

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de Technologie
Département Agro-Alimentaire



Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention de diplôme de Master en
Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Thème

Evaluation de la qualité microbiologique du lait pasteurisé et stérilisé commercialisé dans la région de -Ain- Temouchent

Soutenu le 24 Juin 2025

Présenté Par :

- 1) BELABBES BENGRAA Nour El Hoda
- 2) CHENAFI Hassiba

Devant le jury composé de :

Pr BOUAMRA Mohammed	Professeur	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Présidente
Dr KHALFA Ali	MCA	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Examineur
Pr ZIANE Mohammed	Professeur	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Encadrant

Année Universitaire 2024/2025

Remerciements

Avant tout, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant qui nous a donné la santé, la volonté, la patience et nous a guidé à réaliser ce travail.

Mes vifs remerciements s'adressent en premier lieu à Pr ZIANE Mohammed, Professeur au département de biologie, Université de Ain Témouchent, d'accepter de nous encadrer et pour ses orientations.

Nous tenons à remercier aussi:

Prof. BOUAMRA Mohammed, Professeur au département de Biologie, d'avoir accepté de présider le jury de cette soutenance et Dr KHALFA Ali, Maître de conférences classe A au département agro-alimentaire, Université de Ain Témouchent d'avoir accepté d'évaluer ce travail

Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à nos enseignants et à Mr Wahid et à tous les membres de personnel administratif et technique de cette université.

Nour El Houda & Hassiba



Dédicace

Je dédie ce travail à ma grande sœur Bouchra, une âme courageuse à qui Dieu n'a pas permis d'être ici pour vivre ce moment.

À ma mère, mon premier soutien et ma plus grande encourageante dans la vie, sans qui je ne serais pas ici.

À mon frère aîné Mohammed Toufik, mon appui et mon deuxième père.

À mes grands-pères et mes grands-mères, à mon père, à mes oncles et à mes tantes.

À mon frère Mehdi et à ma sœur Nardjes.

À mes amies et compagnes de route...

“ Nour el hoda ”



Dédicace

Au nom de Dieu, le Clément, le Miséricordieux Louange à Dieu qui m'a soutenu et guidé jusqu'à cet accomplissement, et paix et salut sur Son Prophète, notre maître Mohammed, ainsi que sur sa famille et ses compagnons. À ce moment marquant de mon parcours, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce rêve. Je commence par remercier mes chers parents, qui ont toujours été mon soutien et ma source de force dans la vie. À mes parents bien-aimés, vous m'avez inculqué l'amour du savoir, la détermination et la persévérance, et vous avez été un soutien indéfectible à chaque étape de mon parcours. Que Dieu vous récompense pour tout ce que vous avez fait pour moi et que ce succès soit le fruit de votre satisfaction. Je remercie également mes chers amis, qui ont été à mes côtés en tout temps, partageant avec moi les joies et les défis, et m'encourageant dans les moments de doute. Vous êtes des compagnons de route inestimables. Enfin, je tiens à exprimer ma reconnaissance envers mes professeurs et mes encadrants, qui m'ont généreusement prodigué leur savoir, leurs conseils et leur soutien. Vous avez été pour moi un exemple inspirant et une lumière qui a guidé mon chemin vers la réussite. Je vous remercie pour votre dévouement dans l'enseignement et pour votre aide précieuse. À vous tous, mes salutations et mon estime sincères. Que Dieu me donne la force d'être à la hauteur de votre confiance et de votre fierté.

Mes salutations respectueuses.

‘ Hassiba ‘

الملخص

يُعد الحليب غذاءً أساسياً في النظام الغذائي اليومي لغناه بالعناصر الغذائية الأساسية كالسيوم والبروتين والفيتامينات. إلا أن هذه الغنى يجعله بيئة مثالية لتكاثر الكائنات الدقيقة، مما يجعله عرضة للتلف في حال عدم توفر ظروف تخزين مناسبة. ونظراً لارتفاع استهلاك الحليب في الجزائر، فإن مراقبة جودته الميكروبيولوجية تُعد ذات أهمية بالغة للصحة العامة. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الجودة الميكروبيولوجية للحليب المبستر والمعقم (UHT) المُسوّق في منطقة عين تموشنت.

أُجريت تحاليل ميكروبيولوجية على عينات جُمعت عشوائياً من نقاط بيع مختلفة، وفقاً للمعايير المحددة في الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية (JORA رقم 39، 2017). وشملت الاختبارات مجموع البكتيريا الهوائية المحبة للحرارة المتوسطة، والبكتيريا المعوية، والخمائر والعفن، والبكتيريا المُكوّنة للأبواغ، وغيرها من الكائنات المُفسدة. وكشفت النتائج أن الحليب المعقم أظهر استقراراً ميكروبيولوجياً مُرضياً طوال فترة تخزينه، حتى عند درجة حرارة 32 درجة مئوية. في المقابل، أظهر الحليب المبستر زيادة في الحمولة الميكروبية من اليوم الثاني فصاعداً، متجاوزاً أحياناً الحدود التنظيمية، مما يعكس ضعفاً في التحكم في ظروف التخزين أو التبريد. تُبرز هذه الدراسة ثبات الحليب المعقم ضد التلوث الميكروبي مقارنةً بالحليب المبستر. كما تُؤكد على أهمية الالتزام الصارم بلوائح النظافة وسلسلة التبريد لضمان جودة وسلامة الحليب المُخصص للاستهلاك البشري.

الكلمات المفتاحية: الحليب المبستر، الحليب المعقم، الجودة الميكروبيولوجية، البكتيريا المعوية، النباتات المتوسطة الحرارة، الحفظ، نظافة الغذاء

Résumé

Le lait constitue un aliment de base dans le régime alimentaire quotidien en raison de sa richesse en éléments nutritifs essentiels tels que le calcium, les protéines et les vitamines. Toutefois, cette richesse en fait également un milieu favorable à la prolifération des microorganismes, ce qui le rend sensible à la détérioration en l'absence de conditions de conservation adéquates. Étant donné la forte consommation de lait en Algérie, le contrôle de sa qualité microbiologique revêt une importance capitale pour la santé publique. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude, qui vise à évaluer la qualité microbiologique du lait pasteurisé et du lait stérilisé (UHT) commercialisé dans la région de Ain Témouchent.

Des analyses microbiologiques ont été réalisées sur des échantillons prélevés de manière aléatoire dans différents points de vente, conformément aux critères définis dans le Journal Officiel de la République Algérienne (JORA n°39, 2017). Les tests ont porté sur la flore aérobie mésophile totale, les entérobactéries (*Enterobacteriaceae*), les levures et moisissures, les bactéries sporulées ainsi que d'autres germes d'altération. Les résultats ont révélé que le lait stérilisé présente une stabilité microbiologique satisfaisante durant toute la période de conservation, même à 32°C. En revanche, le lait pasteurisé a montré une augmentation de la charge microbienne à partir du deuxième jour, dépassant parfois les limites réglementaires, ce qui reflète un manque de maîtrise des conditions de stockage ou de réfrigération.

Cette étude met en évidence la meilleure stabilité du lait stérilisé face aux contaminations microbiennes, comparativement au lait pasteurisé. Elle souligne également l'importance du respect rigoureux des règles d'hygiène et de la chaîne du froid afin de garantir la qualité et la sécurité du lait destiné à la consommation.

Mots-clés :

Lait pasteurisé, lait stérilisé, qualité microbiologique, *Enterobacteriaceae*, flore mésophile, conservation, hygiène alimentaire, JORA n°39.

Abstract

Milk is a staple food in the daily diet due to its richness in essential nutrients such as calcium, proteins, and vitamins. However, this nutritional richness also makes it a favorable medium for the proliferation of microorganisms, rendering it highly susceptible to spoilage in the absence of proper storage conditions. Given the high level of milk consumption in Algeria, monitoring its microbiological quality is of critical importance for public health. This study was conducted within this context, aiming to evaluate the microbiological quality of pasteurized and sterilized (UHT) milk marketed in the Ain Témouchent region.

Microbiological analyses were carried out on samples randomly collected from various points of sale, in accordance with the criteria defined in the Official Journal of the Algerian Republic (JORA No. 39, 2017). The tests targeted total mesophilic aerobic flora, Enterobacteriaceae, yeasts and molds, spore-forming bacteria, and other spoilage organisms. The results revealed that sterilized milk maintained satisfactory microbiological stability throughout the storage period, even at 32°C. In contrast, pasteurized milk showed an increase in microbial load starting from the second day, sometimes exceeding regulatory limits—indicating inadequate control of storage or refrigeration conditions.

This study highlights the superior microbiological stability of sterilized milk compared to pasteurized milk. It also emphasizes the importance of strictly adhering to hygiene practices and cold chain requirements to ensure the safety and quality of milk intended for consumption.

Keywords:

Pasteurized milk, sterilized milk, microbiological quality, Enterobacteriaceae, mesophilic flora, storage, food hygiene, JORA No. 39.

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
UHT	Ultra Haute Température (<i>Ultra High Temperature</i>)
DLC	Date Limite de Consommation
JORA	Journal Officiel de la République Algérienne
FAMT	Flore Aérobie Mésophile Totale
UFC	Unité Formant Colonie (<i>CFU – Colony Forming Unit</i>)
BPF	Bonnes Pratiques de Fabrication
BPH	Bonnes Pratiques d'Hygiène
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points (<i>Analyse des dangers et maîtrise des points critiques</i>)
AFNOR	Association Française de Normalisation
FAO	Food and Agriculture Organization (<i>Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture</i>)
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
IANOR	Institut Algérien de Normalisation
NA	Norme Algérienne (ex. : NA 6813, NA 15166...)

Glossaire

- **Acidité Dornic (°D)** : Mesure de l'acidité titrable du lait exprimée en degrés Dornic. Elle reflète la quantité d'acides présents, naturels ou produits par fermentation.
- **Bactéries lactiques** : Groupe de bactéries bénéfiques capables de fermenter le lactose en acide lactique. Elles sont souvent utilisées dans la transformation laitière (ex. yaourt, fromage).
- **Clostridium sulfite-réducteurs** : Bactéries anaérobies sporulées, présentes dans l'environnement, pouvant produire des spores résistants. Certaines espèces sont pathogènes.
- **Coliformes** : Bactéries indicatrices d'une contamination d'origine fécale ou environnementale. Comprennent notamment *Escherichia coli*.
- **Contamination microbienne** : Présence non désirée de microorganismes dans un produit, pouvant entraîner une altération ou un risque sanitaire.
- **Densité du lait** : Rapport entre la masse du lait et son volume, exprimée en g/cm³. Elle reflète en partie sa composition.
- **Enterobacteriaceae** : Grande famille de bactéries Gram négatif incluant des espèces pathogènes comme *Salmonella*, *Shigella*, *E. coli*, et *Klebsiella*.
- **Flore aérobie mésophile totale (FAMT)** : Ensemble des bactéries pouvant croître à température moyenne (30°C) en présence d'oxygène. Indicateur général de contamination.
- **Flore d'altération** : Microorganismes non pathogènes qui détériorent la qualité des aliments (goût, odeur, texture).
- **Flore pathogène** : Ensemble de microorganismes pouvant provoquer des maladies chez l'homme.
- **Lait pasteurisé** : Lait chauffé à environ 72°C pendant 15 secondes pour éliminer les germes pathogènes tout en conservant les qualités nutritionnelles.
- **Lait UHT (Ultra Haute Température)** : Lait chauffé brièvement à très haute température (135-150°C) et conditionné de manière aseptique, assurant une longue conservation.
- **Levures et moisissures** : Champignons microscopiques. Certains sont bénéfiques (fromage), d'autres peuvent produire des toxines.
- **Microbiologie alimentaire** : Branche de la microbiologie qui étudie les microorganismes présents dans les aliments et leur impact sur la santé et la qualité.
- **Normes microbiologiques (JORA n°39)** : Référentiel réglementaire algérien définissant les limites acceptables de microorganismes dans les produits alimentaires.
- **pH du lait** : Mesure de l'acidité ou de l'alcalinité du lait. Un pH normal se situe entre 6,5 et 6,8.
- **Spores bactériennes** : Formes de survie de certaines bactéries, très résistantes à la chaleur et aux désinfectants.
- **Staphylococcus aureus** : Bactérie pathogène pouvant produire des toxines dangereuses. Présente parfois dans le lait contaminé.

Liste des figures

Figure 1: Évolution de la Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT) exprimée en log UFC/mL pour les échantillons A et B au cours de trois jours d'incubation.	29
Figure 2: Évolution de la charge en Enterobacteriaceae (log UFC/mL) des échantillons A et B au cours de trois jours d'incubation.	30
Figure 3: Évolution de la charge en levures et moisissures (log UFC/mL) des échantillons de lait pasteurisé (A et B) durant trois jours d'incubation.	31
Figure 4: Évolution de la concentration en bactéries sporulées (log ufc/mL) pour deux lait pasteurisé (A et B)sur trois jours.....	32
Figure 5: Évolution de la concentration en bactéries lactiques (log ufc/mL) dans deux laits pasteurisés (Produits A et B) pendant deux jours de conservation.	33

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition moyenne en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre.....	5
Tableau 2 : Divers composants de la fraction lipidique du lait.....	6
Tableau 3 : Composition moyenne en g/L et distribution des protéines dans le lait de vache. .	6
Tableau 4 : Teneur moyenne par des principales vitamines du lait (Veisseyre, 1975).....	7
Tableau 5 : Composition du lait en minéraux (mg/kg) (Juillard et Richard, 1996).	8
Tableau 6: Propriétés physico-chimiques du lait (Luquet, 1985).	8
Tableau 7: Critères microbiologiques applicables aux lait pasteurisé, stérilisé et UHT (JORAD n°39, 2017).	14
Tableau 8: Principaux genres/espèces de la famille Enterobacteriaceae et leur caractères biochimiques.	17
Tableau 9: Le lait pasteurisé Le lait pasteurisé étaient analysés à différents temps	22
Tableau 10: Principales réglementations Algérienne utilisées pour la recherche des microorganismes utilisés dans ce travail.	22

Table de matière

المُلخَص

RESUME

ABSTRACT

LISTE DES ABREVIATION

GLOSSAIRE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION 1

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE³

I.1 GENERALITE SUR LE LAIT	4
1.1 Définition du lait	4
1.2 Composition du lait	4
1.4. Caractéristiques physico-chimiques de lait	8
1.5 Facteurs de variation de la quantité et de la qualité du lait.....	10
1.5.2 Facteurs extrinsèques.....	11
I.2 DIFFERENTS TYPES DU LAIT DE CONSOMMATION.....	11
2.1 Le lait pasteurisé.....	11
2.3 Le lait stérilisé	12
I.3 MICROBIOLOGIE DE LAIT	12
3.1 Classification des principaux micro-organismes de lait	12
3.2 Contrôle de la qualité microbiologique du lait	14

CHAPITRE II: MATERIEL ET METHODES

II.1 ÉCHANTILLONNAGE	21
II.2 TRANSPORT ET CONSERVATION DES UNITES.....	21
II.3 ANALYSE MICROBIOLOGIQUE DU LAIT	21
3.1 Organisation des manipes.....	21
3.2 Préparation des échantillons	22
3.3 Recherche et dénombrement des microorganismes.....	22
3.4 Préparation des dilutions	22
3.5 Ensemencement et dénombrement	23
3.6 Recherche de la flore aérobie mésophile totale.....	24
3.7 Recherche et dénombrement de <i>Enterobacteriaceae</i>	24
3.8 Recherche et dénombrement des <i>staphylococcus à coagulase positive</i>	24
3.9 La recherche des <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i>	24
3.11 Recherche et dénombrement des bactéries lactiques	26
3.12 Recherche de bactéries aérobies sporulées	26

RESULTATS ET DISSCUSSION

III.1 GERMES PRESENTES DANS LES DEUX ECHANTILLONS DE LAITS PASTEURISE	28
1.1 <i>FAMT</i>	28
1.2 <i>Enterobacteriaceae</i>	29
1.3 <i>Levures et moisissures</i>	30
1.4 <i>Bactéries sporulées aérobie</i>	31
1.5 <i>Clostridium sulfito-réducteur</i>	32
1.6 <i>Bactéries lactiques</i>	32
III.2 LAIT UHT.....	33

CONCLUSION.....	36
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	37

INTRODUCTION

Les demandes en lait et produits laitiers en Algérie sont élevées. L'Algérie est le principal consommateur de lait dans le Maghreb, avec une consommation moyenne estimée à 115 litres par habitant et par an (**Transaction d'Algérie, 2010**). En effet, il constitue une source importante en nutriments, grâce à sa richesse et diversité en composés nutritifs à savoir Calcium, Vitamine D, protéines et lactose (**FAO, 2004**). Cette composition est constituée un milieu favorable pour la croissance des microorganismes (**Guiraud, 1998**). Ces microorganismes sont des critères importants à la détermination de la qualité commerciale du lait et par conséquent la durée de vie de ces produits alimentaires comme le lait. En Algérie, les spécifications microbiologiques est régi par le tableau de critères microbiologique de l'arrêté interministériel de 04 octobre 2016 (JORA n° 39 du 2 juillet 2017). La croissance et la concentration de ces micro-organismes sont affectées surtout par le respect de paquet d'hygiène (BPT, HACCP, BPF...etc.). La présence des micro-organismes peut affecter la salubrité et l'innocuité des produits causé par les micro-organismes d'altération (levures, moisissures, bactéries...etc.) et de toxi-infections (virus, parasites...etc.) quel que soit le micro-organismes impliqué En Algérie, la date limite de consommation (DLC) est déterminé par l'arrêté interministérielle de L'arrêté ministériel du 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation publié dans le JORA n° 69 du 27 octobre 1993. Pour le lait pasteurisé, la DLC préconisée est de 6 jours, tandis que pour le lait Stérilisé et UHT est de 3 mois. En pratique, la durée de vie de lait pasteurisé ne dépasse pas 24h avant son utilisation. Indépendamment des risques potentiels pour la santé du consommateur, il existe également des pertes économiques pour les industries. Cependant, le UHT présente une durée de conservation pouvant atteindre plus de trois mois avant l'ouverture de la boîte Cette période, considérée comme brève, pourrait potentiellement priver le produit d'une commercialisation étendue et engendrer un rétrécissement du débat, notamment au niveau international. Dans les deux cas, les utilisateurs industrielles et l'état subissent des pertes économiques, suite a non maitriser le DLC.

Dans ce contexte de maitriser la durée de vie de ces deux produits (lait UHT et lait Pasteurisé), nous tenterons de rechercher et dénombrer les différents microorganismes réels et potentiel ainsi que de vérifier la durée de vie de deux produits étudiés.

Pour atteindre nos objectifs, nous avons partagé notre travail en trois parties. La première partie est une synthèse bibliographique qui présente les connaissances générales sur le lait, sa composition, ses caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques, ainsi que les normes de qualité en vigueur. La deuxième partie décrit la méthodologie suivie, notamment les étapes d'échantillonnage, les conditions de transport, les techniques d'analyse

microbiologique utilisées, ainsi que les milieux de culture appliqués. Enfin, la troisième partie est consacrée à la présentation des résultats obtenus, à leur analyse ainsi qu'à leur discussion comparative par rapport aux normes réglementaires et aux données scientifiques existantes.

CHAPITRE I :
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1 Généralité sur le lait

1.1 Définition du lait

Selon le dictionnaire petit robert, le lait est un liquide blanc, opaque, très nutritif, sécrété par les glandes mammaires des femelles et des femelles des mammifères. Par ailleurs, la fédération internationale de laiteries a défini en **1983**, le lait comme étant : « le produit intégral de la traite total ininterrompu d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée et ne contient pas de col de colostrum (Alais, 1975). Le lait doit être collecté de manière hygiénique (Alais, 1975).

Selon le journal officiel de la république démocratique algérienne, la dénomination « LAIT » est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique (Arrêté du 18/08/1993, décret du 27/10/1993). Cette dénomination est également affirmée par le code FAO (2010). Le terme de lait sans aucun qualificatif est réservé au lait de vache (Fredot, 2005). Tandis que le terme « lait » sans indication désigne le lait de vache. Le pluriel du lait (lait) désigne plusieurs types de lait ou plusieurs produits issus du lait.

1.2 Composition du lait

Le lait constitue une source essentielle d'énergie et des nutriments. Il comble les besoins nutritionnels recommandés en calcium, magnésium, sélénium, riboflavine, vitamine B12 et acide pantothénique (FAO/OMS, 2004). La valeur énergétique du lait varie considérablement en fonction de la source et des méthodes de transformation. Le lait maternel, par exemple, a une teneur énergétique moyenne d'environ 78,91 kcal/100 ml pour le lait cru et de 65,18 kcal/100 ml pour le lait pasteurisé (Cunha et al., 2023). En revanche, le contenu énergétique du lait de vache est généralement plus élevé, avec des valeurs d'environ 640 à 650 kcal par litre (Perrin, 1958) par ailleurs le lait de vache est le lait à haute teneur énergétique car il fournit environ 616 Kcalories par litre, ce qui en fait l'une des options les plus riches en énergie disponibles pour la consommation humaine (Adzic et al., 2020). La composition du lait varie d'une espèce animale à une autre (Tableau 1).

Tableau 1: Composition moyenne en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre.

Composants	Vache	Femme	Brebis	Chèvre
Protéines	3,4	1,0	2,9	5,5
Caséines	2,8	0,4	2,5	4,6
Lipides	3,7	3,8	4,5	7,4
Lactose	4,6	7,0	4,1	4,8
Minéraux	0,7	0,2	0,8	1,0

Source : Jensen, 1995

1.2.1 L'eau

Le lait contient une grande quantité d'eau qui correspond à 9/10, e. g. 1/2 litres du lait (2 grands verres) contient 450 mL d'eau (**Fredot, 2005**).

1.2.2 Les glucides

En moyenne, le lait contient 50g de lactose par litre (**Luquet, 1985**). Il s'agit d'un disaccharide composé d' α ou β glucose associé à β galactose (**Luquet, 1985**). Le lactose constitue une substance à la fermentation de nombreux micro-organismes cette fermentation est exploitée à la production de produits laitiers (**Morrissey, 1995**).

1.2.3 La matière grasse

Son lipide est très riche en acides gras à chaîne courte par rapport à d'autres corps gras alimentaires, et ses acides gras saturés sont bien plus riches que les acides gras insaturés. Le lait est principalement composé de triglycérides, de phospholipides et d'une fraction insaponifiable principalement composée de cholestérol et de β -carotène (**Grappin et Pochet, 1999**). Les proportions des divers composants de la fraction lipidique du lait sont présentées dans le tableau 2. Les graisses du lait se présentent sous la forme de petits globules sphériques qui ne sont pas visibles à l'œil nu dont la taille comprise entre 0,1 et 20 μm (1 μm = 0,001 mm). Il convient de souligner que les globules de matière grasse ont une taille variable en fonction de l'espèce (les globules sont plus petits dans le lait de chèvre) et de la race (les globules sont plus petits chez la race Holstein que chez les Ayrshire et les Jersey). et en fonction de la période de lactation (les globules ont une taille réduite vers la fin de la lactation) (**Grappin et Pochet, 1999**).

Tableau 2 : Divers composants de la fraction lipidique du lait.

Composant lipidique	Proportion (%)
Triglycérides	95 – 98 %
Diglycérides	0.3 – 1.0 %
Monoglycérides	< 0.5 %
Phospholipides	0.5 – 1.0 %
Cholestérol	0.2 – 0.4 %
Acides gras libres	0.1 – 0.5 %
Cires (esters)	Traces
Caroténoïdes et vitamines liposolubles	Traces

1.2.4 Les protéines

D'après les travaux de **Favier (1985)**, le lait est une source essentielle de protéines de qualité supérieure, car il contient une grande quantité d'acides aminés essentiels, notamment la lysine, un acide aminé de croissance très efficace.

Selon **Mathieu (1998)**, il s'agit du quatrième groupe de substances en termes d'abondance, après l'eau, le lactose et les matières grasses. Les caséines sont les principaux groupes de protéines présents dans le lait (**Pougheon et al., 2001**). Les caséines présentent une concentration de 27 g/L. Elles se distribuent sous forme de phosphocaséinate de calcium dans des micelles et sont facilement dégradées par toutes les enzymes protéolytiques (**Luquet, 1985**). La composition moyenne en protéine est illustrée sur le tableau 3.

Tableau 3 : Composition moyenne en g/L et distribution des protéines dans le lait de vache.

Protéines	Concentration (g/L)
Total des protéines solubles (100%)	6,0 (100%)
α -lactalbumine	1,5 (45%)
β -lactoglobuline	2,7 (25%)
A albumine sérique	0,3 (5%)
Immunoglobulines	0,7 (12%)
Total des caséines (71%)	26,0 (100%)
Caséine α – S	12,0 (46%)
Caséine K	3,5 (13%)
Caséine β	9,0 (36%)
Azote non protéinique (7%)	32,9
Protides totaux	32,0
Enzyme (lipase, la protéase, la phosphatase alcaline laxanthine-oxydase et la lactoperoxydase)	132

Source: Jouan, 2002

1.2.5 Vitamines

Les vitamines jouent un rôle essentiel dans les réactions enzymatiques et les échanges au sein des membranes cellulaires, ce qui en fait des substances biologiquement essentielles à la vie et la croissance humaine. Selon **Juillard et Richard (1996)**, le lait renferme une grande diversité en vitamines comme montre le tableau 4.

Tableau 4 : Teneur moyenne par des principales vitamines du lait (**Veisseyre, 1975**).

Vitamines	Teneur moyenne ($\mu\text{g}/100\text{ml}$)
Vitamine liposoluble	
Vitamine A (+ carotènes)	40
Vitamine D	2,4
Vitamine E	100
Vitamine K	5
Vitamines hydrosolubles	
Vitamine C (acide ascorbique)	2 mg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45
Vitamine B2 (riboflavine)	175
Vitamine B6 (pyridoxine)	50
Vitamine B12 (cyanocobalamine)	0,45
Niacine et niacinamide	90
Acide pantothénique	350
Acide folique	5,5
Vitamine H (biotine)	3,5

1.2.6 Minéraux

Le lait contient divers types de minéraux en quantités variées. Selon **Gaucheron (2004)**, les minéraux du lait comprennent le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium, ainsi que le phosphate, le chlorure et le citrate (Tableau 5). Ils sont très essentiels tant sur le plan technologique que nutritionnel.

Tableau 5 : Composition du lait en minéraux (mg/kg) (Juillard et Richard, 1996).

Minéraux	Teneur (mg/kg)	Minéraux	Teneur (mg/kg)
Sodium (Na)	445	Calcium (Ca)	1180
Magnésium (Mg)	105	Fer (Fe)	0,50
Phosphore (P)	896	Cuivre (Cu)	0,10
Chlore (Cl)	958	Zinc (Zn)	3,80
Potassium (K)	1500	Iode (I)	0,28

1.4. Caractéristiques physico-chimiques de lait

Due à sa diversité et complexité biochimiques et biologiques, le lait présente plusieurs caractéristiques physico-chimiques (Tableau 6).

Tableau 6: Propriétés physico-chimiques du lait (Luquet, 1985).

Constantes	Valeurs	Normes algériennes
pH (20°C)	6,5 à 6,7	6.6 à 6.8
Acidité titrable (°D)	15 à 18	15 à 18
Densité	1,028 à 1,036	1.028 à 1.034 g/cm ³
Température de congélation (°C)	(-0,51) à (-0,55)	-0.530 à -0.550
Point d'ébullition (°C)	100,5	+100,2 à +100,5

1.4.1 La densité

Selon **Pointurier (2003)** la masse volumique totale du lait à 20°C est de 1030Kg.m⁻³, la masse volumique de l'eau est égale à 1000Kg.m⁻³, la densité du lait est de 20Kg/m³.

Il convient de souligner que le terme anglais "density" peut prêter à confusion, car il désigne la masse volumique et non la densité au sens strict du terme (**Pointurier, 2003**). La masse volumique du lait varie généralement entre 1,028 et 1,034 g/cm³ à 20 °C, une valeur minimale de 1,028 g/cm³ étant requise à cette température. Les laits issus de grands mélanges industriels présentent souvent une masse volumique avoisinant 1,032 g/cm³ à 20 °C. Quant aux laits écrémés, leur masse volumique est généralement supérieure à 1,035 g/cm³. Toutefois, comme le souligne **Vierling (2008)**, un lait ayant subi à la fois un écrémage et une dilution peut encore afficher une masse volumique dans les limites normales, ce qui peut masquer une altération.

1.4.2 Le pH

Le pH du lait diffère en fonction des différentes espèces animales et des conditions environnementales. D'après **Aboutayeb (2011)**, l'acidité du colostrum est supérieure à celle du lait ordinaire. Si les bactéries lactiques agissent, une partie du lactose présent dans le lait sera transformée en acide lactique, ce qui entraînera une augmentation de la concentration d'ions hydronium H_3O^+ dans le lait, ce qui entraînera une baisse du pH, car $pH = \log(1/[H_3O^+])$. Selon le tableau 6 le pH du lait est compris entre 6,5 à 6,7.

Contrairement au pH, l'acidité titrable a la capacité de mesurer tous les ions H^+ présents dans le milieu, qu'ils soient dissociés ou non (acidité naturelle + acidité développée), ce qui lui permet de refléter l'acidité naturelle. Le lait contient des composés acides (**CIPC lait, 2011**). Selon **Luquet (1985)**, un lait mammitique contenant des composés à caractéristiques basiques aura un pH supérieur à 7 et le colostrum aura un pH proche de 6.

1.4.3 Acidité de titration ou l'acidité Dornic

Le niveau d'acide lactique produit à partir de lactose est indiqué par l'acidité de titrage. D'après **Aboutayeb (2011)**, l'acidité du lait peut être évaluée en comparant les composants basiques (sodium, potassium, magnésium, calcium et hydrogène) avec les composants acides (phosphates, citrates, chlorures, carbonates, hydroxyles et protéines). Le lait frais présente une acidité titrable de 16-18° Dornic (°D). En étant conservé à température ambiante, il se transformera progressivement en acide de manière naturelle (**Mathieu, 1998**). C'est la raison pour laquelle l'acide naturel (représentant les propriétés du lait frais) diffère de l'acidité développée produite par la transformation du lactose en acide lactique par différents microorganismes (**CIPC lait, 2011**). Le pH et l'acidité de titration ne sont pas réellement équivalents, car deux laits peuvent avoir le même pH et des acidités titrables différentes, et vice versa (**Dieng, 2001**).

1.4.5 Point de congélation

Le point de congélation est l'un des éléments physiques les plus stables. Il a une valeur moyenne de 0,45°C à -0,055°C pour des productions individuelles de vache (**Goursaud, 1985**).

1.4.6. Point d'ébullition

Le point d'ébullition est défini par **Amiot et al. (2002)** comme la température à laquelle la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Comme

pour le point de congélation, la présence des solides solubilisés influence le point d'ébullition. Il est un peu plus élevé que le point d'ébullition de l'eau, à savoir 100,5°C.

1.5 Facteurs de variation de la quantité et de la qualité du lait

La quantité et la composition du lait produit par un animal sont affectées par plusieurs facteurs :

- Intrinsèques : liés à l'animal (l'âge, facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire, etc.) ;
- Extrinsèques : liés au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation).

1.5.1 Facteurs intrinsèques

Plusieurs facteurs peuvent intervenir dans la qualité du lait :

Age : effet de l'âge est lié à la détérioration de la santé de la mamelle, à cet effet, le nombre de mammites augmente et La part des protéines solubles, avec une attention particulière à celles dérivées du sang (**Veisseyre, 1979**).

Variables génétiques : Selon **Pougheon et Goursaud (2001)**, les différences de composition entre les espèces et les races sont incontestablement présentes. En règle générale, les races ayant la plus grande production laitière affichent des taux de butyrique et de protéines relativement bas. Cela explique pourquoi les éleveurs préfèrent des races à production élevée plutôt que celles à lait riche, le choix de la race fondé sur une évaluation économique globale prenant en considération non seulement la composition du lait, mais également des facteurs de fertilité et de qualité bouchère ; la race frisonne Pie Noire a indéniablement un avantage économique sur la Normande.

État de lactation : la progression des principaux éléments du lait est contraire à celle du volume généré tout au long de la période de lactation. Les niveaux de matières grasses et de protéines atteignent leur apogée dans les premiers jours de lactation, se réduisent ensuite jusqu'à la fin de la lactation, marquée par une baisse de la production laitière (**Cond et al., 1968 ; Goursaud, 1985 ; Jenot et al., 2000**).

Situation médicale : une maladie affectant la mamelle ou le corps de la chèvre se manifeste par une diminution de sa production laitière et des changements dans sa composition. La production des composants, fabriqués principalement par la mamelle, baisse tout comme leur concentration dans le lait (**Decaen, 1969**).

1.5.2 Facteurs extrinsèques

Quant aux facteurs extrinsèques, il est noté plusieurs facteurs :

Alimentation : une alimentation abondante en calories entraîne une diminution significative du diabète de type b, bien que la production laitière et le niveau des protéines demeurent importants. L'ajout de plus de matières azotées dans la ration a assez peu d'impact sur les taux. Néanmoins, un manque de protéines et d'azote solubles dans la nourriture pourrait provoquer une légère diminution du taux de protéines en raison d'un déficit énergétique (Jenot et al., 2000).

Saison et climat : la production de lait et sa composition demeurent invariables dans un éventail de températures variant entre 5°C et 27°C. Toutefois, cette production baisse lorsque la température augmente ou le contraire. En fin de printemps, le taux de butyres est plus bas. Elle atteint son apogée à la fin du mois d'automne (Goursaud, 1985). Deux niveaux minimums influencent la teneur en protéines : un en fin d'hiver et un au milieu de l'été. De plus, il existe deux niveaux maximaux : lors de la mise à l'herbe et lors de la fin du pâturage (Goursaud, 1985 ; Debry, 2001).

Le mois de mars se présente comme le moment où la production laitière est la plus importante.

I.2 Différents types du lait de consommation

Afin d'assurer un lait de bon qualité sanitaire et microbiologique, le lait peut subir plusieurs traitements thermiques. Selon le traitement appliquée le lait peut être consommé, en Algérie, principalement sous deux formes :

2.1 Le lait pasteurisé

En Algérie, la réglementation recommande la pasteurisation du lait à une température de 72 °C pendant 15 secondes, conformément aux normes sanitaires en vigueur, afin de garantir la sécurité microbiologique du produit sans altérer ses qualités nutritionnelles (IANOR, 1995). Le traitement de pasteurisation, en termes de biochimie, a un effet faible sur la dénaturation des protéines sériques et des vitamines (Geurts, 2006). Les laits crus de qualité moyenne sont soumis à une pasteurisation flash (85-90°C/1-2s).

Pendant la pasteurisation, le lait s'échauffé à 75°C pendant 15 secondes, on le refroidit à 4 °C, puis on le conditionne à 6 à 8 °C. Le lait pasteurisé est un lait qui a été entièrement éliminé de tous les germes pathogènes avant d'être soumis à un traitement thermique, ce qui garantit une valeur nutritionnelle constante. Il est essentiel de se garde au réfrigérateur pendant

une période de sept jours (**Veisseyre et Lenoir, 1992**). En Algérie la réglementation précise une durée maximale de trois jours. Selon **Jeantet et al. (2008)**, il existe trois catégories de traitements :

- Pasteurisation basse (62-65°C / 30 min) : elle n'est réalisable qu'en batch et est abandonnée en laiterie
- Pasteurisation haute (71-72°C / 15-40 s) ou HTST (high température short time) : elle est réservée aux laits de bonne qualité hygiénique. Au plan organoleptique et nutritionnel, la pasteurisation haute n'a que peu d'effets. Au niveau biochimique, la phosphatase alcaline est détruite ; par contre la peroxydase reste active et les taux de dénaturation des protéines sériques et des vitamines sont faibles. La DLC des laits ayant subi une pasteurisation haute est de 7 jours après conditionnement (bouteille en verre ou en carton, polyéthylène ou aluminium)
- Flash pasteurisation (85-90°) : elle est pratiquée sur les laits crus de qualité moyenne ; la phosphatase et la peroxydase sont détruites.

2.3 Le lait stérilisé

En Algérie, la réglementation recommande la stérilisation du lait à une température de 115 °C à 120 °C pendant 15 à 20 minutes, selon les spécifications des normes nationales, afin d'éliminer totalement la flore microbienne, y compris les spores, et de garantir une conservation à long terme sans réfrigération (**IANOR, 1995**)

L'utilisation de la stérilisation permet une conservation prolongée. La stérilisation UHT est le procédé le plus couramment employé (**Leseur et Melik, 1999**). Selon **Renard (2014)**, le lait UHT (Ultra High Température) est un lait chauffé à une température minimale de 135°C pendant quelques secondes, ce qui permet de détruire tout micro-organisme, spore viable ou toxine, et est ensuite emballé de manière aseptique. Dans cette situation, les saveurs du lait restent intactes (**Leseur et Melik, 1999**). Laits UHT (ultra haute température) Le lait est traité à 135-150°C / 1-6 s. Ce traitement permet de mieux préserver les qualités nutritionnelles et organoleptiques originelles du lait car le z de la réaction de Maillard est plus élevé que celui de la destruction microbienne. Sa DLUO est de l'ordre de 100 jours.

I.3 Microbiologie de lait

3.1 Classification des principaux micro-organismes de lait

Les microorganismes du lait sont classés en fonction de leur importance en deux grandes catégories : la flore indigène ou originelle et la flore contaminée. La flore de contamination est divisée en deux catégories : la flore d'altération et la flore pathogène (**Plummet, 1987**).

3.1.1 Flore indigène

Selon la définition, la flore originelle des produits laitiers englobe tous les microorganismes présents dans le lait à la sortie du pis. Lorsqu'il est prélevé dans des conditions optimales à partir d'un animal sain, le lait présente une faible quantité de microorganismes (moins de 10^3 germes/mL). A sa sortie du pis, il est pratiquement stérile protégé par des substances inhibitrices appelées lacténines à activité limitée dans le temps (une heure environ après la traite) (**Cuq, 2007**). Les germes dominants sont principalement des mésophiles (**Vignola, 2002**) à savoir les microcoques, streptocoques lactiques et les lactobacilles.

3.1.2 Flore de contamination

L'ensemble des microorganismes ajoutés au lait, de la récolte à la consommation, est connu sous le nom de la flore de contamination. Cette flore peut être composé d'une flore d'altération, qui entraînera des défauts sensoriels ou diminuera la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène qui peut causer des toxi-infections chez les consommateurs. L'ensemble des microorganismes qui se retrouvent dans le lait extrait du pis de la vache sont considérés comme des sources de contamination, d'altération et de pathogènes. La contamination à l'étable semble être la plus significative (**Andelot, 1983**).

3.1.2.1 Flore d'altération

La flore d'altération, entraînera des altérations sensorielles de goût, d'arômes, d'apparence ou de texture, ce qui diminuera la durée de vie de la tablette du produit laitier. Les principales espèces identifiées comme contaminantes sont *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Lactobacellus*, *Clostridium*, *Enteriobacteriaceae* ainsi que certaines levures et moisissures (**Andelot, 1983**).

La détérioration du lait provoquée par ces microorganismes peut être un indicateur de mauvaises pratiques de fabrication mal contrôlées (**Abdelmalek et Gibson, 1952**).

3.1.4 Flore pathogène

La flore pathogène fait partie de la flore de contamination du lait. Trois facteurs peuvent expliquer la présence de microorganismes pathogènes dans le lait : l'animal (mammite

inflammation du pis), l'environnement (la présence des pathogènes dans l'air et l'eau ou les surfaces) et l'homme (les mains des travailleurs et ou leur vêtements) (Andelot, 1983). Plusieurs microorganismes sont considérées comme flore pathogène à savoir *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus*, *Brucella sp.*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Clostridium botulinum* et *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Shigella sonnei*, *Brucella abortis* sont les principaux microorganismes pathogènes présents dans les produits laitiers (Lambien et German, 1961). La plupart des moisissures sont toxigènes, c'est-à-dire qu'elles génèrent une toxine dans le produit alimentaire. C'est pourquoi il est nécessaire de jeter tout aliment moisi, car la toxine diffusée dans l'aliment représentera un danger pour la santé. Il s'agit de micro-organismes nécessitant l'oxygène pour leur développement. D'où leur présence sur la surface des produits laitiers ou dans les canaux des fromages bleus (Abdelmalek et Gibson, 1952).

3.2 Contrôle de la qualité microbiologique du lait

Le contrôle microbiologique du lait consiste à vérifier la conformité de produit vis-à-vis la réglementation en vigueur. En Algérie, le contrôle officiel du lait est comparé aux tableaux de critères microbiologiques selon l'arrêt ministérielle du journal officiel de la République algérienne N° 39 (J.O.R.A., 2017). Le tableau 7 détaille les différents critères microbiologiques du lait.

Tableau 7: Critères microbiologiques applicables aux lait pasteurisé, stérilisé et UHT (JORAD n°39, 2017).

Type du lait	Microorganismes	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques	
		c	n	m	M
Lait pasteurisé	Germes aérobie à 30°C	5	2	10 ⁴	10 ⁵
	Enterobacteriaceae	5	0	10	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 ml	
Lait stérilisé et UHT	Germes aérobie à 30°C	5	0	10/0.1 ml	

3.2.1 Interprétation de tableau de critère microbiologique de JORAD n°39 (2017)

Les résultats de l'analyse peuvent être interprétés selon deux plans :

- A deux classes : Pour l'expression "absence dans" : le résultat du critère microbiologique est satisfaisant lorsqu'il y a absence du micro-organisme dans toutes les unités de l'échantillon ; le résultat du critère microbiologique est non satisfaisant, lorsque la présence du micro-organisme est détectée dans, au moins, une unité de l'échantillon.

Pour la valeur limite "m=M" : Si le résultat de l'analyse est inférieur ou égal à « m », le résultat du critère microbiologique est satisfaisant ; Si le résultat de l'analyse excède « m », le résultat du critère microbiologique est non satisfaisant.

- A trois classes : Selon un plan à trois classes : dans le cas où la valeur « c » est différente de zéro (0). Les résultats s'expriment de la façon suivante : si le résultat de l'analyse est inférieur ou égal à « m », le résultat du critère microbiologique est satisfaisant ; si le résultat de l'analyse n'excède pas « M » et si le nombre d'unités de l'échantillon donnant un résultat supérieur à « m » et compris entre « l » et « c », le résultat du critère microbiologique est acceptable ; si le résultat de l'analyse excède « M » ou si le nombre d'unités de l'échantillon donnant un résultat compris entre « m » et « M » est supérieur à « c », le résultat du critère microbiologique est non satisfaisant.

3.2.2 Description des principaux germes de tableau de critères microbiologiques

3.2.2.1 Flore aérobie mésophile totale (FAMT)

La flore aérobie totale mésophile est composée d'un ensemble de microorganismes différents qui correspondent aux germes de contamination courants. La mesure de son nombre témoigne de la qualité microbiologique globale du lait et permet de suivre son évolution pendant sa conservation. Selon **Guiraud et Rosec (2004)**, le nombre total de germes pourra indiquer l'état de fraîcheur ou de décomposition (altération) du lait.

Selon **Sutra et al. (1998)**, les valeurs élevées ne signifient pas forcément la présence de pathogènes, tandis que des valeurs basses peuvent être associées à la présence de pathogènes à des niveaux dangereux.

3.2.2.2 *Enterobacteriaceae*

Ils sont des Bacilles Gram négatif, le plus souvent courts, droits, immobiles, ou mobiles par une ciliature péritriche, de culture aisée, aéroanaérobie facultatifs, fermentaires, oxydase négative, catalase positive, nitrate réductase positive. (**Carbonnelle et al., 1987**).

Les entérobactéries sont une famille très hétérogène pour ce qui est de leur pathogénie et de leur écologie. Les espèces qui composent cette famille sont en effet soit parasites (*Shigella*, *Yersinia pestis*), soit commensales (*Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Klebsiella* sp), soit encore saprophytes (*Serratia* sp, *Enterobacter* sp).

Parmi les nombreuses espèces d'*Enterobacteriaceae* certaines sont trouvées dans l'environnement, d'autres chez les végétaux ou les animaux. Il en est qui ont un pouvoir phytopathogène. Parmi les espèces qui peuvent être isolées chez l'homme certaines (*Shigella*) sont constamment pathogènes. D'autres espèces se comportent comme des bactéries pathogènes opportunistes responsables d'infections chez des malades fragilisés. (Avril et *al.*, 1992)

Le tableau 08 montre les principaux genres /espèces de la famille *Enterobacteriaceae*.

Tableau 8: Principaux genres/espèces de la famille Enterobacteriaceae et leur caractères biochimiques.

	Lac	Gluc	Man	suc	cit	Dulc	Ind	Uréase	Mobilité	H ₂ S	MR(b)	VP(c)	PDA(d)	NO ₃
<i>Escherichia coli</i>	+	+g(a)	+	±	-	±	+	-	+	-	+	-	-	+
<i>Klebsiella oxytoca</i>	+	+g	+	+	+	±	+	+	-	-	-	+	-	+
<i>K. pneumoniae</i>	+	+g	+	+	+	±	-	+	-	-	-	+	-	+
<i>Enterobacter cloacae</i>	+	+g	+	+	+	-	-	±	+	-	-	+	-	+
<i>Enterobacter aerogenes</i>	+	+g	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+
<i>Shigella dysenteriae</i>	-	+	+	-	-	-	±	-	-	-	+	-	-	+
<i>Shigella sonnei</i>	±	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
<i>Salmonella typhi</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+
<i>Salmonella paratyphi A</i>	-	+g	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+
<i>Salmonella paratyphi B</i>	-	s	+	-				-	+		+	-	-	+
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	+g	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+
<i>Citrobacter freundii</i>	-	+g	+	±	+	±	-	±	+	+	+	-	-	+
<i>Edwardsiella tarda</i>	-	+g	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+
<i>Serratia marcescens</i>	-	±/g	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+
<i>Hafnia alvei</i>	-	+g	+	-	-	-	-	-	+	-	±	+	-	+
<i>Proteus mirabilis</i>	-	+g	-	±	±	-	-	+	+	+	+	±	+	+
<i>Proteus vulgaris</i>	-	+g	-	+	±	-	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>Providencia stuartii</i>	-	+g	-	±	+	-	+	±	+	-	+	-	+	+
<i>Morganella morganii</i>	-	+g	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+
<i>Yersinia enterocolitica</i>	-	+	+	+	-	-	±	±	-	-	+	-	-	+
<i>Y. pseudotuberculosis</i>	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+
<i>Y. pestis</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+

a) Production de gaz. (b) rouge de méthyle . (c) voges- proskaver . (d) phénylalanine désaminase.

3.2.2.3 Coliformes

Les coliformes sont des bactéries (bacilles, Gram négatifs, asporulés, glucose+, oxydase-, nitrate réductase+, aérobies anaérobies facultatifs) qui fermentent le lactose en produisant des gaz. C'est un groupe hétérogène non défini sur le plan taxonomique ils englobent les genres *Escherichia* (avec les espèces *E. coli*, *E. intermedium*, *E. freudii*), *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* (Cuq, 2007).

Leur croissance est entravée par une diminution du pH et leur développement est interrompu lorsque le pH est inférieur à 4.5. Selon Le Minor et Richard (1993), leur résistance à la chaleur est faible. Les coliformes sont classés en deux catégories différentes :

- **Les coliformes non fécaux** : qui proviennent de l'environnement général des vaches, se développe à une température de 30°C ;
- **Les fécaux** : dont la principale source est le tube digestif, sont plus thermotolérants (observés à une température de 44°C). Ce dernier groupe comprend *Escherichia coli* (Jakob et al., 2009).

3.2.2.4 Salmonelles

Selon Grimont et al. (1986), les salmonelles sont des bactéries à Gram négatif de type aérobie-anaérobie facultatif de la famille des *Enterobacteriaceae*, qui présentent toutes les caractéristiques biochimiques.

Des gastro-entérites sont toujours causées par les salmonelles, ce qui peut entraîner des complications graves. Ainsi, leur étude et leur détection permettent de mettre en évidence les risques potentiels d'un produit (Christiane et Jean-Noël, 2003).

3.2.2.5 *Staphylococcus aureus*

D'après Dodd et Booth (2000), *Staphylococcus aureus* est perçu comme une bactérie pathogène importante, entraînant des infections chez les mammifères. Ces infections se caractérisent par une augmentation de la perméabilité entre le compartiment sanguin et le lait, ce qui entraîne des changements dans la composition du lait.

3.2.2.6 *Clostridium sulfito-réducteur*

Ce sont des bacilles à Gram (+) sporulés, immobiles et anaérobies. Selon Guiraud et Rosec (2004), ils sont très répandus dans la nature, notamment dans le sol, car ils contaminent de nombreux produits tels que l'eau, le lait, la viande et les conserves alimentaires.

3.2.2.7 Spores aérobies bactériennes

Les bactéries aérobies produisent principalement des spores résistantes, surtout celles du genre *Bacillus*. Elles ont la capacité de résister à des conditions extrêmes telles que la chaleur, la sécheresse, les radiations et les produits chimiques. Ces bactéries sont Gram-positives, mobiles et strictement ou facultativement aérobies (**Pelczar. M et al., 2003**).

3.2.2.8 Levures et moisissures

Les levures sont des champignons microscopiques qui ont la capacité de vivre dans un environnement avec ou sans oxygène. Elles ne sont habituellement pas influencées par les changements de pH (**Billaudelle, 1974**). En général, les levures présentes dans le lait et les produits laitiers ne sont pas pathogènes, sauf exception de *Candida albicans* et de *Cryptococcus neoformans*. Les moisissures sont considérées comme des champignons microscopiques aérobies intensément qui se reproduisent de façon active dans le lait et les produits laitiers car elles tolèrent aussi bien les pH acides que les pH alcalins.

Les moisissures peuvent jouer un rôle bénéfique dans l'industrie agroalimentaire, notamment en fromagerie (fermentation) impliquant les genres *Penicillium* et *Aspergillus*. Toutefois, elles ont également la possibilité de provoquer la production de métabolites toxiques, connues sous le nom de mycotoxines. Ces toxines fongiques possèdent des caractéristiques hépatotoxiques et cancérogènes (**Wiseman et Applebaum, 1983**).

CHAPITRE II:
MATERIEL ET METHODES

La totalité de la partie pratique de ce travail a été effectuée au niveau de Laboratoire pédagogique de Microbiologie de la faculté des sciences et de Technologie, l'Université de Ain Temouchent Balhadj bouchaib.

II.1 Échantillonnage

Les échantillons du lait à analyser ont été prélevés de la ville de Ain Temouchent. L'échantillonnage a été réalisé selon la méthode aréolaire décrite par **Grawitz (2001)**. Elle consiste à repérer des zones sur la carte spatiale de la ville de Ain Témouchent. Les zones sélectionnées sur la carte ont été visitées puis des échantillons étaient achetés de différents points de la zone repérée précédemment d'une manière aléatoire. Un sachet et Une boîte de Tetrapack de lait pasteurisé et UHT étaient prélevés respectivement pour microbiologiques.

L'ensemble des unités collectées ont été prélevés de même lot.

II.2 Transport et conservation des unités

Les unités du lait prélevées étaient transférées au laboratoire dans les conditions de vente réglementées. C'est-à-dire le lait pasteurisé était transféré dans le froid à 4°C à l'aide d'un glacier, tandis que les unités de lait UHT étaient transférées à la température ambiante.

II.3 Analyse microbiologique du lait

3.1 Organisation des manipulations

Les unités prélevées du lait pasteurisé et UHT ont été analysées pour vérifier l'évolution de contamination microbienne durant son utilisation. A cet effet, des analyses microbiologiques périodiques étaient réalisées en fonction de produit.

- **Lait pasteurisé**

Les unités de lait pasteurisé étaient analysées chaque 24h sur une période de deux jours (48h) depuis son prélèvement (Cf. Tableau 09).

- **Lait stérilisé et/ou UHT**

Les unités de lait stérilisé et/ou UHT étaient subit un test de stabilité ainsi que le suivi de contamination périodique chaque semaine pour une période de trois mois (la date limite de consommation mentionnée sur l'étiquetage).

Tableau 9: Le lait pasteurisé Le lait stérilisé étaient analysés à différents temps

		0h	24h	48h	72	Pas d'une semaine
Lait pasteurisé	32°C	6	4	2		
Lait Stérilisé	25°C	1			1	1
	32°C	1			1	1
	55°C	1	6		2	1

3.2 Préparation des échantillons

Les unités du lait ont été lavé par l'eau de robinet avant l'ouverture. L'endroit visées pour les prélèvements était désinfecté par l'éthanol devant un bec Benzène.

3.3 Recherche et dénombrement des microorganismes

Les unités du lait ont été subi à une analyse microbiologique à différents temps d'incubation des unités prélevés.

3.4 Préparation des dilutions

A partir de la solution mère (lait), un volume de 1 mL était dilué dans 9 mL de milieu TSE. Ensuite, une série de dilution ont été préparé comme illustré sur la Figure 1.

Pour la recherche de spores bactériennes, la solution mère (lait) était chauffée à 80°C pendant 10 minutes pour détruire les formes végétatives.

L'ensemble des techniques de la recherche et de dénombrement des microorganismes a été inspiré de la réglementation algérienne comme montre le Tableau 10.

Tableau 10: Principales réglementations Algérienne utilisées pour la recherche des microorganismes utilisé dans ce travail.

Microorganismes	Normes	Refere ncnes	Année s
Germes aérobies 30 °C	Microbiologie des aliments – Méthode Horizontale pour le dénombrement des bactéries mésophiles- Technique par comptage des colonies à 30°C	NA 15166	2004

<i>E. coli</i>	Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour la recherche et le dénombrement d' <i>Escherichia coli</i> présumés - Technique du nombre le plus probable	NA 6812	2010
<i>Enterobacteriacee</i>	Microbiologie de la chaîne alimentaire — Méthode horizontale par la recherche et le dénombrement des <i>Enterobacteriaceae</i> — Partie 1: Recherche des <i>Enterobacteriaceae</i>	NA 6813	2019
Staphylocoques coagulase +	Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (<i>Staphylococcus aureus</i> et autres espèces) — Partie 1: Méthode utilisant le milieu gélosé de Baird-Parker	NA 15164	2022
<i>Salmonella</i>	Arrêté du 8 Joumada El Oula 1438 correspondant au 5 février 2017 rendant obligatoire la méthode horizontale pour la recherche des <i>salmonella</i> spp	JO n° 44	2017
<i>Spores bactériennes</i>	Méthode horizontale pour le dénombrement de <i>Bacillus cereus</i> présumés en petit nombre - Technique du nombre le plus probable et méthode de recherche	NA 15518	2013
<i>Après traitement thermique</i>	Microbiologie des aliments – Méthode Horizontale pour le dénombrement des bactéries mésophiles- Technique par comptage des colonies à 30°C		
<i>Clostridium sulfitoréducteur</i>	Arrêté du 23 Rajab 1433 correspondant au 13 juin. 2012 rendant obligatoire la méthode de recherche et de dénombrement des spores de micro-organismes anaérobies sulfito-réductrices (<i>Clostridia</i>)	JO n°36	2013
<i>Levures et moisissures</i>	Microbiologie des aliments – Méthode horizontale pour le dénombrement des levures et moisissures Comptage des colonies à 25°C	NA 15267	2004

3.5 Ensemencement et dénombrement

A partir de chaque dilution préparée précédemment un volume de 0,5 mL était étalé sur milieu sélective adapté aux microorganismes recherchés. L'ensemencement était effectué par la méthode d'ensemencement en surface (AFNOR, 1999).

3.6 Recherche de la flore aérobique mésophile totale

L'inoculum était ensemencé sur milieu PCA (plate count agar) coulé dans des boîtes de Petri de 90 mm. Les boîtes étaient ensuite incubées à une température de 30°C pendant 24 à 72 heures. Après incubation, l'ensemble des colonies étaient compté y compris les levures et moisissures.

3.7 Recherche et dénombrement de *Enterobacteriaceae*

Comme mentionné sur le tableau 10, la recherche des Enterobacteriaceae était réalisée suivant la réglementation Algérienne. Elle consiste à ensemencé un volume de 0,5 mL de chaque dilution sur milieu desoxycholate, VRGBA, EMB.

Les cultures étaient ensuite incubées à 30°C pendant 24h. après incubation, les colonies présumés appartiennent aux Enterobacteriaceae, sont des colonies de :

- **Sur milieu Désoxycholate** : colonies rouges avec ou sans précipité biliaire autour.
- **Sur VRBGA** : colonies rouges violacées avec ou sans halo de précipitation de sels biliaires.
- **Sur EMB** : colonies à centre noir ou colonies présentant une coloration métallique verte (notamment pour *Escherichia coli*).

3.8 Recherche et dénombrement des staphylococcus à coagulase positive

Un volume de chaque dilution étaient ensemencé en surface de milieu Baird-Packer complet (tellurite de potassium et de l'émulsion de jaune d'œuf).

Ensuite, ajoutez environ 15 ml de milieu d'enrichissement, mélangez soigneusement le milieu et l'inoculum (NA 1198-1995, ISO 6888).

L'incubation se déroule à une température de 37°C pendant une période de 24 à 48 heures.

3.9 La recherche des *Clostridium* sulfite-réducteurs

Lors de l'utilisation, préparer le milieu en faisant fondre un flacon de gélose viande foie (VF), en le refroidissant dans un bain marie à une température de 45°C, puis en ajoutant une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium.

Mélanger de manière méticuleuse et aseptique. Le milieu est donc prêt à être utilisé, mais il est nécessaire de le maintenir dans une étuve à une température de 45°C jusqu'à ce qu'il soit utilisé (Lebres et Mouffok, 1999).

Ensemencement

Les tubes contenant les dilutions (10^{-1} à 10^{-6} pour le lait pasteurisé et 10^{-1} à 10^{-4} pour le lait U.H.T.) sont exposés à l'ensemencement suivante :

Tout d'abord, chauffer à 80°C pendant 8 à 10 minutes, puis refroidir immédiatement sous l'eau de robinet, afin de supprimer les formes végétatives et de conserver uniquement les formes sporulées.

En utilisant ces conditions, il est nécessaire de porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution dans des tubes stériles, puis d'ajouter environ 15 ml de gélose viande foie prêt à l'emploi. Laissez-le solidifier sur une plateforme pendant 30 minutes.

Ces tubes sont donc placés en incubation à une température de 37°C pendant une période de 16 à 24 heures, au plus tard 48 heures.

La lecture

Les colonies de *Clostridium sulfito-réducteur* se manifestent sous forme de colonies noires entourées d'un halo noir. Il est essentiel de faire une lecture après 24 heures d'incubation. Si les colonies sont nombreuses, une diffusion des halos peut entraîner une coloration noire uniforme du tube et on ne peut plus faire de dénombrement après 48 heures d'incubation.

En revanche, si la quantité de colonies à la première lecture est faible et si les colonies sont petites, il est possible que de nouvelles colonies se développent dans les 24 heures suivantes (ISO, 2005).

3.10 Recherche et dénombrement des levures et des moisissures

En utilisant des dilutions décimales (10^{-1} à 10^{-6} pour le lait pasteurisé et 10^{-1} à 10^{-4} pour le lait U.H.T.), il est nécessaire de porter aseptiquement 0,1 ml de chaque dilution dans les boîtes Pétri contenant le milieu Sabouraud préalablement fondu et solidifié. Ensuite, il est nécessaire de les étaler sur toute la surface du milieu à l'aide d'un râteau stérile (NA 5911-ISO 6611, 2004).

Incubation des boîtes à une température de 25°C (24 heures pour les levures et 72 heures à 5 jours pour les moisissures).

La lecture

Les colonies de levures ont des formes rondes et bombées, de couleurs variées, sont convexes ou plates et souvent épaisses. Les colonies de moisissures sont de taille plus importante, épaisses, filamenteuses, pigmentées ou non, à texture veloutée.

3.11 Recherche et dénombrement des bactéries lactiques

3.11.1 Les lactobacilles

Les lactobacilles sont des bactéries. Les lactobacilles sont dénombrés et isolés en utilisant la gélose MRS (de Man, Rogosa, Sharpe). 1 ml de la dilution est inoculé en profondeur, puis les boîtes sont incubées à 30°C pendant 5 jours (**Kacem et Karam, 2006**).

Isolement et purification

Des colonies de différentes formes (colonies rondes et lenticulaires) sont prélevées au hasard à partir du milieu MRS à l'aide d'une pipette Pasteur et ensemencées en surface d'une gélose MRS préalablement préparée. On incube les boîtes pendant 24 heures.

3.11.2 Les lactocoques

Le dénombrement et l'isolement sont effectués sur la gélose M17, où 0,1 ml de chaque dilution est ensemencé en surface, puis incubé à 30°C pendant 24 heures (**Kacem et Karam, 2006**).

3.12 Recherche de bactéries aérobies sporulées

D'après l'**AFNOR (1999)**, la recherche des bactéries aérobies sporulées a été réalisée selon la méthode classique consistant en un traitement thermique des échantillons afin de détruire les formes végétatives et de sélectionner les spores.

Un volume de l'échantillon ou de la dilution a été soumis à un traitement thermique à 80°C pendant 10 minutes. Cette étape permet l'élimination des bactéries végétatives sensibles à la chaleur, ne laissant que les spores bactériennes capables de résister à cette température.

Après refroidissement rapide à température ambiante, un volume de 0,5 mL de l'échantillon traité a été ensemencé sur gélose ordinaire (PCA : Plate Count Agar) par la méthode d'ensemencement en surface.

Les boîtes ont ensuite été incubées à 30°C pendant 24 à 48 heures.

Les colonies développées sur ce milieu après incubation sont considérées comme des bactéries aérobies sporulées présumées.

RESULTATS ET DISSCUSSION

III. Résultats d'analyse microbiologique

L'analyse microbiologique constitue un élément essentiel de l'évaluation du niveau de contamination des aliments et de la caractéristique de leur population microbienne. Les microorganismes sont des agents limitant de la qualité et de la conservation de produits laitiers.

III.1 Germes présentés dans les deux échantillons de laits pasteurisé

L'examen des échantillons de lait pasteurisé (A et B) a révélé, à travers les tests microbiologiques effectués sur divers milieux, que la présence de microorganismes est dépendue de l'unité analysé.

Les microorganismes recherchés sont les microorganismes recommandés par la réglementation algérienne (FAMT, *Enterobacteriaceae*). Par ailleurs d'autre microorganismes potentiel était recherché à savoir les levures et moisissures ainsi que les bactéries sporulées aérobie et *Clostridium* sulfito-réducteur et les bactéries d'altération comme les bactéries lactiques.

1.1 FAMT

L'étude de la Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT) a révélé une stabilité microbiologique satisfaisante pour l'échantillon A durant les trois jours d'observation, avec une charge constante autour de 2,43 log UFC/mL. En revanche, l'échantillon B a montré une augmentation significative de la charge microbienne à partir du deuxième jour, atteignant 2,62 log UFC/mL, traduisant une possible prolifération bactérienne. Toutefois, les deux échantillons restent largement conformes aux limites réglementaires fixées par le **JORA n°39** (≤ 5 log UFC/mL), indiquant une qualité microbiologique acceptable. Cette différence souligne

l'importance du contrôle des conditions de production et de stockage pour garantir la stabilité du produit.

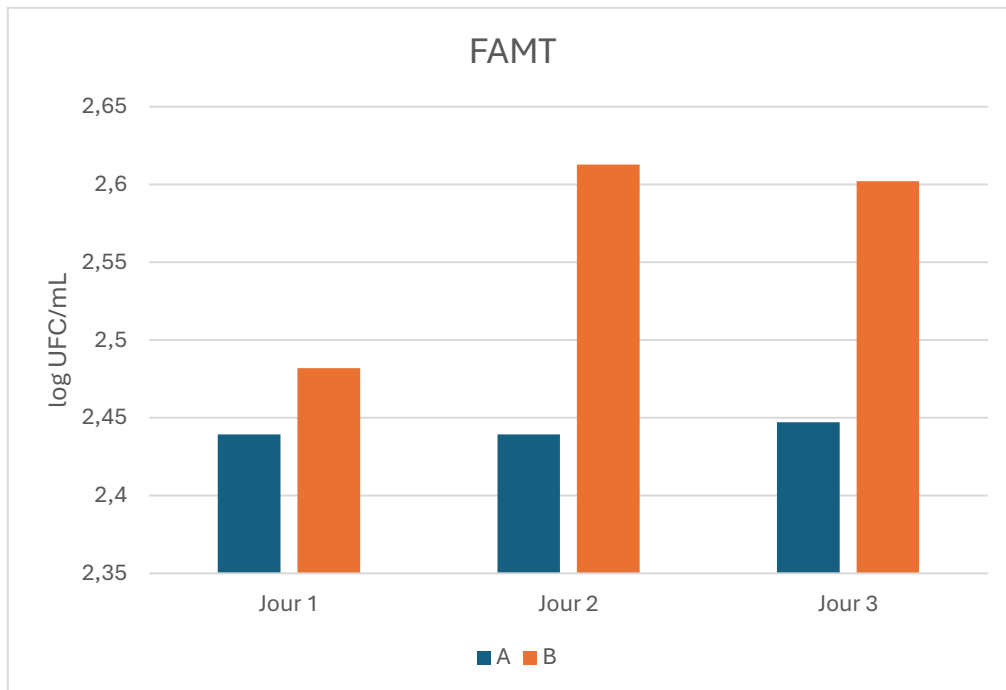


Figure 1: Évolution de la Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT) exprimée en log UFC/mL pour les échantillons A et B au cours de trois jours d'incubation.

1.2 *Enterobacteriaceae*

L'évolution de la charge en *Enterobacteriaceae* des deux échantillons de lait pasteurisé (A et B) sur trois jours est représentée dans la figure ci-dessus. Au premier jour, les charges microbiennes sont très faibles, inférieures à 1 log UFC/mL, indiquant une qualité microbiologique satisfaisante immédiatement après la pasteurisation. Toutefois, une augmentation importante est observée à partir du deuxième jour, atteignant environ 2,2 log UFC/mL pour l'échantillon A et 2,3 log UFC/mL pour l'échantillon B. Cette élévation suggère une possible prolifération des *Enterobacteriaceae* due à un stockage prolongé ou à des conditions de conservation non maîtrisées, telles qu'une rupture de la chaîne de froid. Au troisième jour, une légère stabilisation des charges est notée, mais les valeurs restent supérieures à 2 log UFC/mL. Selon les critères microbiologiques fixés par l'**arrêté interministériel publié au JORA n°39 du 2 juillet 2017**, la limite maximale tolérée pour les *Enterobacteriaceae* dans

le lait pasteurisé est de **1 log UFC/mL**. Les résultats obtenus dépassent donc cette norme, traduisant une non-conformité microbiologique des échantillons analysés.

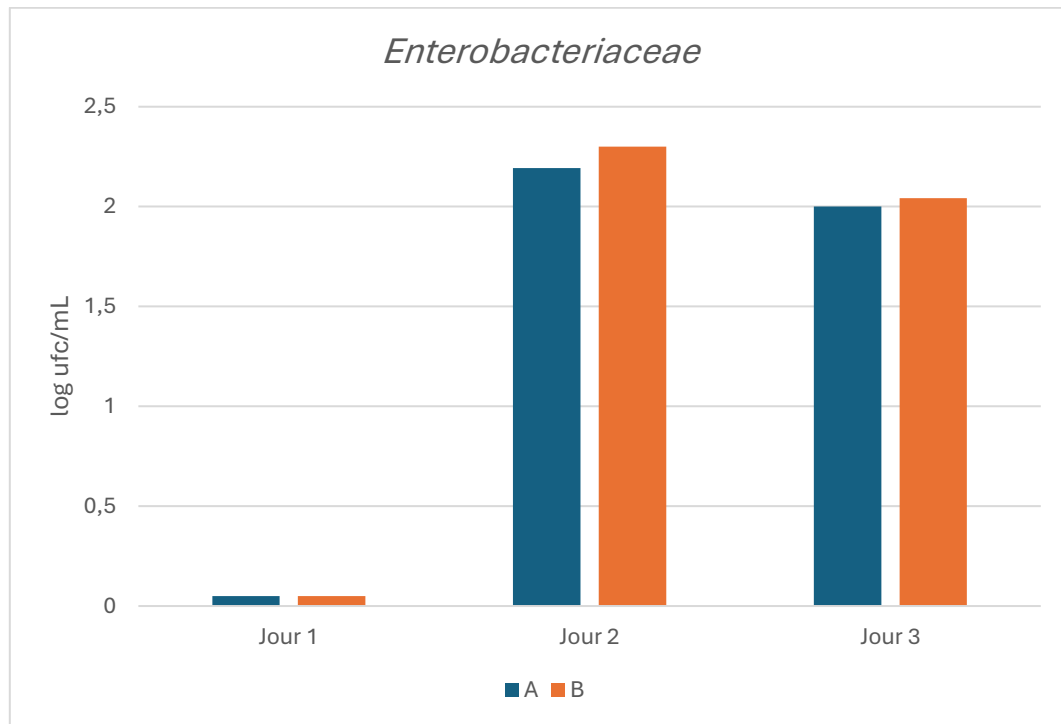


Figure 2: Évolution de la charge en Enterobacteriaceae (log UFC/mL) des échantillons A et B au cours de trois jours d'incubation.

1.3 Levures et moisissures

L'évolution des levures et moisissures dans les deux échantillons de lait pasteurisé (produits A et B) est représentée dans la figure ci-dessus. Les résultats montrent une contamination initiale élevée pour les deux produits au jour 1, avec une charge microbienne avoisinant **2,2 log UFC/mL**, traduisant une possible contamination d'origine environnementale ou liée à l'emballage. Au jour 2, les charges restent relativement stables pour les deux échantillons, sans augmentation notable. Cependant, au jour 3, une divergence entre les deux produits est observée : alors que la charge diminue pour le produit A (environ 1,6 log UFC/mL), elle augmente pour le produit B (environ 2,3 log UFC/mL), suggérant une possible contamination secondaire ou une différence dans les conditions de conservation.

Selon les exigences du **JORA n°39 du 2 juillet 2017**, la présence de levures et moisissures dans le lait pasteurisé n'est **pas tolérée** à des niveaux supérieurs à **10 UFC/mL (soit 1 log UFC/mL)**. Les charges observées dans les deux produits dépassent largement cette limite dès le premier jour, traduisant une **non-conformité microbiologique** et posant un risque potentiel

pour la qualité sanitaire et la durée de conservation du lait pasteurisé. Cette situation met en évidence la nécessité de renforcer l'hygiène au niveau de la production et de l'emballage, ainsi que de contrôler rigoureusement la chaîne de froid durant le stockage et la distribution.

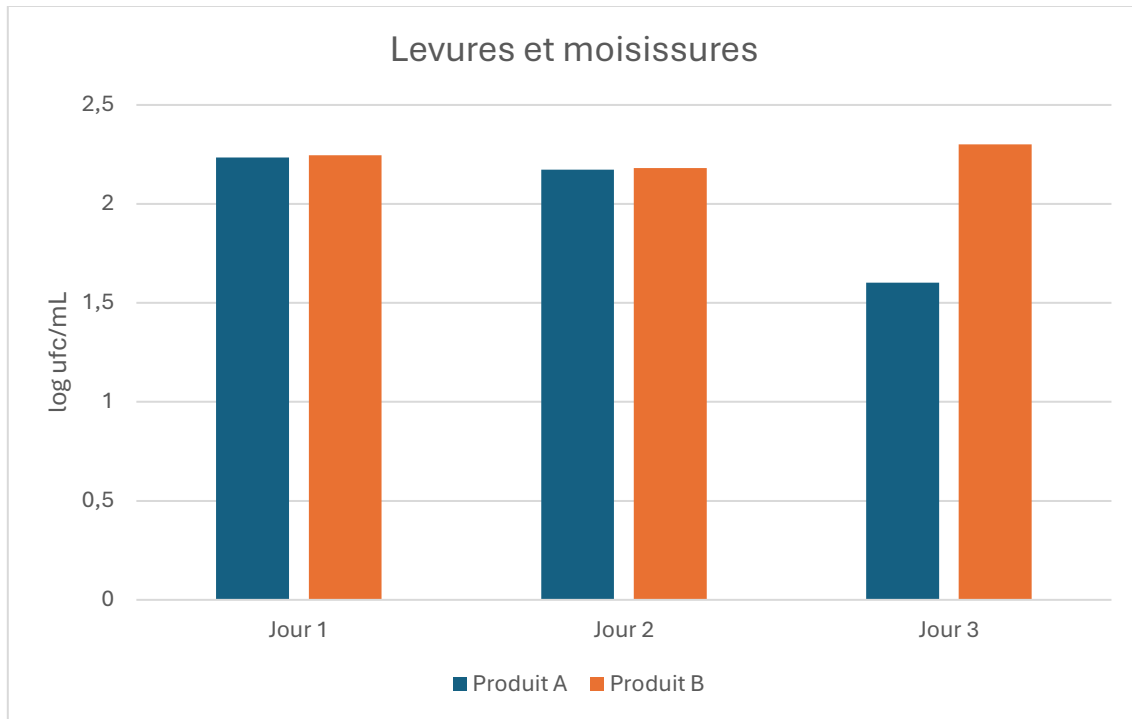


Figure 3: Évolution de la charge en levures et moisissures (log UFC/mL) des échantillons de lait pasteurisé (A et B) durant trois jours d'incubation.

1.4 Bactéries sporulées aérobie

La figure présente l'évolution de la charge en bactéries sporulées dans deux échantillons de lait pasteurisé (Produit A et Produit B) au cours d'une période de trois jours de conservation. Les résultats montrent une stabilité relative de la flore sporulée dans le Produit A, avec une légère diminution de 2,61 log ufc/mL au jour 1 à 2,52 log ufc/mL au jour 3. À l'inverse, le Produit B présente une augmentation progressive et significative de la concentration en spores, atteignant 2,80 log ufc/mL au jour 3. Cette divergence indique que le Produit A semble plus efficace pour inhiber ou retarder la germination et la multiplication des spores bactériennes après pasteurisation. Ce comportement pourrait s'expliquer par une meilleure hygiène post-pasteurisation, une formulation spécifique, ou encore un emballage plus adapté à la conservation. Ces résultats soulignent l'importance du contrôle post-pasteurisation dans la

stabilité microbiologique du lait pasteurisé et méritent une investigation complémentaire sur les facteurs influençant la prolifération des spores.

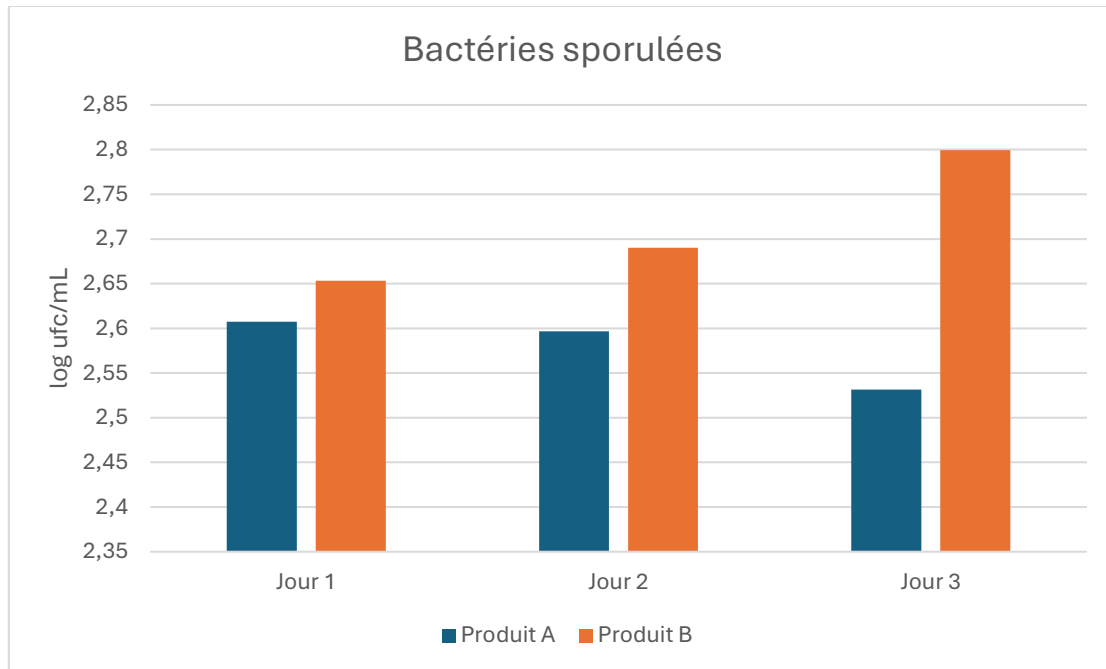


Figure 4: Évolution de la concentration en bactéries sporulées (log ufc/mL) pour deux lait pasteurisé (A et B) sur trois jours

1.5 *Clostridium sulfito-réducteur*

Aucune différence significative n'était observée.

1.6 Bactéries lactiques

La figure 5 montre la variation de la concentration en bactéries lactiques, exprimée en log ufc/mL, dans deux échantillons de lait pasteurisé (Produit A et Produit B) au cours des deux premiers jours de conservation. Il apparaît que le Produit A présente une charge initiale en bactéries lactiques plus élevée (2,9 log ufc/mL) par rapport au Produit B (2,0 log ufc/mL) au jour 1. Cette tendance se maintient au jour 2, où le Produit A enregistre une concentration de 2,7 log ufc/mL contre 1,55 log ufc/mL pour le Produit B. Une diminution progressive est observée dans les deux produits, traduisant une réduction de la population lactique au fil du temps, probablement en raison des effets résiduels de la pasteurisation ou des conditions de conservation. Le niveau plus élevé de bactéries lactiques dans le Produit A pourrait refléter une flore résiduelle plus importante ou une recontamination post-pasteurisation. Étant donné le rôle

technologique et probiotique potentiel de ces bactéries, ces résultats suggèrent une différence qualitative entre les deux laits pasteurisés qui mérite une investigation complémentaire, notamment en ce qui concerne l'hygiène et les conditions de stockage post-traitement.

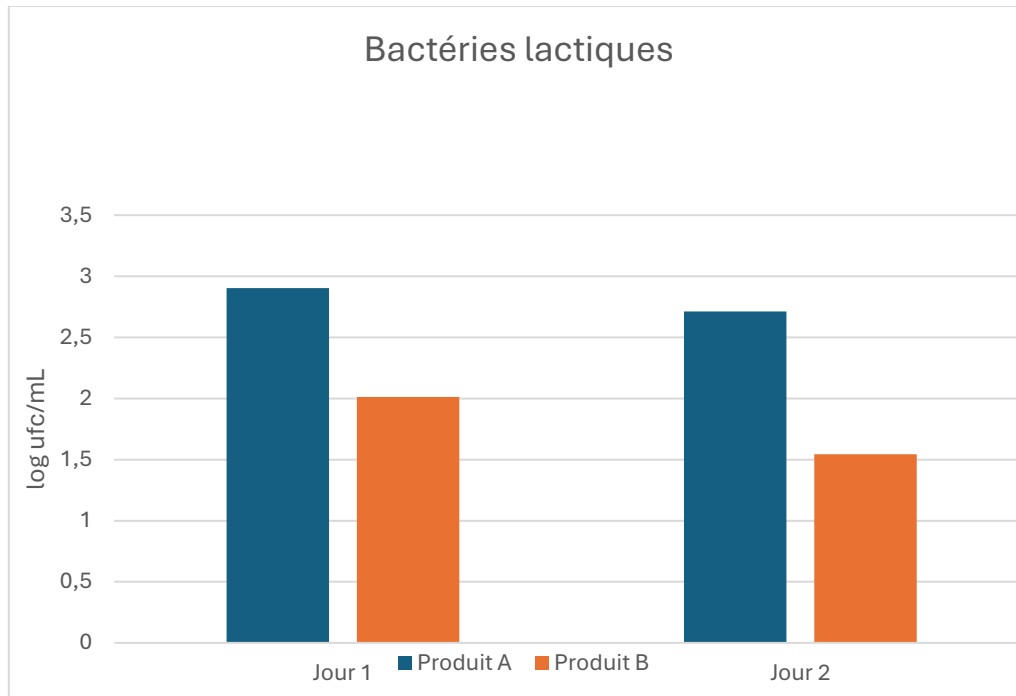


Figure 5: Évolution de la concentration en bactéries lactiques (log ufc/mL) dans deux laits pasteurisés (Produits A et B) pendant deux jours de conservation.

III.2 Lait UHT

Les résultats obtenus pour le lait UHT ont montré qu'il reste parfaitement stable d'un point de vue microbiologique tout au long de la période d'incubation. Pour mieux simuler les conditions de conservation que le produit peut rencontrer, des tests ont été menés à différentes températures : 25°C, 32°C et même jusqu'à 55°C.

- À 25°C, température ambiante classique, aucun signe de contamination n'a été détecté, que ce soit à l'œil nu ou à travers les analyses en laboratoire. Le lait est resté propre et stable, sans modification ni développement microbien, ce qui confirme sa sécurité dans des conditions normales de stockage.
- À 32°C, une température plus élevée qui peut se produire dans certains contextes de transport ou de stockage, le produit a également bien résisté. Les milieux de culture

utilisés, comme la gélose nutritive et Muller Hinton, n'ont montré aucune trace de développement microbien, ce qui atteste encore une fois de la fiabilité du procédé UHT.

- À 55°C, qui représente une condition extrême, les résultats ont été tout aussi impressionnants : le lait n'a présenté aucun signe de dégradation ou de contamination. Cela prouve non seulement l'efficacité du traitement thermique appliqué, mais aussi la qualité de l'emballage utilisé, qui protège le lait de toute recontamination.

Le lait UHT s'est montré particulièrement résistant dans toutes les conditions testées. Il constitue une solution fiable pour garantir un lait sain et sûr, même dans des environnements où la chaîne du froid ne peut pas toujours être assurée.

CONCLUSION

Conclusion

Cette étude a eu pour objectif d'évaluer la qualité microbiologique du lait pasteurisé et du lait stérilisé (UHT) commercialisé dans la wilaya de Ain Témouchent, en se basant sur les normes algériennes en vigueur (JORA n° 39 de l'année 2017). Comme on le sait, le lait est un aliment de base dans l'alimentation humaine, en raison de sa richesse en nutriments essentiels tels que le calcium, les protéines et les vitamines. Toutefois, cette richesse en éléments nutritifs fait aussi du lait un milieu très favorable à la prolifération des microorganismes, d'où la nécessité d'une surveillance rigoureuse pour garantir sa qualité sanitaire, surtout dans un pays comme l'Algérie où la consommation de lait est élevée.

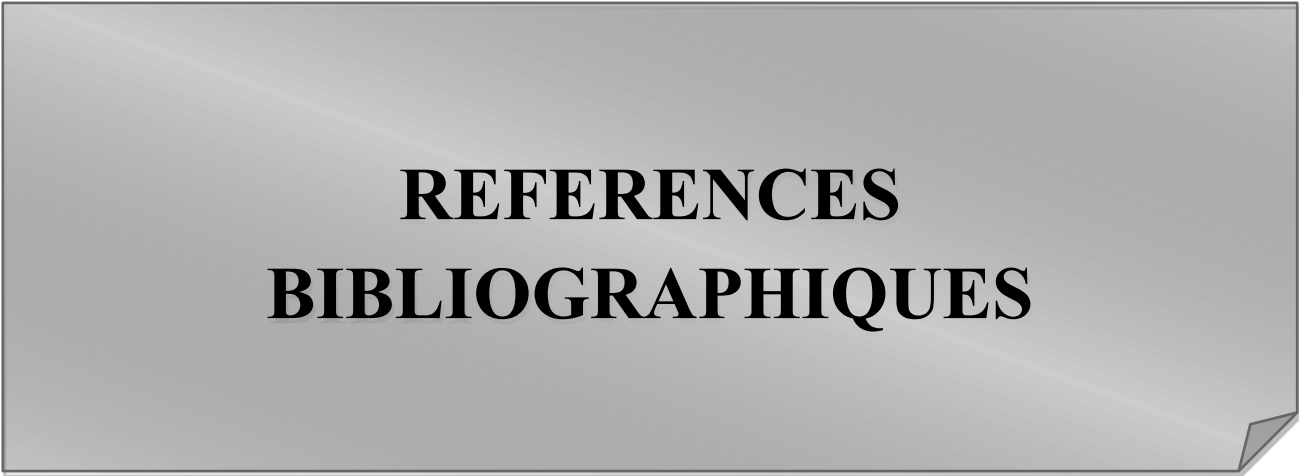
Les analyses effectuées ont montré que le lait stérilisé présente une excellente stabilité microbiologique. Il a conservé sa salubrité tout au long de la période d'étude, même à une température relativement élevée (32°C), ce qui reflète l'efficacité du procédé UHT qui permet d'éliminer la majorité des germes, ainsi que la qualité du conditionnement aseptique qui protège le produit de toute recontamination.

En revanche, le lait pasteurisé s'est révélé plus sensible. Dès le deuxième jour de conservation, une augmentation de la charge microbienne a été observée, en particulier avec la présence de bactéries de la famille des Enterobacteriaceae, ainsi que des levures et des moisissures. Dans certains cas, les valeurs ont dépassé les seuils réglementaires, ce qui indique de possibles défaillances dans la chaîne du froid, le transport, le stockage ou même lors de l'emballage.

Ces résultats confirment que le lait pasteurisé nécessite une attention particulière quant aux conditions de conservation, depuis sa production jusqu'à sa consommation. Ils soulignent également l'importance du respect strict de la chaîne du froid, de l'hygiène au sein des unités de production et de distribution, ainsi que la sensibilisation des professionnels et des consommateurs aux risques liés à une mauvaise manipulation du lait.

À l'inverse, le lait stérilisé demeure un choix plus sûr du point de vue microbiologique, notamment dans les zones où il est difficile de garantir une réfrigération constante.

En conclusion, assurer la qualité et la sécurité du lait en Algérie passe par un effort collectif impliquant producteurs, distributeurs et consommateurs. Il est indispensable de renforcer le contrôle, de généraliser la formation en hygiène alimentaire et d'appliquer rigoureusement des systèmes comme le HACCP afin de limiter les risques microbiens et de garantir des produits laitiers sûrs et de haute qualité.



REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- Abdelmalek, Y., & Gibson, I. (1952). Studies on the bacteriology of milk. *Journal of Dairy Research*, 19, 294. Cité par : Kabir, A. (2015). Thèse de doctorat, Université d'Alger.
- Adzic, N., et al. (2020). Chemical composition and energy value of milk from different species. *Mljekarstvo*, 70(2), 96–104. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2020.0203>
- Alais, C. (1975). *Science de la lait: Principes des techniques laitières*. SEPAIC.
- Amiot, M. J., Fleuriet, A., & Cheynier, V. (2002). *Chimie des aliments*. Lavoisier.
- Andelot, R. (1983). Le contrôle laitier, facteur d'amélioration technique. *Revue Laitière Française*, 416, 15–16. Cité par : Kabir, A. (2015). Thèse de doctorat.
- Avril, J. L., Trieu-Cuot, P., & Courcol, R. J. (1992). Les entérobactéries en pathologie humaine. *Médecine/Sciences*, 8(1), 45–52.
- Billaudelle, J. (1974). *Microbiologie des produits laitiers fermentés*. Éditions Techniques Agricoles.
- Carbonnelle, B., Denis, F., & Marmonier, A. (1987). *Bactériologie médicale*. Flammarion.
- Christiane, M., & Jean-Noël, B. (2003). *Microbiologie alimentaire: Hygiène et sécurité des aliments*. Dunod.
- CODEX Alimentarius. (1999). *Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie* (CODEX STAN 206-1999).
- Cunha, L. F., et al. (2023). Nutritional evaluation of human milk: Energy and macronutrient content. *International Breastfeeding Journal*, 18(1), Article 23. <https://doi.org/10.1186/s13006-023-00529-3>
- Cuq, J. L. (2007). *Microbiologie des aliments*. Tec & Doc.
- Debry, G. (2001). *Nutrition humaine*. Tec & Doc.
- Decaen, J. (1969). Effets pathologiques sur la qualité du lait. *Revue de Médecine Vétérinaire*.
- Dieng, M. (2001). *Qualité du lait en production laitière artisanale* (Mémoire de maîtrise). Université Cheikh Anta Diop de Dakar.
- Dodd, C. E. R., & Booth, I. R. (2000). Staphylococcus aureus and mastitis: Bacterial mechanisms and host response. *International Dairy Journal*, 10(1–2), 65–74. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(00\)00026-2](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(00)00026-2)

- FAO. (2010). *Code of hygienic practice for milk and milk products (CAC/RCP 57-2004)*.
- FAO. (2017). La production laitière et les produits laitiers. <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway>
- FAO/OMS. (2004). *Vitamin and mineral requirements in human nutrition* (2nd ed.). OMS.
- Favier, J. C. (1985). *Table de composition des aliments*. CIQUAL.
- Fredot, A. (2005). *Le lait et ses dérivés*. Éditions Tec & Doc.
- Gaucheron, F. (2004). The minerals of milk. *Reproduction Nutrition Development*, 44(5), 473–483.
- Geurs, T. J. (2006). Pasteurization of milk: Effect on nutrients. *Dairy Science & Technology*, 86, 15–28.
- Goursaud, J. (1985). *Manuel pratique de la production laitière*. La Maison Rustique.
- Grappin, R., & Pochet, S. (1999). Le lait: Constituants lipidiques et rôles technologiques. *Le Lait*, 79(1), 3–22.
- Grimont, P. A. D., & Weill, F.-X. (1986). *Antigenic formulae of the Salmonella serovars*. WHO Collaborating Centre.
- Guiraud, J. P., & Rosec, J. P. (2004). *Microbiologie alimentaire*. Dunod.
- IANOR. (1995). *Normes algériennes du lait pasteurisé et stérilisé*.
- ISO/DIS 6461-2. (2005). Recherche et dénombrement des *Clostridium perfringens* – Partie 2: Méthode par filtration.
- Jakob, H., et al. (2009). Coliform bacteria as indicators of hygienic quality in milk. *Food Microbiology*, 26(7), 700–704.
- Jeantet, R., Croguennec, T., Schuck, P., & Brulé, G. (2008). *Produits laitiers: Aspects biochimiques et technologiques*. Lavoisier.
- Jenot, F., et al. (2000). Influence de l'alimentation sur la composition du lait. *INRA Productions Animales*, 13(3), 211–218.
- Jensen, R. G. (1995). *Handbook of Milk Composition*. Academic Press.
- JORA. (2017). *Journal officiel de la République Algérienne*, n°39, 2 juillet 2017.
- Jouan, P. (2002). *Les constituants du lait*. ENSA Rennes.
- Juillard, E., & Richard, J. (1996). Les vitamines dans les produits laitiers. *Revue Laitière Française*, 576, 18–23.

- Le Minor, L., & Richard, C. (1993). *Les coliformes et la qualité de l'eau et des aliments*. Institut Pasteur.
- Leseur, C., & Melik, M. (1999). *Technologie laitière*. Lavoisier.
- Luquet, F. M. (1985). *Le lait: Composition et valeur alimentaire*. INRA.
- Mathieu, J. (1998). *Biochimie alimentaire*. Lavoisier.
- Pelczar, M. J., Chan, E. C. S., & Krieg, N. R. (2003). *Microbiology: Concepts and Applications* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Perrin, J. (1958). *Éléments de biochimie du lait*. Vigot Frères.
- Plummet, W. (1987). *Food Microbiology*. Edward Arnold.
- Pointurier, D. (2003). *Qualité du lait et falsification*. CNIEL.
- Pougheon, A., & Goursaud, J. (2001). Influence de la race et de la génétique sur la qualité du lait. *INRA Productions Animales*, 14(1), 45–56.
- Renard, J. (2014). Le lait UHT et sa conservation. *Revue de l'industrie laitière*, 103(1), 12–19.
- Sadelli, N., & Oulmi, A. (2013). Étude physico-chimique et microbiologique du lait pasteurisé. Mémoire de Master, Université Abderrahmane Mira.
- Sutra, L., Guiraud, J. P., & Vernozy-Rozand, C. (1998). Indicateurs microbiologiques dans les produits laitiers. *Revue des Sciences et Techniques de l'Industrie Laitière*, 16, 20–30.
- Veisseyre, R. (1975). *Biochimie alimentaire*. Doin.
- Veisseyre, R., & Lenoir, J. (1992). *Technologie du lait*. Doin.
- Vierling, M. (2008). Détection des fraudes dans le lait. *Techniques de l'Ingénieur*.
- Vignola, M. (2002). *Science et technologie du lait: Transformation du lait*. École Polytechnique de Montréal.
- Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2006). *Dairy Science and Technology* (2nd ed.). CRC Press.
- Wiseman, D. W., & Applebaum, R. S. (1983). Mycotoxins: Their pharmacology, toxicology, and food safety. *Journal of Food Safety*, 5(2), 73–82.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.1983.tb00344.x>

ANNEXES

Annexe 01: Différents milieux de cultures pour les analyses microbiologiques**a) Gélose P.C.A :**

Gélose pour le contrôle bactériologique des aliments, de l'eau, du lait et autres produit laitiers.

Tableau 20 : Formule de la gélose P.C.A

Composants	Concentration
Tryptone	5,0 g/litre
Extrait de levure	2,5 g/litre
Agar	12,0 g/litre
Dextrose	1,0 g/litre
PH final : $7,0 \pm 0,2$	

Conservation

Toutes le boites doivent impérativement être bien fermées et stockées jusqu'à la date de péremption indiquée sur l'étiquette dans un endroit sec a une température de 10 à 25°C.

Interprétation des résultats

Après incubation compter toutes les colonies (utiliser les boites dont le rendement est compris entre 30 et 300 colonies) puis en tenant compte des facteurs de dilution, calculer le nombre de colonies formées (Unité Formant Colonie) par ml d'échantillon d'origine.

c) Gélose Baird Parker

Gélose utilisée pour l'isolement et la numération des staphylocoques coagulase positifs dans les aliments et autres prélèvement.

Tableau : Formule de la gélose Braid Parker

Composants	Concentration
Mélange de peptone	12,0 g/litre Agar
Extrait de levure	3,0 g/litre
Pyruvate de sodium	10,0 g/litre
Glycine	7,5 g/litre
Chlorure de lithium	5,0 g/litre
Agar	19,0 g/litre

- **Conservation** : Toutes les boîtes doivent impérativement être bien fermées et stockées jusqu'à la date de péremption indiquée sur l'étiquette dans un endroit sec à une température de 10 à 25°C.
- **Interprétation des résultats** : Après incubation, noter la croissance des germes. Les caractères typiques à noter comprennent : la taille de la colonie, sa couleur et la présence ou non d'un halo dû à l'activité lécithinase (zone claire) autour de la colonie.

1. Jaune d'œuf tellurite

Description

Emulsion stérile de jaunes d'œufs contenant du tellurite de potassium à utiliser avec le milieu de Baird-Parker. Ce dernier est largement utilisé dans l'industrie agro-alimentaire pour la recherche des staphylocoques pathogènes. Les boîtes de milieu de Baird-Parker contenant de l'émulsion de jaunes d'œufs avec tellurite doivent être protégées de tout dessèchement par une enveloppe plastique ou tout autre emballage imperméable.

Utilisation

Ajouter 50 ml à un litre de milieu de Baird-Parker; 50 ml d'émulsion de jaunes d'œufs avec tellurite contiennent l'équivalent de 3 ml de tellurite de potassium à 3,5 %. Cette quantité est celle recommandée pour un litre de milieu de Baird-Parker, c'est-à-dire que la concentration dans l'émulsion est de 0,21 %. La concentration finale dans le milieu de Baird-Parker est de 0,01 %.

Milieu désoxycholate

La préparation d'un milieu désoxycholate (souvent appelé milieu désoxycholate lactose agar ou DCLA) est utilisée principalement pour l'isolement des entérobactéries et la différenciation des bactéries lactose positives et négatives, notamment dans les échantillons fécaux ou environnementaux.

Composition typique (pour 1 litre d'eau distillée) :

Composant	Quantité (g)
Peptone	5,0 g
Extrait de viande	5,0 g
Lactose	10,0 g
Rouge neutre (indicateur pH)	0,02 g
Bile sels (ou sel de bile)	5,0 g
Désoxycholate de sodium	2,0 g
Chlorure de sodium	5,0 g
Agar	15,0 g

pH final : $7,3 \pm 0,2$ à 25 °C.

Le milieu de Mossel

Le milieu de Mossel (aussi appelé Mossel agar ou VRBG : Violet Red Bile Glucose Agar) est un milieu sélectif et différentiel utilisé pour l'isolement et le dénombrement des entérobactéries dans les aliments et l'eau, notamment selon les normes microbiologiques (ISO 21528).

Composition typique du milieu Mossel (pour 1 litre d'eau distillée) :

Composant	Quantité (g)
Peptone	7,0 g
Extrait de levure	3,0 g
Glucose	10,0 g
Sels biliaires (bile oxgall)	1,5 g
Désoxycholate de sodium	0,5 g
Violet de gentiane	0,001 g
Rouge neutre	0,03 g
Chlorure de sodium	5,0 g
Agar	15,0 g

pH final : $7,4 \pm 0,2$ à $25\text{ }^{\circ}\text{C}$

la gélose nutritive

un milieu de culture non sélectif, très utilisé en microbiologie pour la culture de nombreux types de bactéries non exigeantes.

Composition typique de la gélose nutritive (pour 1 L d'eau distillée) :

Composant	Quantité (g)
Extrait de viande	3,0 g
Peptone (caséine)	5,0 g
Chlorure de sodium	5,0 g
Agar	15,0 g

pH final : $7,2 \pm 0,2$ à $25\text{ }^{\circ}\text{C}$

la préparation du milieu gélose amidon

un milieu différentiel utilisé principalement pour détecter la production d'amylase par certaines bactéries. L'amylase hydrolyse l'amidon présent dans la gélose

Composition typique de la gélose amidon (pour 1 L d'eau distillée) :

Composant	Quantité (g)
Amidon soluble	10,0 g

Peptone	5,0 g
Extrait de viande	3,0 g
Agar	15,0 g
Eau distillée	1 000 mL

pH final : $7,0 \pm 0,2$ à 25 °C

Milieu de culture M17

Le milieu M17 est un milieu de culture utilisé principalement pour la croissance de bactéries lactiques, en particulier les *Streptococcus thermophilus*, souvent impliqués dans la fabrication de produits laitiers comme le yaourt et le fromage.

Composition typique d'un milieu M17 (pour 1 L d'eau distillée) :

Ingrédient	Quantité (g/L)
Peptone	5,0 g
Extrait de viande	5,0 g
Extrait de levure	2,5 g
Lactose	5,0 g
Acétate disodique (Na_2HPO_4)	19,0 g
Agar	15,0 g
Eau distillée	1 000 mL

Milieu MRS

Le milieu MRS (nommé d'après de Man, Rogosa et Sharpe) est conçu pour favoriser la croissance des *Lactobacillus* (et plus largement des bactéries lactiques).

Composition typique d'un milieu MRS (pour 1 L d'eau distillée) :

Ingrédient	Quantité (g/L)
Peptone	10,0 g
Extrait de viande	8,0 g
Extrait de levure (yeast extract)	4,0 g
Glucose (dextrose)	20,0 g
Citrate de sodium	5,0 g
Acétate de sodium	5,0 g

Ammonium citrate	2,0 g
Sulfate de magnésium ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)	0,2 g
Sulfate de manganèse ($MnSO_4 \cdot H_2O$)	0,05 g
Tween 80 (polysorbate 80)	1,0 mL
Agar (si milieu solide)	15,0 – 20,0 g
Eau distillée	1 000 mL

Annexe 02 : Matériels utilisés pour les analyses microbiologiques

Pipettes graduées 10 ml, 1 ml ;

Tubes à essais en verre de 25 ml ;

Flacon de verre de 500 ml et 250 ml ;

Boîtes de pétri ;

Etuves de 25° C, 34° C, 55° C (HERAEUS) ;

Agitateur électromagnétique ;

Gants stérilisés ;

Bec Bunsen ;

Flacon pour milieu de culture ;

Dessiccateur.