



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

Présenté par : boussaha ghoulane

Soutenu devant le jury :

Présidente	Benrachou Nora	MCA	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf
Examinatrice	Daraji farida	MAA	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf
Promotrice	Bencheikh Amel	MAA	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf

Année universitaire: 2025-2026

Dédicace

Ce modeste travail est dédié,

A mes parents.

Les deux êtres, les plus chers au monde, qui ne cessent de nous couvrir de leur amour et qui ont souffert, nuit et jour, pour nous aider à frayer notre chemin dans cette vie.

A mon père **Saleh**, pour sa patience avec moi et ses encouragements.

A ma mère **Fella**, ma source de bonheur, la prunelle de mes yeux,

Qu'Allah le miséricordieux vous garde en bonne santé.

A mes très chères sœurs **Maissa**, **Awatef** et **Manar**.

Que Dieu les protège et les comble d'une vie radieuse, pleine de bonheur.

A tou(te)s mes ami(e)s.

A tous ceux et à toutes celles qui ont contribué, de près ou de loin, pour que ce projet soit possible.

Ghozlane

Remerciement

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Dieu Tout-Puissant de m'avoir donné la force, la patience et la volonté pour mener à bien ce travail.

Nous adressons nos vifs remerciements à notre encadreur **Madame Bencheikh Amel**, qui a bien voulu nous diriger et nous orienter tous le long de la réalisation de notre travail. Merci, pour ses précieux conseils et pour sa gentillesse qu'on a pu apprécier, pendant notre parcours universitaire.

J'adresse également mes remerciements aux membres du jury **Madame Benrachou Nora** et **Madame daraji farida** qui ont accepté d'évaluer ce travail.

Mes remerciements vont également à **Mme Boughrir Nadia**, responsable du laboratoire de microbiologie, ainsi qu'à **Mme Farida**, responsable du laboratoire de physique-chimie, pour leur aide précieuse et pour m'avoir initiée aux techniques d'analyses au sein du Laboratoire de Répression des Fraudes et de Contrôle de la Qualité d'El Bouni, wilaya de Annaba.

Je tiens à remercier l'ensemble des enseignants de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, en particulier ceux du département des sciences agronomiques, pour la qualité de la formation. Mes remerciements vont également au personnel administratif pour leur soutien et leur disponibilité. Enfin, j'exprime ma gratitude à toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire de fin d'études.

Résumé :

Le lait est un aliment largement consommé et riche en éléments nutritifs. Cette étude vise à évaluer la qualité physicochimique et microbiologique de quelques marques de laits pasteurisés et U.H.T. commercialisés. Les analyses physicochimiques ont montré une conformité générale aux normes algériennes pour le pH, l'acidité, la matière grasse, l'extrait sec et la densité. Toutefois, le lait pasteurisé Edough a présenté une coagulation au test de stabilité, indiquant une instabilité du produit. Les analyses microbiologiques ont révélé une absence totale de germes totaux dans les laits U.H.T., confirmant leur bonne qualité sanitaire. Pour les laits pasteurisés, les charges en germes totaux étaient de pour 2.8×10^2 CFU/ml Edough et de $4,1 \times 10^2$ UFC/ ml pour Bousbiaa, tandis que Sahlait a présenté les résultats les plus satisfaisants.

les laits U.H.T. ont présenté une bonne qualité microbiologique, tandis que les laits pasteurisés ont montré des variations selon les marques. Ces résultats soulignent l'importance du respect des conditions d'hygiène et de conservation pour garantir la qualité du lait.

Mots-clés: lait pasteurisé, lait U.H.T., qualité physicochimique, qualité microbiologique, germes totaux, stabilité.

Abstract :

Milk is a widely consumed food and is rich in nutrients. This study aimed to evaluate the physicochemical and microbiological quality of some brands of pasteurized and U.H.T. milk available on the market. Physicochemical analyses showed an overall compliance with Algerian standards for pH, acidity, fat content, dry matter, and density. However, the pasteurized Edough milk showed coagulation in the stability test, indicating product instability.

From a microbiological point of view, U.H.T. milk showed complete absence of total bacteria, confirming its good sanitary quality. Pasteurized milk samples showed bacterial loads of 2.8×10^2 CFU/ml for Edough and 4.1×10^2 CFU/ml for Bousbiaa, while Sahlait showed the best results.

These results confirm the good microbiological quality of U.H.T. milk and highlight variations among pasteurized milk brands, emphasizing the importance of hygiene and proper storage conditions to ensure milk quality.

Keywords: pasteurized milk, U.H.T. milk,

الملخص:

الحليب غذاء واسع الاستهلاك وغني بالعناصر الغذائية. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الجودة الفيزيوكيميائية والميكروبيولوجية لبعض العلامات التجارية للحليب المبستر وحليب U.H.T. (المعقم بالحرارة العالية جداً) المسوقة.

أظهرت التحاليل الفيزيوكيميائية مطابقة عامة للمواصفات القياسية الجزائرية من حيث الأس الهيدروجيني (pH)، الحموضة، المادة الدسمة، المستخلص الجاف، والكثافة. ومع ذلك، أظهر حليب "إيدوغ" (Edough) المبستر تخزيناً في اختبار الاستقرار، مما يشير إلى عدم استقرار المنتج.

وكشفت التحاليل الميكروبيولوجية عن غياب تام للجراثيم الكلية في حليب U.H.T، مما يؤكد جودته الصحية العالية. أما بالنسبة للحليب المبستر، فقد بلغت الحمولة الجرثومية الكلية 102×2.8 وحدة تشكيل مستعمرة/مل (UFC/ml) لحليب "إيدوغ"، و 102×4.1 وحدة تشكيل مستعمرة/مل لحليب "بوسبيع" (Bousbiaa)، في حين سجل حليب "سحليت" (Sahlait) النتائج الأكثر إرضاءً وقبولاً.

ختاماً، تميز حليب U.H.T. بجودة ميكروبيولوجية جيدة، بينما أظهر الحليب المبستر تباينات واختلافات باختلاف العلامة التجارية. وتؤكد هذه النتائج على مدى أهمية الالتزام بشروط النظافة والحفظ لضمان جودة الحليب وسلامته.

الكلمات المفتاحية: الحليب المبستر، حليب U.H.T، الجودة الفيزيوكيميائية، الجودة الميكروبيولوجية، الجراثيم الكلية، الاستقرار.

Table des matières

Résumé	I
Abstract.....	II
III.....	المخلص :
Introduction.....	1
I. Le lait.....	4
1. Définition.....	4
2. 1 La composition du lait	4
1.1.1 L'eau.....	5
1.1.2 Les lipides	6
1.1.3 Les protéines.....	6
1.1.3.1 La caséine	6
1.1.3.2 Les protéines sériques (ou protéines du lactosérum).....	7
1.1.4 Le lactose	7
1.1.5 Les minéraux	8
1.1.6 Les vitamines	8
1.1.7 Les enzymes	8
1.2 Propriétés physico-chimiques du lait.....	10
1.2.1 la masse volumique ou la densité du lait.....	10
1.2.2 Point de congélation.....	10
1.2.3 Point d'ébullition	10
1.2.4 Acidité titrable du lait	11
1.2.5 Ph du lait.....	11
2. Importance Nutritionnelle	11
2.1 Les contaminants chimiques du lait.....	13
2.1.1 Les métaux.....	13
2.1.2 Les antibiotique.....	13
2.1.3 Pesticides	13
3. Qualité de lait.....	13
3.1 Qualité technologique	14
3.2 Qualité Organoleptique	14
3.2.1 Couleur	14
3.2.2 Odeur.....	14
3.2.3 Texture.....	15
3.2.4 Saveur	15
3.3. Qualité sanitaire (hygiénique)	15

3.3.1 Dangers biologique	16
3.3.2 Dangers chimiques.....	16
3.3.3 Dangers physique.....	16
3.4 La qualité microbiologique du lait.....	17
3.4.1 La flore originelle	17
3.4.2 La flore de contamination	17
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	23
5.3 Lait concentré sucrés	24
5.4 Lait fermenté.....	25
5.5 Lait aromatisé	25
5.6 Lait en poudre	25
5.7 Lait U.H.T. (Ultra haute température).....	26
5.7.1 Les avantages de la stérilisation UHT dans l'industrie alimentaire	26
<i>PARTIE EXPERIMENTALE</i>	28
<i>MATERIELS ET METHODES</i>	28
Partie expérimentale.....	29
1 .Présentation des échantillons (les marques de lait)	29
1. Lait Edough	30
2. Lait Sahlait.....	30
3. Lait Bousbia.....	31
Lait hodna - partiellement écrémé	31
Lait Candia - partiellement écrémé	31
Lait ramy - partiellement écrémé	32
Lait Soummam - partiellement écrémé	32
1. Matériel et Méthodes	32
1.1 Matériel.....	33
1.2 Méthodes d'analyses physico-chimiques de lait pasteurisé	34
1.2.1 Détermination de l'acidité titrable	34
1.2.2 Détermination du taux de la matière grasse	34
1.2.3 Test de stabilité à l'ébullition.....	36
1.2.4 Détermination de l'extrait sec total	37

Matière sèche (%) = $m1 - m0m \times 100$	38
1.2.5 Détermination du pH	38
1.2.6 Détermination de la densité	39
1.3 Analyses microbiologiques des laits U.H.T. et des laits pasteurisés	40
1.3.2 Recherche et dénombrement des germes totaux	41
1.3.3 Recherche des Entérobactéries dans les laits Pasteurisés	42
<i>Résultats et discussion</i>	29
2. Résultats et discussion	45
2.1 Résultats des analyses physicochimiques	45
2.1.1 Laits pasteurisés	45
2.1.1.1 Test de la stabilité à l'ébullition	45
2.1.1.2 Détermination du pH et de l'acidité titrable des laits reconstitués	46
Pasteurisés	46
2.1.1.3 Détermination de l'extrait sec des laits reconstitués pasteurisés	46
2.1.1.4 Détermination de la matière grasse des laits pasteurisés	47
2.1.1.5 Détermination de la densité des laits pasteurisés	48
2.2.1 Laits U.H.T. partiellement écrémés	48
2.2.1.1 Acidité (°D)	50
2.2.1.2 Matière grasse	51
2.2.1.3 Extrait sec	52
2.2.2 Laits UHT : Candia, Soummam, Hodna, Ramy	53
2.2.2. Laits pasteurisés : Edough , Bousbia et sahlait	54
Résultats du dénombrement des entérobactéries dans les différentes marques de lait pasteurisé (méthode NPP)	55
<i>Conclusion</i>	45
Conclusion	58
Références bibliographiques	59
Annexe I	62
Annexe II	63

Liste des figures

Figure 1 : schéma d'une micelle de caséines.....	7
Figure 2 : Les constituants majeurs et mineurs du lait	9
Figure 3 : chaine de production du lait cru	23
Figure 4 : diagramme de fabrication de lait pasteurisé.....	24
Figure 5 : schéma du procédé de fabrication de lait UHT	27
Figure 6 : Présentation de trois marques Algériennes de lait pasteurisé	30
Figure 7 : Présentation de quatre marques Algériennes de lait uht	31
Figure 8 : 1.Flacons de réactifs NaOH 2.Étuve (incubateur de laboratoire) 3.Balance.....	33
Figure 9 : Détermination de la matière grasse du lait par la méthode de Gerber	36
Figure 10 : Résultat du test de stabilité à l'ébullition montrant la coagulation du lait	37
Figure 11 : Détermination du pH du lait à l'aide d'un pH-mètre.....	39
Figure 12 : Lecture de la densité du lait au lactodensimètre	40
Figure 13 : Dénombrement des entérobactéries (méthode MPP) sur milieu VRBG	43
Figure 14 : Résultats de la mesure du pH des laits U.H.T.	49
Figure 15 : Les résultats de la mesure du l'acidité des lait UHT	51
Figure 16 : Les résultats de la mesure du la matière grasse des lait UHT	52
Figure 17 : Les résultats de la mesure l'extrait sec des laits U.H.T	53
Figure 18 : Observation des boîtes de Pétri du lait pasteurisé à différentes températures d'incubation (température ambiante, 30°C et 50°C)	54
Figure 19 : Résultats du dénombrement des entérobactéries dans les laits Edough et Bousbia	56

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition moyenne du lait vache	9
Tableau 2: Valeurs nutritionnelles du lait UHT (100 ml).	32
Tableau 3: Résultats obtenus lors du test de stabilité à l'ébullition des échantillons de laits pasteurisés reconstitués	45
Tableau 4: Le tableau présente les valeurs de l'acidité de trois marques de lait pasteurisé. ..	46
Tableau 5: Résultats de la détermination de l'extrait sec des laits reconstitués pasteurisés ..	46
Tableau 6: Résultats de la teneur en matière grasse des laits pasteurisés	47
Tableau 7: Résultats de la densité (masse volumique) des laits pasteurisés	48
Tableau 8: Résultats du pH des laits UHT à différentes températures	48
Tableau 9: Caractéristiques physicochimiques des différentes marques de lait	50
Tableau 10: Résultats de la charge microbienne (germes totaux et entérobactéries) du lait UHT selon différentes températures.....	53
Tableau 11: Résultats du dénombrement des germes totaux des différentes marques de lait pasteurisé	54

Liste des abréviations

U.H.T.: Ultra Haute Température

FAO: Food and Agriculture Organization

BCAA :Branched-Chain Amino Acids

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

ISO: Organisation Internationale de Normalisation

KJ : kilo joule

pH: Le potentiel Hydrogène

T°: Température

UFC: Unité Formant Colonie

VRBG: Violet Red Bile Glucose

OMS : Organisation mondiale de la Santé

Kcal: Kilo Calorie

NPP :Nombre le Plus Probable

Introduction

Introduction :

Le lait constitue un aliment très nutritif et essentiel pour le corps humain. Il a une grande importance dans le régime alimentaire des Algériens. Toutefois, en raison de sa disponibilité limitée à l'état naturel, le recours au lait recombinaé est devenu une solution courante **(Boukantar, 2004)**.

Cependant, un fait reste incontestable : le lait est sans doute l'un des meilleurs aliments complets et, dans de nombreux pays à travers le monde, il joue un rôle important en tant qu'élément qui améliore et équilibre l'alimentation humaine.

Tout comme pour beaucoup d'autres produits alimentaires, le lait doit être collecté, transformé et transporté afin de rester bon à boire et sain jusqu'à ce qu'il atteigne le consommateur. Même lorsqu'il est produit dans les conditions d'hygiène les plus strictes, le lait cru peut rapidement se dégrader à cause de microbes et peut également être un moyen de transmission de maladies infectieuses. Il est donc crucial de traiter le lait par la chaleur avant qu'il ne soit consommé et ce traitement est également une étape clé dans les méthodes de préparation du lait, qu'il soit condensé ou en poudre **(Kon, 1959)**.

Le lait contient des nutriments essentiels et est une source importante d'énergie alimentaire, de protéines de haute qualité et de matières grasses. Le lait peut apporter une contribution significative aux besoins nutritionnels recommandés en calcium, magnésium, sélénium, riboflavine, vitamine B12 et acide pantothénique. Le lait et les produits laitiers sont des aliments nutritifs et leur consommation permet de diversifier les régimes à base de plantes **(FAO 2026)**.

L'Algérie est le principal pays consommateur de lait dans la région du Maghreb. Elle utilise près de 6 milliards de litres équivalent lait chaque année, toute sorte de lait confondue, dont 4 milliards de litres proviennent de produits transformés et quasiment 2 milliards de litres sont destinés à l'autoconsommation et à l'alimentation des veaux. Les importations s'élèvent à 3 milliards de litres sous forme de lait en poudre, 250 millions sous forme de fromages et 150 millions pour les préparations infantiles. Annuellement, l'Algérie importe environ 300 000 tonnes de lait en poudre, dont plus de la moitié est achetée par l'ONIL, tandis que le reste est acquis par le secteur privé. On peut estimer que 40 000 tonnes de ce lait en poudre sont vendues directement aux consommateurs. **(Hirondel, 2014)**

Dans ce contexte, le présent travail a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique du lait commercialisé sur le marché. Pour ce faire, dix échantillons de lait provenant de différentes marques ont été sélectionnés, dont trois échantillons de lait pasteurisé et quatre échantillons de lait UHT. Plusieurs analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été réalisées afin de déterminer les principales caractéristiques de ces produits et d'apprécier leur qualité sanitaire. Les résultats obtenus permettront également de vérifier la conformité de ces laits aux normes de qualité et de sécurité alimentaire.

*Synthèse bibliographique
généralistes sue le lait*

I. Le lait :

1. Définition :

Selon le Congrès de Genève de 1910, le lait est défini comme le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière saine, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli dans des conditions d'hygiène satisfaisantes et ne doit pas contenir de colostrum.

Cette définition correspond rarement à la réalité dans certaines régions, où le lait est souvent considéré simplement comme la denrée obtenue par la traite d'une femelle laitière. Toutefois, cette définition constitue un objectif à atteindre, car elle intègre à la fois les exigences relatives à la bonne santé de l'animal, à son alimentation, ainsi que les impératifs technologiques et les critères de qualité hygiénique du lait **(Konte, 1999)**.

Par ailleurs, selon le Codex Alimentarius, un produit laitier est un produit obtenu à partir du lait ayant subi un certain traitement technologique. Il peut contenir des additifs alimentaires ainsi que d'autres ingrédients nécessaires à sa transformation. Les différents types de produits laitiers varient considérablement d'une région à l'autre, voire d'un pays à l'autre, en fonction des habitudes alimentaires, des techniques de transformation du lait, de la demande des consommateurs ainsi que des conditions culturelles et sociales. **(FAO 2026)**.

2. 1 La composition du lait :

Le lait est un aliment riche en nutriments essentiels et constitue une source importante d'énergie alimentaire, de protéines de haute qualité et de matières grasses. Il contribue de manière significative aux apports nutritionnels recommandés en calcium, magnésium, sélénium, riboflavine, vitamine B12 et acide pantothénique. Le lait et les produits laitiers sont donc considérés comme des aliments très nutritifs, capables d'enrichir et de diversifier les régimes alimentaires, notamment ceux basés principalement sur des produits végétaux. Le lait d'origine animale peut également jouer un rôle important dans l'alimentation des enfants, en particulier dans les populations où l'apport en graisses et en protéines d'origine animale est limité **(FAO, 2026)**. Le lait contient : des glucides, des lipides, des protéines, des sels minéraux, des vitamines et des oligo-éléments. Le lait est constitué à 87% d'eau. **(Superprof, 2009)**

Les principaux constituants solides du lait sont la matière grasse, les protéines et le lactose. Leur concentration peut varier selon plusieurs facteurs tels que la race de l'animal, son alimentation ainsi que les conditions environnementales.

En plus de ces constituants majeurs, le lait contient également des minéraux, des vitamines et divers oligo-éléments essentiels à l'organisme. (Pierre Abbé et al., 2020).

Composition physico-chimique du lait Le lait est constitué de 4 phases

- ❖ **phase grasse** : matières grasses + vitamines liposolubles
- ❖ **phase colloïdale** : suspension de caséines sous forme de micelles:
- ❖ **phase aqueuse** : contient le lactose, des minéraux, des vitamines hydrosolubles, des protéines hydrosolubles:
- ❖ **phase gazeuse**: représente 5% du volume et contient de l'azote, du CO₂, et de l'O₂. (Colombani et al., 2025.p.278)

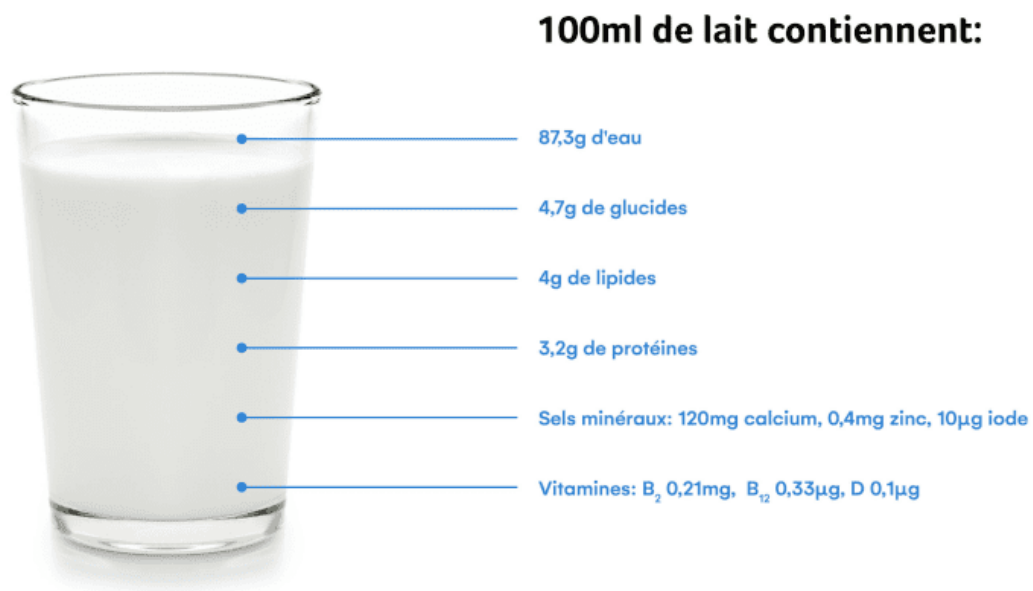


Figure : Principaux constituants du lait (Site internet 01)

1.1.1 L'eau :

L'eau constitue le principal constituant du lait, représentant plus de 80 % de sa composition.

Grâce à sa polarité et à la présence de doublets d'électrons libres, elle peut former :

- une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides et les minéraux,
- une solution colloïdale avec les protéines du lactosérum.

Les matières grasses, étant non polaires (hydrophobes), ne se dissolvent pas dans l'eau et forment une émulsion huile-dans-eau (H/E). De même, les micelles de caséine, insolubles, créent une suspension colloïdale. Une partie de l'eau est également liée aux protéines, au lactose et aux minéraux. Par exemple, les micelles de caséine fixent environ 3,7 g d'eau par gramme de protéines. **(Vuillemand, 2018, p. 21)**

1.1.2 Les lipides :

Les lipides représentent une part significative de la composition lait et jouent un rôle majeur dans l'apport énergétique, l'absorption des vitamines liposolubles (A, D, E, K) et la texture des produits laitiers. Le lait contient une variété d'acides gras, dont des acides gras saturés, mono- et poly-insaturés. La proportion et le type de lipides varient selon la race, l'alimentation et le stade de lactation. Dans les laits des pays tempérés, on retrouve typiquement une teneur en lipides oscillant autour de 3 à 4 % dans le lait de vache, avec des variations individuelles et saisonnières. **(Editorial, 2025)**

La composition lait en lipides influe directement sur les propriétés sensorielles des produits finis: crème, beurre, yaourt, fromage. Le processus d'émulsification et l'homogénéisation modifient la distribution des gouttelettes lipidiques sans changer fondamentalement leur nature chimique, mais ils améliorent la stabilité et la digestibilité dans de nombreux cas. **r (Editorial, 2025)**

1.1.3 Les protéines :

Les protéines du lait sont principalement réparties en deux grandes catégories :

- Les caséines : elles représentent environ 80 % des protéines totales du lait et se présentent sous forme de micelles responsables de certaines propriétés du lait et des produits laitiers
- Les protéines du lactosérum (ou séroprotéines) : elles constituent environ 20 % des protéines du lait. Elles sont solubles et possèdent une valeur nutritive élevée.. **(Pierre Abbé et al., 2020).**

1.1.3.1 La caséine :

La caséine est une protéine complexe qui représente environ 80 % de la quantité totale en protéines du lait de vache. Elle se trouve sous forme de micelles, structures complexes et sphériques d'un diamètre de 25 à 300 nm qui déterminent les caractéristiques du lait et des produits laitiers. La caséine est extraite du lait par précipitation à l'aide d'une enzyme, la présure, ou d'acides.

Bien que la caséine soit un élément naturel du lait, son rôle va bien au-delà de l'industrie laitière : elle est largement utilisée dans la production d'aliments, de cosmétiques, de peintures ou même de bioplastiques. D'un point de vue commercial, il s'agit d'une matière première de grande valeur ; en raison de la variété de ses usages et de la régularité de la demande dans les secteurs industriels, elle constitue une part importante du marché mondial des protéines laitières. (Alicja Kapiszka,2025)

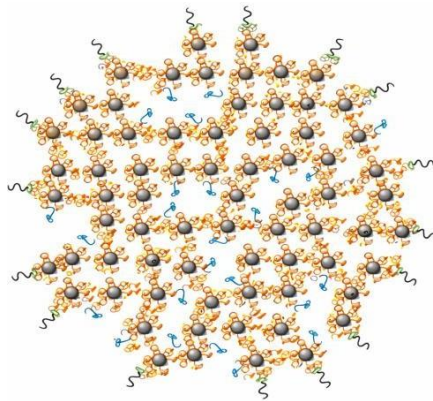


Figure 1 : schéma d'une micelle de caséines
(Vuilleumard,2018)

1.1.3.2 Les protéines sériques (ou protéines du lactosérum) :

Le lactosérum, par contraste, regroupe des protéines globulaires solubles : la bêta-lactoglobuline (absente chez l'humain), l'alpha-lactalbumine, l'albumine de lait et des immunoglobulines. Ces protéines sont thermosensibles et réagissent différemment lors des traitements thermiques. Elles présentent une composition en acides aminés particulièrement riche en acides aminés à chaîne ramifiée (BCAA), utiles à la synthèse musculaire..

1.1.4 Le lactose :

Le lactose est le principal glucide du lait et appartient à la famille des disaccharides. Il se trouve dans le lait sous forme dissoute et constitue généralement l'un des principaux éléments solides après l'eau (FAO 2026).

Les sucres du lait sont constitués majoritairement de lactose, qui est digéré dans l'intestin grâce à l'action de la lactase. Cette enzyme, présente dans le système digestif des mammifères, permet l'hydrolyse du lactose en deux monosaccharides, le glucose et le galactose, facilement absorbables par l'intestin. Une mauvaise digestion du lait peut être liée à une quantité insuffisante de lactase dans l'intestin (CELAGRI, 2020).

1.1.5 Les minéraux :

Le lait contient 22 minéraux essentiels au régime alimentaire humain. Le lait et les produits laitiers sont surtout connus pour leur richesse en calcium (1,25 gramme par litre de lait) qui permet de bien contribuer à la prévention de l'ostéoporose : un demi-litre de lait couvre 75 % des besoins journaliers en calcium d'un adulte.

Le lait constitue aussi une source en oligoéléments essentiels qui peuvent poser des problèmes d'insuffisance en nutrition humaine : zinc, fer, cuivre, iode et sélénium. L'intérêt des minéraux du lait est leur bonne biodisponibilité pour l'organisme. La biodisponibilité d'un nutriment indique l'efficacité de processus d'absorption de ce nutriment au travers de la paroi intestinale pour se retrouver dans la circulation sanguine

Exemple : La biodisponibilité du calcium fait référence à la quantité de calcium alimentaire qui peut potentiellement être absorbée et à l'incorporation de ce calcium absorbé à l'intérieur des os. **CELAGR (2020)**

1.1.6 Les vitamines :

Le lait et les produits laitiers constituent une source importante de vitamines, notamment les vitamines du groupe B, la vitamine A et la vitamine D.

- **Les vitamines hydrosolubles**, principalement celles du groupe B (B1, B2, B9 et B12), jouent un rôle essentiel dans le métabolisme des glucides, des lipides et des protéines, ainsi que dans la formation des globules rouges et le bon fonctionnement du système nerveux.
- **Les vitamines liposolubles**, comme la vitamine A, sont présentes dans la matière grasse du lait, du beurre et des fromages. Elles interviennent notamment dans la vision et la régénération des cellules de la cornée. **(Les Produits Laitiers, 2025)**.

1.1.7 Les enzymes :

Le lait a beaucoup d'enzymes. Environ soixante ont été dénombrées. Certaines sont liées aux micelles de caséines, d'autres à la membrane des globules de matière grasse ou aux leucocytes et, enfin, certaines sont simplement dissoutes dans la phase aqueuse du lait. Même si elles sont présentes en très petite quantité dans le lait, les enzymes ont cependant un rôle clé à cause de leur activité catalytique. Par exemple, certaines décomposent les protéines ou la matière grasse du lait. **(Vuilleumard, 2018, p. 21)**

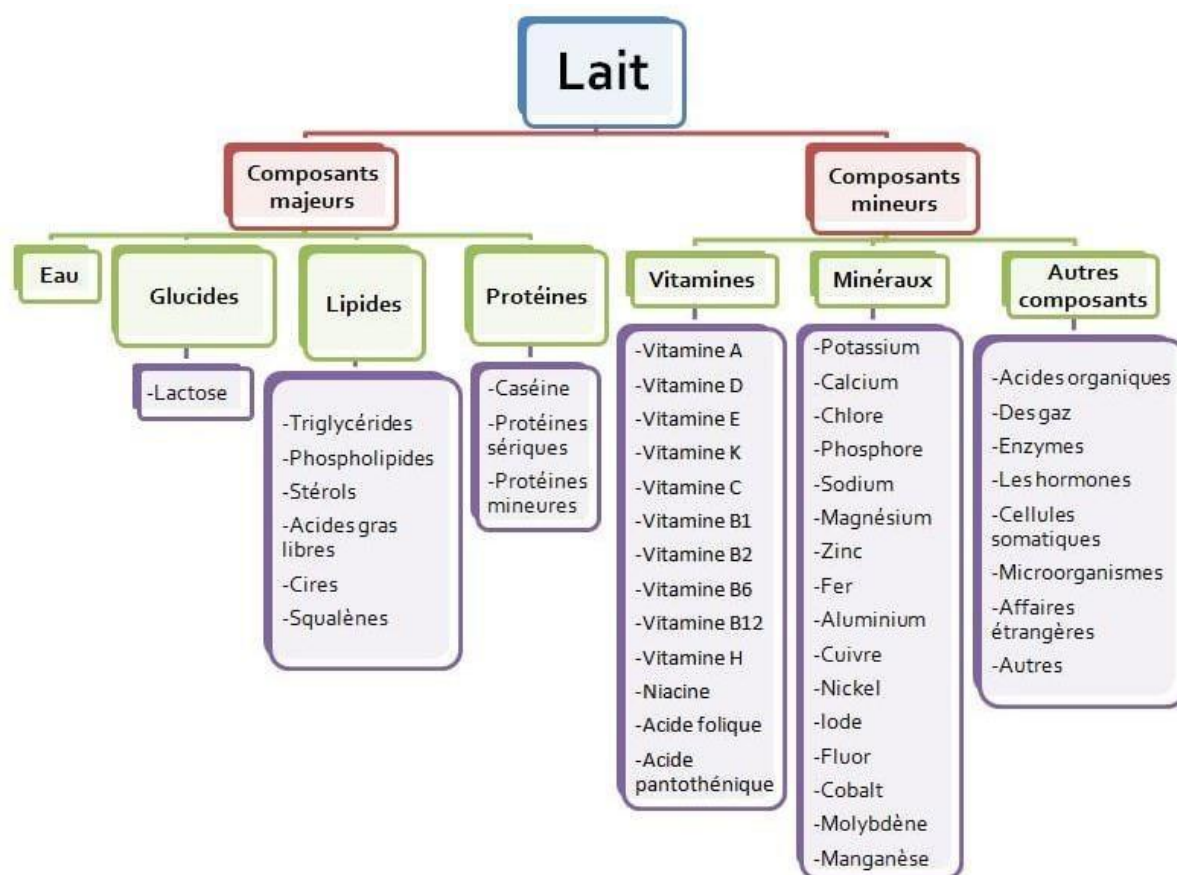


Figure 2 : Les constituants majeurs et mineurs du lait (site Internet 02)

Tableau 1 : Composition moyenne du lait vache (Adapté de Miller et coll., National Dairy Council, 2000.)

Nutriment	Vache
Protéines (g /100g)	3.3
Caséines	2.7
Lactosèrum	0.6
Matière grasses	3.3
Lactose	4.7
Minéraux	0.7
Calcium(mg/100g)	119
Phosphre	93

Magnésium	13
Potassium	152
Vitamines	
Riboflavine	0.16
Vit b12 (ug /100)	0.36

1.2 Propriétés physico-chimiques du lait :

Les principales propriétés physicochimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique et la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité. **(Lapointe-Vignola, 2002, p. 54)**

1.2.1 la masse volumique ou la densité du lait :

La densité du lait dépend principalement de sa teneur en eau et en substances dissoutes telles que les protéines, les lipides et le lactose. Par exemple, le lait entier possède une masse volumique différente de celle du lait écrémé, ce qui influence directement son poids. Ainsi, l'équilibre entre ces différents constituants joue un rôle important dans la conversion du volume du lait en masse, notamment lors du passage des litres aux grammes ou aux kilogrammes. **(Lefèvre, 2025)**

1.2.2 Point de congélation :

Le point de congélation constitue un paramètre important pour l'évaluation de la qualité du lait. Sa valeur normale est d'environ $-0,507\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-0,525\text{ }^{\circ}\text{Hortvet}$). Ce paramètre est utilisé principalement pour détecter l'ajout éventuel d'eau dans le lait, car toute dilution entraîne une modification de cette valeur. L'ajout d'eau peut également influencer les propriétés technologiques, nutritionnelles et organoleptiques des produits laitiers. **(Elouise Molgat 2024)**

1.2.3 Point d'ébullition :

Le point d'ébullition correspond à la température à laquelle la pression de vapeur d'une substance ou d'une solution devient égale à la pression exercée sur elle. À l'instar du point de congélation, la présence de solides dissous influence ce point. Ainsi, pour l'eau, le point d'ébullition est légèrement plus élevé que $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, atteignant environ $100,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Comme cette température diminue lorsque la pression diminue, ce principe est exploité dans les procédés de concentration du lait. **(Science et technologie du lait, 2006).**

1.2.4 Acidité titrable du lait :

L'acidité titrable du lait correspond à la quantité totale d'acides présents dans un échantillon de lait. Elle est généralement exprimée en pourcentage d'acide lactique. Cette acidité peut varier entre 0,10 et 0,30 %, tandis que l'acidité normale du lait frais se situe généralement entre 0,13 et 0,17 %.

L'acidité naturelle du lait est principalement due à la présence de caséines, de substances minérales, de traces d'acides organiques, ainsi qu'à certaines réactions secondaires impliquant les phosphates.

1.2.5 Ph du lait :

La détermination du pH du lait est un paramètre essentiel pour évaluer sa qualité, sa sécurité et sa aptitude à la transformation en produits laitiers. En général, le lait frais présente un pH compris entre 6,7 et 6,9. Toute déviation significative de cette plage peut indiquer une altération ou une contamination. En effet, lors de la détérioration du lait, le pH diminue progressivement en raison de la production d'acide lactique par les bactéries, ce qui signale que le lait s'acidifie et devient impropre à la consommation. (Töpel A. 2016)

2. Importance Nutritionnelle :

Le lait occupe une place importante dans une alimentation équilibrée, grâce à sa richesse en nutriments essentiels. Au niveau mondial, un consensus scientifique souligne les bénéfices de sa consommation à tous les âges de la vie. De nombreuses études récentes mettent en évidence les effets positifs du lait et des produits laitiers sur la santé humaine. Toutefois, dans le cadre d'un régime alimentaire équilibré, il est essentiel de respecter les quantités recommandées conformément à la pyramide alimentaire. (CELAGRI. 2020).

❖ Importance de calcium dans le lait :

- ✓ Le calcium est essentiel pour
- ✓ La croissance
- ✓ Le développement et le renforcement des os
- ✓ Le lait est une des meilleures sources naturelles de calcium.
- ✓ Avantages du calcium du lait :
- ✓ Facilement assimilable par rapport au calcium des végétaux, aucun composant n'entrave son absorption.
- ✓ Certaines vitamines présentes dans le lait (vitamine D et K) favorisent également son absorption. (Swissmilk, 2026)

❖ **Importance des protéines du lait :**

- ✓ Les protéines contribuent à :
- ✓ Développer et maintenir la masse musculaire
- ✓ Apporter une sensation de satiété
- ✓ Le lait contient des protéines de grande valeur nutritive et de qualité optimale, facilement assimilables par l'organisme. (Swissmilk, 2026)

❖ **Importance des vitamines du lait :**

Les vitamines du lait

▪ **Vitamine B2 (riboflavine) :**

- ✓ Le lait constitue une source importante de vitamine B2.
- ✓ Elle intervient dans le métabolisme énergétique des cellules.
- ✓ Elle participe à :
- ✓ La croissance et la réparation des tissus
- ✓ La production des hormones
- ✓ La formation des globules rouges

➤ **Vitamine B12 :**

- ✓ Le lait est également une excellente source de vitamine B12.
- ✓ Elle agit en association avec la vitamine B9 (acide folique) pour :
- ✓ La formation des globules rouges
- ✓ Elle contribue aussi à :
- ✓ L'entretien des cellules nerveuses
- ✓ La formation du tissu osseux (Zubiria, 2024)

❖ **Vitamine D:**

Le lait constitue une excellente source de vitamine D. La vitamine D est étroitement liée à la santé des os et des dents, en rendant disponibles le calcium et le phosphore dans le sang, entre autres pour la croissance de la structure osseuse. La vitamine D joue aussi un rôle dans la croissance des cellules, dont les cellules du système immunitaire. À noter que la vitamine D est ajoutée au lait (Zubiria, 2024)

2.1 Les contaminants chimiques du lait :

2.1.1 Les métaux :

Les métaux peuvent être dangereux car ils favorisent des réactions chimiques, notamment l'oxydation. Cela altère les produits laitiers en leur donnant un mauvais goût, une odeur ou une couleur anormale, et peut modifier leur aspect (comme les fromages) ou leur conservation (comme le beurre). Certains métaux, à forte concentration, représentent aussi un risque pour la santé humaine. **(Morre,2007)**

2.1.2 Les antibiotique :

Les antibiotiques sont utilisés pour traiter les infections bactériennes chez les vaches, notamment la mammite, qui est une infection de la glande mammaire. Lorsqu'un traitement antibiotique est administré, le producteur doit respecter un protocole strict afin de garantir la sécurité du lait. Ces mesures permettent d'éviter la présence de résidus d'antibiotiques dans le lait commercialisé et d'assurer ainsi la qualité et la sécurité du lait destiné à la consommation. **(Savoir laitier, 2024)**

2.1.3 Pesticides :

Les pesticides utilisés en milieu agricole comprennent notamment les insecticides, les vermifuges ainsi que d'autres produits phytosanitaires. Leur utilisation doit être strictement encadrée et limitée, en respectant rigoureusement les recommandations du fabricant. Lorsque leur application est jugée nécessaire, notamment dans les installations telles que la laiterie, elle doit être réalisée en l'absence de lait. Il est impératif d'éviter toute contamination du lait par ces substances, car elles représentent un risque chimique susceptible de compromettre son innocuité . **(vignola ,2002)**

3. Qualité de lait :

La qualité du lait, dans le contexte de l'élevage laitier, désigne un lait apte à la consommation et à la transformation, répondant aux normes d'hygiène européennes. Sa composition, notamment en eau, en matières grasses et en protéines, doit être équilibrée, tout comme sa qualité sanitaire, caractérisée par de faibles teneurs en germes et en cellules somatiques ainsi que par l'absence de résidus d'antibiotiques.

La chaîne de qualité de la filière laitière débute à la ferme, au niveau du pis de la vache, voire en amont, et se poursuit jusqu'au point de vente. Elle repose notamment sur le respect de la chaîne du froid, la mise en œuvre de contrôles rigoureux et l'application de systèmes de traçabilité. **(Dico du lait ,2024)**

3.1 Qualité technologique :

Le lait ou certains de ses composants servent de matière première pour de nombreux produits, obtenus par des procédés variés, principalement physiques et/ou biochimiques. Pour assurer la conservation et l'assainissement, la technologie utilise divers procédés physiques, seuls ou combinés. Parmi eux :

- ❖ La destruction partielle ou totale des micro-organismes, généralement par la chaleur (pasteurisation, stérilisation). On peut aussi utiliser des rayons ionisants ou des antiseptiques, soumis à une réglementation stricte ou interdits.
- ❖ L'inhibition de la croissance microbienne par le froid (réfrigération, congélation).
- ❖ La création de conditions défavorables au développement microbien : élimination de l'eau libre (concentration, déshydratation), réduction de la disponibilité de l'eau (salage, sucrage), baisse du pH (fermentation lactique), conservation en atmosphère modifiée (CO₂).
- ❖ La séparation des micro-organismes (centrifugation, microfiltration)(**FAO,1955**)

3.2 Qualité Organoleptique :

C'est tout ce qui est accessible à notre perception sensorielle (**Müller, 2004.p. 34**). L'odeur, la couleur, le goût et la consistance du lait constituent effectivement des critères suffisants pour évaluer sa qualité. Par ailleurs, l'examen organoleptique oriente souvent le chimiste, en lui permettant de concentrer ses recherches sur des aspects spécifiques plutôt que sur d'autres. (**Girard, 1904, p. 354**)

3.2.1 Couleur :

La couleur du lait peut également fournir de précieuses indications. Une teinte légèrement jaune révèle généralement un lait riche en crème, tandis qu'un lait très opaque suggère une forte concentration en globules gras. (**Girard, 1904, p. 354**) indique la diététicienne-nutritionniste Alexandre Murcier,. Si votre lait jaunît un peu, ce n'est pas bon signe. Un lait qui commence à tourner devient en effet un peu jaunâtre, voire carrément brun. C'est un indicateur qui montre clairement que votre lait est périmé (**Benoist 2024**)

3.2.2 Odeur :

Le lait frais doit avoir une odeur légère, agréable et typique. Il ne doit en aucun cas dégager une odeur désagréable ou fétide, ce qui peut se produire lorsque l'alimentation des vaches est

de mauvaise qualité ou lorsque le lait est conservé dans des lieux insalubres, car il absorbe facilement les odeurs environnantes. En revanche, le lait bouilli perd son odeur caractéristique, ce qui rend difficile l'évaluation de sa qualité uniquement par l'odorat. **(Girard, 1904, p. 354)**

3.2.3 Texture :

Lorsqu'il est frais, le lait est un liquide homogène, fluide et de couleur blanche. En revanche, si vous remarquez la présence de grumeaux dans la bouteille ou la brique, cela signifie probablement qu'il commence à se détériorer. En cas de doute, observez également les parois du contenant : des résidus ou petits amas peuvent s'y former. Vous pouvez aussi verser un peu de lait dans un verre afin de vérifier plus facilement la présence éventuelle de morceaux. Par ailleurs, une bouteille ou une brique qui gonfle est un signe clair que le lait est périmé ; dans ce cas, il ne faut surtout pas le consommer. **(Benoist 2024)**

3.2.4 Saveur :

La dégustation confirme ces premières observations : le lait possède une saveur particulière, à la fois corsée, franche et agréable lorsqu'il est de bonne qualité. Cette saveur disparaît presque totalement dès que sa composition est modifiée. Par exemple, l'ajout d'eau ou l'écémage rendent le lait fade et sans goût. De plus, son onctuosité, si appréciable, diminue rapidement lorsqu'il est dilué. Enfin, lorsque le lait n'est plus frais et commence à se détériorer, il développe une légère acidité, facilement perceptible avec un peu d'expérience **(Girard, 1904, p. 354)**

3.3. Qualité sanitaire (hygiénique) :

L'hygiène du lait constitue un élément fondamental pour garantir la production de lait et de produits laitiers sûrs, durables et exempts d'agents pathogènes ou toxiques. Selon le Mémento de l'agronome publié par le **(CIRAD 2006)**, cette exigence s'inscrit dans une démarche globale de sécurité sanitaire des aliments.

D'après le Codex Alimentarius, la sécurité des aliments correspond à l'assurance que ceux-ci ne présentent aucun danger pour le consommateur lorsqu'ils sont préparés et consommés conformément à leur usage prévu. Ainsi, le lait et les produits laitiers doivent être sains, c'est-à-dire dépourvus de micro-organismes nuisibles ainsi que de résidus chimiques.

Dans la filière laitière, cette exigence est essentielle, notamment pour la transformation du lait, qui nécessite des qualités organoleptiques, physiques et microbiologiques optimales. Elle est particulièrement importante dans le cas des fromages au lait cru, où la maîtrise des

microflore joue un rôle clé dans la qualité du fromage au lait cru, dont la richesse et la diversité reposent sur une maîtrise rigoureuse des microflore, contribuant ainsi à la valorisation des savoir-faire traditionnels. **Les Produits Laitiers. (2022).**

Les autres risques sont la présence de substances chimiques dans le lait, comme les résidus d'antibiotiques, de pesticides ou de métaux lourds, ainsi que d'autres impuretés, dans le lait ou dans les autres matières premières. Les risques à surveiller sont les suivants :

- **le risque biologique**
- **le risque chimique**
- **le risque physique. (Comité de rédaction, 2018)**

3.3.1 Dangers biologique :

Le principal danger à surveiller lors de la transformation laitière est la présence d'agents infectieux dans les aliments. Ces agents peuvent provenir de différentes sources, notamment des animaux, de l'environnement, du matériel utilisé, du personnel de l'usine ou encore des visiteurs qui ont eu contact avec les produits .

3.3.2 Dangers chimiques :

Certains produits que nous utilisons peuvent contenir des substances chimiques qui restent dans le corps et peuvent nuire à notre santé. Il faut savoir que, contrairement aux risques causés par des micro-organismes, les risques liés aux substances chimiques s'accumulent. Cela signifie que le consommateur ne tombe pas malade après une seule prise, mais que l'ingestion répétée peut engendrer des problèmes, comme le cancer après une exposition régulière aux pesticides, ou l'apparition de bactéries résistantes aux antibiotiques. En outre, la présence de ces contaminants peut entraîner des difficultés techniques : par exemple, un lait contenant des antibiotiques peut bloquer l'effet des ferments, empêchant ainsi la préparation du yaourt.

3.3.3 Dangers physique :

L'utilisation de certains produits ou matériaux peut entraîner la présence d'éléments étrangers dans le lait et les produits transformés. Des objets comme les spatules en bois ou les fouets (avec manche en bois) sont utilisés dans les unités pour mélanger et homogénéiser le lait. Dans certains cas, des morceaux de bois ou des particules comme des grains de sable ou des poils peuvent se trouver dans le lait ou les produits finis, surtout si les pratiques d'exploitation ne sont pas correctes et que le lait n'est pas bien filtré. De plus, si le sucre utilisé dans la

transformation est de mauvaise qualité, il peut contenir différents débris et impuretés, ce qui peut même rendre le yaourt plus sombre.

La présence de ces éléments peut affecter la qualité des produits, mais elle peut aussi influencer négativement la perception du consommateur. **(Comité de rédaction, 2018)**

3.4 La qualité microbiologique du lait :

La qualité microbiologique du lait est essentielle, car elle influence sa sécurité sanitaire et sa conservation. En effet, certaines bactéries peuvent provoquer diverses altérations du lait. Ces micro-organismes, qu'ils soient nuisibles ou pathogènes, peuvent provenir de l'intérieur ou de la surface du trayon, que la vache soit en bonne santé ou malade, mais aussi de l'environnement, du trayeur ou du matériel de traite.

Il est donc indispensable de respecter des règles strictes de propreté, de santé et d'hygiène lors de la collecte du lait. De plus, le lait doit être rapidement refroidi après la traite afin de limiter la prolifération bactérienne et de prévenir les détériorations qu'elles peuvent engendrer.

(Lapointe-Vignola, 2002, p. 47)

3.4.1 La flore originelle :

Chez un animal en bonne santé, au moment de la traite, le lait contient généralement moins de 5 000 bactéries par millilitre. Cette flore originelle est essentiellement composée de bactéries mésophiles, en particulier des bactéries lactiques, dont l'habitat naturel se situe à l'intérieur du trayon. Ces micro-organismes jouent un rôle physiologique dans le lait mais ne compromettent pas sa qualité lorsqu'il est immédiatement utilisé. **(Vuillemand, al. 2018).**

3.4.2 La flore de contamination :

Les laits peuvent contenir des microbes sans pour autant devoir être écartés de l'alimentation. Bien sûr, il serait idéal que le lait consommé soit totalement dépourvu de tout micro-organisme, qu'il soit vivant ou mort. Cependant, ce qui importe réellement, c'est la nature de cette contamination.

Certaines bactéries qui s'attaquent uniquement aux substances sucrées, comme le lactose, ne présentent pas de danger, surtout lorsque leur action reste faible et ne modifie pas l'aspect du lait. Ainsi, un lait qui ne coagule pas sous l'effet des bactéries lactiques n'a été que légèrement affecté par ces microbes. Cela peut s'expliquer soit par une faible capacité de ces bactéries à produire de l'acide, soit par leur nombre limité, ce qui revient pratiquement au même. **(Vioille, 2007)**

3.4.2.1 La flore d'altération :

Les principaux micro-organismes responsables de l'altération du lait appartiennent aux genres *Pseudomonas*, *Proteus*, aux coliformes (notamment *Escherichia* et *Enterobacter*), ainsi qu'aux bactéries sporulantes telles que *Bacillus* et *Clostridium*, sans oublier certaines levures et moisissures.

Ces micro-organismes produisent des enzymes, notamment des lipases et des protéases, responsables de la dégradation des lipides et des protéines du lait, entraînant ainsi des altérations sensorielles telles que les odeurs désagréables, la rancidité et l'amertume.

(Vuillemand, al. 2018).

➤ Les coliformes

Les bactéries coliformes sont presque toujours présentes dans le lait cru et jouent un rôle important en industrie laitière. D'un point de vue technologique, certaines d'entre elles participent à la fermentation du lactose, entraînant la production d'acides ainsi que de gaz, notamment l'hydrogène et le dioxyde de carbone, responsables du gonflement des fromages. Par ailleurs, elles peuvent synthétiser différentes substances à l'origine de défauts organoleptiques, tels que des goûts et des odeurs indésirables. Sur le plan hygiénique, un grand nombre de ces bactéries étant naturellement présentes dans l'intestin des mammifères, leur détection constitue un indicateur de contamination d'origine fécale et de qualité sanitaire insuffisante. **(FAO 1995)**

➤ Les levures

Les levures, bien qu'elles soient fréquemment présentes dans le lait, s'y développent rarement de manière significative. En effet, seule une faible proportion d'entre elles possède la capacité de fermenter le lactose. Certaines levures sont néanmoins exploitées dans la production de laits fermentés, tels que le kéfir et le koumis, ainsi que dans la fabrication de levures alimentaires et d'éthanol.

Dans le domaine fromager, de nombreuses espèces de levures interviennent au cours de l'affinage. En se développant à la surface de certains fromages jeunes, notamment ceux à morge ou à croûte fleurie, elles contribuent à la désacidification du milieu. Par ailleurs, grâce à leurs activités enzymatiques, notamment protéolytiques et lipolytiques, elles participent à la formation et au développement des arômes caractéristiques des fromages. **(FAO 1995)**

➤ Les moisissures

Champignons microscopiques jouant un rôle essentiel durant l'affinage de différents fromages. Les moisissures se développent en surface des fromages à croûte fleurie (brie, camembert...) ou dans les cavités internes des fromages à pâte persillée (roquefort, bleu).

Comme les levures, elles métabolisent l'acide lactique et diminuent l'acidité de la pâte. Elles produisent des quantités importantes d'enzymes protéolytiques et lipolytiques, et participent de façon déterminante à la saveur des fromages affinés, de même qu'à l'assouplissement de la pâte. Certaines moisissures comme le *Mucor* sont à la fois utiles pour la fabrication de Tomme de Savoie mais peuvent être à l'origine de défauts de la croûte de Camembert appelés poils de chat. (**Neolait, 2023**).

3.4.2.2 La flore pathogène :

Les bactéries pathogènes constituent un risque important dans le lait cru ainsi que dans les produits laitiers qui en sont issus. Même les produits ayant subi un traitement d'assainissement peuvent, dans certains cas, contenir des microorganismes pathogènes pour l'homme. Ces contaminations peuvent provenir de différentes sources, notamment de l'animal, de l'environnement ou encore de l'homme.

Certaines espèces bactériennes sont capables de pénétrer dans la mamelle par le canal du trayon, puis d'être excrétées dans le lait. En se multipliant au niveau de la mamelle, ces germes peuvent provoquer des infections, en particulier des mammites. Parmi les agents les plus fréquemment impliqués figurent les staphylocoques, les streptocoques et les entérobactéries, qui entraînent ainsi une contamination du lait et une altération de sa qualité sanitaire. (**FAO 1995**)

➤ Salmonelles :

La salmonelle est une bactérie à Gram négatif, de morphologie bacillaire, appartenant à la famille des entérobactéries, au même titre que *Escherichia coli* et *Shigella*. Elle a été décrite pour la première fois par le scientifique américain Daniel Elmer Salmon, et son pouvoir pathogène est reconnu depuis plus de 125 ans (**NeoCenter, 2024**).

➤ Listeria :

Le genre *Listeria* regroupe des bactéries largement répandues dans l'environnement. Parmi celles-ci, *Listeria monocytogenes* est l'espèce pathogène responsable de la listériose. En raison de la gravité des conséquences sanitaires associées à cette infection, la réglementation impose des normes strictes : la détection de *Listeria monocytogenes* dans un produit laitier entraîne systématiquement le retrait du lot concerné du marché. **ISO,2023**

Chez l'animal, la listériose se manifeste par diverses formes cliniques, notamment des avortements, des encéphalites et des septicémies. Dans certains cas, elle peut également se présenter sous forme de mammites subcliniques, difficiles à détecter.

➤ **Clostridiiums sulfito-réducteurs :**

Les bactéries du genre *Clostridium* spp. sulfito-réductrices sont des bactéries anaérobies strictes, à Gram positif, de forme bacillaire et capables de former des spores. Parmi les espèces les plus connues figurent *Clostridium perfringens*, *C. bifermentans*, *C. sporogenes* et *C. botulinum*. Certaines de ces espèces sont responsables d'intoxications alimentaires. Ces bactéries, largement répandues dans l'environnement, se retrouvent principalement dans le sol ainsi que dans le tube digestif des animaux et de l'homme. **(ISO, 2023)**

➤ **Staphylocoques**

Le staphylocoque constitue l'une des bactéries les plus couramment retrouvées à l'état naturel. Il est présent au niveau cutané chez environ 20 à 30 % des individus. Parmi les différentes espèces, *Staphylococcus aureus*, communément appelé staphylocoque doré, se distingue par son pouvoir pathogène particulièrement élevé. Cette bactérie est impliquée dans une large variété d'infections, dont la gravité peut varier. Sa virulence repose principalement sur sa capacité à produire diverses substances ayant des effets nécrotiques sur les tissus cutanés ainsi que des toxines responsables de manifestations pathologiques. **(Desrumaux ,c 2023)**

4. Facteurs influençant la composition du lait :

Les principaux facteurs influençant la composition chimique du lait sont clairement identifiés. Ils sont liés, d'une part, à l'animal, notamment à travers ses caractéristiques génétiques, son stade physiologique et son état sanitaire, et, d'autre part, à son environnement, incluant la saison, l'alimentation et les conditions de traite. **(Hoden & Coulon, 1991) .**

La production laitière repose ainsi sur un équilibre complexe entre ces facteurs biologiques et environnementaux. L'obtention d'un lait de qualité supérieure exige une maîtrise rigoureuse de l'ensemble de ces paramètres. Dans ce contexte, le présent travail vise à analyser les principaux facteurs influençant la qualité du lait ainsi que les conditions spécifiques de sa production, dans le but d'optimiser les performances des exploitations laitières. **(World Export. 2026)**

Les principaux facteurs qui affectent les vaches laitières La génétique, L'alimentation , La santé , La phase de lactation ,L'âge, La gestion du troupeau (période de vêlage, tarissement, réformes), La saison **(Philipona et al., 2002)**

- **Génétique et potentiel de race**

Le potentiel de production d'une vache est déterminé dès le départ par son ADN : la génétique constitue donc la base essentielle de la production laitière. Certaines races présentent des caractéristiques spécifiques : les Holstein sont connues pour produire de grandes quantités de lait, tandis que les Jersey se distinguent par un lait plus riche en matières grasses et en protéines, donc de meilleure qualité.

Cependant, même avec une excellente génétique, de bonnes conditions d'élevage et un environnement adapté restent indispensables pour atteindre ce potentiel .**(world export 2026)**

- **Facteurs alimentaire**

L'alimentation constitue un facteur déterminant dans la qualité du lait produit. Une formulation adéquate de la ration alimentaire, associée à des pratiques d'alimentation optimisées, permet de limiter les variations excessives de la composition du lait. Ainsi, pour obtenir des teneurs conformes aux caractéristiques liées à la race, à l'âge et au stade de lactation de la vache laitière, plusieurs principes doivent être respectés.

Tout d'abord, l'apport énergétique joue un rôle essentiel, notamment dans la régulation du taux protéique du lait. Ensuite, le choix des sources azotées doit être réalisé avec soin afin d'assurer une complémentation protéique équilibrée. Par ailleurs, comme chez tout ruminant, une teneur suffisante en fibres dans la ration est indispensable au bon fonctionnement ruminal.

De plus, il est nécessaire d'évaluer précisément la composition des concentrés énergétiques utilisés. L'incorporation de matières grasses dans l'alimentation doit également être maîtrisée, car leurs effets varient selon leur nature et les quantités apportées. Enfin, il convient de souligner qu'il n'existe pas de solution unique ou de produit miracle permettant d'améliorer la qualité du lait de manière significative. **(Stoll ,w ,2002)**

- **Le stade de lactation** : les taux de matière sèche diminuent durant le premier mois après le vêlage, puis augmentent lentement jusqu'à la fin de la lactation. Plus les

vêlages sont regroupés dans le troupeau, plus les différences entre les teneurs sont importantes.

- **L'âge des animaux** : les teneurs augmentent d'un peu plus d'un gramme entre la première et la seconde lactation, puis baissent avec les suivantes. La baisse est un peu plus forte pour la teneur en protéines.
- **La saison de vêlage** : les vaches qui vêlent en fin d'été obtiennent, pendant leur lactation, des teneurs un peu plus élevées. Cependant, elles produisent un peu moins de lait que celles qui vêlent en fin d'hiver.
- **Le tarissement** : un tarissement court (5 semaines) permet d'augmenter les taux de matière sèche de la lactation suivante jusqu'à 0,2 %. En revanche, cela entraîne une baisse de la quantité de lait produite.
- **La politique de réforme** : en réformant les vaches en fin de lactation plutôt qu'en début, les teneurs du lait livré peuvent être améliorées . **(Philipona et al., 2002)**

5. Les différents types de laits :

5.1 Lait cru :

Le lait cru correspond au lait dans sa forme naturelle, non chauffé et non soumis à un traitement industriel. Sa composition varie en fonction de plusieurs facteurs liés à la vache productrice, tels que sa race, son état de santé, son alimentation, son âge et son environnement.

Les principaux constituants du lait sont l'eau, les matières grasses, les protéines et le lactose. Il contient également des minéraux, des vitamines, des enzymes, des gaz dissous ainsi qu'une diversité de micro-organismes, notamment des levures, des bactéries et des champignons.

Pour limiter la prolifération rapide de ces micro-organismes, il est nécessaire de conserver le lait à basse température dès la traite et jusqu'à sa consommation. Sa durée de conservation est donc limitée à quelques jours, après quoi il subit une fermentation naturelle qui entraîne son acidification, sa coagulation et son altération.

Le lait cru peut être considéré comme un véritable écosystème, dont la composition microbienne **(Cheese In the City.2019)**

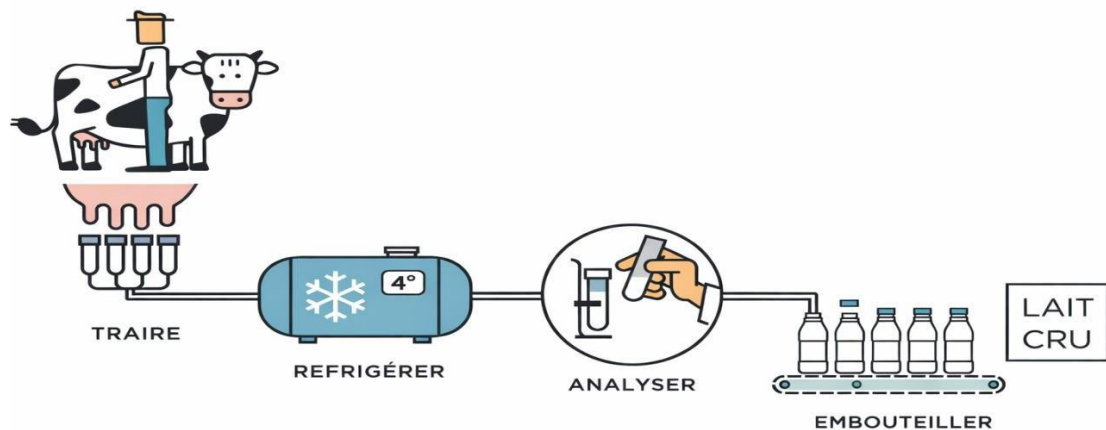


Figure 3: chaîne de production du lait cru (site Internet 03) .

5.2 Lait pasteurisé :

Le lait pasteurisé, découvert par Louis Pasteur au XIX^e siècle, subit un traitement thermique consistant à le chauffer pendant 15 à 20 secondes à une température comprise entre 72 °C et 85 °C, puis à le refroidir immédiatement. Cette méthode permet de détruire les bactéries pathogènes tout en conservant une grande partie des qualités gustatives et nutritives du lait. Sa durée de conservation au réfrigérateur varie généralement de 7 à 15 jours. Dans l'industrie, la majorité des yaourts et fromages sont élaborés à partir de lait pasteurisé, à l'exception des fromages au lait cru. (Deluzarche, 2019)

Le terme pasteurisation vient de Louis Pasteur, biologiste et chimiste français du 19^e siècle. Pasteur a consacré sa vie à l'étude des bactéries. Outre ses travaux sur la vaccination, il a découvert les principes de la fermentation et de la pasteurisation.

La pasteurisation du lait consiste à le chauffer afin de tuer toutes les bactéries, qu'elles soient dangereuses pour la santé ou inoffensives. Il existe plusieurs méthodes :

- Pasteurisation basse : Chauffage du lait à 63 °C pendant 30 minutes, puis refroidissement rapide à 4 °C Cette méthode est très coûteuse.
- Pasteurisation éclair (HTST – High Temperature Short Time) : Chauffage du lait à 72 °C pendant 15 secondes. C'est le procédé le plus utilisé dans l'industrie laitière.

Il élimine 99,99 % des micro-organismes et provoque une légère perte (<10 %) de vitamines hydrosolubles (B1, B6, C).

- Stérilisation UHT (Ultra Haute Température) : Chauffage à 135-150 °C pendant 4 à 15 secondes Permet de conserver le lait à température ambiante pendant plusieurs mois (comme dans les briques de supermarché).

Entraîne une perte plus importante de vitamines B1, B6 et C (environ 20-30 %).

Après pasteurisation, il est impossible de transformer le lait en fromage sans y ajouter des ferments artificiels, généralement composés de quelques espèces de bactéries sélectionnées et cultivées industriellement. **(Cheese In the City.2019)**

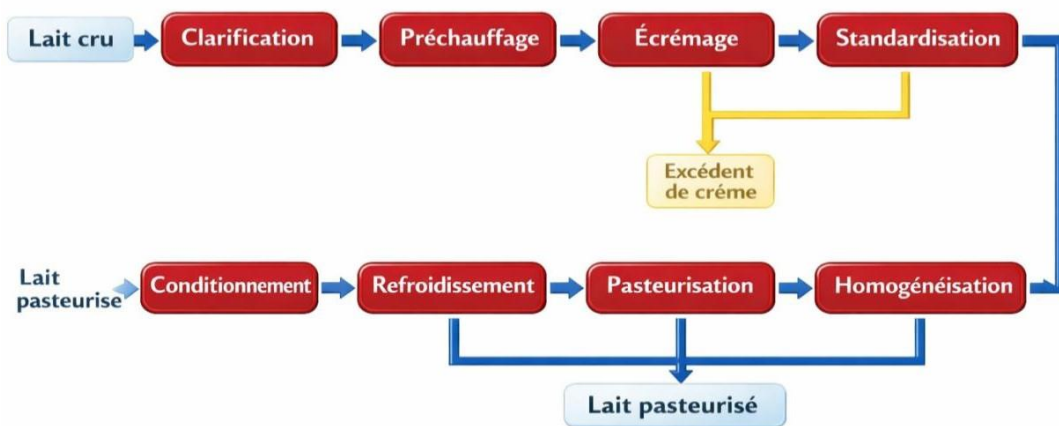


Figure 4 : diagramme de fabrication de lait pasteurisé **(site Internet 04)**

5.3 Lait concentré sucrés :

Les laits concentrés sucrés sont des produits laitiers obtenus par élimination partielle de l'eau du lait avec ajout de sucre, ou par tout autre procédé permettant d'obtenir un produit présentant une composition et des caractéristiques équivalentes. Leur teneur en matières grasses et en protéines peut être ajustée afin de satisfaire aux critères de composition définis par la norme, sans modifier le rapport protéines de lactosérum/caséine.

Types de laits concentrés sucrés :

- ✓ Lait concentré sucré

- ✓ Lait concentré sucré écrémé
- ✓ Lait concentré sucré partiellement écrémé
- ✓ Lait concentré sucré riche en matière grasse **(FAO/OMS, 2011)**

5.4 Lait fermenté :

Le lait fermenté est un produit laitier obtenu par la fermentation du lait ou de ses dérivés, avec ou sans modification de sa composition, dans les limites prévues. Cette fermentation est assurée par des micro-organismes spécifiques, notamment les ferments lactiques, qui doivent être vivants et actifs jusqu'à la date de durabilité minimale. Au cours de ce processus, les bactéries lactiques transforment le lactose en acide lactique, entraînant une diminution du pH, une saveur acidulée et une modification de la texture du produit. Cette transformation améliore également la digestibilité du lait et contribue à sa conservation en limitant le développement des micro-organismes indésirables **(Santé Magazine, 2025)**. Toutefois, lorsque le produit subit un traitement thermique après fermentation, la viabilité des micro-organismes n'est plus requise **(Codex Alimentarius , 2011)**

5.5 Lait aromatisé :

Le lait aromatisé est une boisson facile à préparer, composée principalement de lait, de crème et d'arômes au choix. Riche en calcium et généralement faible en matières grasses, elle convient aussi bien aux adultes qu'aux enfants. Préparer son propre lait aromatisé permet de maîtriser les ingrédients utilisés et d'expérimenter différents saveurs selon vos préférences. Une fois préparée, cette boisson se conserve entre 3 et 5 jours au réfrigérateur. **(Bayou Juju. 2025)**

5.6 Lait en poudre :

Le lait en poudre est un produit solide obtenu par déshydratation du lait, qu'il soit entier, partiellement écrémé, écrémé, ou issu de la crème ou d'un mélange de ces produits. Sa teneur en eau ne dépasse pas 5 % du poids total du produit fini .On distingue plusieurs types de lait en poudre selon leur teneur en matières grasses :

- le lait en poudre riche en matières grasses, contenant au moins 42 % de matières grasses
- le lait en poudre entier, dont la teneur en matières grasses est comprise entre 26 % et 42 %
- le lait en poudre partiellement écrémé, avec une teneur en matières grasses supérieure à 1,5 % et inférieure à 26 % ;

le lait en poudre écrémé, caractérisé par une teneur en matières grasses inférieure ou égale à 1,5 % (**Ministère de l'Économie, 2009. Laits et produits laitiers**).

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

Le lait UHT (stérilisé à ultra-haute température) est chauffé à une température comprise entre 140 °C et 150 °C pendant 2 à 5 secondes, puis refroidi immédiatement. Ce traitement détruit toutes les bactéries et enzymes présentes, tout en préservant en grande partie les qualités nutritionnelles du lait, bien qu'il modifie légèrement son goût. Le lait UHT peut se conserver environ trois mois et nécessite un emballage étanche à la lumière et à l'oxygène, ce qui explique l'ajout d'une fine feuille d'aluminium dans les briques en carton. Mis au point en Suisse en 1951, ce procédé a révolutionné l'industrie laitière en réduisant significativement les coûts logistiques et le gaspillage. (**Deluzarche, 2019**)

Le lait UHT a un goût différent des autres laits pasteurisés il a un goût comme s'il venait d'une boîte il a un goût brûlé. Mais les incitations économiques liées à la production, au transport, à la vente et à l'achat de ce type de lait ont rendu ce format très répandu. L'Angleterre a récemment lancé un mouvement visant à convertir 90 % des ventes de lait dans son pays en lait UHT, sous le prétexte de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Beaucoup d'autres pays, notamment ceux situés dans les régions plus chaudes où le refroidissement est difficile et coûteux, ont adopté ce lait UHT, qui est désormais simplement appelé « lait ». (**Drink Processing, 2021**)

5.7.1 Les avantages de la stérilisation UHT dans l'industrie alimentaire

- ❖ Utilisation de températures élevées (jusqu'à 135 °C ou plus) pour éliminer des micro-organismes, y compris les bactéries résistantes à la chaleur
- ❖ Garantie d'un haut niveau de sécurité alimentaire
- ❖ Adaptée aux groupes sensibles comme les enfants et les personnes âgées
- ❖ Prolongation de la durée de conservation (plusieurs mois jusqu'à un an) grâce au conditionnement aseptique
- ❖ Absence de besoin en conservateurs
- ❖ Pas de nécessité de réfrigération, facilitant le stockage et le transport
- ❖ Préservation de la plupart des nutriments (calcium, protéines, lactose)
- ❖ Procédé très rapide (2 à 8 secondes), limitant la perte nutritionnelle
- ❖ Bon équilibre entre sécurité, durée de conservation et qualité nutritionnelle
- ❖ Alternative pratique et plus sûre que la pasteurisation (**Shpilotech.2025**) .

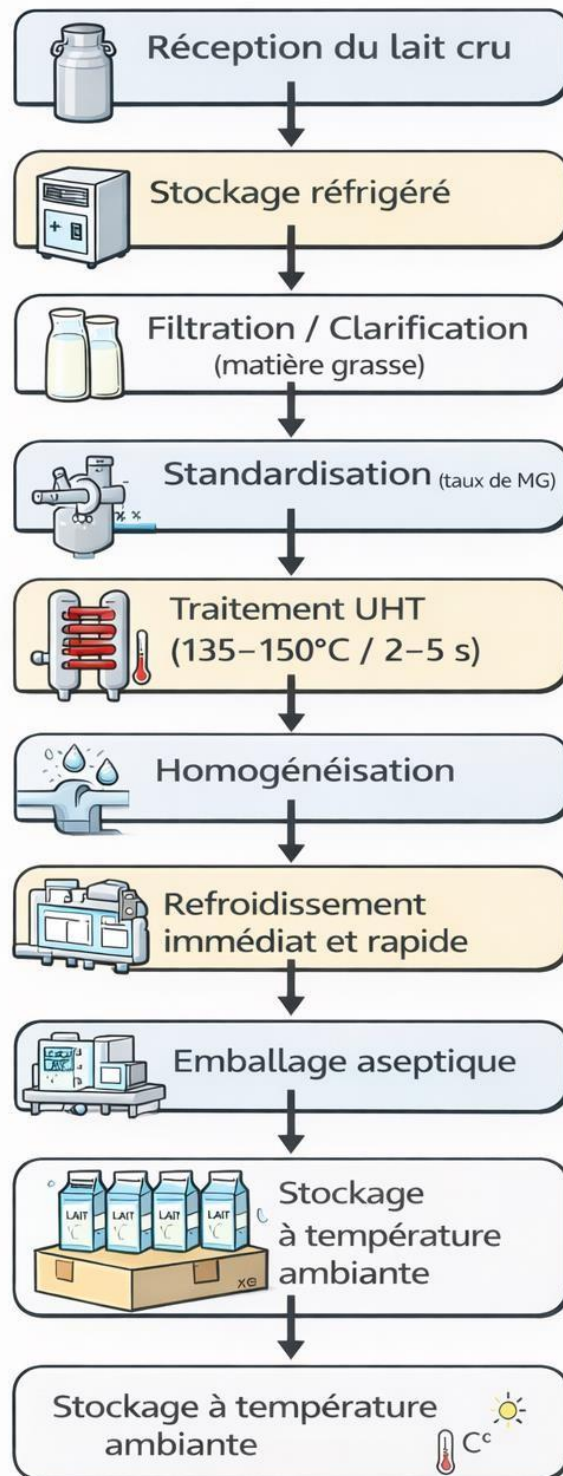


Figure 5 : schéma du procédé de fabrication de lait UHT ([site Internet 05](#)) .

PARTIE EXPERIMENTALE
MATERIELS ET METHODES

Partie expérimentale

Afin de vérifier la conformité du lait à la consommation, nous avons mené une étude dans un laboratoire de lutte contre la falsification et de contrôle de la qualité, rattaché au ministère du Commerce et de la Promotion des Exportations en Algérie.

Ce laboratoire est un organisme public chargé du contrôle de la qualité et de la conformité des produits alimentaires mis sur le marché. Situé dans la province d'Annaba, il réalise diverses analyses, notamment physiques, chimiques et microbiologiques des produits alimentaires, ainsi que la détection des falsifications.

Les missions de ce laboratoire sont les suivantes :

- Vérifier la conformité des produits aux normes et réglementations en vigueur .
- Gérer les laboratoires d'analyse de la qualité et assurer leur bon fonctionnement et leur développement .
- Participer à l'élaboration des normes relatives aux biens et services destinés au public via les comités techniques nationaux .
- Apporter un soutien technique et scientifique aux services chargés .

Dans le cadre de ce stage, une étude expérimentale a été réalisée sur plusieurs échantillons de lait commercialisés. Au total, trois marques de lait pasteurisé et quatre marques de lait UHT ont été analysées. Ces échantillons ont été sélectionnés afin d'évaluer et de comparer leur qualité physicochimique et microbiologique. Les analyses ont été effectuées au laboratoire selon des méthodes appropriées, dans le but de vérifier leur conformité aux normes en vigueur.

1 .Présentation des échantillons (les marques de lait) :

- **Lait pasteurisé**
 - Sahlait
 - Edough
 - Bousbia
- **Le lait UHT (Ultra Haute Température)**
 - Ramy
 - Soummam
 - Houdena
 - Condia



Figure 6: Présentation de trois marques Algériennes de lait pasteurisé .

1. Lait Edough :

La laiterie Edough est une entreprise qui produit et commercialise du lait et ses dérivés. Cette société est une société par actions, dont l'usine et le siège social sont situés dans la commune d'El Bouni, en Wilaya d'Annaba. La laiterie a été fondée sous le slogan « L'ONALAIT ». Elle est une entreprise agroalimentaire qui dispose d'un laboratoire d'analyses physico-chimiques et microbiologiques afin de contrôler ses produits tout au long de la chaîne, depuis la collecte du lait jusqu'au produit fini.

2. Lait Sahlait :

Couvrant le territoire national de produits laitiers et boissons, notre laiteries installées dans les villes du pays SKIKDA et ANNABA; fondée en 2004 sous le nom D'EURL SAHLAIT SKIKDA. Son activité principale est la production du lait et dérivés (lait de vache et lait fermenté).

3. Lait Bousbia :

La marque de lait pasteurisé Bousbia est une référence en Algérie, produite par une laiterie locale spécialisée dans les produits laitiers frais. Elle appartient à la conserverie alimentaire de Malhi Ahmed, située dans la commune d'El Basbas, boîte postale 193, wilaya d'El Tarf.



Figure 7: Présentation de quatre marques Algériennes de lait uht .

Lait hodna - partiellement écrémé :

Hodna Lait a lancé plusieurs initiatives. Depuis 2012, la laiterie utilise des emballages à longue conservation du type TetraPak pour conserver le lait UHT. C'était la première fois en Algérie.

Lait Candia - partiellement écrémé :

Depuis 2005, la SIAGRO fabrique et vend du lait sous la marque Candia, qui est le numéro 1 du lait en France et en Europe. Cette marque est reconnue et portée le label dans de nombreux pays du monde. En collaboration avec Sodiaal, la plus grande coopérative laitière de France,

qui existe depuis plus de 50 ans, Candia propose un lait UHT (Ultra Haute Température) fabriqué en respectant les normes internationales pour assurer une qualité optimale.

Lait ramy - partiellement écrémé :

Ramy Milk est une entreprise algérienne fondée en 2013, qui fabrique et distribue du lait UHT ainsi que ses différents produits dérivés, à savoir le lait entier, le lait partiellement écrémé, le lait enrichi en vitamines, le lait aromatisé et le lait fermenté, également appelé l'ben et raïb.

Lait Soummam - partiellement écrémé -

Le lait entier SOUMMAM est riche en calcium, il facilite l'absorption du phosphore et contient plus de 2,8% de matières grasses. C'est pourquoi il est particulièrement adapté pour la santé des petits comme des grands, tout en offrant une texture onctueuse et un bon goût typique du lait SOUMMAM.

Marque	Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)	Valeur énergétique (kcal)
Hodna	3.2g	1.5g	4.9g	45.9 kcal
Candia	3g	1.6g	4.5g	45.18 kcal
Ramy	3g	1.5g	4.9g	45 kcal
Soummam	3g	1.5g	4.5g	45.55 kcal

Tableau 2: Valeurs nutritionnelles du lait UHT (100 ml).

1. Matériel et Méthodes :

Notre travail a été scindé en deux parties : l'analyse physicochimique et l'analyse microbiologique. Ces analyses ont été réalisées au laboratoire de lutte contre la fraude et de répression de la wilaya d'Annaba.

Les échantillons de lait pasteurisé ont été prélevés immédiatement après le conditionnement, tandis que ceux du lait UHT ont été soumis à une incubation pendant 20 jours en vue des analyses microbiologiques.

Trois échantillons ont été prélevés pour chaque marque et conservés à différentes températures : 50°C, 30°C et à température ambiante.

Les analyses physicochimiques et microbiologiques ont été réalisées conformément aux normes définies dans le Journal Officiel algérien du Ministère du Commerce.

1.1 Matériel :

Le matériel utilisé pour les analyses physicochimiques et microbiologiques est présenté dans la figure



Figure 8: 1.Flacons de réactifs NaOH 2.Étuve (incubateur de laboratoire) 3.Balance
5. Bec Bunsen (ou brûleur à gaz) 6. pH-mètre (appareil de mesure du pH) .(Boussaha,2026) .

1.2 Méthodes d'analyses physico-chimiques de lait pasteurisé :

Pour évaluer la qualité physicochimique des deux types de lait étudiés, cinq paramètres ont été examinés :

- **L'acidité**
- **La teneur en matière grasse**
- **La teneur l'extrait sec**
- **Le ph**
- **Le Test de stabilité**
- **La densité**

1.2.1 Détermination de l'acidité titrable :

➤ **Définition:**

On entend par acidité titrable du lait l'acidité déterminée dans les conditions décrites par la présente méthode. Elle est exprimée conventionnellement en grammes d'acide lactique par litre de lait.

➤ **Principe:**

Le principe repose sur le titrage de l'acidité du lait par une solution d'hydroxyde de sodium, en présence de phénolphthaléine comme indicateur.

➤ **Mode opératoire :**

- Préparer l'échantillon selon la méthode numéro 10.96.00.
- Utiliser une pipette pour verser 10 ml de lait dans un bécher.
- Peser environ 10 grammes de lait avec une précision de 0,001 gramme.
- Ajouter 1 ml de phénolphthaléine.
- Effectuer un titrage à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium jusqu'à ce qu'une teinte rose pâle apparaisse et demeure pendant quelques secondes.

$$\bullet \text{ Acidité Dornic (D}^\circ\text{)} = \text{volume en ml de la solution de Na OH en ml} \times 10$$

1.2.2 Détermination du taux de la matière grasse :

➤ **Selon la méthode acido-butyrométrique :**

Lorsqu'elle est appliquée à un lait entier dont la teneur en matière grasse est comprise entre 3 g et 5 g pour 100 mL (ou 100 g), la méthode acido-butyrométrique permet d'obtenir une valeur de matière grasse équivalente à celle obtenue par la méthode de référence gravimétrique, après correction éventuelle liée à la masse volumique à 20 °C.

➤ **Principe :**

La méthode repose sur la dissolution des protéines du lait par addition d'acide sulfurique, suivie de la séparation de la matière grasse par centrifugation dans un butyromètre. Cette séparation est facilitée par l'ajout d'alcool iso-amylque. La teneur en matière grasse est exprimée en grammes pour 100 mL ou 100 g de lait et est déterminée par lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

➤ **Mode opératoire :**

- Introduire 10 ml d'acide sulfurique (91 %) dans le butyromètre.
- Ajouter ensuite 10 ml d'eau, puis 11 ml de lait.
- Incorporer 1 ml d'alcool isoamylique et fermer le butyromètre avec un bouchon.
- Agiter délicatement afin d'assurer la dissolution complète des protéines sous l'action de l'acide sulfurique.
- Retourner le butyromètre de haut en bas cinq à six fois pour bien mélanger le contenu.
- Placer le butyromètre dans un bain-marie pendant 5 minutes pour une bonne homogénéisation, puis le centrifuger pendant 5 minutes.
- Enfin, remettre le butyromètre au bain-marie pendant 5 minutes supplémentaires.



Figure 9 : Détermination de la matière grasse du lait par la méthode de Gerber
(boussaha, 2026)

1.2.3 Test de stabilité à l'ébullition

Le test de stabilité thermique permet d'évaluer la résistance du lait à une température élevée sans coagulation ni séparation. Un lait conforme doit rester stable à l'ébullition pour garantir sa qualité technologique.

➤ **Mode opératoire :**

- Introduire 5 mL de lait dans un bécher.
- Chauffer à 100 °C pendant 10 minutes.
- Incliner le bécher et observer les parois.

➤ **Interprétation :**

- Absence de dépôt : lait stable (normal).
- Présence de grumeaux ou coagulum : lait instable (anormal).



Figure 10: Résultat du test de stabilité à l'ébullition montrant la coagulation du lait
(Boussaha,2026)

1.2.4 Détermination de l'extrait sec total

➤ **Principe :**

La matière sèche correspond à la fraction massique des substances restantes après la dessiccation complète de l'échantillon.

Le principe consiste à éliminer l'eau du lait par évaporation : une prise d'essai est d'abord pré-séchée sur un bain d'eau bouillante, puis l'eau résiduelle est éliminée dans une étuve réglée à $102^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ jusqu'à masse constante.

➤ **Mode opératoire :**

- Prélever une quantité déterminée de lait dans un récipient approprié.
- Placer la prise d'essai sur un bain d'eau bouillante pour un pré-séchage.
- Transférer ensuite l'échantillon dans une étuve à $102^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Laisser sécher jusqu'à évaporation complète de l'eau.
- Peser le résidu sec obtenu (matière sèche).
- Calculer l'extrait sec du lait.

➤ **Expression des résultats :**

La teneur en matière sèche, aussi appelée extrait sec, est donnée en pourcentage (%) du lait analysé.

Elle se calcule grâce à la formule suivante :

$$\text{Matière sèche (\%)} = \frac{m_1 - m_0}{m} \times 100$$

M₀ : 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 :

Le pH indique le niveau d'acidité du lait à un instant précis. On le mesure généralement avec un pH-mètre électronique en immergeant l'électrode dans un bécher contenant du lait. Cet appareil doit être calibré à l'aide de deux solutions de référence dont le pH est respectivement de 7 et de 4. Le calibrage est effectué toutes les deux heures. Le pH d'un lait normal se situe généralement entre 6,6 et 6,8. (Amiot et al, 2002).

❖ Mode opératoire

- Introduire une quantité de lait dans un bécher
- Immerger l'électrode du pH-mètre dans l'échantillon de lait

❖ Expression des résultats :

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



Figure 11_: Détermination du pH du lait à l'aide d'un pH-mètre (Boussaha, 2026)

1.2.6 Détermination de la densité :

Le test de densité permet de vérifier que le lait n'est pas dilué, c'est-à-dire qu'il n'a pas été mélangé avec de l'eau pour augmenter son volume. Pour effectuer ce test, il faut un lactodensimètre, un thermomètre, une éprouvette et un gobelet. (RECA et al., 2023)

❖ Principe :

La densité du lait correspond au rapport entre sa masse et son volume. Elle permet d'évaluer sa richesse en matières solides (matière grasse, protéines, lactose) et de détecter d'éventuelles falsifications (ajout d'eau).

❖ Mode opératoire :

- Homogénéiser l'échantillon de lait
- Verser le lait dans une éprouvette graduée
- Introduire délicatement le lactodensimètre dans le lait
- Attendre la stabilisation de l'appareil
- Lire directement la valeur de la densité au niveau du ménisque à la température de référence (généralement 20°C)

❖ Expression des résultats :

La densité du lait est exprimée en valeur numérique (g/mL ou sans unité).

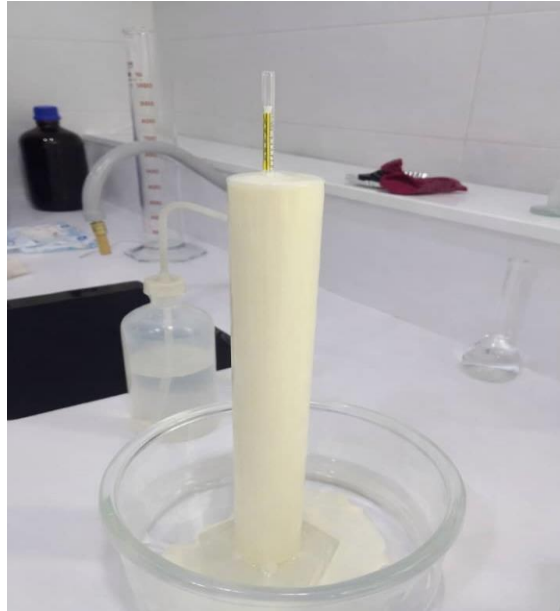


Figure 12: Lecture de la densité du lait au lactodensimètre (Boussaha ,2026)

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

Dans cette section, nous effectuons une analyse microbiologique du lait afin de détecter et de compter les germes totaux ainsi que les entérobactéries, qui servent d'indicateurs de la qualité hygiénique du lait.

❖ Règles générales « Bonne Pratique du Laboratoire » : (selon ISO 7218)

- Se laver soigneusement les mains avant et après toute manipulation
- Nettoyer et désinfecter le plan de travail avant et après utilisation
- Effectuer les manipulations à proximité du bec Bunsen en utilisant du matériel stérile
- Respecter strictement les conditions d'asepsie durant toutes les étapes de l'analyse
- Stériliser ou décontaminer tout le matériel utilisé (boîtes de Petri, milieux ensemencés, pipettes, tubes, etc.) à l'aide d'un autoclave ou par des méthodes appropriées .

Préparation de tubes contenant une solution de tryptone-sel stérile ;

❖ Préparation des dilutions :

Pour préparer les dilutions, des dilutions décimales successives (10^{-1} , 10^{-2}) ont été faites sous conditions stériles à partir d'un échantillon de lait homogénéisé, afin de permettre le comptage des germes totaux. Le comptage des entérobactéries s'est fait grâce à la méthode des tubes multiples (NPP), en utilisant trois séries de tubes contenant respectivement **10 ml**, **1 ml** et **0,1 ml** d'échantillon.

1.3.2 Recherche et dénombrement des germes totaux

❖ Le lait uht :

Préparer le milieu Milk Agar et prélever aseptiquement quatre marques de lait UHT. Pour chaque marque, diviser en trois échantillons et les exposer à différentes températures (ambiante, 30°C, 50°C). Ensemencer directement 1 ml dans des boîtes de Petri sans dilution, ajouter le milieu, puis incuber à 37°C pendant 24 à 48 heures. Enfin, observer la présence ou l'absence de colonies.

❖ Lait pasteurisés :

Mode opératoire :

- Préparation d'une solution de tryptone-sel stérile (diluant).
- Préparation des dilutions décimales successives (10^{-1} , 10^{-2}) à partir de l'échantillon de lait pasteurisé.
- Ensemencement de volumes appropriés (**1 ml ou 0,1 ml** selon la dilution choisie).
- Utilisation du milieu de culture gélose Milk Agar pour le dénombrement des germes totaux.
- Répartition homogène de l'inoculum sur la surface du milieu.
- Incubation des boîtes de Petri à **30°C** pendant **24 heures**.

❖ Lecture

Calcul du dénombrement :

Formule :

$$N = \frac{\sum c}{(n_1 + 0,1n_2) \times d \times V}$$

Avec :

c = nombre de colonies comptées

n₁ = nombre de boîtes retenues à la 1^{re} dilution

n₂ = nombre de boîtes retenues à la 2^e dilution

d = dilution

V = volume ensemencé

1.3.3 Recherche des Entérobactéries dans les laits Pasteurisés :

Le dénombrement des entérobactéries est réalisé sur milieu sélectif VRBG (Violet Red Bile Glucose Agar).

❖ Mode opératoire :

- Préparer l'eau peptonée stérile afin de servir de diluant.
- Mettre en place la méthode du Nombre le Plus Probable (NPP/MPN).
- Introduire aseptiquement l'échantillon de lait pasteurisé.
- Réaliser l'ensemencement dans trois séries de tubes contenant respectivement 10 mL, 1 mL et 0,1 mL d'échantillon.
- Utiliser l'eau peptonée pour favoriser la croissance préalable des entérobactéries.
- Ensemencer sur le milieu sélectif gélose VRBG (Violet Red Bile Glucose Agar) pour l'isolement et le dénombrement.
- Effectuer toutes les manipulations dans des conditions aseptiques strictes.
- Tracer et identifier les boîtes en zone de travail.
- Incuber à 30°C pendant 24 heures.

Lecture des résultats :

Après incubation, les colonies typiques des entérobactéries sont observées puis dénombrées

Les résultats obtenus sont exprimés en **UFC/ml** pour chacun des trois échantillons analysés.



Figure 13: Dénombrement des entérobactéries (méthode MPP) sur milieu VRBG ,(Boussaha,2026)

Résultats et discussion

2. Résultats et discussion

L'analyse physicochimique réalisée sur sept marques de lait, incluant le test de stabilité, le pH, l'acidité Dornic, la matière grasse et l'extrait sec, a conduit aux résultats suivants :

2.1 Résultats des analyses physicochimiques :

2.1.1 Laits pasteurisés :

Le tableau ci-dessous présente les résultats du test de stabilité de trois marques de lait pasteurisé :

2.1.1.1 Test de la stabilité à l'ébullition :

Tableau 3: Résultats obtenus lors du test de stabilité à l'ébullition des échantillons de laits pasteurisés reconstitués (Boussaha,2026)

La marque	Test de stabilité
Lait Bousbia	+
Lait Edough	-
Lait Sahlait	+

Les résultats du test de stabilité lors de l'ébullition montrent que le lait de la marque Edough s'est coagulé (test négatif), ce qui montre qu'il est instable. Cette instabilité peut venir d'une trop grande acidité ou d'une détérioration de sa qualité physicochimique. Par contre, les laits des marques Bousbia et Sahlait n'ont pas coagulé (test positif), ce qui signifie qu'ils sont stables à la chaleur et présentent une meilleure qualité.

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

Pasteurisés :

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant. :

Tableau 4: Le tableau présente les valeurs de l'acidité de trois marques de lait pasteurisé. (Boussaha,2026)

La marque	Acidité (°D)
Lait Bousbia	16
Lait Edough	16.5
Lait sahlait	17

Les mesures de l'acidité titrable des trois marques de lait pasteurisé examinées se situent entre 16 et 17 °D, ce qui correspond aux limites acceptables pour ce type de lait (14 à 18 °D). Ces chiffres montrent que les échantillons ont une acidité normale, ce qui signifie qu'ils présentent une bonne qualité microbiologique et qu'il n'y a pas eu de fermentation excessive. Les petites différences entre les marques peuvent s'expliquer par les conditions de fabrication, de stockage ou de livraison.

2.1.1.3 Détermination de l'extrait sec des laits reconstitués pasteurisés :

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 5: Résultats de la détermination de l'extrait sec des laits reconstitués pasteurisés (Boussaha, 2026)

La marque	Extrait sec
Lait Bousbia	108.98 g/l
Lait Edough	99.807 g/l
Lait Sahlait	100.25 g/l

Les résultats obtenus montrent que le lait **Bousbia** a un taux d'extrait sec plus élevé que les autres marques, ce qui suggère une plus grande concentration en substances solides. Par contre, les laits **Edough** et **Sahlait** ont des taux plus faibles, autour de **100 g/L**, ce qui pourrait indiquer une légère dilution ou une différence de qualité par rapport aux standards habituels du lait pasteurisé.

2.1.1.4 Détermination de la matière grasse des laits pasteurisés :

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 6: Résultats de la teneur en matière grasse des laits pasteurisés (Boussha ,2026)

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

Les résultats obtenus en analysant la teneur en matière grasse des laits pasteurisés montrent que le lait Edough a une valeur de **16 g/L**, alors que les laits Bousbia et Sahlait ont une teneur légèrement plus élevée, soit **17 g/L**. Cette petite différence pourrait provenir de variations dans la composition du lait cru ou des méthodes de transformation.

Dans l'ensemble, les valeurs sont assez proches, ce qui suggère une bonne homogénéité entre les échantillons étudiés. Par ailleurs, ces résultats sont conformes aux normes habituelles pour le lait pasteurisé. Selon le Journal Officiel de la République Algérienne (**JORA, 1993**), le lait pasteurisé partiellement écrémé doit avoir une teneur en matières grasses comprise entre 1,5 % et 2 %, ce qui correspond à une fourchette de **15 à 20 g/L**. Ainsi, les valeurs mesurées attestent d'une qualité acceptable du produit.

2.1.1.5 Détermination de la densité des laits pasteurisés :

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 7: Résultats de la densité (masse volumique) des laits pasteurisés
(Boussaha,2026)

La marque	La Densité
Lait Bousbia	1033 kg/m ³
Lait Edough	1030 kg/m ³
Lait Sahlait	1032 kg/m ³

Les résultats concernant la densité des laits pasteurisés analysés montrent que le lait **Edough** a une densité de **1,033**, le lait **Bousbia** une densité de **1,030** et le lait **Sahlait** de **1,032**. Ces valeurs sont très proches les unes des autres, ce qui montre que les échantillons étudiés sont assez homogènes.

La densité du lait dépend surtout de sa composition, notamment de la quantité de matière sèche et de matière grasse qu'il contient. Selon les normes habituelles, la densité du lait pasteurisé à 20 °C se situe généralement entre **1,028** et **1,034**. Ainsi, les résultats obtenus sont en conformité avec ces normes, ce qui démontre une bonne qualité physico-chimique des laits analysés.

2.2.1 Laits U.H.T. partiellement écrémés :

Les valeurs du pH des laits UHT sont consignées dans le tableau ci-après.

Tableau 8: Résultats du pH des laits UHT à différentes températures (Boussaha, 2026)

Température (°C)	Lait Candia	Lait Soummam	Lait Hodna	Lait Ramy
Ambiante	6.57	6.59	6.68	6.57
30(°C)	6.51	6.50	6.55	6.53
50(°C)	6.73	6.64	6.81	6.92

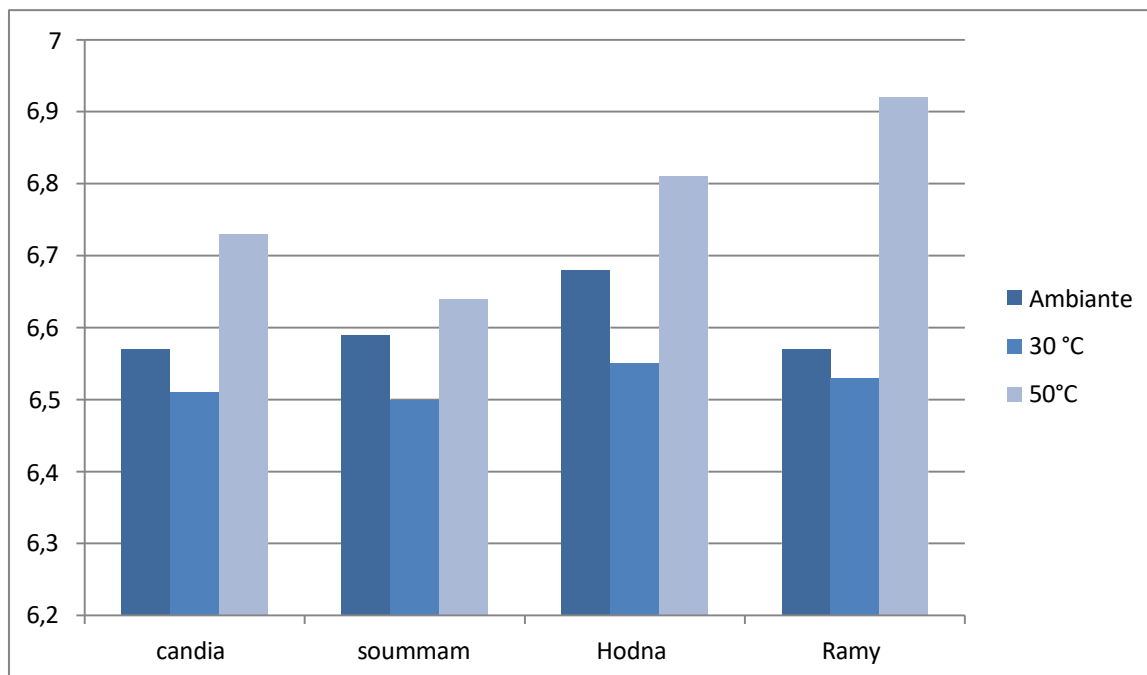


Figure 14: Résultats de la mesure du pH des laits U.H.T. (Boussaha ,2026)

Les mesures du pH des laits UHT analysés à différentes températures révèlent que, à la température ambiante, le pH se situe entre **6,57** et **6,68**, ce qui correspond aux valeurs normales pour ce type de lait (pH généralement compris entre **6,6** et **6,8**). À **30 °C**, une légère baisse du pH est constatée pour tous les échantillons (entre **6,50** et **6,55**).

Cette variation peut être due à des changements mineurs dans les équilibres chimiques du lait induits par la chaleur. En revanche, à **50 °C**, le pH augmente légèrement, avec des valeurs allant de **6,64** à **6,92**. Cette hausse pourrait être due à des transformations physico-chimiques, comme la dissociation de certains composés présents dans le lait. En conclusion, les variations du pH restent faibles, ce qui montre une bonne résistance des laits UHT étudiés aux variations de température, signe d'une qualité convenable.

Les résultats des analyses des paramètres physico-chimiques sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 9: Caractéristiques physicochimiques (stabilité, acidité, matière grasse et extrait sec) des différentes marques de lait (Boussaha,2026)

La marque	Stabilisation	Acidité (°D)	Matière grasse (g/l)	Extrait sec (g/l)
Lait Candia	+	15.6	16	97.2
Lait Soummam	+	16.8	17	107.80
Lait Hodna	+	17	16	101.76
Lait Ramy	+	16	15	105.90

2.2.1.1 Acidité (°D) :

Les normes d'acidité du lait UHT sont habituellement mesurées en degrés Dornic (°D).

L'acidité Dornic se situe entre 15 °D et 18 °D. Cela indique que le lait est de bonne qualité et n'a pas été altéré. Les résultats sont présentés sur la figure ci-dessous :

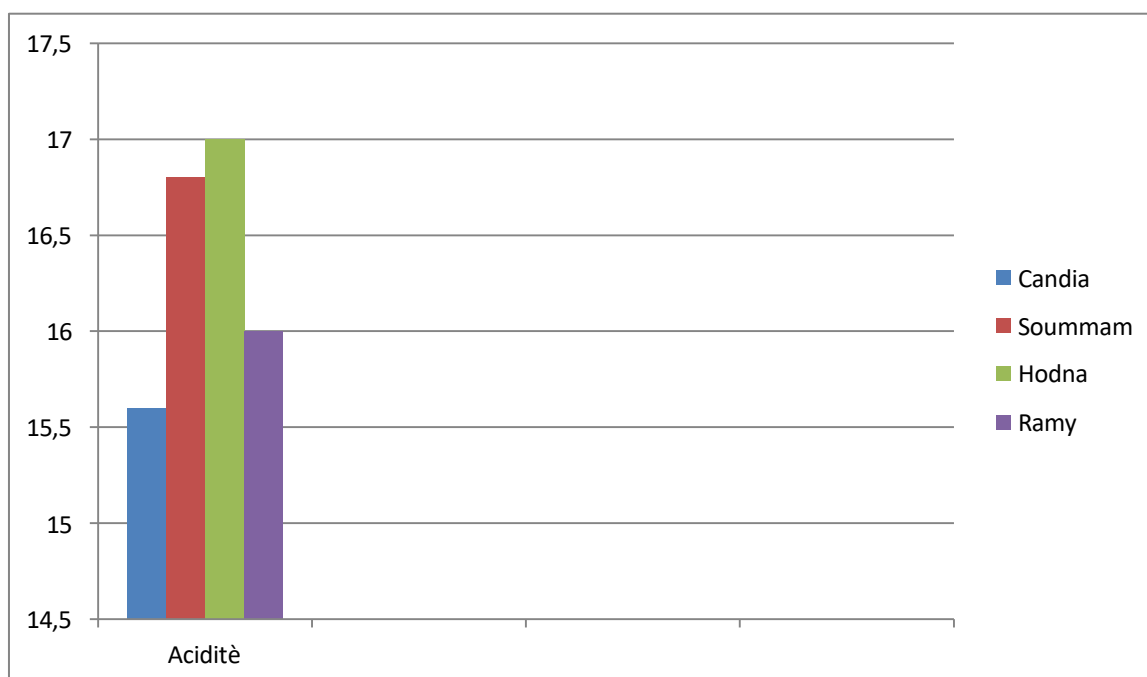


Figure 15: Les résultats de la mesure de l'acidité des lait Uht (Boussaha,2026)

Les mesures d'acidité obtenues se situent dans une plage réduite, ce qui montre une uniformité générale entre les différentes marques. Ces résultats respectent les normes du lait U.H.T., ce qui signifie une bonne qualité microbiologique et l'absence d'une fermentation du lait trop avancée. En fait, une acidité trop élevée pourrait indiquer une contamination bactérienne ou un stockage inapproprié, mais cela n'est pas détecté ici.

2.2.1.2 Matière grasse :

Les résultats relatifs à la teneur en matière grasse sont présentés dans la figure ci-dessous

Les analyses des laits UHT montrent des différences légères dans le taux de matière grasse entre les marques. Le lait Soummam a le taux le plus élevé, à 17 g/L, suivi de Candia et de Honda avec 16 g/L chacun, tandis que Ramy présente le taux le plus bas, à 15 g/L. En somme, les résultats sont très proches, ce qui suggère une grande homogénéité des échantillons et une bonne conformité générale des laits UHT étudiés.

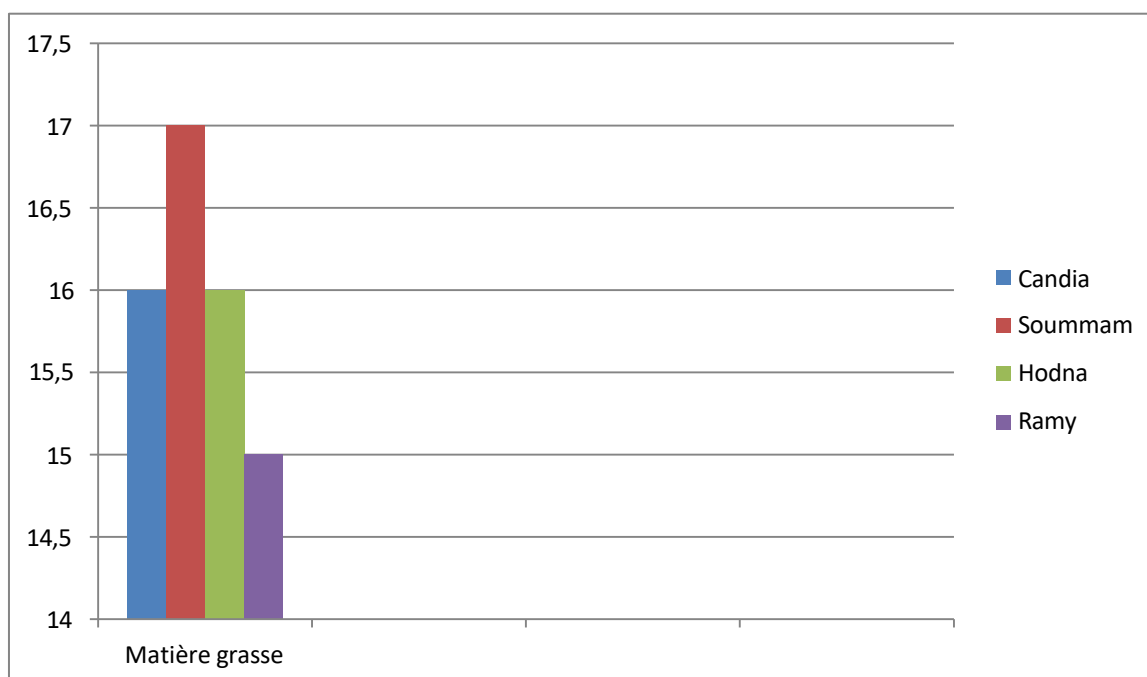


Figure 16_: Les résultats de la mesure du la matière grasse des lait uht .(Boussaha ,2026)

2.2.1.3 Extrait sec :

Les résultats des taux d'extrait sec sont présentés dans la figure suivante (fig)

L'extrait sec du lait UHT représente tous les composants solides restants après que l'eau ait été retirée du lait (protéines, lactose, graisses et minéraux). Selon les normes reconnues pour le lait UHT destiné à la consommation, la teneur en extrait sec total doit généralement se trouver entre **90 et 120 g/L**, selon le taux de matière grasse et le type de produit (lait entier, demi-écrémé ou écrémé).

Dans ce cas, les résultats obtenus pour les différentes marques analysées restent globalement en conformité avec ces normes, ce qui montre que les laits étudiés ont une composition physicochimique correcte et une qualité technologique satisfaisante.

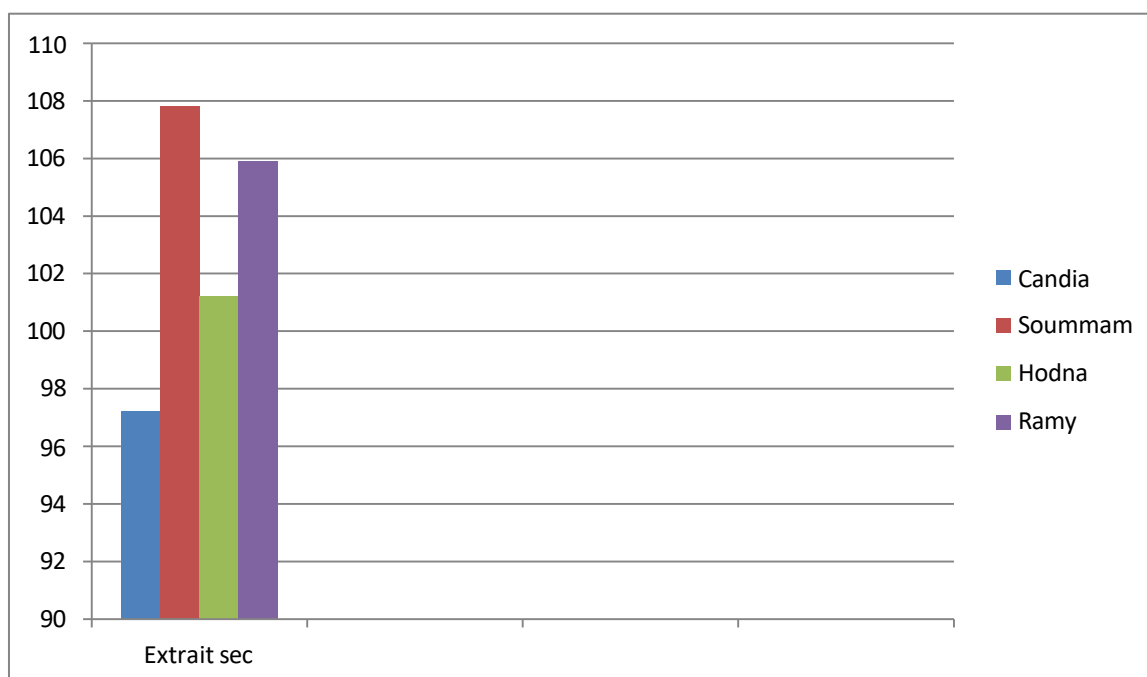


Figure 17 : Les résultats de la mesure l'extrait sec des laits U.H.T .(Boussaha,2025)

2.2.2 Laits UHT : Candia, Soummam, Hodna, Ramy

Les résultats des tests microbiologiques sur le lait pasteurisé sont indiqués ci-dessous. Les comptages des germes totaux et des entérobactéries ont révélé des différences entre les échantillons examinés.

Tableau 10: Résultats de la charge microbienne (germes totaux et entérobactéries) du lait UHT selon différentes températures.(Boussaha,2026)

Marque de lait uht	Ambiante	30°C	50°C
Candia	Absents	Absents	Absents
Soummam	Absents	Absents	Absents
Hodna	Absents	Absents	Absents
Ramy	Absents	Absents	Absents

Les analyses microbiologiques menées à différentes températures (ambiante, **30°C** et **50°C**) ont révélé une absence totale de germes dans toutes les marques de lait UHT examinées (**Candia, Soummam, Hodna et Ramy**). Cette absence de microorganismes, indépendamment de la température utilisée, démontre l'efficacité du procédé de traitements thermique UHT, qui permet de détruire tous les microorganismes, y compris ceux sous forme de spores.

De plus, le fait que aucun développement microbien n'ait été détecté à **30°C** et **50°C** montre qu'il n'y a pas eu de contamination après le traitement et que les manipulations ont été faites dans des conditions d'hygiène rigoureuses.

Ces résultats correspondent aux normes microbiologiques exigées pour les laits UHT, qui doivent être stériles à la vente. Ainsi, les laits analysés présentent une bonne qualité microbiologique et sont adaptés à la consommation.

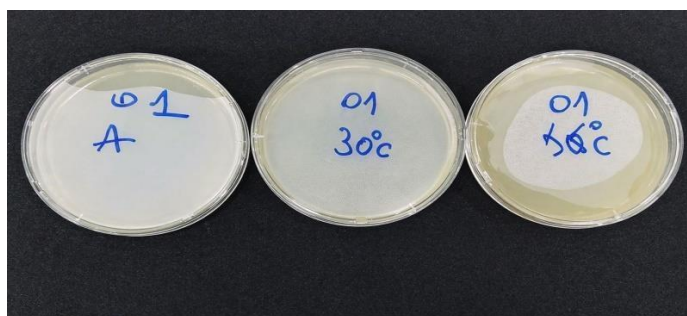


Figure 18: Observation des boîtes de Pétri du lait pasteurisé à différentes températures d'incubation (température ambiante, 30°C et 50°C) (Boussaha,2026)

2.2.2. Laits pasteurisés : Edough , Bousbia et sahlait :

Les résultats microbiologiques des différents échantillons de lait, exprimés en UFC/mL, sont regroupés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 11: Résultats du dénombrement des germes totaux des différentes marques de lait pasteurisé (Boussaha ,2026)

Marque de lait	U1 (UFC/ml)	U2 (UFC/mL)
Lait Edough	ND	2.08×10^4
Lait Bousbia	4.1×10^3	4.9×10^3
Lait sahlait	4.5×10^2	3.2×10^2

Les résultats obtenus montrent qu'il existe une différence de la charge microbienne entre les trois marques de lait pasteurisé analysées. Le lait Edough présente une valeur de 2.08×10^4 **UFC/mL** avec une boîte non dénombrable (**ND**), ce qui indique une charge microbienne plus

élevée par rapport aux autres échantillons. Cela peut être expliqué par une contamination après la pasteurisation ou des conditions de conservation moins maîtrisées.

Le lait Bousbiaa présente des valeurs comprises entre 4.1×10^3 et 4.9×10^3 UFC/mL, ce qui reflète une qualité microbiologique satisfaisante et des conditions d'hygiène correctes lors de la production.

Le lait Sahlait donne les valeurs les plus faibles (4.5×10^2 et 3.2×10^2 UFC/mL), ce qui montre une très bonne qualité microbiologique et une bonne maîtrise des étapes de transformation et de conservation. La charge en germes totaux du lait pasteurisé doit être inférieure à 10^5 UFC/mL. D'après cela, toutes les marques étudiées sont conformes aux normes.

En général, les différences observées peuvent être liées à la qualité du lait cru, à l'efficacité du traitement thermique, ainsi qu'aux conditions d'hygiène et de stockage. Le lait Sahlait présente la meilleure qualité, suivi de Bousbiaa, tandis que Edough reste conforme mais avec une charge microbienne plus élevée.

Résultats du dénombrement des entérobactéries dans les différentes marques de lait pasteurisé (méthode NPP) :

Les résultats du dénombrement des entérobactéries montrent une valeur de $1,1 \times 10^2$ NPP/mL pour les marques Edough et Bousbia, alors que la marque Sahlait présente une absence (ABS).

La présence d'entérobactéries dans Edough et Bousbia peut traduire une contamination légère, généralement liée aux conditions d'hygiène pendant la collecte, la manipulation ou le conditionnement du lait. Ce sont des germes indicateurs, donc même à faible niveau, leur présence montre qu'il peut y avoir eu un contact avec un environnement pas totalement propre.

Par contre, le lait Sahlait ne présente aucune entérobactérie, ce qui est un très bon signe. Cela montre que les conditions d'hygiène et/ou le traitement appliqué sont plus efficaces, et que le produit est mieux maîtrisé microbiologiquement.

Globalement, selon les exigences microbiologiques (**ISO 7218**), on cherche normalement une absence de ces germes dans le lait. Donc on peut dire que Sahlait est conforme, tandis que Edough et Bousbia restent acceptables mais avec une petite contamination à surveiller.

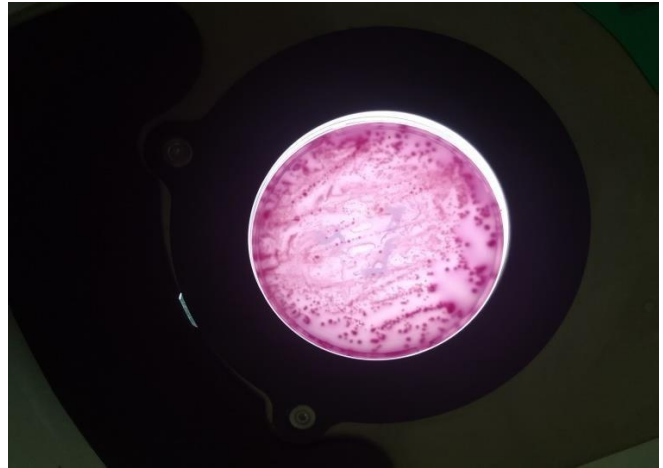
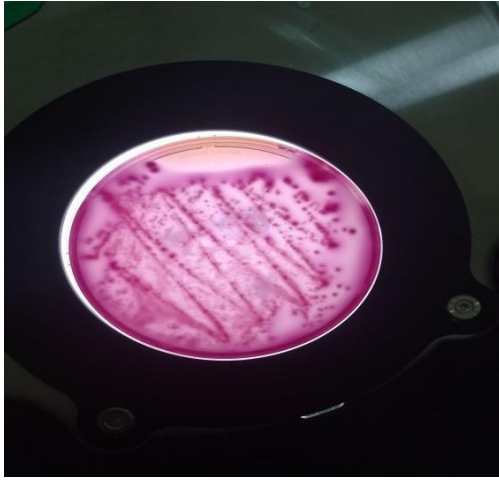


Figure 19: Résultats du dénombrement des entérobactéries dans les laits Edough et Bousbia.(Boussaha,2026)

Conclusion

Conclusion :

Le lait est un aliment très important dans l'alimentation humaine grâce à sa teneur en nutriments. Cependant, sa composition le rend particulièrement vulnérable aux contaminations microbiologiques. Par conséquent, il est indispensable de contrôler le lait à la fois sur le plan physicochimique et microbiologique afin de garantir un produit conforme aux normes et sans danger pour les consommateurs.

Cette étude a permis de vérifier la qualité du lait en termes de caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques, pour deux types de lait : le lait pasteurisé et le lait UHT, provenant de différentes marques disponibles en Algérie. Les résultats des tests physico-chimiques ont montré que tous les paramètres analysés, comme le pH, l'acidité titrable, la teneur en matière grasse, l'extrait sec, la densité et le test de stabilité, correspondent globalement aux normes fixées par **le Journal Officiel de la République Algérienne (2013)**.

Cependant, le lait pasteurisé Edough a montré une anomalie lors du test de stabilité, avec une coagulation, ce qui signifie que ce produit n'est pas stable. Du point de vue microbiologique, les laits UHT n'ont pas révélé la présence de germes totaux, même à différentes températures. Cela confirme que le procédé de traitement thermique est efficace et que la qualité hygiénique de ces laits est bonne. En revanche, les laits pasteurisés ont montré des teneurs microbiennes variables: le lait Edough a présenté une charge de 2.8×10^4 UFC/ml, le lait Bousbiaa de 4.1×10^3 UFC/ml, tandis que sahlait montre les résultats les plus satisfaisants.

Alors que les marques Edough et Bousbiaa montrent des résultats moyens avec une valeur de NPP/mL indiquant une contamination légère liée aux conditions d'hygiène, la marque Sahlait ne présente aucune contamination (ABS), traduisant ainsi une meilleure maîtrise des conditions de production.

En conclusion, le lait UHT se distingue par une excellente stabilité microbiologique, tandis que la qualité du lait pasteurisé varie selon les marques. Ces résultats soulignent l'importance du respect strict des conditions d'hygiène et de conservation afin de garantir un produit sain et conforme aux normes.

Références bibliographiques :

1. **Auguin, L. (2020, 12 février).** Le lait en poudre, un ingrédient aux multiples qualités. Armor Protéines
2. **BayouJuju. (2025, mai 22).** Comment faire du lait aromatisé ? Publié dans Boissons. Repéré sur [URL du site]
3. **Benoist, C. (2024, janvier 6).** Odeur, texture, couleur... Comment savoir si votre lait a tourné ? TF1 Info.
4. **Boukantar, Z. (2004).** Valeur alimentaire du lait et des produits laitiers en Algérie. Projet de fin d'études en sciences vétérinaires, École Nationale Vétérinaire d'El-Harrach, Alger, 54 p.
5. **Caséine - propriétés, types et applications dans les industries alimentaire**, chimique et pharmaceutique | Foodcom S.A." <https://foodcom.pl/fr/caseine-du-lait-aux-applications-industrielles-modernes/>
6. **Vuillemard, Jean-Christophe (dir.).** Science et technologie du lait. 3^e édition. Québec : Fondation de technologie laitière du Québec inc., 2018.
7. **CELAGRI. (2020).** Quels sont les apports nutritionnels du lait ?
8. **CIRAD, Mémento de l'agronome, Éditions CIRAD /** Ministère des Affaires étrangères, 2006.
9. **Codex Alimentarius. (2011).** Lait et produits laitiers [PDF]. Consulté depuis fichier : refernce lait fermente.pdf
10. **Comité de rédaction du guide des bonnes pratiques d'hygiène du lait. (2018).** Guide des bonnes pratiques d'hygiène du lait : Maîtrise de la qualité de la transformation laitière au Burkina Faso. Ministère des Ressources animales et halieutiques.
11. **Clara 2026** <https://centre-nobelium.fr/proteines-lait-composition/>
12. **Deluzarche, C. (2019, 3 juin).** Lait pasteurisé, lait UHT, lait microfiltré : quelle différence ? Futura Sciences
13. **Desrumaux, C. (2023, 28 mars).** Staphylocoque: définition, contagion, symptômes et ... Femme Actuelle. <https://www.femmeactuelle.fr>
14. **Drink Processing. (2021, 27 septembre).** Ligne de production laitière UHT. Consulté sur <https://french.drinkprocessing.com>
- 15.
16. **FAO. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.** Rome : FAO.1995

17. **Girard, C. (1904).** Analyse des matières alimentaires et recherches de leurs altérations
18. **Hoden, A., & Coulon, J.-B. (1991).** Maîtrise de la composition du lait : influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. INRA Prod. Anim., 4(5), 361–367.
19. **International Organization for Standardization (ISO).** ISO 15213-1:2023. Microbiologie de la chaîne alimentaire - Détection et dénombrement des *Clostridium* spp. sulfito-réducteurs. Disponible sur: <https://www.iso.org>
20. **Kon, S. K. (1959).** Influence du traitement thermique et de la lumière sur la composition et la qualité du lait. Le Lait, 381–382.
21. **L’Agora, Pierre Abbé et al.,** « Lait », 2020.
22. **Lait et produits laitiers- Perspectives agricoles de l’OCDE et de la FAO 2019-2028**
23. **Lapointe-Vignola, Carole. 2002.** Science et technologie du lait : transformation du lait. Québec : Fondation de technologie laitière du Québec
24. **Les Produits Laitiers, 2025)** <https://www.produits-laitiers.com>
25. **Ministère de l’Économie, de l’Industrie et de l’Emploi. (2009).** Spécification technique de l’achat public : Laits et produits laitiers. GEM-RCN
26. **Morre, J. (2007).** Les métaux, agents de pollution du lait. Leur dosage. HAL.
27. **Müller, P. (2004).** La qualité des produits agricoles : premières notions
28. **NeoCenter. (2024, 10 décembre).** **Salmonelle** - Définition, Symptômes, et Détection. NeoCenter
29. **Philipona, J.-C., Stuby, B., Jacot, P., & Häni, J.-P. (2002).** Affouragement des vaches et influence sur la composition du lait. IAG / ECA Granges-Verney / SNVA / FAM.
30. . **Santé Magazine. (2025, 12 septembre)** Quels sont les bienfaits des laits fermentés
31. **Scohy, D. (2020).** **Problème de qualité du lait:** comment limiter les germes ? Germes et spores butyriques : les indésirables dans le lait. D'où viennent-ils ? Quels sont les facteurs de risques? Web-agri, 16 décembre 2020. Disponible sur:<https://www.web-agri.fr>
32. **Shpilotech. (2025).** Guide complet de la technologie de stérilisation UHT - Pilotech. Consulté le [date], à l'adresse: <https://www.shpilotech.com>

33. **Stoll, W. (2002).** Rapport de la Station fédérale de recherches en production animale, Posieux, Suisse. Station fédérale de recherches en production animale. Récupéré de www.admin.ch/sar/rap
34. **Superprof. (2009).** Les composantes d'une solution laiteuse.
35. **Töpel A. 2016.** Chimie et physique du lait. 4. Auflage :Behr's GmbH.
36. **Vioille, Dr. (2007).** Les microbes et le lait. Plateforme HAL
37. **Vuillemand, Jean-Christophe (dir.).** Science et technologie du lait. 3^e édition. Québec : Fondation de technologie laitière du Québec inc., 2018.
38. **Zubiria, L. (2024).** Lait. PasseportSanté. Mis à jour le 06/11/2024.

(site Internet) :

- Fabrication et traitement du lait UHT | PDF
<https://share.google/17UuiUFig1usOFvW7>
- Le lait, son circuit de fabrication • Les Produits Laitiers
<https://share.google/12mhsHgpodYvfvWcq>
- Laiterie : Technologie de fabrication du lait pasteurisé, du lait stérilisé et du lait UHT - SienTecAL
<https://share.google/aK81E6M4KMQBgDh3w>
- Lait; Définition, Composition et Valeur Nutritionnelle
<https://share.google/G8xRxvFoYCOi0mEPd>
- Le lait <https://share.google/iJLlRrjcMdR4Ku>
- Vuillemand, Jean-Christophe (dir.). Science et technologie du lait. 3^e édition. Québec : **Fondation de technologie laitière du Québec inc., 2018.**

Annexe I :

Matériel :

Dans le cadre de cette étude, les manipulations ont été effectuées à l'aide des équipements courants d'un laboratoire de microbiologie. Ces équipements comprennent les dispositifs utilisés pour assurer la stérilité, les appareils d'incubation, ainsi que tout le matériel de verrerie et les outils nécessaires pour prélever et manipuler les échantillons dans des conditions stériles.

- Boîtes de Pétri stériles
- Tubes à essai stériles
- Pipettes graduées (1 mL, 10 mL)
- Micropipettes et embouts stériles
- Éprouvettes graduées
- Béchers et erlenmeyers
- Balance analytique
- pH-mètre
- Densimètre (ou lactodensimètre)
- Bain-marie
- Étuve (incubateur à 30°C et 50°C)
- Autoclave
- Bec Bunsen
- Agitateur

Annexe II :

❖ Milieux de culture :

Milieu de culture	Composition
VRBL (Violet Red Bile Lactose Agar)	Peptone : 7 g Extrait de levure : 3 g Lactose : 10 g Sels biliaires : 1,5 g Rouge neutre : 0,03 g Cristal violet : 0,002 g Agar : 13 g Eau distillée : 1 L pH : 7,4 ± 0,2
Milk agar	Peptone : 5 g Extrait de levure : 3 g Lait écrémé (ou poudre de lait reconstituée) : 100 ml ou 10 g/L Agar : 15 g Eau distillée : 1 L pH : 6,8 – 7,2
Eau peptonée tamponnée (BPW)	Peptone : 10 g Chlorure de sodium (NaCl) : 5 g Phosphates ($K_2HPO_4 + KH_2PO_4$) : 3,5 g (tampon phosphate) Eau distillée : 1 L pH : 7,2 ± 0,2