



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la

Recherche Scientifique

Université Chadli Bendjedid El-Tarf

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des sciences Agronomiques–Filière Sciences alimentaires

Master académique en Sécurité Agroalimentaire et Assurance Qualité

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master académique

Filière: Sciences alimentaires

Spécialité: Sécurité Agroalimentaire et Assurance Qualité

Thème

Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et microbiologiques de quelques marques de laits pasteurisés et de laits U.H.T. commercialisés dans la wilaya d'El-Tarf

Présenté par: M^{elle} Khouri Salima

Soutenu devant le jury :

Présidente: M^{me} Benrachou Nora MCA Université Chadli Bendjedid-El-Tarf

Examinatrice: M^{me} Samar Nedjma MAA Université Chadli Ben djedid-El-Tarf

Promotrice: M^{me} Bencheikh Amel MAA Université Chadli Ben djedid-El-Tarf

Année universitaire: 2024-2025





Dédicace

Je dédie ce modeste travail à toutes les personnes qui me sont chères :

A mes très chers parents,

Mon père adoré et ma mère chérie, qui ont toujours été à mes côtés et cru en mes potentialités, sans oublier leur inspiration pour la persévérance et la quête de la réussite.

Mes parents qui m'ont toujours soutenu et étaient ma force motrice, pour travailler avec plus de courage et de persévérance et envers qui j'éprouve un profond respect.

A mes précieux et adorables frères que Dieu les protège: Radouane, Mourad, Soufiane, Hichem.

A mes sœurs bien aimées : Soumia ,Hadjer, Zohour.

A mes cousins, qui ont, toujours, été à mes côtés et m'ont soutenu.

A mes cher(e)s ami(e)s : Chourouk, Kholoud, Narimen et Slimen .

A tous mes collègues de la promotion Master 2 Sécurité Agroalimentaire et assurance Qualité, 2024/2025.

Salimà





Remerciements

Avant toute chose, je remercie « Allah » qui m'a donné la patience, le courage et la Volonté de mener à terme ce modeste travail.

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

Mes sincères remerciements sont adressés à M^{me} Bencheikh Amel, pour avoir accepté d'encadrer ce travail et avoir dirigé cette étude, par ses Conseils, ses encouragements, ses connaissances et sa patience.

Mes remerciements sont, également, adressés aux membres du jury, M^{me} Samar Nedjma et M^{me} Benrachou Nora, pour avoir accepté d'accorder un peu de leur précieux temps à la lecture et à l'évaluation de ce modeste travail.

Mes remerciements vont également à M^{me} Saliha et M. Riad, pour l'accueil qu'ils m'ont réservé dans Le Laboratoire de Répression des Fraudes et de Contrôle de la Qualité d'El Bouni-Wilaya de Annaba

A l'ensemble des enseignant(e)s de la Faculté S.N.V., en particulier celles et ceux du département des sciences agronomiques, qui ont veillé à notre formation scientifique

Finalement, je remercie toutes celles et tous ceux qui ont contribués, de près ou de loin, à L'accomplissement de ce mémoire de fin d'étude.



Résumé :

Le lait est un aliment complet et riche en plusieurs éléments nutritifs, ce qui le rend susceptible d'être facilement contaminé et altéré par les microorganismes.

Les résultats des analyses physicochimiques des laits pasteurisé et laits UHT ont montré une conformité générale des laits étudiés étaient au normes internationale .Cependant, l'acidité du lait Obeï (19 °D) dépassait légèrement la norme (≤ 18 °D), ce qui pourrait être lié à un stockage prolongé ou à une teneur en protéines plus élevée.

Quant aux analyses microbiologiques, les laits pasteurisés (Bousbia et Edough) affichaient des charges en germes totaux qui étaient largement inférieures à la norme algérienne (10^4 - 10^5 UFC/ml), Pour les laits UHT, Candia et Obeï étaient conformes à la norme (≤ 100 UFC/ml pour les germes totaux).tandis que Soummam montrait un léger dépassement, suggérant un début de développement microbien potentiellement lié à des conditions de stockage non optimales. Un point positif majeur pour l'hygiène est l'absence totale d'entérobactéries dans tous les échantillons de laits UHT et pasteurisés.

Mots clés: Lait Pasteurisé, lait U.H.T., température, qualité microbiologique, lait reconstitué.

Abstract :

Milk is a complete food, rich in many nutrients, which makes it susceptible to contamination and alteration by microorganisms.

The results of physicochemical analyses of pasteurized and UHT milks showed a general conformity of the milks studied with international standards; however, the acidity of Obeï milk (19 °D) slightly exceeded the standard (≤ 18 °D), which could be linked to prolonged storage or a higher protein content.

As for microbiological analyses, pasteurized milks (Bousbia and Edough) showed total germ loads that were well below the Algerian standard (10^4 - 10^5 CFU/ml), For UHT milks, Candia and Obeï complied with the standard (≤ 100 CFU/ml for total germs). while Soummam showed a slight overshoot, suggesting the onset of microbial development potentially linked to sub-optimal storage conditions. A major positive for hygiene was the total absence of enterobacteria in all samples of UHT and pasteurized milk.

Key words: Pasteurized milk, UHT milk, temperature, microbiological quality, reconstituted milk.

المخلص:

الحليب هو غذاء كامل وغني بعدد من العناصر الغذائية، مما يجعله عرضة للتلوث والتغير من قبل الكائنات الحية الدقيقة.

أظهرت نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية للحليب المبستر والحليب المعقم والمعالج بالحرارة الفائقة (UHT) أن الألبان التي خضعت للدراسة تتوافق بشكل عام مع المعايير الدولية؛ ومع ذلك، كانت حموضة حليب أوبي (19 درجة مئوية) أعلى قليلاً من المعيار (≥ 18 درجة مئوية)، والتي يمكن أن تكون مرتبطة بالتخزين لفترات طويلة أو ارتفاع محتوى البروتين.

أما بالنسبة للتحليلات الميكروبيولوجية، فقد أظهرت التحاليل الميكروبيولوجية أن الحليب المبستر (بوصبيع و إيدوغ) أظهر أحمالاً جرثومية إجمالية التي كانت أقل بكثير من المعيار الجزائري (10^4-10^5). بالنسبة للحليب المعقم، كان حليب كانديا وأوبي مطابقاً للمعيار (≥ 100 UFC/ml لمجموع الجراثيم). صومام أعلى بقليل من المعيار، مما يشير إلى بدايات التطور الميكروبي المحتمل أن يكون مرتبطاً بظروف التخزين دون المستوى الأمثل. كانت النقطة الإيجابية الرئيسية للنظافة الصحية هي الغياب التام للبكتيريا المعوية في جميع عينات الحليب المعقم والمبستر.

كلمات مفتاحية: الحليب المبستر، الحليب المعقم، الحليب المعالج بالحرارة الفائقة، درجة الحرارة، الجودة الميكروبيولوجية، الحليب المعاد تكوينه.

Liste des figures :

Figure 1:Vue en coupe du pis de vache.	4
Figure 2:Les différents composants du lait.....	13
Figure 3: Contribution complète du lait	14
Figure 4: Diagramme de fabrication du lait pasteurisé.....	23
Figure 5: Diagramme de fabrication du lait U.H.T.(Visseyre, 1979).	27
Figure 6: Schéma représentatif des différentes analyses réalisées sur les laits	31
Figure 7: Techniques de préparation des dilutions décimales successives.	32
Figure 8 : dénombrement des germes totaux.....	33
Figure 9 : dénombrement des entérobactéries.....	34
Figure 10: Détermination de la matière grasse.....	35
Figure 11: Test de stabilité à l'ébullition (Khouri, 2025).....	36
Figure 12: Résultats de l'acidité des laits U.H.T.....	40
Figure 13: Résultats des dosages de la matière grasse des laits U.H.T.....	41
Figure 14: Résultats des taux de l'extrait sec des laits U.H.T.	42
Figure 15: Résultats du pH des laits U.H.T..	43
Figure 16: Comparaison de la charge microbienne des 02 types des laits	46

Liste des tableaux :

Tableau 1: Composition moyenne du lait de vache	9
Tableau 2: Constantes physiques usuelles du lait de vache.....	10
Tableau 3: Résultats de la stabilité à l'ébullition des laits reconstitués pasteurisés	38
Tableau 4: Résultats du pH des laits reconstitués pasteurisés.....	38
Tableau 5: Résultats du taux de la matière grasse des laits pasteurisés	39
Tableau 6: Résultats de la teneur du résidu sec des laits reconstitués pasteurisés.....	39
Tableau 7: Résultats des analyses physicochimiques des lait U.H.T a T° ambiante	40
Tableau 8: Résultats du dénombrement des germes totaux - Laits U.H.T	44
Tableau 9: Résultats de l'analyse microbiologique du lait pasteurisé Bousbia	45
Tableau 10: Résultats de l'analyse microbiologique du lait pasteurisé Edough	46

Liste des abréviations :

°D: Degré Dornic

AFNOR: Association Française de normalisation

EST : extrait sec totale

FAO: Food and Agriculture Organization

ISO: Organisation Internationale de Normalisation

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

Kcal: Kilo Calorie

K j: kilo joule

MA : Milk agar

PCA: Plate Count Agar

pH: Le potentiel Hydrogène

T°: Température

TB : Taux de butyreux

U.H.T.: Ultra Haute Température

UFC: Unité Formant Colonie

VRBG: Violet Red Bile Glucose

Sommaire :

Dédicace	
<i>Remerciements</i>	
Résumé :	I
Abstract :	II
المخلص :	III
Liste des figures :	IV
Liste des tableaux :	V
Liste des abréviations :	VI
Sommaire :	VII
Introduction :	1

Synthèse bibliographique

Généralités sur le lait

1. Le lait	3
1.1 Composition du lait	4
1.1.1 L'eau :	5
1.1.2 La matière protéique	5
1.1.2.1 La caséine :	5
1.1.2.2 Les protéines solubles du lactosérum	6
1.1.3 Lactose	6
1.1.4 Les lipides	6
1.1.5 Minéraux :	6
1.1.6 Enzymes :	7
1.1.7 Vitamines	8
1.2 Propriétés physico-chimiques du lait :	10
1.2.1 Densité	10
1.2.2 Acidité de titration ou acidité Dornic	10
1.2.3 Point de congélation :	11
1.2.4 Potentiel d'hydrogène PH	11
2 Importance nutritionnelle du lait	11
2.1 Composants chimiques indésirables du lait	14
2.1.1 Antibiotiques :	14
2.1.2 Pesticides	14
2.1.3 Métaux :	15
3 Qualité du lait :	15
3.1 Qualité technologique	15
3.2 Qualité sanitaire (hygiénique)	15

3.2.1 Dangers physiques :	15
3.2.2 Dangers biologiques :	16
3.2.3 Dangers chimiques :	16
3.3 Qualité organoleptique :	16
3.3.1 La couleur :	16
3.3.2 L'odeur :	17
3.3.3 La saveur :	17
3.3.4 La viscosité :	17
3.4 Qualité microbiologique :	17
3.4.1 La flore originelle :	17
3.4.2 Flore de contamination :	18
3.4.2.1 La flore d'altération :	18
3.4.2.2 La flore pathogène :	19
4 Facteurs influençant la composition du lait :	20
5 Les différents types de laits :	22
5.1 Lait cru :	22
5.2 Lait pasteurisé :	22
5.3 Lait concentré sucré :	23
5.4 Lait aromatisé :	24
5.5 Lait fermenté :	24
5.6 Lait en poudre :	25
5.7 Lait U.H.T. (Ultra haute température) :	25
5.7.1 Procédé de fabrication du lait stérilisé (UHT) :	25

Partie pratique

Matériels et méthodes

Partie pratique	29
Lait Candia - partiellement écrémé - :	29
Lait Soummam - partiellement écrémé - :	30
Lait Obeï - partiellement écrémé - :	30
1 Méthodes d'analyses physico-chimiques et microbiologiques des laits :	31
1.1 Analyses microbiologiques des laits U.H.T. et des laits pasteurisés :	31
1.1.1 Recherche et dénombrement des germes totaux	32
1.1.2 Recherche des Entérobactéries dans les lait Pasteurisés et les laits U.H.T.	33
1.2 Analyse physicochimique des laits pasteurisés et des laits U.H.T.	34
1.2.1 Détermination du taux de la matière grasse	34
1.2.2 Détermination de l'acidité titrable	35
1.2.3 Test de stabilité à l'ébullition	35

1.2.4 Détermination de l'extrait sec total (E.S.T.)	36
1.2.5 Détermination du pH :	37
Résultats et discussion.....	37
2 Résultats et discussion.....	38
2.1 Résultats des analyses physicochimiques :	38
2.1.1 Laits pasteurisés :	38
2.1.1.1 Test de la stabilité à l'ébullition :	38
2.1.1.2 Détermination du pH et de l'acidité titrable des laits reconstitués pasteurisés	38
2.1.1.3 Détermination de la matière grasse des laits pasteurisés.....	39
2.1.1.4 Détermination de l'extrait sec des laits reconstitués pasteurisés.....	39
2.1.2 Laits U.H.T. partiellement écrémés.....	40
2.1.2.1 Acidité :	40
2.1.2.2 Matière grasse :	41
2.1.2.3 Extrait sec :	41
2.1.2.4 pH	42
2.2.1 Laits UHT : Candia, Soummam et Obeï	43
2.2.2 Laits pasteurisés : Edough et Bousbia	45
2.2.2.1 Lait Bousbia :	45
2.2.2.2 Lait Edough	45
Conclusion :	48
Références bibliographiques :	49
Annexes	52
Annexe I :	53
Annexe II :	54
Annexe III	55

Introduction

Introduction :

Le lait joue un rôle important dans les rations des Algériens. Compte tenu de sa teneur énergétique métabolisable, le lait présente une concentration élevée en nutriments essentiels : protéines, glucides, lipides, éléments minéraux et vitamines de haute qualité, avec une valeur énergétique d'environ 700 Kcal/L. (Siboukeur, 2007). Ainsi, le lait sécrété par différentes espèces de mammifères a des caractéristiques communes et contient les mêmes ingrédients standards : eau, protéines, lactose, minéraux.

L'Algérie a une forte demande de lait et de produits laitiers. La consommation moyenne de lait par habitant et par an est de 110 litres, estimée à 115 litres en 2010, l'Algérie était le plus grand consommateur de lait du Maghreb. La consommation nationale de lait est d'environ 3 milliards de litres par an La production nationale est limitée à 2,2 milliards de litres, dont 1,6 milliard de litres de lait cru. C'est Ainsi, près d'un milliard de litres de lait sont importés chaque année, principalement Sous forme de lait en poudre.

La production locale est encore loin afin de répondre à la demande et de pallier le manque de production nationale, elle adopte Tout en effectuant des importations parallèles, elle a également créé une usine de préparation de lait en poudre. L'objectif de répondre aux besoins quantitatifs des consommateurs. (Benlkadi, 2005)

Le lait est un produit microbiologiquement instable, car c'est un milieu de culture favorable à la prolifération d'une flore microbienne variée. Pour assurer une bonne protection pour le consommateur, il convient de maîtriser les conditions d'hygiène lors de la traite jusqu'au produit fini. (Guiraud, 1998).

Largement consommé dans la société algérienne, le lait possède une composition riche en différents composés chimiques qui lui confèrent d'être un produit périssable et d'être un milieu favorable de prolifération de différents germes y compris les germes pathogènes. Le lait peut présenter un risque sur la santé du consommateur qui est le premier objet mis en considération lors de la production de n'importe quel produit (El-hadi et al, 2015)

C'est dans un souci de suivre la qualité physicochimique et la qualité microbiologique du lait, que notre choix s'est porté sur la sélection de 02 types de laits :

Le lait reconstitué pasteurisé, conditionné dans des sachets : Une sélection, au hasard, s'est porté sur deux marques largement commercialisées, à savoir le lait Edough et le lait Bousbia

Le lait U.H.T., partiellement écrémé et conditionné en pack : Une sélection, c'est porté sur trois marques largement consommées, à savoir les lait U.H.T. Candia, Soummam et Obei.

L'étude a pour but d'évaluer la qualité physicochimique de ces cinq (05) marques de laits, par l'analyse des paramètres suivants : Test de stabilité, pH, acidité titrable (acidité Dornic), matière grasse et extrait sec.

L'étude vise, également, à déterminer la qualité microbiologique de ces cinq marques de laits, par la recherche et le dénombrement des germes totaux et des entérobactéries.

Le travail réalisé est divisé en deux parties :

Une première partie, qui est une synthèse bibliographique se rapportant, essentiellement, à des généralités sur le lait (définition, composition, qualité nutritionnelle, critères de qualité, notamment physicochimiques et microbiologiques).

Une deuxième partie, qui est une partie pratique, divisée en deux axes :

Le premier axe concerne les méthodes analytiques, pour la détermination des paramètres de qualité physicochimique des laits et la vérification de leur conformité aux normes algériennes de qualité.

Le deuxième axe concerne les méthodes analytiques, pour la recherche de la salubrité et de l'innocuité des laits étudiés, par la recherche et le dénombrement des bactéries de contamination, qui ne doivent pas dépasser les seuils édictés dans les journaux officiels relatifs aux normes de qualité et de sécurité des laits.

Synthèse bibliographique

Généralités sur le lait

1. Le lait

Le lait a été défini en 1908 au cours du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève comme étant : « *Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum.* ». (Pougheon et Goursaud, 2001)

La dénomination "lait sans indication de l'espèce animale de provenance réservée au lait de vache ". Tout lait d'une femelle laitière autre que la vache doit être désignée par la dénomination lait suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient. (Leyral et Vierling, 2007)

Selon la réglementation algérienne, la dénomination « Lait » est réservée exclusivement Produit de la sécrétion normale des glandes mammaires obtenu par une ou plusieurs expressions de lait sans qu'il soit nécessaire de Pas d'ajouts ni de soustractions et pas de traitement thermique (JORA, 2014)

Selon le Codex Alimentarius, le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur (Codex Alimentarius, 2022)

Le lait est un aliment très important et peut être obtenu à partir de diverses sources Les animaux, comme les moutons, les chèvres, les vaches et les buffles, ainsi que les humains, le (lait maternel, pour la consommation du nouveau-né).

De tous les aliments, le lait est considéré comme un aliment complet. Il se rapproche le plus d'un aliment idéal, car pendant la grossesse, il couvre tous les besoins de l'organisme. Les premiers mois de la vie, il contient essentiellement tous les éléments nécessaires, pour la croissance et le développement harmonieux du corps humain. La diversité de ses composants fait du lait, sous toutes ses formes, l'un des éléments essentiels de l'alimentation équilibrée.

Le lait est le produit de la sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ou soustraction. Le lait apparaît comme un liquide opaque blanc mat, plus ou moins jaunâtre, selon la teneur en β -carotènes de la matière grasse. Il a une odeur peu marquée mais reconnaissable. Le lait est caractérisé par différentes phases en équilibre instable :

- ❖ Une phase aqueuse contenant en solution des molécules de sucre, des ions et des composés azotés.
- ❖ Des phases colloïdales instables, constituées de deux types de colloïdes protéiniques.
- ❖ Des globules gras en émulsion dans la phase aqueuse.

Le lait est sécrété dans le pis de la vache, un organe hémisphérique divisé en deux parties. Chaque partie est divisée en 04 quartiers. Chaque quartier possède son propre trayon (mamelon) et sa propre glande mammaire (Fig.1), Théoriquement, on peut obtenir quatre qualités différentes d'une même vache.

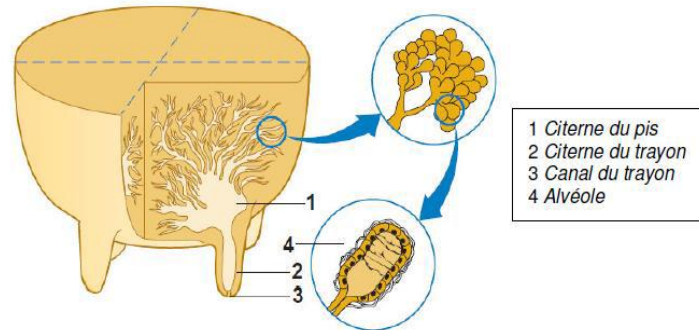


Figure 1: Vue en coupe du pis de vache.

Le pis est constitué d'un tissu glandulaire qui contient les cellules de production de lait. Il est recouvert d'un tissu musculaire qui assure la cohésion du corps du pis et le protège. Le tissu glandulaire contient un très grand nombre de minuscules vésicules appelées alvéoles. Les cellules de production du lait proprement dites sont situées sur les parois internes des alvéoles. Les capillaires partant des alvéoles convergent dans des canaux lactifères de plus en plus grands qui conduisent à une cavité au-dessus du trayon. Cette cavité, appelée citerne du pis, peut contenir jusqu'à 30% du volume total du pis.

Le pis a besoin d'une grande quantité de glucose pour la synthèse du lait. Tout le glucose de la ration est fermenté en acides gras volatiles (acide acétique, propionique et butyrique) dans le rumen.

Le foie utilise l'acide propionique pour synthétiser du glucose, qui est transporté par le sang vers le pis, où il est utilisé par les cellules sécrétrices. Le glucose peut y servir comme source d'énergie, comme unité de base pour la synthèse du lactose ou comme source de glycérol nécessaire pour la synthèse de la matière grasse. (El-Hadi et al., 2015).

1.1 Composition du lait

Le lait est depuis longtemps considéré comme un aliment bénéfique pour la santé. Riche en calcium et en protéines, il peut être intégré à notre alimentation sous diverses formes.

Le lait est un système triphasique, constitué de :

- ❖ **Phase grasse :** Globules gras dispersés.
- ❖ **Phase colloïdale :** Micelles de caséine et protéines sériques.
- ❖ **Phase aqueuse :** Solution de lactose, sels minéraux et vitamines.

La composition du lait diffère selon les espèces de mammifères, car elle est adaptée aux besoins spécifiques de chacune. Néanmoins, certains éléments sont communs à tous les types de lait, tels que leur teneur élevée en calcium, leur qualité protéique remarquable, la présence dominante de lactose comme sucre principal et leur richesse en vitamines, particulièrement celles du groupe B. Par ailleurs, la composition du lait est influencée par divers facteurs, notamment la race des vaches, la saison et les conditions climatiques. Certains de ces facteurs peuvent être maîtrisés et ajustés, afin d'optimiser la productivité laitière des vaches.(Michell, 2005).

1.1.1 L'eau :

L'eau est l'ingrédient le plus important du lait. Le doublet de dipôles et d'électrons libres lui confère son caractère polaire. Ce rôle de la polarité lui permet de former de véritables solutions avec des substances polaires, par ex. Solution colloïdale de glucides, minéraux et protéines sériques hydrophiles Parce que les graisses ont des propriétés non polaires (ou hydrophobes), elles ne peuvent pas se dissoudre et forment des émulsions huile dans l'eau. De même, les micelles de caséine, qui représentent en moyenne 3 à 4 % du lait et sont responsables de sa texture onctueuse et de sa richesse énergétique, se comportent comme des solides et forment des suspensions colloïdales. (Amiot et Lapointe-Vignola, 2002).

1.1.2 La matière protéique

La matière protéique du lait, ou teneur en protéines, est un composant essentiel du lait et varie en fonction de la race et de l'état de lactation des animaux laitiers. Elle représente environ 3,2% du lait de vache et est composée principalement d'environ 80% de caséines, de 19% de protéines solubles du lactosérum et d'enzymes

1.1.2.1 La caséine :

Il s'agit de phospho-caséinates de calcium, présentes sous forme micellaire et sont facilement dégradées par toutes les enzymes protéolytiques.

La caséine et les protéines sériques, du lait constituent environ 3,3 % de sa composition et jouent un rôle essentiel dans la croissance et la réparation des tissus.

Les caséines qui se trouvent dans le lait sont synthétisées à partir d'acides aminés prélevés du sang. Ces protéines sont assemblées en micelles avant d'être libérées dans la cavité alvéolaire. Le contrôle génétique de la synthèse du lait provient de la quantité d' α -

lactalbumine, synthétisée par les cellules sécrétrices (mammaires). Cette protéine est un régulateur important de la synthèse du lactose et donc de la quantité de lait produite par jour.

Les micelles de caséine, 50 à 500 nm de diamètre, sont des agrégats sphériques de protéines de caséine (α , β , κ), stabilisées par des ions calcium et phosphate, de 50 à 500 nm de diamètre.

1.1.2.2 Les protéines solubles du lactosérum

Il s'agit des albumines (0,7g d'immunoglobulines, 0,4g de sérumalbumine et de lactotransferrine), des globulines (1g de lactalbumine, 3g de β -lactalbumine), les enzymes (lipase, protéase, phosphatase alcaline et xanthine-oxydase) et l'azote non-protéique, représentant 5% de l'azote présent dans le lait et qui se manifeste sous la forme d'urée, de créatine, de créatinine, d'ammoniaque, d'acides aminés libres, de vitamines et de nucléotides. (Siboukeur, 2007).

1.1.3 Lactose

Le lactose, un sucre présent dans le lait, est un disaccharide composé de deux molécules de glucides : le glucose et le galactose. Ce sucre sert de substrat pour les microorganismes, tels que les bactéries lactiques, qui le transforment en acide lactique. Ce processus biochimique joue un rôle clé dans certaines techniques de transformation des produits laitiers.

Ce sucre naturel du lait représente environ 4,8 % de sa composition et fournit une source d'énergie facilement digestible.

1.1.4 Les lipides

Le lait contient trois catégories principales de lipides :

- La matière grasse, constituée principalement de triglycérides, qui représente environ 98 % des lipides totaux.
- Les phospholipides, également appelés graisses phosphorées, qui constituent entre 0,5 % et 1 % des lipides totaux.
- Les substances insaponifiables insolubles dans l'eau et présentes dans la graisse, qui représentent environ 1 % des lipides totaux.

La matière grasse du lait se présente sous forme de globules gras, dont le diamètre varie entre 1 et 8 μm . Ces globules sont en émulsion dans le lait, avec une concentration d'environ 10 milliards de globules par millilitre. (Fredot, 2005).

1.1.5 Minéraux :

Le lait contient tous les minéraux essentiels au bon fonctionnement de l'organisme, notamment le calcium et le phosphore. Il renferme environ 9 g de matières minérales et salines par litre. Ces minéraux se présentent sous deux formes principales : forme soluble dans

la phase aqueuse molécules minérales (sulfates, chlorures, ...) et ions minéraux (calcium, sodium, ...) et forme insoluble (forme colloïdale liée aux protéines et autres constituants non solubles).

Le lait est particulièrement riche en macroéléments tels que le calcium, le phosphore, le magnésium, le potassium, le sodium et le chlore. Par ailleurs, il contient également des oligoéléments essentiels pour l'organisme humain, comme le zinc, le fer, le cuivre, le fluor et l'iode. Ces éléments contribuent à la valeur nutritionnelle du lait et à ses bienfaits pour la santé. (Debry, 2001).

1.1.6 Enzymes :

Les enzymes sont des composés organiques de nature protéique, synthétisés par des cellules ou des organismes vivants. Elles agissent comme catalyseurs dans les réactions biochimiques, accélérant ces processus sans être consommées. Dans le lait, plus de 60 enzymes principales ont été identifiées, et leur activité a été caractérisée. Ces enzymes jouent un rôle crucial dans les transformations biochimiques du lait et influencent ses propriétés nutritionnelles et technologiques.

Les enzymes sont hautement spécifiques et possèdent un pH et une température optimaux, pour leur activité et leur efficacité. La diversité d'action de ces enzymes reflète la complexité et la variété des fonctions enzymatiques dans les processus biochimiques. Elles sont divisées en les catégories suivantes :

- **Les hydrolases :** qui incluent les glucidases, les estérases, les phosphatases (comme la phosphatase alcaline) et la protéase.
- **Les desmolases :** qui regroupent des enzymes telles que la xanthine-déshydrogénase, les peroxydases et la catalase.

Les fonctions des enzymes :

- **Rôle antibactérien :** Certaines enzymes, comme la lactoperoxydase et le lysozyme, contribuent à la préservation du lait en inhibant la croissance bactérienne.
- **Indicateurs de qualité :** Certaines enzymes, synthétisées par des bactéries ou des leucocytes, servent à évaluer l'hygiène du lait. Par ailleurs, des enzymes thermosensibles, comme la phosphatase alcaline, la peroxydase et l'acétyl estérase, permettent de vérifier l'efficacité des traitements thermiques appliqués au lait (Pougheon et Goursaud, 2001).

Cette classification et ces fonctions illustrent l'importance des enzymes dans la qualité et la conservation des produits laitiers.

1.1.7 Vitamines

Les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser.(Vignola, 2002).

On distingue les vitamines hydrosolubles (B, C) présentes dans la phase aqueuse du lait c'est-à-dire le lait écrémé et le lactosérum et les vitamines liposolubles (A, D, E) associés à la matière grasse (crème, beurre). (Jeantet, 2008).

La composition chimique du lait dépend de plusieurs facteurs, tels que la race de la vache, son âge et son régime alimentaire. Un litre de lait de vache pèse 1032 g et fournit une valeur calorique comprise entre 700 et 730 Kcal/l, provenant principalement de l'extrait sec (glucides, protéines, matières grasses, sels minéraux, etc.) (Tab.1).

Tableau 1: Composition moyenne du lait de vache
(Alais et al. 2008).

Constituants	Quantité
Eau	900–910 g
Matière grasse	35–45 g
Lactose	47–52 g
Extrait sec totale	125–130 g
Extrait sec dégraissé	90–95 g
Matières azotées	33–36 g
Matières minérales	9–9,5 g
Gaz carbonique - Oxygène - Azote	4 à 5 % du volume du lait à la sortie de la mamelle
Biocatalyseurs : Pigments - Enzymes – Vitamines	

Le lait est une émulsion de matières grasses dispersées dans une solution aqueuse. Cette solution contient divers éléments, certains à l'état dissous et d'autres sous forme colloïdale (Goursaud, 1985).

Les principaux constituants du lait par ordre croissant selon (Pougheon et Goursaud, 2001) sont :

- ❖ L'eau, très majoritaire.
- ❖ Les glucides principalement représentés par le lactose.
- ❖ Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras.
- ❖ Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire.
- ❖ Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles.
- ❖ Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

1.2 Propriétés physico-chimiques du lait :

Nous nous sommes limités, uniquement, à aborder les paramètres qui ont été l'objet des analyses que nous avons réalisées dans le cadre de notre travail. (Tab.2).

Tableau 2: Constantes physiques usuelles du lait de vache
(Luquet, 1985).

Constantes physiques	Valeur
pH (20°C)	6,5 à 6,7
Acidité titrable (°D)	15 à 18
Densité	1,028 à 1,036
Température de congélation (°C)	(-0,51) à (-0,55)
Point d'ébullition (°C)	100,5
Indice de réfraction à 20° C	1,35
Activité de l'eau à 20° C	0.99

1.2.1 Densité

La densité du lait n'est pas une valeur fixe pour les laits individuels. À une température de 20°C, elle se situe généralement entre 1,030 et 1,033.

Pour les laits issus de grands mélanges, la densité moyenne est de 1,032 (Alais et al., 2008) La densité augmente pour les laits écrémés, dépassant 1,035, tandis qu'elle diminue en cas de mouillage (ajoute d'eau).

Elle est également influencée par la température et est mesurée à 20°C à l'aide d'un thermo-lactodensimètre (AFNOR, 1996).

1.2.2 Acidité de titration ou acidité Dornic

L'acidité de titration reflète la quantité d'acide lactique produite à partir du lactose. Un lait frais présente une acidité de titration comprise entre 16 et 18°Dornic(°D). Lorsqu'il est conservé à température ambiante, le lait s'acidifie progressivement et de manière spontanée. (Pointurier, 2003)

C'est la raison pour laquelle on distingue l'acidité naturelle, celle qui caractérise le lait frais d'une acidité développée issue de la transformation du lactose en acide lactique par divers microorganismes. On exprime couramment l'acidité d'un lait en degrés Dornic ; ce dernier étant le nombre du dixième de millilitre de soude utilisée pour titrer 10 millilitres de lait en présence de phénolphthaléine. Deux laits peuvent avoir le même pH et des acidités titrables différentes et inversement. C'est dire qu'il n'y a pas de relation d'équivalence réelle entre le pH et l'acidité de titration (DIENG, 2001).

1.2.3 Point de congélation :

Le point de congélation du lait est l'une de ses propriétés physiques les plus stables. Pour des laits individuels de vache, il se situe en moyenne entre $-0,54^{\circ}\text{C}$ et $-0,55^{\circ}\text{C}$. Ce paramètre est utilisé pour détecter l'ajout d'eau dans le lait. Par exemple, un mouillage de **1 %** entraîne une élévation du point de congélation d'environ $0,0055^{\circ}\text{C}$ (Pougheon et Goursaus, 2001).

1.2.4 Potentiel d'hydrogène PH

Le pH du lait de vache varie généralement entre 6,4 et 6,8, ce qui le rend légèrement acide ou proche de la neutralité.

Les facteurs influençant au pH : Le pH peut varier en fonction de facteurs tels que l'âge du lait, la présence de bactéries, et l'état de santé de la vache. Par exemple, le colostrum a un pH plus bas, tandis que le lait de vaches souffrant de mammite peut avoir un pH plus élevé.

2 Importance nutritionnelle du lait

Le lait est un aliment liquide qui contient différents nutriments essentiels participant à la constitution et à l'entretien de l'organisme. La teneur en protéines de haute valeur biologique, c'est-à-dire de protéines qui contiennent tous les acides aminés essentiels, en fait un aliment intéressant autant pour la croissance que pour l'entretien des tissus de l'organisme. Le lait et les produits laitiers qui en découlent, sont mieux connus pour leur teneur en calcium et en phosphore, deux éléments indispensables à l'élaboration et l'entretien du tissu osseux. D'autres nutriments essentiels importants composent le lait. On y trouve aussi des lipides, des glucides, des minéraux et des vitamines.

Le lait de vache est une source riche en nutriments essentiels, notamment en protéines, lipides, glucides, vitamines et minéraux. Pour un enfant de 5 ans, un demi-litre de lait (500 ml) peut couvrir une part significative de ses besoins quotidiens.

✓ Besoins caloriques :

Environ **25 %** des besoins caloriques quotidiens :

- ❖ Le lait apporte environ 70 kcal pour 100 ml, soit 350 kcal pour 500 ml.

- ❖ Pour un enfant de 5 ans, les besoins caloriques sont estimés à environ 1 400 kcal/jour.
- ❖ Le lait contribue donc significativement à l'apport énergétique. (FAO, 2010)

✓ **Besoins protéiques :**

Environ 40 % des besoins protéiques quotidiens.

- ❖ Le lait contient environ 3,2 à 3,5 g de protéines pour 100 ml, soit 16 à 17,5 g pour 500 ml. Les besoins en protéines pour un enfant de 5 ans sont d'environ 20 g/jour. Les protéines du lait sont de haute qualité, car elles contiennent tous les acides aminés essentiels.

✓ **Besoins en calcium**

Environ **70 %** des besoins quotidiens en calcium :

- ❖ Le lait est une excellente source de calcium, avec environ 120 mg de calcium pour 100 ml, soit 600 mg pour 500 ml.
- ❖ Les besoins en calcium pour un enfant de 5 ans sont d'environ 800 mg/jour.
- ❖ Le calcium est essentiel pour la croissance des os et des dents.

✓ **Besoins en vitamine B2 (riboflavine) :**

Environ **70 %** des besoins en vitamine B2 quotidiens :

- ❖ Le lait contient environ 0,18 mg de vitamine B2 pour 100 ml, soit 0,9 mg pour 500 ml.
- ❖ Les besoins en vitamine B2 pour un enfant de 5 ans sont d'environ 0,5 à 0,6 mg/jour.
- ❖ La vitamine B2 joue un rôle clé dans le métabolisme énergétique et la santé de la peau.

✓ **Besoins en vitamine A :**

Environ **30 %** des besoins en vitamine A quotidiens :

- ❖ Le lait contient environ 30 à 50 µg de vitamine A pour 100 ml, soit 150 à 250 µg pour 500 ml.
- ❖ Les besoins en vitamine A pour un enfant de 5 ans sont d'environ 400 µg/jour.
- ❖ La vitamine A est importante pour la vision, l'immunité et la croissance.

✓ **Besoins en vitamine B1 (thiamine) :**

Environ **30 %** des besoins en vitamine B1 quotidiens :

- ❖ Le lait contient environ 0,04 mg de vitamine B1 pour 100 ml, soit 0,2 mg pour 500 ml.
- ❖ Les besoins en vitamine B1 pour un enfant de 5 ans sont d'environ 0,5 à 0,6 mg/jour.

- ❖ La vitamine B1 est essentielle pour le métabolisme des glucides et le fonctionnement du système nerveux. (EFSA, 2024).

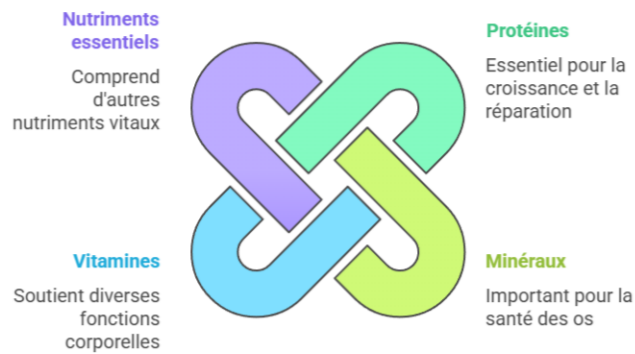


Figure 2: Les différents composants du lait

Intérêt alimentaire du lait :

- Une source de protéines d'excellente valeur biologique.
- La principale source de calcium.
- Une source de matière grasse.
- Une bonne source de vitamines)

Le lait est également une excellente source de minéraux intervenant dans divers métabolismes humains notamment comme cofacteurs et régulateurs d'enzymes. Le lait assure aussi un apport non négligeable en vitamines connues comme les vitamines A, D, E (liposolubles) et vitamines B1, B2, B3 (hydrosolubles). Il est néanmoins pauvre en fer et en cuivre et il est dépourvu de fibres. (Thapon, 2005).

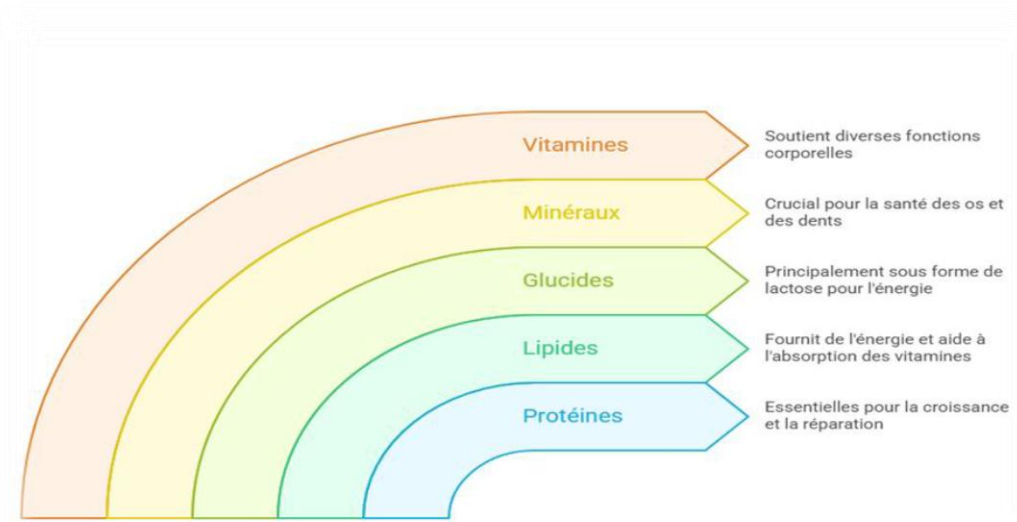


Figure 3: Contribution complète du lait

Le lait fait partie d'une alimentation équilibrée. Aujourd'hui, les citoyens se posent de nombreuses questions sur la consommation d'aliments sains et équilibrés. Au niveau mondial, il existe un consensus scientifique sur l'utilité de la consommation de lait à tous les âges de la vie, notamment pour la croissance des enfants et la prévention de l'ostéoporose. Le lait a toute sa place dans une alimentation équilibrée grâce à sa richesse nutritionnelle. Dans un régime alimentaire, tout est question d'équilibre : il est important de respecter les quantités à consommer recommandées dans la pyramide alimentaire.

2.1 Composants chimiques indésirables du lait

Le lait peut contenir des composés chimiques indésirables, issus de substances ingérées ou inhalées. Par l'animal. Ces substances peuvent se retrouver dans le lait sous leur forme initiale ou sous forme de métabolites. Elles proviennent principalement de l'alimentation de l'animal (engrais, pesticides) ou de son environnement (médicaments, antibiotiques, hormones).

2.1.1 Antibiotiques :

Les résidus d'antibiotiques, particulièrement lorsqu'ils sont utilisés localement pour traiter les mammites (Jacquet, 1969), posent deux problèmes majeurs. Pour les consommateurs, ces résidus peuvent provoquer des réactions allergiques ou avoir des effets cancérigènes. Chez les individus sensibles, ils favorisent également le développement d'une flore bactérienne résistante aux antibiotiques. (Thapon, 2005).

2.1.2 Pesticides

Les résidus de pesticides, principalement des composés polychlorés et liposolubles, ont tendance à s'accumuler dans les tissus adipeux. Lorsque ces graisses sont mobilisées (par

exemple, lors d'une perte de poids ou d'un stress métabolique), les substances stockées sont libérées dans l'organisme, ce qui peut entraîner des symptômes d'intoxication. (Vanier, 2005)

2.1.3 Métaux :

Certains métaux lourds, comme le sélénium, l'arsenic, le plomb et le mercure, peuvent contaminer le lait à des concentrations préoccupantes pour la santé humaine.

3 Qualité du lait :

Le lait est un aliment équilibré et nutritif. Cependant, sa qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique dépend de l'ensemble de la filière laitière. La maîtrise de cette qualité est essentielle, car elle influence directement le prix perçu et la marge par litre de lait. (Vignola, 2002).

Aujourd'hui, les consommateurs exigent des éleveurs un lait de qualité constamment améliorée. Pour répondre à cette demande, de nombreux plans de maîtrise ont été mis en place. L'amélioration de la qualité hygiénique du lait passe souvent par des changements dans les pratiques d'élevage, comme l'hygiène, les techniques de traite ou la gestion du tarissement (Petrus et al. 2007)

Parmi les composantes de la qualité, on distingue :

3.1 Qualité technologique

Elle évalue le risque d'altération du lait. Cette qualité est considérée comme insuffisante si le lait contient un nombre élevé de micro-organismes d'altération, pouvant détériorer ses propriétés organoleptiques avant la date limite de consommation. Elle dépend de plusieurs facteurs, tels que la composition chimique (taux de protéines, taux butyrique), la qualité bactériologique et l'aptitude à la transformation. (Varam et Sutherland, 2001).

3.2 Qualité sanitaire (hygiénique)

Elle concerne les risques pour la santé du consommateur. Cette qualité est jugée défectueuse si le lait contient des toxines ou des micro-organismes pathogènes en quantité suffisante pour le rendre dangereux à la consommation, ou s'il existe un risque significatif qu'il le devienne). (Varnam et Sutherland, 2001) Les risques sanitaires sont liés à trois types de dangers :

- **Dangers physiques** (corps étrangers),
- **Dangers biologiques** (micro-organismes pathogènes),
- **Dangers chimiques** (résidus de pesticides, antibiotiques, etc.).

3.2.1 Dangers physiques :

L'utilisation de certains produits ou équipements peut introduire des corps étrangers indésirables dans le lait et ses dérivés. Par exemple, les spatules et fouets en bois, souvent

utilisés pour l'homogénéisation et le brassage du lait dans les unités de transformation, peuvent libérer des débris de bois dans le produit. De plus, si les pratiques de traite sont inadéquates et que le lait n'est pas correctement filtré, il peut être contaminé par des particules comme des grains de sable ou des poils. (Broutin et al. 2005).

3.2.2 Dangers biologiques :

Les dangers biologiques représentent le risque majeur à maîtriser dans le cadre de la transformation laitière. Les agents infectieux présents dans les aliments peuvent provenir de plusieurs sources : les animaux, l'environnement ou le matériel utilisé par le personnel de l'unité de production. Ces dangers incluent des bactéries, des virus et des parasites susceptibles de nuire à la santé humaine. (Broutin et al. 2005).

3.2.3 Dangers chimiques :

Les dangers chimiques sont variés et prennent une importance croissante, notamment dans les systèmes de production intensive. Ces dangers chimiques ont deux origines principales (Cayot et Lorient, 1998) :

- **Origine intrinsèque :** Il s'agit de contaminants naturellement présents dans l'aliment, tels que les composés allergènes ou les substances anti-vitaminiques.
- **Origine extrinsèque :** Ce sont des polluants provenant de l'environnement (métaux lourds, résidus de pesticides, contaminants industriels comme la dioxine), des résidus de traitements vétérinaires ou des composés issus d'accidents lors de la transformation.

3.3 Qualité organoleptique :

La saveur normale d'un lait de qualité est douce, agréable et légèrement sucrée, principalement due à la présence de matières grasses. Le goût et l'odeur du lait sont des indicateurs clés de sa qualité. Une mauvaise odeur, un goût désagréable ou un rancissement révèlent souvent des problèmes de manipulation ou de conservation du lait. Vierling souligne que l'aspect, l'odeur, la saveur et la texture du lait ne peuvent être évalués avec précision qu'en comparaison avec un lait frais (VIERLING E, 2003).

3.3.1 La couleur :

Le lait a une couleur blanc mat, principalement due à la matière grasse et aux pigments de carotène. La vache transforme le β -carotène en vitamine A, qui passe directement dans le lait. Reumont explique que deux composants du lait, les lipides (sous forme de globules de matière grasse) et les protéines (sous forme de micelles de caséines), diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber, renvoyant une lumière blanche similaire au rayonnement solaire. (Reumont, 2009).

3.3.2 L'odeur

L'odeur caractéristique du lait est influencée par la matière grasse, qui fixe des odeurs animales. Ces odeurs dépendent de plusieurs facteurs :

- L'ambiance de la traite.
- L'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, donnant au lait une odeur forte).
- La conservation (l'acidification par l'acide lactique confère au lait une odeur légèrement aigre). (Vierling, 2003).

3.3.3 La saveur :

La saveur du lait frais et normal est agréable. En revanche, un lait acidifié présente une saveur fraîche et légèrement piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention ou issus de mammites ont une saveur salée plus ou moins prononcée, tout comme le colostrum dans certains cas.

L'alimentation des vaches laitières, notamment avec certains fourrages ensilés, peut transmettre au lait des saveurs anormales, comme un goût amer. Ce goût amer peut également résulter de la prolifération de certains germes d'origine extra-mammaire. (Snappe et al. 2010).

3.3.4 La viscosité

La viscosité du lait est une propriété complexe, influencée principalement par les particules colloïdales émulsifiées et dissoutes. La teneur en matières grasses et en caséine joue un rôle majeur dans cette viscosité.

La viscosité dépend également de paramètres technologiques. Elle constitue une caractéristique importante de la qualité du lait, car il existe un lien étroit entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur. Par exemple, en Europe centrale, les consommateurs apprécient particulièrement le lait concentré à forte consistance (filandreux), associant une viscosité élevée à une teneur élevée en composants nutritifs. (Rheotest, 2010).

3.4 Qualité microbiologique :

Le lait est un aliment à la durée de vie limitée. Son pH proche de la neutralité, sa richesse nutritionnelle et sa fragilité en font un milieu propice au développement rapide de microorganismes tels que les bactéries, les levures et les moisissures, ainsi qu'à l'action des enzymes, ce qui le rend facilement altérable.

3.4.1 La flore originelle :

Lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain, le lait contient peu de microorganismes (moins de 10^3 germes/ml).

La flore originelle du lait se compose des microorganismes présents à la sortie du pis. Les genres dominants sont principalement des mésophiles (Vignola, 2002), tels que les microcoques, les streptocoques lactiques et les lactobacilles. Ces microorganismes, dont l'abondance varie, sont étroitement liés à l'alimentation de l'animal et n'ont pas d'impact significatif sur la qualité ou la production du lait. (Varnam et Sutherland, 2001).

3.4.2 Flore de contamination :

La flore de contamination regroupe l'ensemble des microorganismes qui contaminent le lait, de la traite jusqu'à la consommation. Elle peut inclure :

- Une flore d'altération, responsable de défauts sensoriels ou d'une réduction de la durée de conservation des produits,
- Une flore pathogène, qui présente un risque sanitaire (Vignola, 2002).

3.4.2.1 La flore d'altération :

Cette flore provoque des défauts sensoriels (goût, arôme, apparence, texture) et réduit la durée de vie des produits laitiers. Certains microorganismes d'altération peuvent également être pathogènes.

Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont les coliformes, certaines levures et moisissures.

➤ Les coliformes :

En microbiologie alimentaire, les coliformes désignent des entérobactéries qui fermentent le lactose avec production de gaz à 30°C. Bien qu'ils soient souvent utilisés comme indicateurs de contamination fécale, leur présence en nombre élevé peut provoquer des intoxications alimentaires. Le dénombrement des coliformes est un bon indicateur de la qualité hygiénique du lait. (Guiraud, 2003).

➤ Les levures :

Bien que fréquemment présentes dans le lait, les levures y sont généralement peu actives. Peu d'entre elles sont capables de fermenter le lactose. Cependant, certaines espèces, comme celles du genre « *Torulopsis* », peuvent produire du gaz à partir du lactose, résister à des pressions osmotiques élevées et provoquer le gonflement des boîtes de lait concentré sucré (FAO, 2010).

Les levures couramment associées au lait incluent : *Kluyveromyces lactis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida kefir*.

➤ Les moisissures :

Les moisissures sont des champignons microscopiques eucaryotes et hétérotrophes, qui puisent leur carbone et leur azote dans les matières grasses, les sucres et les protéines. Les aliments, y

compris le lait, constituent un substrat idéal pour leur développement. Ces germes peuvent provoquer des altérations visuelles, des goûts désagréables ou, plus grave, la production de « mycotoxines » (Yves et Michel, 2009)

3.4.2.2 La flore pathogène :

La contamination du lait et des produits laitiers par des germes pathogènes peut être :

- « Endogène »: provenant de l'excrétion mammaire d'un animal malade,
- « Exogène » : résultant d'un contact avec des troupeaux infectés, de l'environnement (eaux) ou de l'intervention humaine. (Schuck et Brulé, 2000).

Parmi ces germes pathogènes, on distingue :

- Bactéries infectieuses

Ces bactéries doivent être vivantes dans l'aliment au moment de la consommation pour provoquer une infection. Une fois ingérées, elles perturbent le système digestif, entraînant des symptômes tels que diarrhée, vomissements et maux de tête. Les principaux microorganismes infectieux incluent :

➤ Salmonelles :

Ces entérobactéries, qui ne fermentent pas le lactose, sont principalement présentes dans l'intestin des humains et des animaux. Elles sont aéro-anaérobies facultatives, capables de survivre et de se multiplier en l'absence d'oxygène. Leur croissance est possible entre « 4°C et 47°C », avec un optimum entre « 35°C et 40°C ». Elles résistent à la réfrigération et à la congélation mais sont détruites par la pasteurisation (72°C pendant 15 secondes). Elles se développent dans une plage de pH de « 5 à 9 » mais sont sensibles à la fermentation lactique.

➤ Listeria :

Les bactéries du genre *Listeria* sont de petits bacilles à Gram positif, sans capsule ni spore, et arrondis aux extrémités. Leur croissance est possible entre « 0°C et 45°C », avec un optimum entre « 30°C et 37°C », et dans une plage de pH de « 4,5 à 9,6 ». Elles sont mobiles grâce à des flagelles péritriches.

Listeria monocytogenes peut être considérée comme un agent pathogène alimentaire «parfait» car elle est ubiquiste, très résistante aux conditions extrêmes (température, pH...) et surtout elle est capable de se développer aux températures de réfrigération des aliments.. (Chaves et al., 2011)

- Bactéries toxigènes

Les bactéries toxigènes produisent des toxines dans l'aliment, responsables de l'intoxication du consommateur. Il ne suffit pas de détruire ces bactéries pour prévenir la maladie, car

certaines toxines résistent aux traitements thermiques, y compris la pasteurisation et même la stérilisation.

Les principaux microorganismes toxigènes incluent :

➤ **Staphylocoques :**

Le genre « Staphylococcus » appartient à la famille des « Staphylococcaceae ». Ce sont des coques à Gram positif, mesurant entre « 0,5 et 2,5 µm » de diamètre, non sporulés et immobiles (Leyral G et Vierling É, 2007). Ils sont fréquemment présents dans le lait, souvent en nombre élevé. La contamination provient généralement d'infections mammaires ou, plus souvent, de l'homme. Leur fréquence augmente en raison de leur résistance aux antibiotiques. Ils produisent des toxines thermostables, responsables d'intoxications alimentaires de gravité variable, particulièrement dangereuses pour les enfants (FAO, 2010). Pour cette raison, les normes sanitaires exigent leur absence dans les produits alimentaires.

➤ **Clostridium sulfite-réducteurs :**

Ces bactéries sont des bâtonnets sporulés, mobiles, à Gram positif et anaérobies stricts. On les trouve couramment dans le sol, l'eau, ainsi que dans le tube digestif des humains et des animaux. Leur pouvoir pathogène est dû à la production de toxines (Guy FI., 2006).

4 Facteurs influençant la composition du lait :

La composition chimique du lait ainsi que ses propriétés technologiques sont soumises à l'influence de nombreux facteurs. Ces facteurs, bien identifiés, peuvent être classés en deux catégories : ceux liés à l'animal lui-même (tels que les facteurs génétiques, le stade de lactation ou l'état de santé) et ceux liés à l'environnement et aux pratiques d'élevage (comme la saison, le climat ou l'alimentation). Bien que les effets individuels de ces facteurs aient été largement étudiés, leur impact concret reste parfois complexe à interpréter.

La composition du lait est intrinsèquement variable. Elle est principalement déterminée par le génotype de la femelle laitière (race, espèce), mais d'autres éléments tels que l'âge, la saison, le stade de lactation et le régime alimentaire jouent également un rôle significatif dans cette variabilité. (Pougneon et Goursaud, 2001).

➤ **Variabilité génétique entre individus :**

Des différences significatives dans la composition du lait existent entre les espèces et les races. Cependant, mener des études comparatives reste complexe, car les résultats des contrôles laitiers reflètent à la fois les variations génétiques et les conditions d'élevage. En

règle générale, les races les plus productives en termes de volume de lait tendent à présenter des taux de matières grasses et protéiques plus faibles. Pourtant, le choix d'une race repose sur une évaluation économique globale, ce qui explique pourquoi les éleveurs privilégient souvent les races produisant un lait à la composition plus riche.

Par ailleurs, une variabilité génétique importante existe également au sein d'une même race. Cette diversité intra-race ouvre la voie à des programmes de sélection génétique, offrant ainsi des perspectives d'amélioration continue.

➤ **Stade de lactation :**

Les teneurs en matières grasses et protéiques du lait varient de manière inversement proportionnelle à la quantité de lait produite. En début de lactation, notamment pendant la période colostrale, ces taux sont élevés. Ils diminuent ensuite progressivement pour atteindre un minimum vers le deuxième mois de lactation, après une phase de stabilité comprise entre 15 et 140 jours. En revanche, au cours des trois derniers mois de lactation, une augmentation significative de ces taux est observée. (Pougheon et Goursaud, 2001).

➤ **Âge ou numéro de lactation :**

L'influence de l'âge sur la composition du lait est relativement faible au cours des quatre premières lactations. On note toutefois une légère diminution du taux butyreux (TB, exprimé en g/kg) de l'ordre de 1 %, ainsi qu'une baisse du taux protéique d'environ 0,6 %. Ces variations restent modérées, indiquant que l'âge de l'animal a un impact limité sur ces paramètres durant cette période.

➤ **Facteurs alimentaires :**

L'alimentation, bien qu'elle ne soit pas l'un des principaux facteurs de variation de la composition du lait, joue un rôle significatif car elle peut être ajustée par l'éleveur. Une réduction soudaine et importante de la ration alimentaire entraîne une diminution marquée de la production laitière, ainsi qu'une baisse variable du taux protéique. En revanche, la mobilisation des réserves graisseuses corporelles provoque une augmentation notable du taux butyreux (matière grasse), accompagnée d'une modification de la composition de la matière grasse, notamment par une hausse de la proportion d'acides gras à chaînes longues. Ainsi, l'alimentation influence indirectement la qualité et la composition du lait.

Avec une distribution de fourrages à volonté, un apport azoté adéquat permet d'améliorer le taux azoté du lait, notamment grâce à une augmentation de l'apport non protéique (ANP) et des caséines. En revanche, l'ajout de matières grasses dans la ration entraîne généralement une diminution du taux butyreux (TB). Cette baisse est liée à une perturbation des

fermentations ruminales, mais elle modifie également la composition en acides gras (AG) de la matière grasse du lait. Ainsi, bien que l'apport de matières grasses influence négativement le TB, il impacte aussi la qualité des lipides présents dans le lait.

➤ **Facteurs climatiques et saisonniers :**

la saison exerce une influence significative sur la composition du lait, s'ajoutant aux autres facteurs tels que l'alimentation, le stade de lactation ou l'âge. De manière récurrente, le taux butyreux (TB) atteint son niveau le plus bas entre juin et juillet, tandis qu'il culmine à la fin de l'automne. Par ailleurs, la teneur en protéines présente deux périodes de baisse : l'une à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été. À l'inverse, elle atteint deux pics : le premier au début de la mise à l'herbe et le second à la fin de la période de pâturage. Ainsi, les variations saisonnières jouent un rôle clé dans les fluctuations de la composition du lait.

5 Les différents types de laits :

Il existe plusieurs types de laits, pour la consommation humaine :

5.1 Lait cru

Au moment de quitter le pis de la vache, le lait a une température d'environ 38°C, température à laquelle il se détériore très rapidement. Le lait cru doit, dès lors, être immédiatement refroidi à 4°C dans un refroidisseur. Le froid ne tue pas les microorganismes, il les empêche de se développer. Pour être vendu, le lait cru, appelé aussi lait de ferme, doit être conditionné sur le lieu même de production (à la ferme) et doit faire l'objet de contrôles rigoureux. Avant de le boire, il est vivement conseillé de le faire bouillir. Conservé au frigo, il doit être consommé dans les 48h. Pour prolonger la conservation du lait cru, il existe différents traitements thermiques:

5.2 Lait pasteurisé :

La pasteurisation est une méthode de conservation qui doit son nom à son inventeur : Louis PASTEUR qui s'est aussi rendu célèbre par la découverte du vaccin contre la rage. La pasteurisation consiste à chauffer le lait pendant 15 secondes à une température de +/- 75°C puis à le refroidir. Ce procédé de chauffage modéré permet au lait de conserver son goût originel tout en le débarrassant des germes pathogènes. Lorsque l'emballage n'a pas été ouvert, la pasteurisation assure au lait une durée de conservation de 7 jours au réfrigérateur Le « lait pasteurisé », produit à partir de lait cru ou de lait reconstitué (écrémé ou non), est un lait ayant subi un traitement thermique (pasteurisation) qui détruit plus de 90 % de la flore microbienne initiale (jusqu'à 98 %), y compris tous les germes pathogènes non sporulés, tels que ceux responsables de la tuberculose et de la brucellose (Gernon, 2004)

La « pasteurisation » a pour objectif d'éliminer toutes les formes végétatives des microorganismes pathogènes présents dans le lait, sans altérer ses propriétés chimiques, physiques et organoleptiques.

On distingue trois types de traitements thermiques pour la pasteurisation :

- ✓ Pasteurisation basse (62-65 °C pendant 30 minutes).
- ✓ Pasteurisation haute (71-72 °C pendant 15 à 40 secondes).
- ✓ Flash pasteurisation (85-90 °C pendant 1 à 2 secondes).

Le lait pasteurisé est obtenu par un procédé de transformation, dont les étapes unitaires sont démontrées dans la figure suivante (Fig.4).

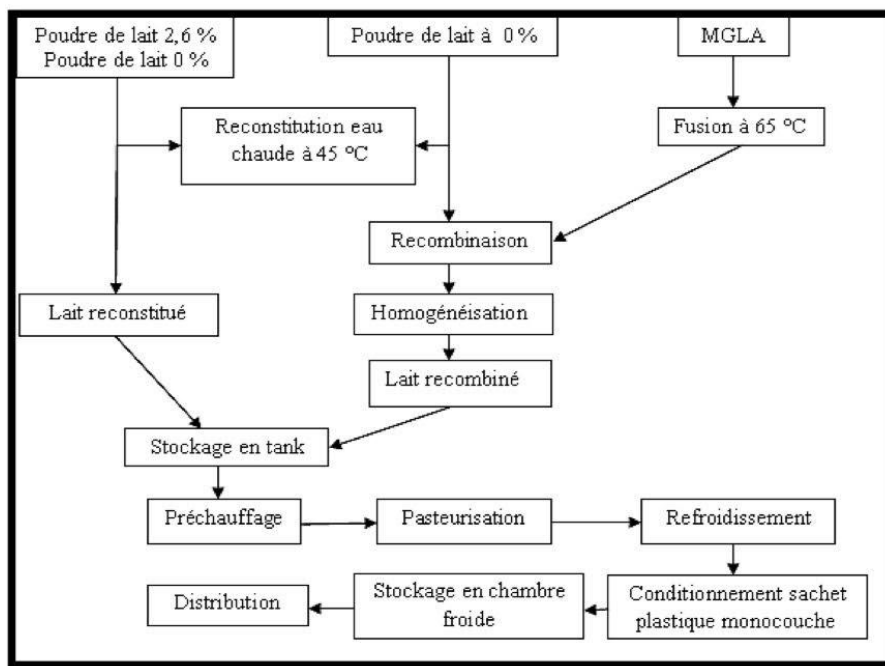


Figure 4: Diagramme de fabrication du lait reconstitué dans une laiterie analysé (Malek,2019).

5.3 Lait concentré sucré :

Le lait concentré est un produit obtenu par concentration du lait propre à la consommation.

Cette concentration peut être réalisée avec ou sans ajout de sucre (J.O.R.A, 2014).

La stabilité du lait concentré sucré est assurée par la réduction de l'activité de l'eau (A_w).

Cela est obtenu par :

- L'élimination partielle de l'eau.
- L'ajout de sucre.

Le procédé consiste à effectuer une évaporation sous vide, ce qui permet d'abaisser la température d'ébullition et de préserver les qualités du lait. L'évaporation est réalisée dans des évaporateurs tubulaires ou à plaques. L'ajout de saccharose (sucre) permet de conserver le produit sans nécessiter de stérilisation, en limitant le développement des micro-organismes grâce à la réduction de l'activité de l'eau.

Les caractéristiques du lait concentré sucré sont les suivantes :

- Teneur en eau : environ 24 %.
- Concentration des constituants : environ 3 fois celle du lait initial.
- Teneur en saccharose : plus de 40 %. (Vierling, 2003) Lait (écrémé ou non).

5.4 Lait aromatisé :

Le lait aromatisé désigne des boissons stérilisées préparées à l'avance, composées exclusivement de :

- Lait (écrémé ou non).
- Sucre (facultatif).
- Colorants généralement autorisés.
- Substances aromatiques naturelles, qui peuvent être renforcées artificiellement (par exemple : abricot, ananas, fraise, prune, cerise, framboise).

Les laits aromatisés peuvent également contenir des stabilisants tels que : Agar-agar., Alginates., Carraghénanes et pectines.

Ces produits sont généralement obtenus par : Stérilisation en récipients ou stérilisation UHT (Ultra Haute Température).

5.5 Lait fermenté :

La dénomination lait fermenté est réservée au produit laitier préparé avec des laits écrémés ou non ou des laits concentrés ou en poudre écrémés ou non sous forme liquide, concentré ou en poudre. Ils pourront être enrichis avec des constituants tels que la poudre de lait ou les protéines de lait. Le lait subit alors un traitement thermique au moins équivalent à la pasteurisation et estensemencé avec des microorganismes caractéristiques de chaque produit.

La coagulation des laits fermentés ne doit pas être obtenue par d'autres moyens que ceux qui résultent de l'activité des microorganismes qui sont pour la plupart du probiotique c'est-à-dire bénéfique pour la santé. (Fredot, 2005).

La dénomination “yaourt” ou “yoghourt” est strictement réservée aux laits dont la fermentation est obtenue par des bactéries lactiques *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. Ces bactéries doivent êtreensemencées simultanément et se trouver vivantes dans le produit fini à raison d’au moins 10 millions de bactéries par gramme et ceci jusqu’à la date limite de consommation.

5.6 Lait en poudre :

la production de lait condensé a débuté dans les années 1860, tandis que celle du lait en poudre a commencé plus tardivement. Les premiers essais de dessiccation de lait (entier, demi-écrémé ou écrémé) entrepris dans la seconde moitié du XIXe siècle ont donné des produits de qualité médiocre, notamment en termes de réhydratation. Ce n’est qu’au début du XXe siècle que des procédés industriels efficaces ont été développés. Les deux principales méthodes encore utilisées aujourd’hui sont :

- L’atomisation : transformation du lait en fines particules par pulvérisation dans un courant d’air chaud.
- Le séchage sur cylindres chauffants : évaporation de l’eau par contact avec des cylindres chauffés.

5.7 Lait U.H.T. (Ultra haute température) :

Le lait UHT est un lait de longue conservation, stérilisé par Upérisation à Haute Température. La technique UHT (« Upérisation à Haute Température » ou, par influence de l’acronyme anglais, « Ultra-High température » est obtenue en portant un liquide instantanément à une température très élevée pendant un temps court

Le procédé, qui est une stérilisation, tue tous les micro-organismes et inactive les enzymes éventuellement présentes. La très courte durée de l’upérisation, par rapport aux autres procédés comme la pasteurisation, a pour but de n’altérer que faiblement des qualités considérées comme essentielles, en fonction du produit. À la suite du traitement, le produit est généralement conditionné hermétiquement pour en garder la stérilisation (FAO, 2010).

Le lait UHT est obtenu par upérisation du lait à (140 à 150 °C) pendant 2 à 5 secondes. La stérilisation est souvent suivie immédiatement par son conditionnement aseptique.

5.7.1 Procédé de fabrication du lait stérilisé (UHT) :

Le procédé de fabrication de ce type de lait suit plusieurs étapes (Fig.5) :

La reconstitution : L’opération de la reconstitution du lait consiste à mélanger les poudres de lait écrémé et entier, avec de l’eau traitée portée à une température de 45°C. Cette eau est soutirée par une pompe vers le mixeur ou la poudre est déversée en un circuit fermé, cette opération se poursuit jusqu’à dissolution complète de la poudre de lait.

➤ **La filtration :**

La filtration est réalisée dans le but de débarrasser le lait des impuretés physiques éventuelles apportées par la poudre de lait, le lait est filtré à travers un filtre pressé.

➤ **Le dégazage :**

Le dégazage a pour but d'éliminer les gaz contenus dans le lait, tel que le gaz carbonique, oxygène, azote...etc. à une température comprise entre 40°C et 45°C Tous ces gaz, pouvant compromettre la qualité du lait, par oxydation de la matière grasse du lait par l'oxygène. (Luquet, 1991).

➤ **L'homogénéisation :**

C'est un traitement physique par pression, qui se traduit par l'éclatement des globules de la matière grasse en fines particules homogènes, cela apporte une bonne protection contre l'oxydation et évite que la matière grasse remonte à la surface.

➤ **Le refroidissement :**

Le lait reconstitué obtenue doit être refroidie à une température de 4 à 8°C, puis stocker dans des tanks de capacité de 30,000 litres chacune. C'est à ce niveau qu'on effectue un contrôle physico-chimique et pour s'assurer de la conformité de produit aux normes, ensuite par un système de canalisation, ce lait sera acheminé vers l'atelier de pasteurisation.

➤ **La pasteurisation :**

Le lait ne peut se conservé tel qu'il est, sa composition est vulnérable à la prolifération des micro-organismes, pour le rendre mieux conservable il est soumet à un traitement thermique qui détruit partiellement sa flore microbienne. Selon la durée de traitement thermique et le degré de la température appliqué .on distingue :

- La pasteurisation à basse température ou discontinue qui consiste à chauffer le lait à 63°C pendant 30 minutes.

-La pasteurisation à haute température: Il s'agit d'un traitement physique d'intensité mesurable destiné à l'amélioration de la qualité microbiologique du lait par chauffage à 80°C pendant 20 secondes.

➤ **La stérilisation :**

Le procédé le plus courant de la stérilisation du lait se fait soit en vrac ou en flux continu UHT (Ultra-haute-Température), qui consiste à traiter le lait à une température de 137°C pendant (1s),

un tel procédé permet la conservation du lait pendant 03 mois à température ambiante dans un emballage fermé.

➤ **Le conditionnement :**

A la fin de la stérilisation, le lait est conditionné dans des boîtes stériles (stérilisé par les rayons UV) pour éviter toutes altérations du produit. L'opération de conditionnement s'effectue à l'aide de machines spécialisées dans des conditions strictes d'hygiène. (Trémolière et al., 1980).

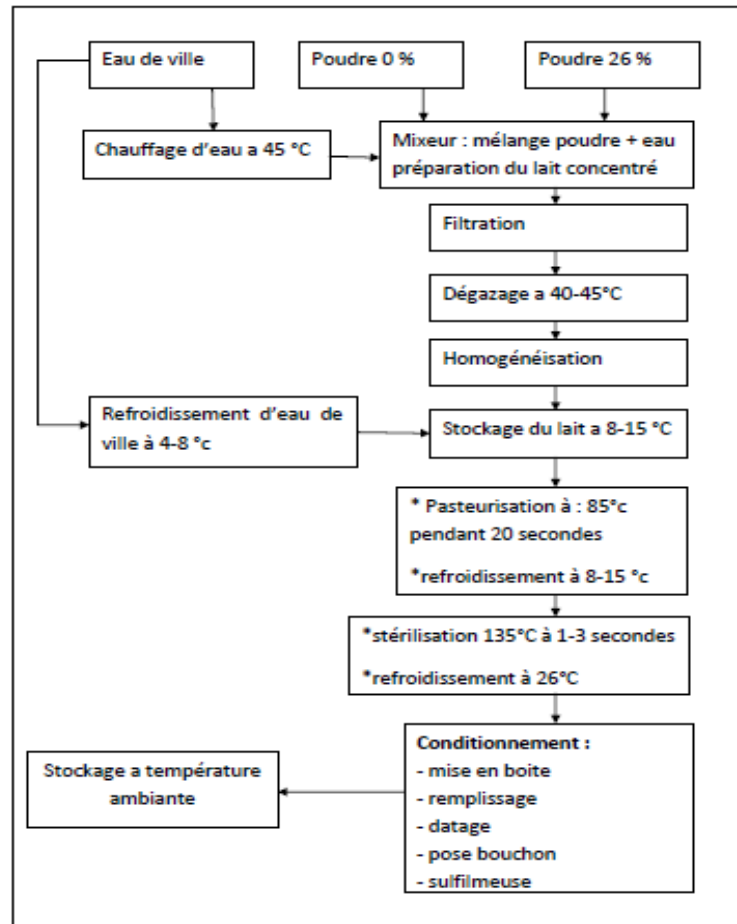


Figure 5: Diagramme de fabrication du lait U.H.T.(Visseyre, 1979).

Partie pratique

Matériels et méthodes

Partie pratique

La partie pratique de cette étude a été menée au mois de mars et réalisée au niveau du Laboratoire de Répression des Fraudes et de Contrôle de la Qualité d'El Bouni, qui est une structure technique relevant du Ministère du Commerce et de la Promotion des Exportations en Algérie.

Situé dans la wilaya d'Annaba, ce laboratoire est spécialisé dans l'analyse physique, chimique et microbiologique des produits alimentaires et non alimentaires, afin de vérifier leur conformité aux normes nationales et internationales en vigueur.

Il joue un rôle essentiel dans la protection du consommateur à travers :

- La détection des fraudes et des contrefaçons sur les produits commercialisés.
- L'appui technique aux services de contrôle et d'inspection.
- La garantie de la qualité et de la sécurité sanitaire des produits.
- La promotion de la culture de la qualité chez les opérateurs économiques.

Ce laboratoire constitue un outil de référence pour la prise de décisions réglementaires et contribue à la transparence du marché ainsi qu'au développement d'une concurrence loyale.

Pour cette étude, nous avons choisi, aléatoirement 5 échantillons de lait, commercialisés dans la wilaya d'El-Tarf :

Deux échantillons de lait pasteurisé, commercialisés dans des sachets et trois échantillons de lait stérilisé à UHT, partiellement écrémés, commercialisés dans des packs.

➤ **Laits pasteurisés :**

Lait Bousbia :

Ce lait est le produit de la laiterie Bousbia, située dans la wilaya d'El-Tarf

Lait Edough :


Ce lait est le produit de la laiterie Edough située dans la wilaya de Annaba et affiliée au groupe étatique GIPLAIT.

➤ **Laits UHT :**

Lait Candia - partiellement écrémé - :


Ce lait est le produit de la spa Tchîn-Lait. Idéal pour toute la famille et « garantie de qualité », il procure chaque jour les protéines, le calcium et les vitamines nécessaires, pour bien démarrer la journée.

Tout au long de sa chaîne de fabrication, ce lait subit plus de 25 contrôles permanents, garantissant sa grande qualité et le traitement UHT qu'il subit, permet de le boire sans avoir à le bouillir.

<p>Valeurs nutritionnelles du lait Candia, pour 100 ml :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valeurs énergétiques : 45 kcal, 188 kJ • Lipides (matière grasse) : 1.6 g • Glucides : 4.5 g • Protéines : 3g • Calcium : 110 mg 	
---	---


Lait Soummam - partiellement écrémé - :

Ce lait est le produit de la laiterie Soummam, située dans la ville de Akbou, wilaya de Bejaia. Stérilisé à UHT garantissant sa longue durée de conservation, ce lait ne contient ni additifs, ni conservateurs. Naturellement, source de calcium, il contribue à la construction et à la préservation de notre capital osseux, en apportant environ 35% des apports journaliers recommandés en calcium dans un bol de lait (250 ml).

<p>Valeurs nutritionnelles du lait Soummam, pour 100 ml :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Valeurs énergétiques : 45.55 kcal, 193.2 kJ. ▪ Protéines : 3g ▪ Glucides : 4.9 g ▪ Lipides (matière grasse) : 1.5 g. 	
---	---

Lait Obeï - partiellement écrémé - :

Ce lait est le produit de l'entreprise locale Obei, située à Bir Touta, wilaya d'Alger. Il est préparé, sans conservateurs, à partir de la poudre de lait, reconstitué et traité à (UHT).

<p>Valeurs nutritionnelles du lait Obei pour 100 ml :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Glucides : 4.5 gr ▪ Protéines : 3gr ▪ Lipides : 1.5 gr ▪ Valeurs énergétiques : 145 kcal ou 190 kJ ▪ Calcium : 119 mg 	
---	---

1 Méthodes d'analyses physico-chimiques et microbiologiques des laits :

Les échantillons des deux types de lait ont été soumis à l'étude de certains paramètres, déterminant leurs qualités physicochimique et microbiologique. (Fig.6).

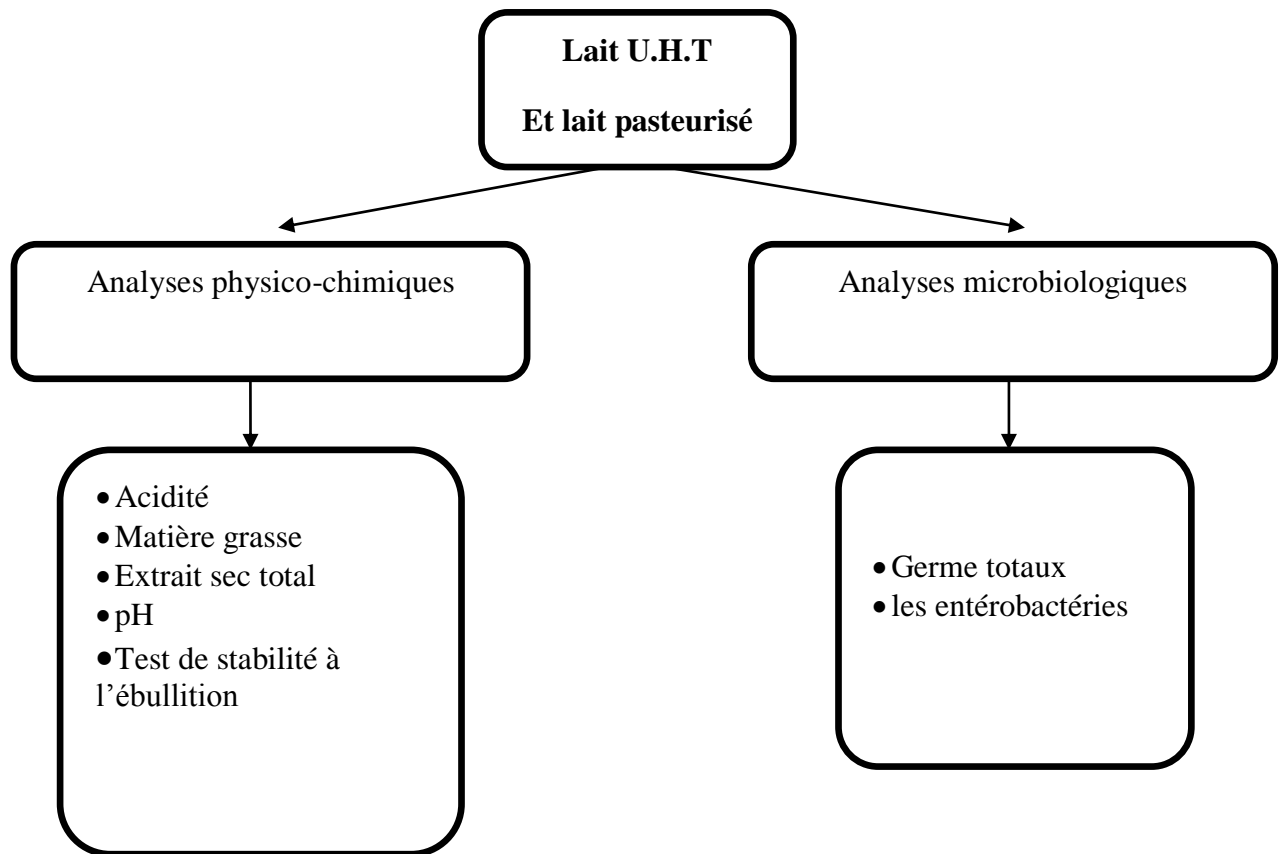


Figure 6: Schéma représentatif des différentes analyses réalisées sur les laits

(Khouri, 2025)

1.1 Analyses microbiologiques des laits U.H.T. et des laits pasteurisés :

Les manipulations s'effectuent dans une zone stérile, devant un bec Bunsen allumé depuis 15 min et sur une paillasse préalablement désinfectée par une solution d'eau de Javel.

Les sachets et les boîtes contenant les laits sont désinfectés avec un coton imbibé d'alcool.

Préparation des dilutions

Une série de dilutions est réalisée, à l'aide d'une micropipette, à partir de l'échantillon mère.

Pour cela :

1ml de l'échantillon de lait à analyser est prélevé, ensuite il est introduit dans un tube à essai, contenant 9 ml d'eau physiologique stérile (dilution 10^{-1}). (Fig.7)

Répéter ces étapes jusqu'à la dilution 10^{-5} pour le lait pasteurisé et 10^{-3} pour le lait U.H.T.

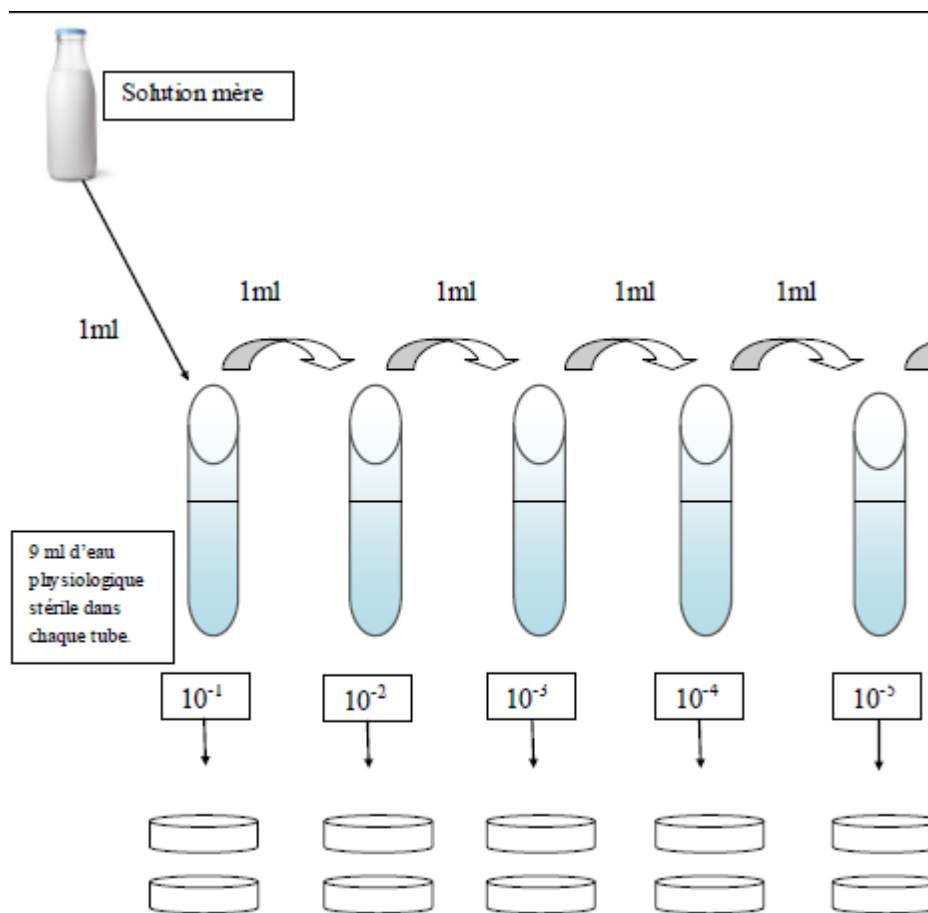


Figure 7: Techniques de préparation des dilutions décimales successives.

1.1.1 Recherche et dénombrement des germes totaux

❖ Mode opératoire :

- Transférer 1 ml des dilutions retenues (10^{-1} à 10^{-5} pour le lait pasteurisé et 10^{-1} à 10^{-3} pour le lait U.H.T) dans les boîtes de Pétri stériles.
- Couler 15 ml de milk agar (MA) pour lait pasteurisé et PCA pour lait UHT, en surfusion

Mélanger l'inoculum avec le milieu (ISO 4832 : 2006).

- Laisser solidifier en posant les boîtes sur une surface fraîche et horizontale.
- Incuber les boîtes du lait pasteurisé à 30 °C, pendant 48 heures.

❖ Lecture

Le dénombrement des colonies est réalisé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{➤ } N = \frac{\sum c}{v(n1+0.1n2)d}$$

Où :

V = est le volume d'inoculum appliqué sur chaque boîte de Petri, en ml

Σc = Somme totale des colonies comptées.

n1 = Nombre de boîtes comptées dans la première dilution.

n2 = Nombre de boîtes comptées dans la seconde dilution.

d = est la dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.



Figure 8 : dénombrement des germes totaux

1.1.2 Recherche des Entérobactéries dans les laits Pasteurisés et les laits U.H.T.

Le milieu de culture est le Violet Red Bile Glucose Agar (VRBG)

❖ **Mode opératoire :**

- Réaliser des dilutions décimales de l'échantillon dans une eau physiologique stérile.
- Ensemencer 1 ml de l'échantillon sur gélose VRBG en double couche.
- Incuber à 37 °C, pendant 24 heures.

❖ **Lecture :**

Observer et compter les colonies typiques. Les résultats sont exprimés en UFC/ml.



Figure 9 : dénombrement des entérobactéries

1.2 Analyse physicochimique des laits pasteurisés et des laits U.H.T.

Pour la détermination de la qualité physicochimique des deux types de laits sélectionnés, on a analysé cinq paramètres : test de stabilité, pH, acidité, matière grasse et extrait sec.

1.2.1 Détermination du taux de la matière grasse

Il est déterminé par La méthode de GERBER (Méthode acido-butyrométrique). Une technique applicable aux laits homogénéisés.

❖ Principe

Après dissolution des protéines, par addition d'acide sulfurique, la séparation de la matière grasse du lait, par centrifugation dans un butyromètre, est favorisé par l'addition d'une quantité d'alcool iso-amylque.

❖ Mode opératoire :

- Introduire 10 ml d'acide sulfurique (91%) dans le butyromètre
- Ajouter 10 ml d'eau, puis ajouter 11ml du lait (ou 2,5 g de la poudre de lait)
- Ajouter 1 ml d'alcool iso-amylque et fermer avec un bouchon.
- Agiter, soigneusement, jusqu'à la dissolution de la poudre et les protéines, par action d'acide sulfurique
- Tourner le butyromètre du haut en bas, cinq à six fois.

- Afin d'obtenir une bonne homogénéisation, il est recommandé de mettre le butyromètre dans un bain marie ; pendant 5 minutes, puis le centrifugé, pendant 5 minutes, ensuite le chauffer une seconde fois au bain marie, pendant 5 minutes.

❖ Lecture :

La teneur en matière grasse, exprimée en g/l, est obtenu par la lecture de la graduation sur le butyromètre.

Pour cela, maintenir le bouchon vers le bas et ajuster devant le repère la plus proche, puis lire rapidement. (Fig.8)



Figure 10: Détermination de la matière grasse

(Khouri, 2025).

1.2.2 Détermination de l'acidité titrable

❖ Principe :

Le lait renferme de l'acide lactique, qui est titré par de la soude, en présence de la phénolphtaléine, comme indicateur coloré. Cet acide provient de la fermentation du lactose du lait, par les micro-organismes.

❖ Mode opératoire :

- Introduire dans un bêcher 10 ml du lait et 4 ou 5 gouttes de phénol phtaléine
- Titre avec de la soude, jusqu'à l'obtention d'une coloration rose, en laissant tomber la soude, goutte à goutte et en remuant constamment. La coloration doit persister 10 secondes.
- Mesure l'acidité du lait, en opérant sur 10 ml pour avoir la correspondance du 0.1 ml N/9 d'acide lactique par litre de lait, il suffit de multiplier le résultat par 10 (OUALI, 1998).

$$\text{Acidité} = V_1 \times 10.$$

Où :

V₁ = volume en ml de la solution de Na OH N/9.

1.2.3 Test de stabilité à l'ébullition

Ce test vise à évaluer la capacité du lait à résister à la chaleur sans se séparer ou coaguler. Tous les laits doivent être stables à l'ébullition, pour des raisons technologiques.

❖ **Mode opératoire :**

- Verser 5ml de lait à analyser dans un bécher.
- Placer le Bécher sur une plaque chauffante, à 100°C, pendant 10 minutes.
- Faire pivoter le Bécher, doucement dans une position inclinée et examinez les parois à la recherche de particules précipitées :

❖ **Expression des résultats :**

- Si le lait s'écoule le long des parois, sans laisser des traces, il s'agit d'un lait normal.
- S'il laisse des grumeaux, où il se forme un coagulum, le lait est anormal.



Figure 11: Test de stabilité à l'ébullition (Khouri, 2025)

1.2.4 Détermination de l'extrait sec total (E.S.T.)

❖ **Principe :**

Elle consiste en une dessiccation du produit et la pesée de son résidu (OUALI, 1998). Le résidu sec est la quantité de la matière sèche, contenue dans un litre du produit, qui est exprimée en pourcentage massique ou en (g/l).

❖ **Mode opératoire :**

- Dans une capsule séchée et tarée introduire 10 ml de lait, bien étaler et peser.
- Introduire la capsule dans l'étuve à 120°C, pendant 3 heures
- Mettre la capsule à refroidir dans un dessiccateur en verre ensuite peser le résidu de la dessiccation

❖ Expression des résultats

La matière sèche, exprimée en gramme pour cent gramme d'échantillon, est calculée, comme suit :

$$\frac{M_1 - M_0}{M_2 - M_0} \times 100$$

- Mo : Masse de la capsule vide.
- M1 : Masse de capsule et du résidu après dessiccation.
- M2 : Masse de la capsule et de la prise d'essais.

1.2.5 Détermination du pH :

❖ Principe :

Le pH détermine l'acidité ionique du lait.

❖ Mode opératoire :

- Placer une quantité de lait dans un bêcher
- Plonger l'électrode du pH-mètre dans le lait

❖ Expression des résultats

La valeur du pH, pour les échantillons de lait analysés, est lue, directement, sur l'écran du pH-mètre.

Résultats et discussion

2 Résultats et discussion

Les analyses des paramètres physicochimiques des cinq marques de laits étudiés (test de stabilité, pH, acidité Dornic, matière grasse et extrait sec), nous ont permis d'obtenir les résultats suivants :

2.1 Résultats des analyses physicochimiques :

2.1.1 Laits pasteurisés :

Les résultats obtenus pour le lait pasteurisé des marques Edough et Bousbia sont :

2.1.1.1 Test de la stabilité à l'ébullition :

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant (Tab.3) :

Tableau 3: Résultats de la stabilité à l'ébullition des laits reconstitués pasteurisés (Khouri, 2025).

La marque	Test de stabilité
Lait Bousbia	+
Lait Edough	+

Le test de stabilisation vise à évaluer la résistance des protéines du lait à la chaleur. Un résultat positif (+) indique une bonne stabilité thermique.

2.1.1.2 Détermination du pH et de l'acidité titrable des laits reconstitués pasteurisés

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant (Tab.4) :

Tableau 4: Résultats du pH des laits reconstitués pasteurisés (Khouri, 2025).

La marque	pH	Acidité(°D)
Lait Bousbia	6.76	15
Lait Edough	6.75	16.5

En ce qui concerne la mesure du pH, nous remarquons que les échantillons des 02 marques de lait reconstitué pasteurisé présentent des résultats, plus ou moins, identiques.

Par comparaison de nos résultats avec la norme (pH 6,5-6,7), nous constatons que le lait est conforme. Pour ce qui est de l'acidité titrable, nous constatons que les résultats pour nos échantillons sont dans les normes 14-18 °D, pour le lait pasteurisé ; Ce qui montre que les laits analysés sont frais.

2.1.1.3 Détermination de la matière grasse des laits pasteurisés

Les résultats sont résumés dans le tableau qui suit (Tab.5) :

Tableau 5: Résultats du taux de la matière grasse des laits pasteurisés (Khouri, 2025).

La marque	Matière grasse (g/l)
Lait Bousbia	17
Lait Edough	16

La teneur de la matière grasse des 02 marques de laits sont très proches. Selon le JORA (1993), la teneur en matière grasse du lait pasteurisé doit être comprise entre 15 et 20 g/l.

Nous constatons que nos résultats n'ont pas dépassé les limites exigées par la législation algérienne et que de ce fait, les laits pasteurisés Edough et Bousbia sont conformes à la norme algérienne.

2.1.1.4 Détermination de l'extrait sec des laits reconstitués pasteurisés

Les résultats sont résumés dans le tableau qui suit (Tab.6) :

Tableau 6: Résultats de la teneur du résidu sec des laits reconstitués pasteurisés (Khouri, 2025)

La marque	Extrait sec
Lait Bousbia	106,49 g/l
Lait Edough	99,32 g/l

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que l'extrait sec du lait pasteurisé varie entre 106.49 g/l et 99.32 g/l. les deux laits restent néanmoins conforme, bien que le lait Bousbia présent une meilleur richesse en composés nutritifs.

2.1.2 Laits U.H.T. partiellement écrémés

Les résultats des analyses des paramètres physicochimiques sont regroupés dans le tableau suivant (Tab.7)

Tableau 7: Résultats des analyses physicochimiques des lait U.H.T a T°ambiante

(Khouri, 2025)

Tests	Lait Candia	Lait Soummam	Lait Obeï
Stabilisation	+	+	+
Acidité(°D)	15,6	15,4	19
Matière grasse (g/l)	15	16	15
Extrait sec(g/l)	99,3	97,2	122,1
pH	6,74	6,70	6,71

2.1.2.1 Acidité :

L'acidité est un indicateur de fraîcheur et de stabilité microbiologique. Pour le lait UHT, la norme recommande une acidité ≤ 18 °D.

Pour ce paramètre, les résultats sont démontrés sur la figure suivante (Fig.10).

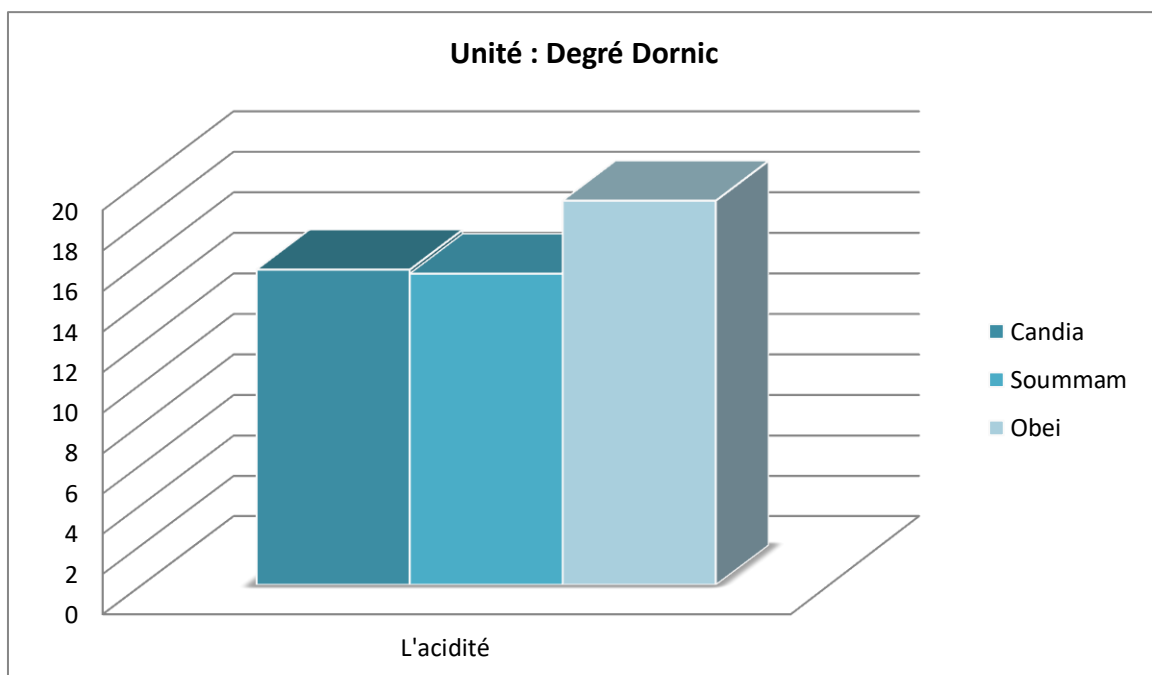


Figure 12: Résultats de l'acidité des laits U.H.T

(Khouri, 2025)

L'acidité d'Obeï dépasse légèrement la norme, ce qui peut refléter soit une évolution du produit due à un stockage prolongé, soit une teneur plus élevée en protéines (responsables de l'acidité naturelle).

2.1.2.2 Matière grasse :

Pour les teneurs en matière grasse, les résultats sont démontrés sur la figure suivante (Fig.11)

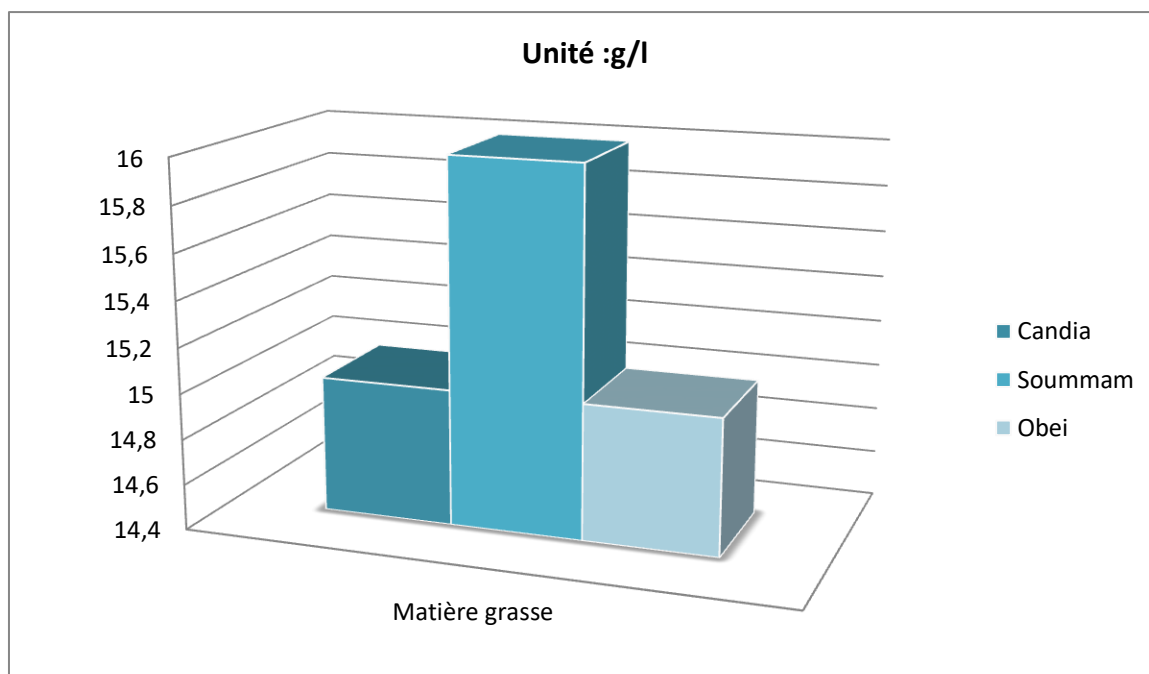


Figure 13: Résultats des dosages de la matière grasse des laits U.H.T.

(Khouri, 2025).

Les trois marques de lait Candia et Soummam et Obeï présentent des valeurs de 15 , 16 et 15 respectivement, ces moyennes se situent dans une fourchette de normativité selon la norme établie par le (J.O.R.A, 2014), qui varient de 15 à 20 g/l.

2.1.2.3 Extrait sec :

Pour les taux de l'extrait sec, les résultats sont démontrés sur la figure suivante (Fig.12)

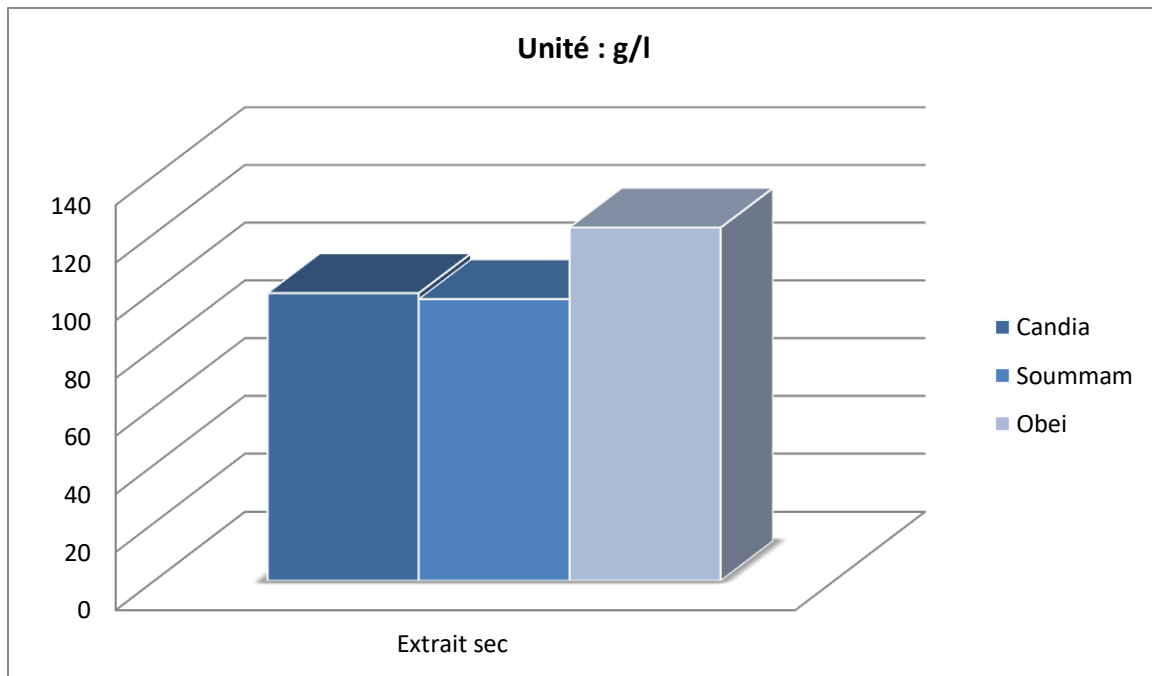


Figure 14: Résultats des taux de l'extrait sec des laits U.H.T.

(Khouri, 2025)

L'extrait sec total regroupe la matière sèche du lait. Les normes fixent un minimum de Supérieur a 85 g/L (codex standards207-1999) pour le lait. Un extrait sec plus élevé reflète une meilleure valeur nutritionnelle.

Tous les échantillons sont conformes, avec Obei montrant une valeur supérieure à la normale, ce qui peut suggérer un enrichissement ou une concentration plus élevée en nutriments.

2.1.2.4 pH

Pour les valeurs du pH enregistrées, les résultats sont démontrés sur la figure suivante (Fig.13)

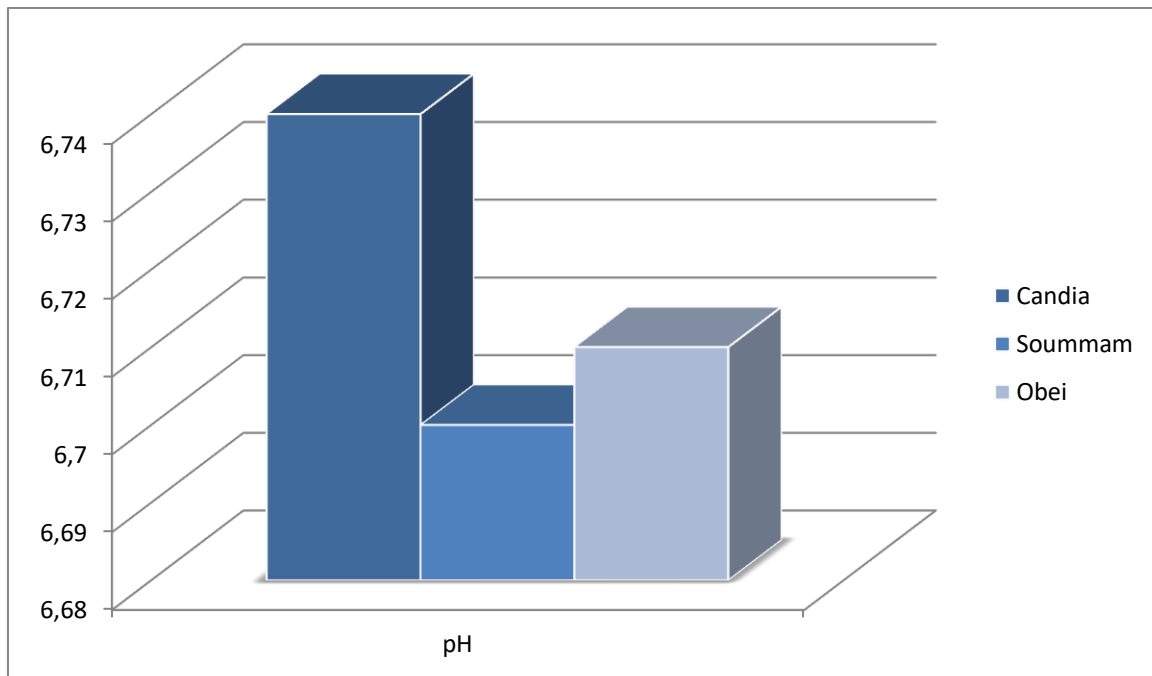


Figure 15: Résultats du pH des laits U.H.T..

(Khouri, 2025).

Tous les échantillons présentent un pH normal, ce qui confirme leur stabilité chimique et microbiologique.

Le pH du lait UHT doit être compris entre **6.6 et 6.8** selon les normes internationales. Des valeurs hors de cette plage peuvent indiquer un début de dégradation.

Sur la base des résultats et des normes officielles :

Les trois marques analysées sont globalement conformes aux normes physico-chimiques du lait UHT.

Obei se distingue par un extrait sec élevé (bonne qualité nutritionnelle) mais présente une acidité légèrement supérieure à la norme, nécessitant une vérification des conditions de stockage ou de la date de péremption.

2.2.1 Laits UHT : Candia, Soummam et Obei

Les résultats des analyses microbiologiques des laits analysés exprimés en UFC/ml (Tab.8), représentent la charge de la microflore recherchée. Retenir pour comptage, les boîtes de Pétri contenant un nombre de colonies.

Dénombrement des colonies :

Le dénombrement des colonies est réalisé à l'aide de la formule suivante :

C: Somme totale des colonies comptées.

n1: Nombre de boîtes comptées dans la première dilution.

n2: Nombre de boîtes comptées dans la seconde dilution.

d: Facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.

$$N = \frac{\sum c}{v(n1 + 0.1n2)d}$$

Tableau 8: Résultats du dénombrement des germes totaux - Lait U.H.T (Khouri, 2025)

Analyses	Candia	Soummam	Obeï
Germe totaux	5.4×10^1	1.1×10^2	3.6×10^1
Les Entérobactéries	Abs	Abs	Abs
Normes(UFC/ml) (J.O.R.A.,2017)	10/0.1ml		

L'analyse microbiologique des trois échantillons de lait UHT a révélé des niveaux variables de contamination en germes totaux. Selon la norme algérienne (JORA, 2017) , le seuil maximal admissible est de 10 UFC/0,1 ml, soit 100 UFC/ml.

L'échantillon Candia présente une charge microbienne de $5,4 \times 10^1$ UFC/ml, ce qui reste bien en dessous de la limite réglementaire, le rendant conforme aux exigences en vigueur.

En revanche, Soummam Ce dépassement, bien que faible, indique un début de développement microbien, lié à une exposition prolongée à température ambiante ou à des conditions de stockage non optimales. Ce type de lait, bien que stérilisé (UHT), peut développer une flore résiduelle si la chaîne de distribution ou de stockage est rompue.

De son côté, l'échantillon Obeï affiche une concentration de 3.6×10^1 UFC/ml, présentent des charges microbiennes inférieures à ce seuil, ce qui les rend conformes à la réglementation.

Par ailleurs, l'absence d'entérobactéries dans l'ensemble des échantillons est un indicateur positif d'hygiène, suggérant que la contamination n'est pas liée à une source fécale ou

environnementale directe, mais probablement à une multiplication de germes totaux due aux conditions de conservation.

2.2.2 Laits pasteurisés : Edough et Bousbia

Les résultats des analyses microbiologiques des laits analysés, exprimés en UFC/ml, sont regroupés dans la tableau suivant (Tab.10)

2.2.2.1 Lait Bousbia :

Les résultats du dénombrement bactériologique sont regroupés dans le tableau suivant (Tab.9)

Tableau 9: Résultats de l'analyse microbiologique du lait pasteurisé Bousbia
(Khouri, 2025)

Analyses	U1	U2	U3	U4	U5
Les germes totaux	9.1×10^2	7.9×10^2	6.8×10^2	8.2×10^2	9.2×10^2
Les entérobactéries	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Normes(UFC/ml) (J.O.R.A., 2017)	10^4 - 10^5 :pour les germs totaux 10 :pour les entérobactéries				

L'analyse des échantillons de lait pasteurisé Bousbia (U1 à U5) et Edough (U1 à U3) montre des variations de charges microbiennes en germes totaux, tandis que les entérobactéries sont absentes dans tous les cas. Selon la norme (JORA, n°39, 2017), les valeurs acceptables sont de 10^4 à 10^5 UFC/ml pour les germes totaux, et ≤ 10 UFC/ml pour les entérobactéries.

Ces valeurs sont toutes inférieures à 10^4 UFC/ml, donc largement conformes à la norme. La charge microbienne reste modérée, ce qui peut indiquer une bonne qualité initiale du produit et un traitement thermique efficace.

2.2.2.2 Lait Edough

Les résultats du dénombrement bactériologique sont regroupés dans le tableau suivant (Tab.10).

Tableau 10: Résultats de l'analyse microbiologique du lait pasteurisé Edough
(Khouri, 2025)

Teste	U1	U2	U3
Les germes totaux	2.5×10^3	2.1×10^2	3.6×10^2
Les entérobactéries	Abs	Abs	Abs
Normes (UFC/ml) (J.O.R.A., 2017)	10^4 - 10^5 : pour les germes totaux 10 : pour les entérobactéries		

Les trois échantillons présentent des charges microbiennes nettement inférieures à la limite de 10^5 UFC/ml, et restent dans la plage acceptée par la réglementation. Bien qu'un peu plus élevées que celles des échantillons de Bousbia, ces valeurs demeurent conformes et ne traduisent pas une contamination préoccupante.

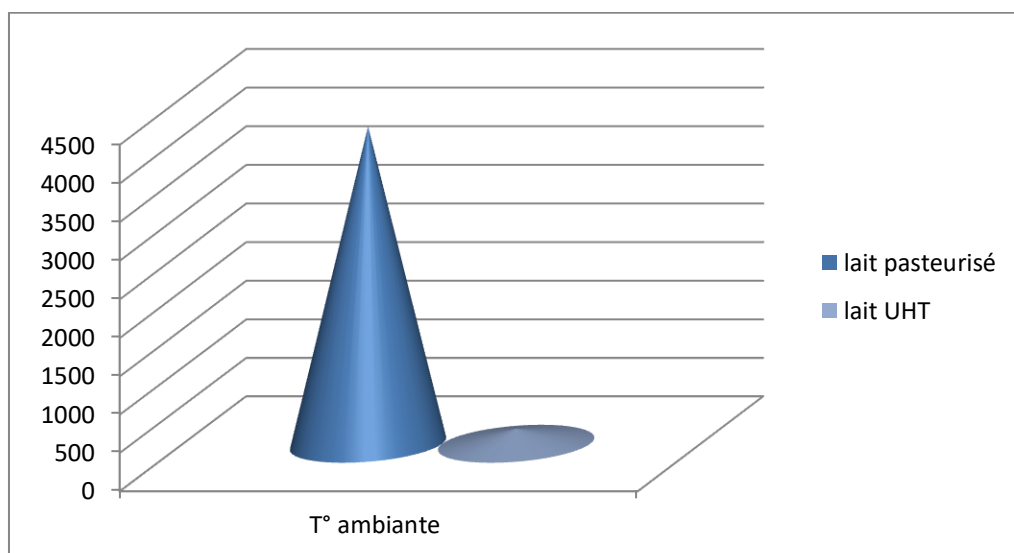


Figure 16: Comparaison de la charge microbienne des 02 types des laits
(Pour les germes totaux) (Khouri, 2025)

Cette figure met en évidence que le lait UHT est beaucoup plus stable microbiologiquement que le lait pasteurisé à température ambiante.

-La pasteurisation, bien qu'efficace pour réduire les micro-organismes pathogènes, ne détruit pas tous les germes. Des bactéries thermorésistantes ou une recontamination post-traitement peuvent expliquer cette croissance rapide à température ambiante.

-Le lait UHT (Ultra Haute Température), quant à lui, est stérilisé, ce qui explique l'absence quasi totale de germes.

Elle souligne aussi l'importance de réfrigérer le lait pasteurisé après ouverture pour limiter la prolifération microbienne.

Conclusion

Conclusion :

Le lait est un excellent milieu de croissance pour les microorganismes et leur nombre peut augmenter rapidement dans le lait si les conditions de production et d'entreposage ne sont pas bien contrôlées. Toutefois, et malgré les traitements thermiques la qualité du lait (pasteurisé et U.H.T.) et sa durée de vie sont limitées par le développement des populations microbiennes de contamination.

De ce fait, notre travail a porté sur l'évaluation de la qualité microbiologique de deux types de lait (pasteurisé et U.H.T.), D'après nos résultats d'analyse des échantillons de lait pasteurisé Bousbia (U1 à U5) et Edough (U1 à U3) montre des variations de charges microbiennes en germes totaux, tandis que les entérobactéries sont absentes dans tous les cas. Ces valeurs sont toutes inférieures à 10^4 UFC/ml, donc largement conformes à la norme. La charge microbienne reste modérée malgré la conservation à température ambiante, ce qui peut indiquer une bonne qualité initiale du produit et un traitement thermique efficace.

L'analyse microbiologique des trois échantillons de lait UHT à température ambiante a révélé des niveaux variables de contamination en germes totaux. Selon la norme algérienne (JORA, n°39, 2017), le seuil maximal admissible est de 10 UFC/0,1 ml, soit 100 UFC/ml.

L'échantillon Candia présente une charge microbienne de $5,4 \times 10^1$ UFC/ml, ce qui reste bien en dessous de la limite réglementaire, l'échantillon Obeï affiche une concentration de $3,6 \times 10^1$ UFC/ml, présentent des charges microbiennes inférieures à ce seuil le rendant conforme aux exigences en vigueur. Soummam Ce dépassement, bien que faible, indique un début de développement microbien, lié à une exposition prolongée à température ambiante ou à des conditions de stockage non optimales. Ce type de lait, bien que stérilisé (UHT), peut développer une flore résiduelle si la chaîne de distribution ou de stockage est rompue. Par ailleurs, l'absence d'entérobactéries dans l'ensemble des échantillons est un indicateur positif d'hygiène.

Nous constatons que nos résultats de deux types du lait pasteurisé et lait UHT sont globalement conformes aux normes physico-chimiques.

Références bibliographiques :

1. AFNOR. (1996). Gérer et assurer la qualité. 6^e ed.: qualité des organisations. Recueil des normes françaises. Paris.
2. Alais, C. et al. (2008). Principes des techniques laitières. Edition Société d'édition et de promotion agro-alimentaires, industrielles et commerciales
3. Amiot, J. et Lapointe-Vignola, C. (2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait Science et technologie du lait –Transformation du lait. École polytechnique de Montréal. ISBN:3-25-29
4. BENLKADI. (2005). Étude de la qualité hygiénique du lait cru collecté dans la région de Tizi-Ouzou. . (m. d. d'étude, Éd.) Tizi-Ouzou, Algérie., algérie : Institut Agronomique, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
5. Broutin et al. (2005). Qualité microbiologique et physico-chimique des laits fermentés commercialisés dans la ville de Maroua. (1. International Journal of Biological and Chemical Sciences, Éd.) Cameroun.
6. Cayot.P et Lorient.D. (1998). Structure et technologie des protéines du lait Edition : Tec et Doc. Lavoisier. Paris.
7. Chaves S., Perdigon G. et de Moreno de LeBlanc A. (2011). Yoghurt Consumption Regulates the Immune Cells Implicated in Acute Intestinal Inflammation and Prevents the Recurrence of the Inflammatory Process in a Mouse Model. Journal of Food Protection. 174(74).
8. Codex Alimentarius (2022). Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie
9. CXS 206-1999. Adoptée en 1999. Amendée en 2022, p-3.
10. Debry, G. (2001). Le lait et ses constituants : caractéristiques physico-chimiques. In « lait, nutrition et santé ». 2eme Ed. Techniques et Documents. Lavoisier. Paris, France .
11. DIENG, M. (2001). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industrielle commercialisés sur le marché Dakarois Th. Méd. Vét., n°10, . Daka, Sénégal.

12. EFSA (2024). Scientific and technical assistance report on the evaluation of human-identical milk oligosaccharides (HiMOs) as novel foods. European Food Safety Authority.
13. El-Hadi et al. (2015). Étude de la qualité microbiologique du lait cru dans la région de Guelma (Algérie) Revue de Microbiologie Industrielle. guelma, alger: Sanitaire et Environnementale.
14. FAO. (2010). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine». Collection FAO (Food Agriculture Organisation).
15. Fredot. (2005). Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc,Lavoisier: 25.
16. Fundamentals of Dairy Chemistry par Noble P. Wong et al. Un classique sur la chimie et la physique des composants du lait.
17. Gernon, M. (2004). Lait et produits laitiers : situation et perspectives dans les pays du Maghreb. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Rome.
18. Goursaud. (1985). composition et propriétés physico-chimiques dans Lait et produits laitiers de vache Edition : Tec et Doc. Apria. paris.
19. Guiraud, J.P. (2003). Microbiologie Alimentaire. FAO, 2007. Paris: Edition DUNOD.
20. GUIRAUD, J. (1998). microbiologie alimentaire. paris, paris: édition Dunod.
21. Guy FI. (2006). Elaboration d'un guide méthodologique d'intervention lors de contaminations par les salmonelles de produits laitiers au lait cru en zone de productions fromagères AOC du massif central. Thèse de doctorat d'état, université Paul-Sabatier. Toulouse, France .
22. JORA (1993). Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 aout 1993 relatif aux spécification et à la présentations de certains laits cde consommation. Journal officiel de République algérienne n°69, p 16-30.
23. J.O.R.A. (2014). Arrêté du 5 Safar 1425 correspondant au 27 mars 2004 rendant obligatoire la méthode de dénombrement des germes totaux à 30 °C pour les poudres de lait et de lactosérum.
24. JEANTE, R. (2008). Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3-13-14
25. JORA, n°39. (2017). République Algérienne Démocratique et Populaire, Journal Officiel de la République Algérienne.
26. Leyral G et Vierling É. (2007). Microbiologie et toxicologie des aliments : hygiène et sécurité alimentaires. 4e édition Biosciences et techniques.

27. Luquet M. (1991). Composition du lait. In. « Lait et produits laitiers ‘vache, brebis, chèvre » . Ed. Techniques et Documents. Lavoisier,. Paris.
28. Michell, M. (2005). Détection des résidus d’antibiotiques dans le lait de chèvre. Laboratoire des résidus médicamenteux/ division des services de laboratoire /université de Guelph ; Brenda Norris- programme de salubrité des produits laitiers/MAAARO.
29. OUALI. (1998). matériel de contrôle qualité pour produits laitiers WORLDLAB,. paris.
30. Petrus et al. (2007). Microbiological and Sensory prad.
31. POINTURIER, H. (2003). La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France: 64 . France.
32. Pougheon et Goursaud. (2001). Contribution a l’étude des variations de la composition du lait et ses conséquences enttechnologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse: 34. France.
33. Reumont, P. (2009). Licencié Kinésithérapie, <http://www.medisport.be>.
34. Rheotest, M. (2010). Rhéomètre RHEOTEST RN et viscosimètre à capillaire-produit alimentaire aromatisie.
35. Richrd, J. et Vallenerd, C. (2002). Lait de consommation In VIGNOLA C. L., Science et technologie du lait-transformation du lait, Ecole polytechnique ISBN:298. de Montréal,.
36. Schuck, P. et Brulé, G. (2000). Progrès technologiques au sein des industries alimentaires impact sur la qualité des produits –La filière laitière, Rapport commun de l'Académie des technologies et de l'Académie d'Agriculture de France. France .
37. Siboukeur.(2007). Etude du lait camelin localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. El-Harrach Algérie,; institut national agronomique.
38. SIBOUKEUR, J. (2007). caractéristique phusiquo-chimique et microbiologique aptitudes a la coagulation. EL-Harrache Algérie.
39. Snappe J et al. (2010). Composition du lait Protéines laitières, Techniques de l’ingénieur. .
40. THAPON J.L. (2005). Science et technologie du lait, Agrocampus-Rennes : 14 . Frace.
41. Trémolières et al. (1980). Alimentation et nutrition humaine : Tome 1 – Bases physiologiques et biochimiques de la nutrition. paris.
42. Vanier,P. (2005). Le lait au fil du temps, Usages culinaires, Conservation, Ecologie et environnement.

43. Varnam AH et Sutherland P. (2001). „Milk and Milk Products :Technology, Chemistry, and Microbiology. An Aspen Publication (Vol. Volume 1 Food products series.). New York.
44. VIERLING E. (2003). Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11.
45. Vignola Carole, L. (2002). Science et technologie du lait transformation du lait. Montréal: Ecole Polytechnique de Montréal.
46. Yves, L. E. L., and Michel, G. (2009). Staphylococcus aureus. Lavoisier. Paris . Paris

Annexes

Annexe I :

Matériel :

Le matériel habituelle du laboratoire de microbiologie (matériel de stérilisation, matériel d'incubation, la verrerie et les instruments de prises d'essai) utilisé dans ce travail ce résume ci-dessus.

Les instruments :

- Verrerie (tubes à essais, pipettes Pasteur, éprouvettes, béchers, flacons, erlenmeyer,.)
- Embouts
- Micropipette
- Portoir des tubes à essai
- Boîtes de Petri
- Balance électrique
- Baromètre magnétique
- Bec Bunsen
- Autoclave
- Etuve
- Agitateur de type vortex
- Plaque chauffante agitante
- Bain Marie
- Compteur de colonies
- Microscope optique

Annexe II :

Milieux de culture

Milieu de culture	Composition
Gélose VRBG	Extrait de levure : 3 g/l Peptone : 7 g/l Chlorure de sodium : 5 g/l Sels biliaires : 1.5 g/l Glucose : 10 g/l Rouge neutre : 0.03 g/l Cristal violet : 0.002 g/l Agar : 12 g/l
Gélose PCA (plate count agar)	Tryptone : 5 g/l Extrait autolytique de levure : 2.1 g/l Glucose : 1g/l Agar : 15 g/l
Milk agar	Extrait de levure: 3g/l Peptone : 5g/l Lait solide : 1g/l Agar : 15g/l

✚ Eau physiologique :

Composition	g/l
-------------	-----

Chlorure de sodium

9

Annexe III

➤ Arrêté Algérien Interministériel du juillet 2017.

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		
Lait pasteurisé et autres produits laitiers liquides pasteurisés	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ⁴	10 ⁵	
	Enterobacteriaceae	5	0	10		
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 ml		
Lait UHT et lait stérilisé	Germes aérobies à 30 °C	5	0	10/0.1ml		
Lait en poudre et lactosérum en poudre	Enterobacteriaceae	5	2	10	10 ²	
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10 ²	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g		
Fromages au lait cru	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ⁴	10 ⁵	
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ³	10 ⁴	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g		
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100		
Fromages à base de lait ayant subi un traitement thermique moins fort que la pasteurisation et fromages affinés à base de lait ou de lactosérum pasteurisés ou ayant subi un traitement thermique plus fort que la pasteurisation	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³	
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g		