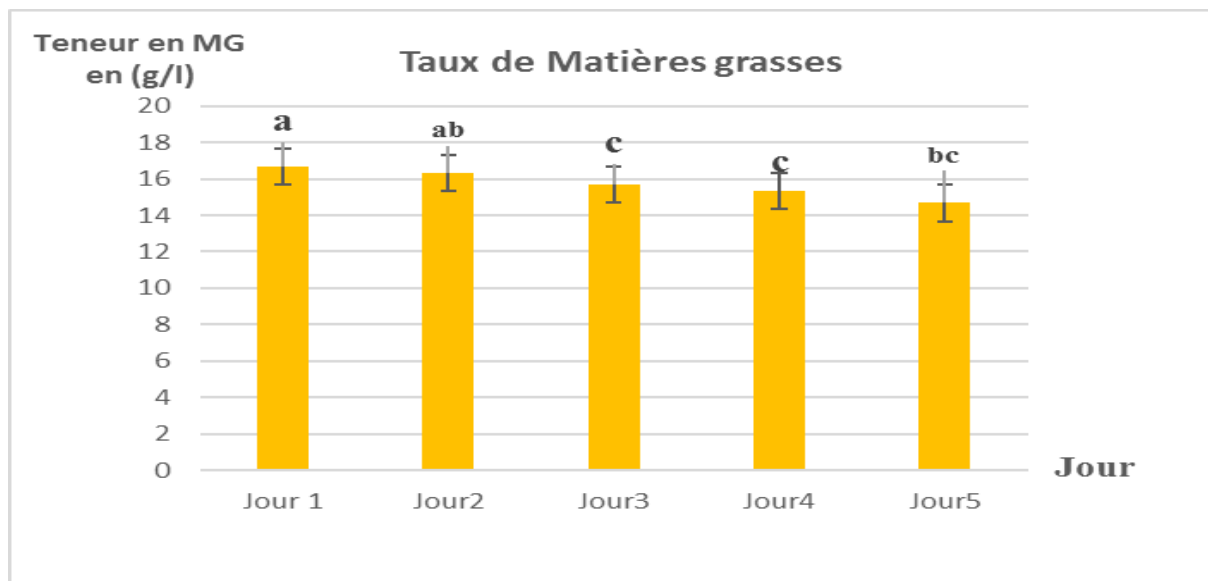
Le lait pasteurisé est un mélange de deux types de poudres du lait de différentes teneurs en matières grasses (0% et 26%), pour donner un lait partiellement écrémé.

La teneur en matières grasses du lait analysé est 17 g/l. Cette valeur se situe dans l'intervalle des normes adoptées par l'entreprise (15 g/l à 18 g/l).

Il y a une différence significative ( $P < 0,05$ ) dans la teneur en matières grasses entre le lait reconstitué et le lait végétal. Cependant, dans le lait végétal, aucune présence de matières

grasses n'a été détectée, probablement en raison de la méthode d'analyse utilisée. Il est possible que la méthode de Soxlet, connue pour être plus efficace pour les échantillons pauvres en matières grasses.

Cependant, il est important de noter que l'absence de détection de matières grasses dans le lait végétal ne signifie pas nécessairement qu'il n'en contient pas du tout. Il est possible que la teneur en matières grasses soit très faible et en dessous du seuil de détection de la méthode utilisée (Sumei *et al.*, 2023).



**Figure 8 :** Evolution de la teneur de matières grasses du lait reconstitué au cours de la DLC

L'analyse de l'ANOVA, prenant la période de stockage comme variable pendant la DLC (Date Limite de Consommation), a montré que la teneur en matières grasses diminue significativement pendant les 5 jours d'analyse. Elle passe de 16,66g/l à J<sub>1</sub> ; 16,33 ; 15,66 ; 15,33 à 14,6 au J<sub>2</sub>, J<sub>3</sub>, J<sub>4</sub> et J<sub>5</sub> respectivement. Ceci montre que le lait pasteurisé a subi une hydrolyse enzymatique des triglycérides par lipases présentes naturellement dans le lait et dont l'activité peut se développer pendant le processus de conservation du lait à froid et entraînent l'apparition de mauvais goûts (goût de rance, amertume) (Chilliard et Lamberet, 1984).

Nos résultats sont supérieurs à ceux du lait pasteurisé (15 g/l) rapportés par El-Hadi *et al.* (2015) et inférieures à celle d'un lait cru (33,45g/l) des vaches de Gharb(Maroc) rapporté par Labioui *et al.* (2009). On déduit que cette différence est due probablement à l'origine du lait et la nature de matières premières utilisées.



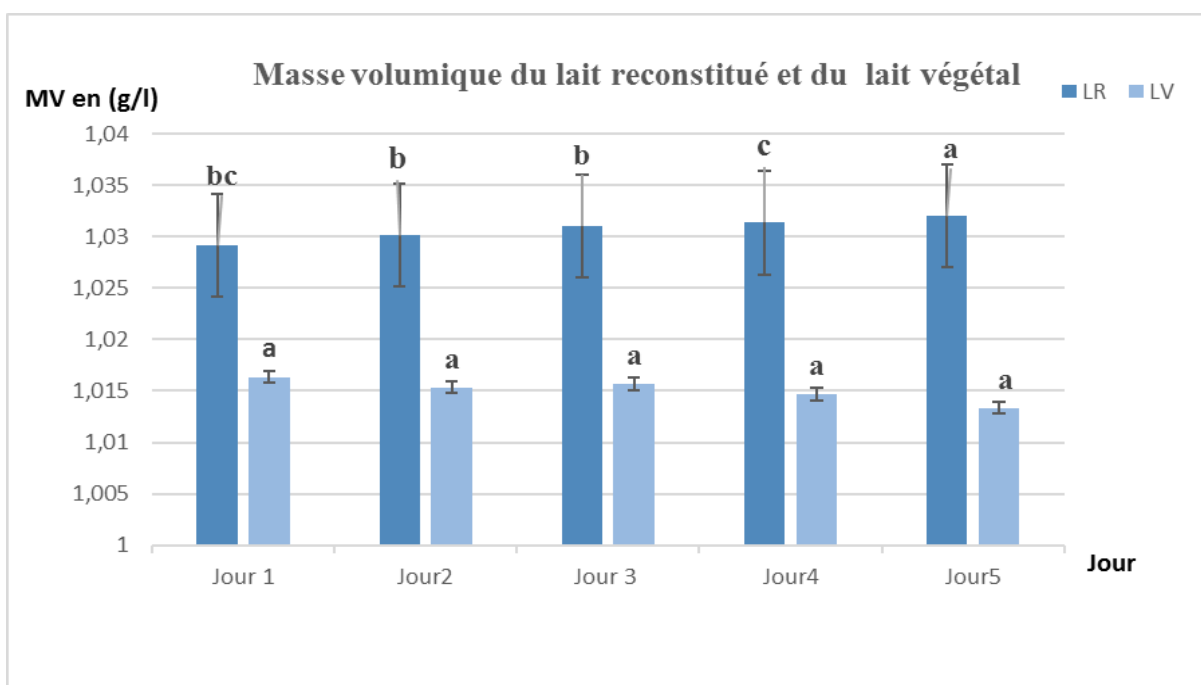
### II.1.3.3. La Masse volumique

La masse volumique d'un liquide est définie par le quotient de la masse d'une certaine quantité de ce liquide divisée par son volume (**Pointurier, 2003**).

D'après les résultats obtenus, la masse volumique du lait pasteurisé est 1,030 g/l. Cette valeur est dans l'intervalle des normes adoptées par l'entreprise (1,028 g/l à 1,036 g/l) et est proche de celle du lait végétal (1,020g/l).

L'analyse de l'ANOVA, prenant la période de stockage comme variable pendant la DLC (Date Limite de Consommation), a révélé que la masse volumique du lait pasteurisé augmente progressivement pendant les cinq jours de conservation à 6°C ; elle passe de 1,029g/l au J<sub>1</sub> à 1,032 g/l au 5<sup>ème</sup>jour de la conservation.

Cependant, ces résultats restent conformes aux norme de l'entreprise. Cette augmentation est expliquée par le fait que le lait pasteurisé commence à devenir un caillé (coagulation) par l'influence de la durée de conservation (**El-Hadi et al., 2015**). Par contre, il y'a pas une différence significative pour le lait végétal pendant les 5 jour d'analyse, cela est probablement dû à l'instabilité du lait végétale causé pas la sédimentation et séparation(décantations) des deux phases du lait provoqué par la gravité et la taille des particules du l'avoine (**Sumei et al., 2023**).



**Figure 9 :** Evolution de la masse volumique du lait pasteurisé et du lait végétal pendant la DLC

Nos résultats sont en accord avec **Labioui *et al.* (2009)** qui ont fait des analyses sur un lait cru des vaches et ont obtenu des valeurs comprises entre 1,028 et 1,033. Ils ont expliqué cela par le fait que la densité dépend de la teneur en matière sèche, en matière grasse et par l'augmentation de la température et des disponibilités alimentaires.

#### II.1.3.4. L'extrait Sec Total

La matière sèche est la fraction massique des substances restantes après dessiccation complète de l'échantillon. Elle est exprimée en pourcentage ou en g/l (**Nongonierma *et al.*, 2006**).

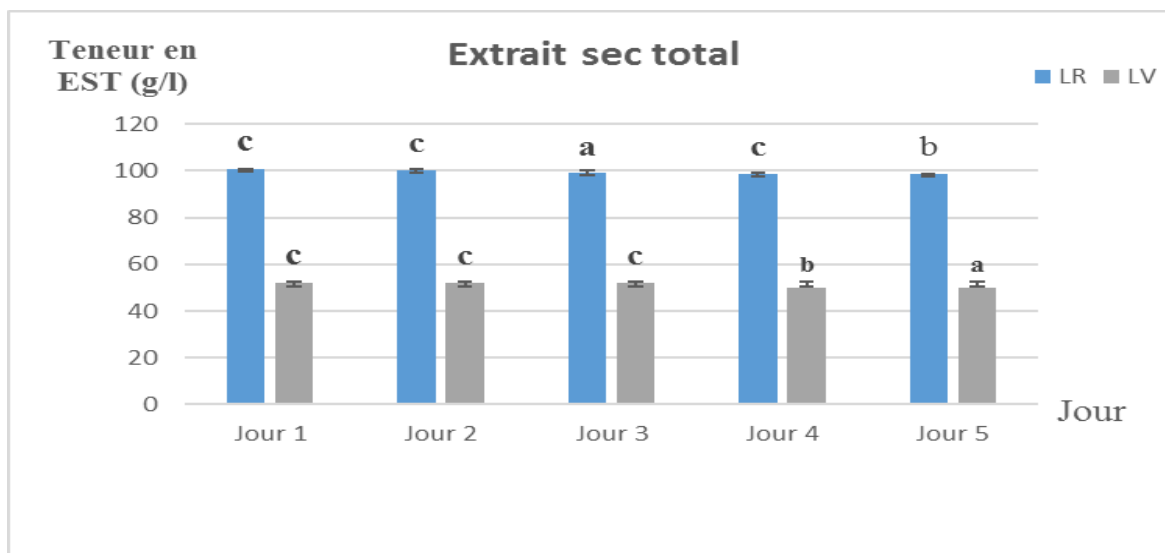
D'après les résultats d'analyses, le taux de matières sèche du lait pasteurisé est 102,67 g/l et se situe dans les normes adoptées par l'entreprise (99+/-4 g/l). Cette valeur est supérieure à celle du lait végétal à base du flocon d'avoine (64,056 g/l).

Ces différences sont dues à la richesse du lait pasteurisé en nutriment et diverses substances par rapport au lait végétal.

L'analyse de l'ANOVA, prenant la période de stockage comme variable pendant la DLC (Date Limite de Consommation) montre que le taux de l'extrait sec total du lait pasteurisé est significativement plus élevée que celui du lait végétal (**Figure 10**).

Pour le lait reconstitué, absence d'une différence significative au J<sub>1</sub>, J<sub>2</sub> qui diminue au J<sub>3</sub> à 99 g/l puis reprend stabilité au J<sub>4</sub>. La valeur diminue pendant les jours de stockage du lait jusqu'à 99,7 g/l au J<sub>5</sub>. Cette diminution peut être expliquée par une lipolyse et une protéolyse provoquées par les bactéries qui se trouvent dans le lait (**El-Hadi *et al.*, 2015**).

Le taux du matières sèches pour le lait végétal ne change pas aux 3 premiers jour d'analyse, puis, diminue significativement à J<sub>4</sub> et J<sub>5</sub> (50,2 g/l et 50,05 g/l) respectivement. Cette diminution peut être explique par une lipolyse et une protéolyse provoqué par les bactéries du lait pendant la conservation (**El-Hadi *et al.*, 2015**).



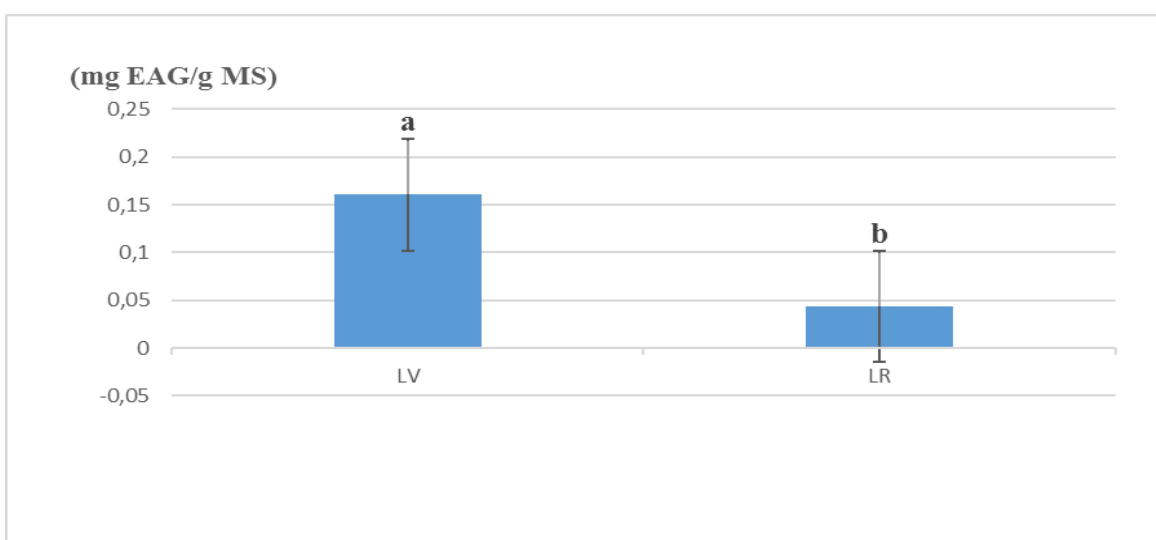
**Figure 10** : Evolution de l'Extrait Sec Total du lait pasteurisé et le lait végétal pendant la DLC

Nos résultats sont inférieurs à celle rapporté par **El-Hadi *et al.* (2015)** sur le lait pasteurisé conditionné. Cette différence peut être expliquée par la différence de la matière première utilisée.

#### II.1.3.5. Teneurs en composés phénolique

Nos résultats ont montré une présence d'une différence significative ( $P < 0,05$ ) de la teneur en composés phénoliques entre les deux échantillons (**Figure 11**). Cette teneur est plus élevée dans le lait végétal préparé à base de flocon d'avoine (0,16 mg EAG/MS) par rapport au lait d'origine animal pasteurisé (0,04 mg EAG/MS).

Cette augmentation du taux de polyphénols dans le lait végétal à base de flocons d'avoine est probablement liée à la richesse des graines d'avoine d'une grande diversité de composés phénoliques et plus spécifiquement d'avenanthramides (**Luc, 2012**).



**Figure 11** : Teneurs en composés phénoliques du lait pasteurisé et du lait végétal

L'avoine est très riche en composés phénolique qui sont : Vanilline, l'acide chlorogénique, l'acide férulique, l'avenanthramide C, l'avenanthramide A et l'avenanthramide B (Li-tao *et al.*, 2014).

Les composés phénoliques du lait sont : les phénols simples (phénol, crésol, éthylphénol, propylphénol), des diphénols (dérivés du catéchol), des composés en C<sub>6</sub>-C<sub>2</sub> (acide phénylacétique ou acétovanillone), les flavonoïdes et isoflavones (Besle *et al.*, 2004).

### II.1.5. Activité antioxydante des laits

D'après les résultats obtenus (Figure 12), le pourcentage d'inhibition du radical DPPH le plus important est enregistré pour le lait pasteurisé (16,57%).

Antonie (2016) a montré que tous les produits laitiers contiennent des composés antioxydants dans des proportions variées dépendant des matrices et des procédés technologiques appliqués.

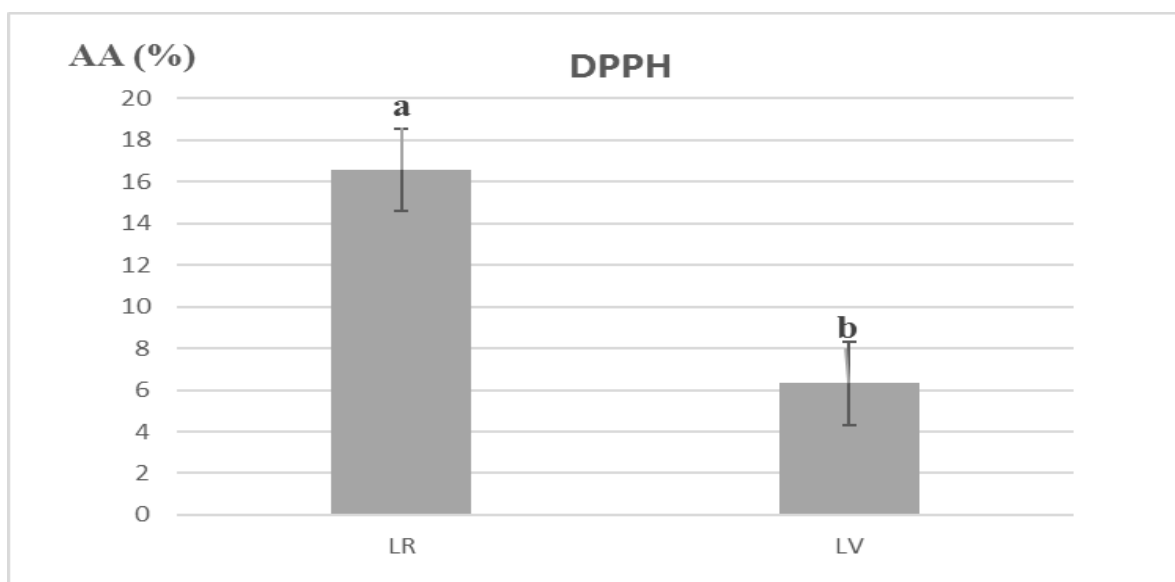


Figure 12 : Activité Antioxydante du lait reconstitué et du lait végétal

La teneur plus élevée des antioxydants dans le lait pasteurisé est probablement liée à la présence des matières grasses et la présence des antioxydants lipophile piégés dans les globules gras (Antonie, 2016). Les caséines présentent également un potentiel antioxydant élevé.

## II.2. Analyses microbiologiques des laits

### II.2.1. Résultats microbiologiques d'eau de reconstitution

Les résultats d'analyses microbiologique d'eau de processe utilisé pour la fabrication du lait reconstitué pasteurisé sont illustré dans le tableau suivant :

**Tableau VII** : Propriétés microbiologique d'eau de process

Germe recherché	Résultats	Norme (*)
Coliforme totaux	Abs	Absence dans 250ml
Escherichia coli	Abs	Absence dans 250ml
Entérocoque	Abs	Absence dans 250ml
Pseudomonas	Abs	Absence dans 250ml

(\*) : JORA N°39 du 2 juillet 2017

Les résultats obtenus sont conformes aux normes adoptées par l'entreprise. Cela prouve le respect des conditions d'hygiène et de production et confirme la bonne qualité microbiologique de l'eau utilisé par l'entreprise la Vallée.

### II.2.2. Résultats microbiologiques de la poudre du lait

Les résultats d'analyses microbiologiques des poudres du lait (0% et 26%) utilisé à l'unité de la Vallée sont illustrés dans le tableau suivant :

**Tableau VIII** : propriétés microbiologiques de la poudre du lait (0% et 26%)

Germes Recherché	Résultat	Norme( *)
Entérobactérie	Abs	10 à 10 <sup>2</sup> UFC/g
Staphylocoques à coagulase +	Abs	10UFC/g
Salmonella	Abs	Absence dans 25 g

(\*) : JORA N°39 du 2 juillet 2017

Comme le montre le tableau, les résultats de dénombrements des Entérobactérie, Staphylocoques à coagulase + et Salmonella sont conformes aux normes adoptée par l'entreprise de la Vallée. Donc du point de vue microbiologique, la poudre du lait utilisé est de bonne qualité microbiologiques.

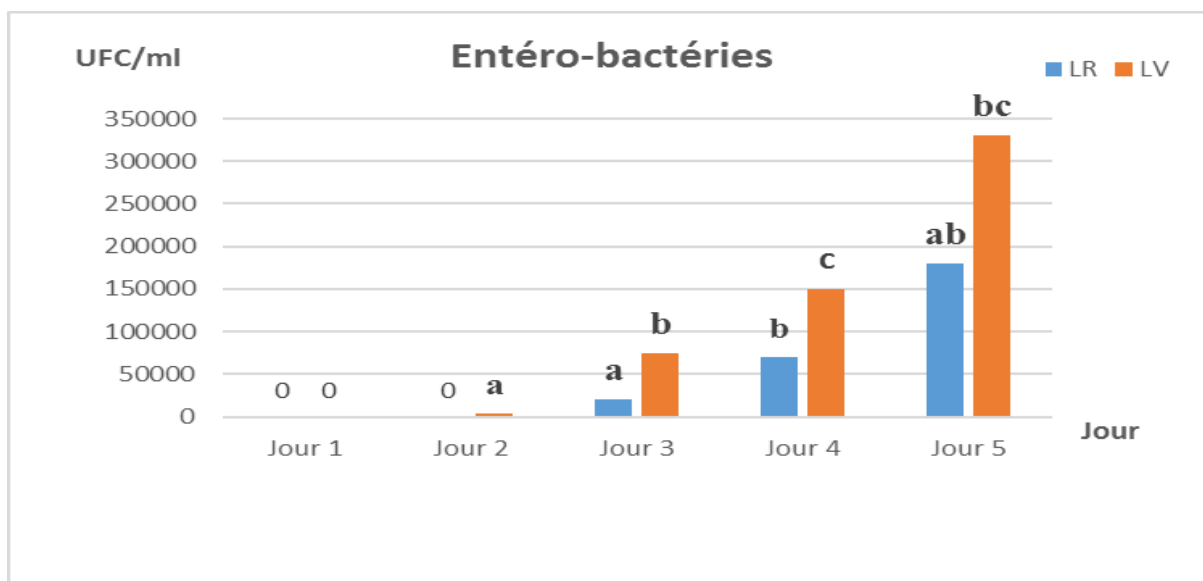
### II.2.3. Résultats d'analyse microbiologiques du lait reconstitué et de lait végétal

#### II.3.3.1. Évolution des Entérobactéries du lait reconstitué et du lait végétal pendant la DLC

Nos résultats ont révélé une différence significative ( $P < 0,05$ ) du nombre d'Entérobactéries entre les deux échantillons de lait. L'analyse des résultats obtenus (**Figure 13**), nous permet de noter la présence d'entérobactéries, qui sont initialement absent à J<sub>1</sub>, J<sub>2</sub> pour le lait reconstitué et absent à J<sub>1</sub> pour le lait végétal.

Une augmentation significative du nombre d'entérobactérie a été enregistrée pour le lait végétal (de  $4.10^3$  à  $15.10^3$  UFC/ml à J<sub>2</sub> et J<sub>4</sub> respectivement) avec une élévation plus considérable à J<sub>5</sub> ( $33.10^3$  UFC/ml). Cette augmentation est probablement liée à une altération et une contamination bactérien du lait végétal.

Pour le lait reconstitué, on note une augmentation significativement de nombre d'Entérobactéries (de  $20.10^3$  à  $70.10^3$  UFC/ml à J<sub>3</sub> et J<sub>4</sub> respectivement). Avec une élévation considérable au dernier jour de stockage. Cette augmentation est probablement liée à altération du lait par la flore banale du lait due aux condition du stockage.



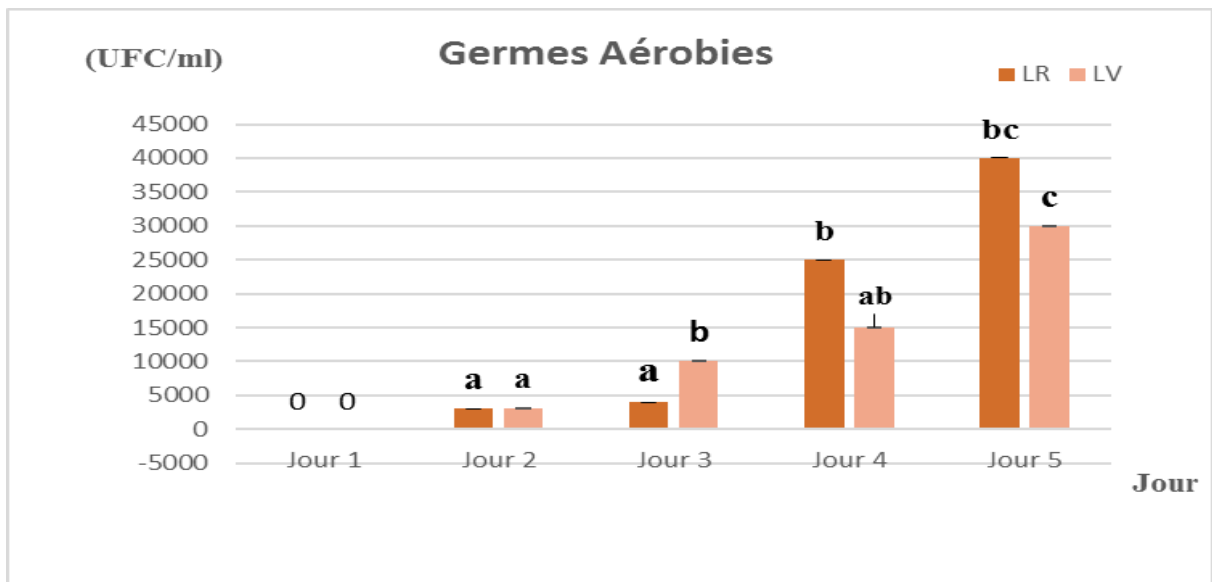
**Figure 13** : Evolution des Entérobactéries du lait reconstitué et du lait végétal pendant la DLC

Nos résultats sont en accord avec ceux sont rapporté par **El-Hadi (2015)** sur le lait reconstitué pasteurisé et ont expliqué que la température de réfrigération n'exerce pas d'effet sur la croissance des bactéries et leur nombre augmente avec l'augmentation de la durée de stockage.

### II.3.3.2. Evolution des Germes aérobie du lait reconstitué et du lait végétal pendant la DLC

Nos résultats révéle une différence significative ( $P < 0,05$ ) du nombre des Germes aérobie entre les deux échantillons de lait. L'analyse des résultats obtenus (**Figure 14**), nous permet de noter la présence des Germes Aérobie, qui sont initialement absent au J<sub>1</sub> pour les deux laits.

Une augmentation significative du nombre des germes aérobies à J<sub>2</sub> pour les deux laits ( $3.10^3$  UFC/ml). Une élévation considérable au jour suivant de stockage du lait pasteurisé (de  $4.10^3$  à  $25.10^3$  UFC/ml à J<sub>3</sub> et J<sub>4</sub> respectivement). Jusqu'à un nombre très élevé au dernier jour de stockage ( $40.10^3$  UFC/ml). Le nombre des bactéries augmente quand la durée du stockage est plus long (**El-Hadi et al., 2015**).



**Figure 14** : Evolution des Germes Aérobie du lait reconstitué et du lait végétal pendant la DLC

Une augmentation significative du nombre des germes aérobies dans le lait végétal à J<sub>3</sub> ( $10 \cdot 10^3$  UFC/ml). Le nombre des germes aérobie augment considérablement (de  $15 \cdot 10^3$  à  $30 \cdot 10^3$  UFC/ml à J<sub>4</sub> et J<sub>5</sub> respectivement). Plus la durée de stockage est longue plus le nombre des bactéries augmente.

Ces résultats microbiologiques montrent que le lait pasteurisé a le nombre le plus élevé de contamination d'entérobactéries et de germes aérobie par rapport au lait végétal est expliqué par l'acidification du lait par la production d'acide lactique qui abaisse le pH du milieu ce qui favorise la croissance bactérienne (El-Hadi *et al.*, 2015).

# *Conclusion*



## Conclusion

Le but de ce travail est de suivre la qualité physico-chimique et microbiologique du lait pasteurisé de la Vallée et le lait végétal à base de flocons d'avoine.

Les analyses physico-chimique ont montré une différence significative de l'acidité titrable des deux laits, liés à la pauvreté du lait d'avoine en lactose. Cette caractéristique fait de ce lait une excellente alternative aux consommateurs ayant une intolérance au lactose. La teneur en matières grasses du lait pasteurisé partiellement écrémé est acceptable par rapport à la teneur non détectée du lait végétal.

L'étude de l'impact du stockage à 6°C sur les paramètres physico-chimique pendant la date limite de consommation de ces laits a révélé que l'acidité lactique par les bactéries et une protéolyse du lait végétal qui libère des acides aminés.

La teneur en matières grasses diminue pendant le stockage suite à la lipolyse des lipides par les lipases du lait. La masse volumique du lait pasteurisé diminue pendant le stockage en raison de la coagulation du lait, tandis que celle du lait végétal reste stable.

La teneur en composés phénolique est plus élevée dans le lait végétal à base de flocons d'avoine par rapport au lait pasteurisé, tandis que l'activité antioxydante du lait pasteurisé est supérieure.

Le dénombrement des entérobactéries et les germes aérobies pendant la date limite de consommation montre que le nombre de bactéries viables est toujours plus élevé ( $P < 0,05$ ) au dernier jour de la DLC pour les deux laits, ce qui suggère une stimulation de la croissance des bactéries lactiques du lait pasteurisé et une contamination du lait végétal.

En conclusion, la stabilité de lait pasteurisé et le lait végétal à base de flocons d'avoine dépend de la stabilité des paramètres physico-chimiques et microbiologiques des laits pendant le stockage et la conservation à 6°C ainsi le respect de leur date limite de consommation.

*Références  
bibliographique*

## Références bibliographiques

### A

Alain, B. (2010). La mise en marché du lait ici comme ailleurs.

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 In VIGNOLA C.L, Science et technologie du lait –Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN:3-25-29 (600 pages).

ALGERIE ECHO., (2018). L'ONIL : Les algériens consomment annuellement 55 litre de lait, en plus de la moyenne mondiale. <https://www.algerie-eco.com/>

### B

Bababode Adesegun, K., Panghalb, A., Gargb, M.K., Sharmac, P., & Chhikarad, N. (2020). Vegetable milk as probiotic and prebiotic foods. In Advances in Food and Nutrition Research,(94), 1043-4526. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2020.06.003>

Bénédicté, N. (2012). Le lait : produit, composition et consommation en France. Cahiers de nutrition et de diététique (47), 242-249. doi:10.1016/j.cnd.2012.04.001

Ben Halima, N., ben saad, R., khemakhem, B., frendri, 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.

Boultif, L. (2015). Detection et quantification des résidus de terramycine et de pénicilline dans le lait de vache par chromatographie liquide haute performance (HPLC). Thèse de doctorat. Université Des Frères Mentouri De Constantine, Institut Des Sciences Vétérinaires. Hygiène des denrées alimentaires d'origines animales.113p.

### C

Cardozo, M. L., Ordoñez, R.M., Zampini, I. C., Cuello, A. S., Dibenedetto, G., & Isla, M. I. (2010). Evaluation of antioxidant capacity, genotoxicity and polyphenol content of non conventional foods:Prosopis flour. Food Research International, 43(5), 1505–1510. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.04.004>

Carole et Vignole l., 2002. Science et technologie du lait. Ecole polytechnique de Monreale.

Chilliard, Y, Lamberet, G .1984. La lipolyse dans le lait : les différents types, mécanismes, facteurs de variation, signification pratique. Le Lait 64 (645\_646). pp.544-578. <https://hal.science/hal-00929034>

## Références bibliographiques

Christian Mboya, J., 2001. Le lait pasteurisé. Petites unités de transformation et agents de développement rural.

### *D*

Dagfinn, A., S M Chan, D., Laun, R., Rui Vieira, Greenwood, D., Kampman, E., Teresa, N. (2011). Dietary fibre, whole grains, and risk of colorectal cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies.20p. doi: 10.1136/bmj.d6617.

Djermoun., A., 2009. La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. Hassiba Benbouali University of Chlef.

Dupont, C., J.-P. Chouraouib, D., de Boissieu, A., Bocquet, J.-L., Bressona, A., Briend, D., Darmaune, M.-L., Freluta, J., Ghisolif, J., Girardet, O. Gouleta, R., Hankardh, D., Rieui, J., Rigoj, M., Vidailhet, D. (2010). Dietetic treatment of cow's milk protein allergy. Archives de Pédiatrie 2011; 18, 79-94. 10.1016/j.arcped.2010.08.029

### *E*

El-Hadi, D., Azzouz, A. et Chachoua, F. (2015). Etude De La Qualité Physico-Chimique Deux Types De Lait Reconstitués (Pasteurisé Et Stérilisé). Revue Agrobiologia. Volume 5(2).

### *F*

Fernand L. 2013. Vegetarian diet. Médecine des maladies Métaboliques : Vol. 7 - N°2.

### *G*

Guéguen, J., walrand, S. et Bourgeois, O. (2016). Les protéines végétales : contexte et potentiel en alimentation humaine. Cahiers de nutrition et de diététique. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cnd.2016.02.001>

Groupe d'étude des marchés de restauration collective de nutritionn. (2009). Lait et produits laitiers. Spécification technique de l'achat public n° B3-4-76. [http://www.minefe.gouv.fr/directions\\_services/daj/guide/gpem/table.html](http://www.minefe.gouv.fr/directions_services/daj/guide/gpem/table.html).

### *H*

Hosseinian F.S., Beta T., 2009. Patented techniques for the extraction and isolation of secoisolariciresinol diglucoside from flaxseed. Recent Patents Food Nutr. Agric., vol. 25, pp. 25– 31.

### *J*

Jean. C & Dijon. C. (1993). Au fil du lait. ISRN2-86621-17-3

Journal Officiel De La République Algérienne., (2016). Arrêté interministériel du 2 Moharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires. N° JORA : 39 du 02/07/2017.

### *L*

Labioui, H., Laarousi, E., BENZAKOUR, A., EL YACHIOUI, M., BERNY, EL.et Ouhssine, M. (2008). Étude Physicochimique Et Microbiologique De Laits Crus. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux 148, 7-16

Lachaux A. 2019. L'intolérance au lactose. Un modèle pour comprendre la malabsorption des sucres chez l'enfant et chez l'adulte. Revue française d'allergologie 59, 210–211.

Li-Tao, T., Zhong, K., Liu, L., Guo, L., Cao, L., et Sumei, Z. (2014). Oat oil lowers the plasma and liver cholesterol concentrations by promoting the excretion of faecal lipids in hypercholesterolemia rats. Food Chemistry 142. 129–134.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.028>

### *M*

Mescle, J.F., et Zucca, J. (1996). Les Facteurs du Développement ; in : "Microbiologie Alimentaire, Tome 1 : Aspects Microbiologiques de la Sécurité et de la Qualité des Aliments. Technique & Documentation, 2ème Ed., Lavoisier, Paris

Mihoubi, M. (2019). Formulation et caractérisation d'un yaourt supplémenté de la poudre de graines de lin. Thèse de doctorat. Ecole nationale supérieure d'agronomie - el harrach-alger.p 117.

### *N*

Nongonierma, A.B., Springett, M., Le Quéré, J.L., Cayot, P. & Voilley A. (2006). Flavour release at gas/matrix interfases of stirres yoghurt models Dairy Jouenal ; Dijon-France. P 16, 1

### *P*

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

## Références bibliographiques

Punia, S., kawaljit singh, S., bala dhull, S., kumar siroh, A., singh purewal, S., maninder, K. & kashif kidwai, M. (2020). Oat starch: Physico-chemical, morphological, rheological characteristics and its applications - A review. International Journal of Biological Macromolecules 154, 893-498. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.03.083>

### U

Ulrike, G. (2016). Qualité nutritionnelles du lait et les boissons végétales: différences et similitudes. Swissmilk. [www.swissmilk.ch](http://www.swissmilk.ch)

### R

Rajinder, S., Subrata, D., & Belkheir, A .2013. Avena sativa (Oat), A Potential Nutraceutical and Therapeutic Agent: An Overview. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 1549-7852. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.526725>

Rasolofo E.A. (2010). Analyse du microbiot du lait par les méthodes moléculaires. Thèse de doctorat (Ph. D) de l'Université de Laval, Québec, Département des sciences des aliments et de nutrition, pp155.

Ravi, M., Gonzalez, T., Ferruzzi, M., Jackson, E., Winderl, D., Watson, J. (2016). Oats—From Farm to Fork. Advances in Food and Nutrition Research, Volume 77, p 47. <http://dx.doi.org/10.1016/bs.afnr.2015.12.001>

Renard, J. (2014). A propos du lait cru. Lait et produit laitiers .63p

Rodier, J., Legube ,B., Merlet, N. & coll. 2009. L'analyse de l'eau. 9e édition. Dunod, Paris.p1511.

### S

Saulnier, L.2012. Les grains de céréales : diversité et compositions nutritionnelles. Cahiers de nutrition et diététique 47, S4-S15.

Singh, R., Subrata, D., and Belkheir, A. (2013). Avena sativa (Oat), A Potential Nutraceutical and Therapeutic Agent: An Overview. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 53:2, 126-144. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107311>

Sumei, Z., Qiuju, J., Lulu, C., Ying Dai., Ruoning, L., Tang, T. & Jing Lu. (2023). Physical-chemical and sensory quality of oat milk produced using different cultivars. Foods. 12, 1165. <https://doi.org/10.3390/foods12061165>

### T

Tong, L.-T.; Liu, L.-Y.; Zhong, K.; Wang, Y.; Guo, L.-N.; Zhou, S.-M. Effects of Cultivar on Phenolic Content and Antioxidant Activity of Naked Oat in China. *J. Integr. Agric.* 2014, 13, 1809–1816.

### V

Vallée-glace.com

Vázquez, M., de Rojas, N., Remes trochec, R., adamea, C., Ruíz, R., Dominguez, U. (2020). The importance of lactose intolerance in individuals with gastrointestinal symptoms. . *Revista de Gastroenterología de México* 85(3):321---331. <https://doi.org/10.1016/j.rgmx.2020.03.002>

Vermerris, W., Nicholson, R. (2008). Biosynthesis of Phenolic Compounds. In: *Phenolic Compound Biochemistry*. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5164-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5164-7_3)

Vilain A-C., 2010. Qu'est-ce que le lait ? *Rev Fr Allergo. ELSEVIER.* 50(3): 124-7

Vignola C. (2002). *Science et Technologie du Lait Transformation du Lait*. Edition Presses Internationales Polytechniques, Canada. pp :3-75

### X

Xin Wang, Aiqian Ye, Anant Dave, Harjinder Singh. 2022. Structural changes in oat milk and an oat milk–bovine skim milk blend during dynamic in vitro gastric digestion. *Food Hydrocolloids*.124, 107311. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107311>

### Y

Yobouet bassa, A. (2016). Contamination du lait cru et de l'attiéké vendus sur les marchés informels à Abidjan (Côte d'Ivoire) par le groupe *Bacillus cereus* et analyse des risques. Thèse de doctorat. *Sciences et Technologies des Aliments, Microbiologie et Biologie Moléculaire* (Vol.15, pp.8-13).





## Résumé

L'étude a porté sur la qualité physico-chimique et microbiologique du lait pasteurisé et du lait végétal à base de flocons d'avoine pendant le stockage à une température de 6°C. Les échantillons ont été évalués en termes de teneur en composés phénoliques et d'activité antioxydante pendant leur durée de conservation. Les résultats ont montré que l'acidité titrable et la densité variaient significativement pendant le stockage. Pour le lait pasteurisé, l'acidité titrable est passée de 14°D à 33°D, et la densité de 1,029 g/l à 1,032 g/l, respectivement. Pour le lait végétal, l'acidité titrable est passée de 4°D à 5°D, avec une densité stable pendant les 5 jours de stockage. De plus, la teneur en matières grasses a diminué de manière significative au cours de ces 5 jours. Le taux d'extrait sec total a également diminué, et le lait végétal présentait une teneur en phénols plus élevée par rapport au lait pasteurisé (0,15 mg et 0,05 mg d'EAG/MS, respectivement). L'activité antioxydante était significativement plus élevée dans le lait pasteurisé que dans le lait végétal (16% vs 6%, respectivement). Les niveaux d'entérobactéries et de germes aérobies ont augmenté de manière significative pendant les 5 jours de stockage pour les deux types de lait. La stabilité du lait pasteurisé et du lait végétal pendant le stockage dépend de la stabilité des paramètres physico-chimiques et microbiologiques, ainsi que du respect de la date limite de consommation.

**Mots clés** : lait pasteurisé, flocons d'avoine, stockage, qualité physicochimique, qualité microbiologiques

## Abstract

The study focused on the physicochemical and microbiological quality of pasteurized milk and oat-based plant milk during storage at a temperature of 6°C. The samples were evaluated for phenolic compound content and antioxidant activity throughout their shelf life. The results demonstrated significant variations in titratable acidity and density during storage. For pasteurized milk, titratable acidity ranged from 14°D to 33°D, and density ranged from 1.029 g/l to 1.032 g/l, respectively. In the case of oat-based plant milk, titratable acidity changed from 4°D to 5°D, with stable density over the 5-day storage period. Additionally, the fat content exhibited a significant decrease during the 5-day period. The total solid content also decreased, and oat-based plant milk had a higher phenol content compared to pasteurized milk (0.15 mg and 0.05 mg of GAE/MS, respectively). The antioxidant activity was significantly higher in pasteurized milk compared to oat-based plant milk (16% vs. 6%, respectively). The levels of enterobacteria and aerobic germs increased significantly during the 5-day storage period for both types of milk. The stability of pasteurized milk and oat-based plant milk during storage depends on the stability of physicochemical and microbiological parameters, as well as adherence to the expiration date.

**Keywords:** pasteurized milk, oat flakes, storage, physicochemical quality, microbiological quality