



DEMOCRATIC AND POPULAR ALGERIAN REPUBLIC
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH
جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف
CHADLI BENDJEDID EL TARG UNIVERSITY
كلية علوم الطبيعة والحياة
FACULTY OF NATURE AND LIFE SCIENCES
قسم



Département des Science Agronomiques

Mémoire de Fin d'Études
Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master en
«Sécurité Agroalimentaire et Assurance Qualité »

Thème

Impact des saisons sur les paramètres physico-chimiques du lait de vache et de lait de chèvre dans la Wilaya D'El Tarf

Présenté Par : **BOUZINA Abir**

Soutenue publiquement le : 16/06/2026

Devant le jury composé de :

NOM et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Bouchlaghem Sabrina	(Pr)	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Présidente
MOUISSI Samia.	(MCA)	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Directrice
HADDAD Leila.	(MCA)	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Examinatrice

Année universitaire : 2025/2026

Remerciements

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

Paix et salut sur notre premier éducateur « ﷺ » le prophète Pour ce qu'il a donné à l'humanité. Mes sincères remerciements sont adressés à Mme Mouissi Samia, pour avoir accepté d'encadrer ce travail et avoir dirigé cette étude, par ses Conseils, ses encouragements, ses connaissances et sa patience.

Mes remerciements sont, également, adressés aux membres du jury, Mme Hadad Laila et Mme Bouchlaghem Sabrina, pour avoir accepté d'accorder un peu de leur précieux temps à la lecture et à l'évaluation de ce modeste travail.

*Mes remerciements vont également **Mr Riad, Mme Farida, Mme Hana et Mme Asma** pour l'accueil qu'ils m'ont réservé dans Le Laboratoire de Répression des Fraudes et de Contrôle de la Qualité d'El Bouni-Wilaya d'Annaba*

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

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

Dédicace

*Je remercie avant tout **ALLAH** tout puissant, de m'avoir guidé toutes les années d'étude et m'avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.*

Avec joie, fierté et respect, Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents :

*Ma mère **G. Naziha** et mon père **Said***

que Dieu les protège et leur accorde la santé et une longue vie.

*A mon cher frère **Abd Ennour** pour qui je souhaite plus de succès vous et tout le bonheur.*

*A mes ami **A. Ikram, H. Aya, D.Chaima***

Liste Des Tableaux

Figure	Titre	Page
01	Effet du stade de lactation sur la qualité du lait de vache (Berthelot, 2018)	05
02	Effet des facteurs de variation sur la teneur en protéines du lait (Boukhalfa, 2019).	07
03	Constituants lipidiques du lait de vache et localisation dans les fractions Physico-chimiques (g/100 g de matière grasse) (FAO, 1998).	11
04	Constituants principaux des laits de vache et chèvre en (g/l) (FAO,1995)	16
05	Composition moyenne en g/litre et distribution des protéines dans le lait des espèces animales étudiées (FAO, 1995).	18
06	Teneur en minéraux (pour 100 g) du lait de chèvre et du lait de vache (Park et al. 2007)	19
07	Teneur en vitamines du lait de chèvre et de vache (pour 100 g) (JORA 1995)	20
08	. Caractéristiques physico-chimiques du lait des deux types espèces (FAO, 1995).	23
09	Mesure du pH des échantillons de lait de vache et chèvre	43
10	Mesure d'acidité des échantillons de lait de vache et chèvre	44
11	Mesure de la densité des échantillons de lait de vache et chèvre	45
12	Mesure de la matière grasse (MG) des échantillons de lait de vache et chèvre	46
13	Mesure de l'extrait sec total (g/l) des échantillons du lait de vache et de chèvre.	47

Liste de figures

Figure	Titre	Page
01	Micrographie électronique d'une micelle de caséine individuelle (Hristov et all, 2016)	12
02	Production et rendements laitiers dans un certain nombre de pays et de régions (OCDE/FAO, 2024)	24
03	Laiterie Edough (Photo personnelle).	28
04	Localisation de la laiterie Edough (www.Google Maps.com).	29
05	Laboratoire de Répression des Fraudes et de Contrôle de la Qualité El Bouni (Photo personnelle).	30
06	Localisation de la région d'El Tarf.	32
07	Protocole expérimental réalisé sur le lait cru de vache et de chèvre.	33
08	Dosage de pH-mètre (Photo personnelle).	36
09	Titration de l'acidité (par l'hydroxyde de sodium et phénolphthaléine) (Photo personnelle).	37
10	Dosage de la densité par le lactodensimètre (Photo personnelle).	38
11	Les butyromètres contenant l'alcool iso-amylque et l'acide sulfurique sont préparés avant l'homogénéisation (Photo personnelle).	39
12	Mise en place dans le bain-marie (Photo personnelle)	40
13	La centrifugeuse de Gerber (Photo personnelle).	40
14	Détermination de la matière grasse (Photo personnelle)	41
15	Les différentes étapes pour détermination la teneur de MS (g/l) (Photo personnelle)	42
16	Représentation des valeurs de pH des deux laits	43
17	Représentation des valeurs de l'acidité des deux laits	44
18	Représentation des valeurs de la densité des deux laits	45
19	Variation de la teneur en matière grasse (g/l) du lait de vache et chèvre.	46
20	Variation de l'extrait sec total (EST) (g/l) du lait de vache et chèvre.	47

LISTE DES ABREVIATIONS

g /cm³ : gramme par centimètre cube.

g/l : gramme par litre.

AV : Analyse de variance.

°D : Degrés Dornic.

EST : Extrait Sec Total.

AFNOR : Association Française de Normalisation.

C° : Degré Celsius.

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

MG : Matière Grasse.

NaOH : Hydroxyde de sodium.

pH: potentiel hydrogène.

FAO: Food and Agriculture Organization.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

H₂SO₄ : acide sulfurique.

Résumé

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'influence des variations saisonnières sur certaines caractéristiques physico-chimiques du lait de vache et du lait de chèvre. Des échantillons de lait ont été analysés afin de déterminer l'évolution de plusieurs paramètres de qualité, notamment le pH, l'acidité titrable, la densité, la teneur en matières grasses et la matière sèche. Les résultats obtenus ont révélé des variations de ces paramètres en fonction des saisons. Ces fluctuations peuvent être attribuées à plusieurs facteurs tels que les conditions climatiques, la disponibilité et la qualité de l'alimentation, ainsi que les conditions d'élevage. Les analyses ont également mis en évidence des différences entre le lait de vache et le lait de chèvre, notamment en ce qui concerne la teneur en matière sèche et certains constituants majeurs du lait. Cette étude souligne l'importance de la saisonnalité dans la détermination de la qualité physico-chimique du lait. Cette étude met en évidence l'importance de l'application de bonnes pratiques d'hygiène et de conservation afin de garantir une meilleure qualité du lait.

Mots-clés : lait de vache, lait de chèvre, variations saisonnières, qualité physico-chimique, pH, acidité, densité, matière grasse, matière sèche.

Abstract

This study aims to evaluate the influence of seasonal variations on certain physicochemical characteristics of cow's milk and goat's milk. Milk samples were analyzed to determine changes in several quality parameters, including pH, titratable acidity, density, fat content, and dry matter content. The results revealed seasonal variations in these parameters. These fluctuations may be attributed to several factors, such as climatic conditions, the availability and quality of feed, as well as farming practices. The analyses also highlighted differences between cow's milk and goat's milk, particularly regarding dry matter content and certain major milk constituents. This study emphasizes the importance of seasonality in determining the physicochemical quality of milk. It also highlights the importance of applying good hygiene and storage practices to ensure better milk quality.

Keywords: cow's milk, goat's milk, seasonal variations, physicochemical quality, pH, acidity, density, fat content, dry matter.

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير التغيرات الموسمية على بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لحليب الأبقار وحليب الماعز. وقد تم تحليل عينات من الحليب بهدف تحديد تطور عدة مؤشرات للجودة، من بينها الحموضة المعايرة، الكثافة، نسبة المواد الدهنية، والمادة الجافة. أظهرت النتائج وجود اختلافات في هذه المؤشرات تبعاً لاختلاف الفصول. ويمكن تفسير هذه التغيرات بعدة عوامل، منها الظروف المناخية، وتوفر الأعلاف وجودتها، بالإضافة إلى ظروف التربية. كما بينت التحاليل وجود فروق بين حليب الأبقار وحليب الماعز، خاصة فيما يتعلق بنسبة المادة الجافة وبعض المكونات الرئيسية للحليب. تؤكد هذه الدراسة أهمية العامل الموسمي في تحديد الجودة الفيزيائية والكيميائية للحليب، كما تبرز ضرورة تطبيق ممارسات جيدة في مجال النظافة والحفظ لضمان الحصول على حليب ذي جودة أفضل.

الكلمات المفتاحية: حليب الأبقار، حليب الماعز، التغيرات الموسمية، الجودة الفيزيائية والكيميائية، الأس الهيدروجيني، الحموضة، الكثافة، المواد الدهنية، المادة الجافة.

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicace

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Résumé

Introduction	1
I. Synthèse bibliographique	
I. Généralité sur le lait	3
1.1 La Définition générale du lait	3
1.2 Historique.....	3
1.3 Facteurs influençant la variation de la production et de la composition du lait.....	4
1.3.1 La race.....	4
1.3.2 Stade de lactation.....	4
1.3.3. État sanitaire.....	5
1.3.4 Alimentation.....	5
1.3.5 Climat et saison.....	7
1.4 L'importance de lait.....	8
II. Le lait de Vache.....	8
2.1 La Définition.....	8
2.2 La composition du lait de vache.....	9
2.2.1 Eau.....	9
2.2.2 Glucides.....	9
2.2.3 La Matière grasse.....	10
2.2.4 Protéines.....	11
2.2.4.1 Caséines.....	12
2.2.4.2 Protéines solubles ou protéines du lactosérum.....	12
2.2.5 Matières azotées non protéiques.....	13
2.2.6 Les vitamines.....	13
2.2.7 Les minéraux.....	13
2.2.8 Les enzymes.....	13

2.3 Propriétés organoleptiques du lait.....	14
2.3.1 Couleur.....	14
2.3.2 Odeur.....	14
2.3.3 Saveur.....	14
2.3.4 Viscosité.....	15
III. Le lait du chèvre	15
3.1 Définition.....	15
3.2 La composition du lait de chèvre.....	15
3.2.1 Eau.....	16
3.2.2 Glucide.....	16
3.2.3 Lipides.....	17
3.2.4. Protéine.....	17
3.2.5 Minéraux.....	19
3.2.6 Vitamine.....	19
3.3 Propriétés organoleptiques du lait.....	20
3.3.1 Couleur.....	20
3.3.2 Odeur.....	20
3.3.3 Saveur.....	20
3.3.4 Viscosité.....	20
3.4 Les Propriétés physico-chimique du lait de chèvre et du lait de vache.....	21
3.4.1 Potentiel hydrogène.....	21
3.4.2 Densité.....	21
3.4.3 Acidité du lait.....	22
3.4.4 Masse volumique.....	22
3.4.5 Point de congélation.....	22
IV. Présentation de la filière lait	
4.1 Production laitière mondiale.....	23
4.2 Production de lait en Algérie.....	25
4.3 Problématique du lait en Algérie.....	25
V. Matériel et méthodes	
1. Présentation du lieu de stage.....	27
1.1 La laiterie Edough.....	27
1.1.1 Historique de l'entreprise.....	27

1.1.2 Les produits de la laiterie Edough.....	28
1.1.3 Situation géographique.....	29
1.2 Laboratoire de Répression des Fraudes et de Contrôle de la Qualité.....	30
1.2.1 Principales étapes historiques de laboratoire.....	30
1.2.3 Le rôle de laboratoire.....	31
2. Présentation de la région d'étude.....	31
2.1 Situation géographique.....	32
2. Protocole expérimental.....	33
2.1 Échantillonnage et prélèvement.....	35
2.2 Les analyses physico-chimiques.....	36
2.2.1 Mesure du pH.....	36
2.2.2 Détermination de l'acidité titrable.....	36
2.2.3 Détermination de la densité.....	38
2.2.4 Détermination de la matière grasse	39
2.2.5 Détermination de l'extrait sec total.....	41
VI. Résultats	
1. Détermination du pH.....	43
2. Détermination de l'acidité.....	44
3. Détermination de la densité.....	45
4. Détermination de la matière grasse (MG)	46
5. Détermination de l'extrait sec total (EST)	47
VII. discussion	
1. pH.....	49
2. L'acidité titrable.....	50
3. La densité.....	50
4. La Matière grasse (MG)	51
5. L'extrait sec total (EST)	53
VII. Conclusion et perspectives.....	54
Références bibliographiques	

Introduction

I. Introduction

Dès l'indépendance, les autorités algériennes ont progressivement réorienté leurs politiques agricoles autour d'un objectif majeur : garantir la sécurité alimentaire du pays, assurer un approvisionnement régulier des populations en produits alimentaires essentiels, et favoriser l'accroissement ainsi que la diversification de la production agricole nationale. Parmi les buts majeurs de cette politique, une importance particulière a été accordée au développement de la filière laitière **(Djermoun et Chehat, 2012)**.

En Algérie, le lait participe un rôle crucial dans l'alimentation de la population et représente l'un des produits agricoles les plus consommés. Avec une consommation estimée à environ 140 litres par habitant et par an, l'Algérie figure parmi les plus grands consommateurs de lait en Afrique du Nord **(site internet 1)**.

Sur le plan nutritionnel, ses qualités proviennent de sa composition unique. Il fournit du calcium, indispensable à la construction du squelette durant l'enfance et l'adolescence, ainsi qu'à son maintien tout au long de la vie. Il apporte également des protéines de haute valeur biologique contenant tous les acides aminés essentiels. Le lactose, sucre principal du lait, lui confère son goût légèrement sucré, tandis que ses lipides assurent son onctuosité et jouent un rôle de vecteurs pour les vitamines liposolubles, notamment les vitamines A et D. Par ailleurs, le lait est constitué à près de 90 % d'eau, indispensable au fonctionnement de l'organisme, et contient également des vitamines hydrosolubles, principalement celles du groupe B **(Bouras & Zitouni, 2017)**.

Il est reconnu que la production de lait à l'échelle mondiale est largement dominée par les bovins, qui contribuent à environ **81 %** de la production laitière globale **(OCDE ET FAO, 2024)**.

Malgré cette prédominance des bovins, la demande en lait et produits laitiers en Algérie dépasse largement la production nationale, ce qui conduit à une importante nécessité d'importation de poudre de lait. Dans ce contexte, la diversification des sources de production laitière apparaît nécessaire afin de réduire la dépendance extérieure et de renforcer la sécurité alimentaire du pays. Dans cette perspective, l'exploitation d'autres espèces laitières, notamment les caprins, représente une alternative intéressante.

La conduite de l'élevage de chèvres dans les zones montagneuses semi-arides de l'Algérie se fait en mode pastoral et utilise les animaux locaux. Le chèvre valorise les ressources naturelles

locales de manière plus efficace et significative que les autres ruminants grâce à ses capacités uniques. ; le lait de chèvre et la viande de chèvre représentent non seulement des sources intéressantes de nutriments, mais contribuent également au revenu des communautés rurales. D'après la **FAO (2015)**, la population caprine en Algérie aurait atteint plus de 4,9 millions d'animaux en 2013. On les trouve principalement dans les régions pastorales ardues (montagnes, steppe, Sahara) et ils sont généralement associés aux ovins (**Sahraoui et Kermouche, 2016**).

La composition du lait, qu'il s'agisse du lait de vache ou du lait de chèvre, n'est pas constante et présente une importante variabilité. Elle dépend de plusieurs facteurs intrinsèques, tels que la race de l'animal, l'âge et le stade de lactation. Elle est également influencée par des facteurs extrinsèques, notamment l'alimentation, l'état sanitaire de la mamelle, ainsi que les conditions climatiques et la saison. L'ensemble de ces paramètres contribue à modifier la composition physico-chimique du lait et explique ainsi sa variabilité (**site internet 2**).

Dans ce contexte, la présente étude a pour objectif d'évaluer les principales caractéristiques physico-chimiques du lait cru de vache et du lait cru de chèvre, à savoir le pH, l'acidité titrable, la densité, la matière grasse, l'extrait sec total. Elle vise également à mettre en évidence l'influence des saisons sur ces paramètres

Ce mémoire est structuré en deux chapitres principaux :

- **Le premier chapitre** présente la partie bibliographique portant sur les aspects théoriques liés au sujet de l'étude.
- **Le second chapitre** présente la laiterie EDOUGH, relevant du groupe GIPLAIT, ainsi que le laboratoire de répression des fraudes situé dans la commune d'El Bouni (wilaya d'Annaba). Il décrit également le matériel et les méthodes utilisés pour la réalisation des différentes analyses et contrôles effectués au sein du laboratoire.
- **Le troisième chapitre** est consacré à la présentation des résultats obtenus au cours de cette étude, suivie de leur analyse et de leur interprétation. Enfin, une conclusion générale vient synthétiser les principaux résultats obtenus et mettre en évidence les perspectives pouvant découler de ce travail.

Synthèse

Bibliographique

I. Généralité sur le lait

1.1 La Définition générale du lait

Le lait est un aliment extrêmement complexe qui regroupe tous les nutriments nécessaires à la croissance des nourrissons mammifères. Depuis des milliers d'années, l'être humain introduit le lait et les dérivés laitiers dans son alimentation alimentaire (**Sanjulián et al, 2025**).

Selon le **codex alimentarius (1999)**, Le lait est la production naturelle des glandes mammaires des animaux d'élevage, obtenue par une ou plusieurs traits, sans aucun ajout ou diminution, et destinée à être consommée sous forme liquide ou à être transformée ultérieurement.

Conformément à l'arrêté interministériel, le lait doit satisfaire à des spécifications régulées par les articles ci-après :

Art. 2. - La dénomination « lait » est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique.

Art. 3. - Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum.

Art. 4. - La dénomination « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance, est réservée au lait de vache. Tout lait provenant d'une femelle laitière, autre que la vache, doit être désigné par la dénomination « lait », suivie de l'indication de l'espèce animale dont ii provient.

Art. 5. - Le lait destine à la consommation ou à la fabrication d'un produit laitier, doit provenir de femelles laitières en parfait état sanitaire (**JORA, 1993**).

1.2 Historique

Durant des millions d'années, l'humanité a perduré en se basant sur la chasse et la cueillette, ce qui lui a permis de s'assurer notamment de la viande, des œufs, du miel et du poisson. Il y a près de dix millénaires, le développement de l'agriculture et de l'élevage garantissait la sécurité alimentaire et offrait une habitation stable, marquant ainsi le commencement des grandes civilisations. La domestication des animaux laitiers, qui date d'environ **8 000 ans**, a révélé chaque jour de nouvelles perspectives alimentaires prometteuses.

Il est important de noter que la vénération du lait était profondément intégrée à la vie religieuse de l'Inde ancienne.

Dans l'Antiquité, le concept de la sacralité de la vache était particulièrement prononcé, notamment en Égypte, en Iran et en Inde. Cela aide à comprendre les tendances végétariennes et anti-carnivores de certains asiatiques.

Durant le Moyen Âge en Europe, les moines, notamment ceux de l'ordre bénédictin, sont les principaux producteurs de fromages tels que le pont-l'évêque et le munster. Les seigneurs de retour des croisades rapportent des richesses orientales qui viennent enrichir leurs accomplissements.

Ainsi, avant le grand bouleversement scientifique et industriel en Europe au XIXe siècle, les techniques de fabrication du lait fermenté, du beurre et du fromage étaient déjà en place. (Konte, 1999).

1.3 Facteurs influençant la variation de la production et de la composition du lait

1.3.1 La race

Selon **POUGHEON et GOURSAUD (2001)**, il y a incontestablement des variations de composition entre les races. Cependant, les études comparatives sont difficiles à réaliser étant donné que les différences observées lors des contrôles laitiers résultent d'une combinaison des divergences génétiques et des conditions d'élevage.

Les recherches indiquent que la race est l'un des facteurs génétiques majeurs qui affectent la production laitière. Chaque race dispose d'un potentiel de production laitière spécifique et d'une composition distincte en éléments constituant le lait.

Les différences raciales apparaissent principalement en termes de teneur en matières grasses, en protéines, en caséines et en acides gras. Habituellement, les races connues pour leur grande production laitière, comme la Holstein, génèrent plus de lait mais avec une teneur moindre en matières grasses et protéiques. En revanche, des races comme la Montbéliarde, la Fleckvieh ou la Brune de l'Atlas produisent un lait plus riche en composantes bénéfiques (**Linn, 1988**).

1.3.2 Stade de lactation

Les teneurs en matières grasses et en protéines varient de manière inverse à la quantité de lait produite. Plusieurs auteurs rapportent que les taux protéique (**TP**) et butyreux (**TB**) sont élevés au début de la lactation, diminuent jusqu'à atteindre leur minimum au cours du deuxième mois après un palier compris entre 15 et 140 jours, puis augmentent progressivement jusqu'à la fin de la lactation. Cette augmentation est liée à l'avancement de la gestation, qui réduit

la persistance de la production laitière. Les écarts entre les valeurs extrêmes peuvent atteindre 7 g/kg pour les deux paramètres.

Par ailleurs, la proportion d'acides gras à chaîne courte et moyenne augmente en raison de la mobilisation des réserves lipidiques corporelles, tandis que celle des acides gras à chaîne longue diminue durant la première moitié de la lactation (Yennek, 2010).

Tableau 1. Effet du stade de lactation sur la qualité du lait de vache (Berthelot, 2018)

Composition et propriétés du lait	Début de lactation	Milieu,de,lactation	Fin de lactation
Taux butyreux (g/kg)	36,3	40,1	42,0
Taux protéique (g/kg)	31,0	33,2	38,1
Caséines/protéines (%)	38,1	83	82
Protéines solubles (g/kg)	5,4	5,6	6,8
Calcium (g/kg)	1,26	1,24	1,26
Cellules somatiques (log/mL)	4,77	5,10	5,42
pH	6,68	6,68	6,74
Temps de coagulation (min)	8,4	8,6	9,6
Fermeté du gel (mm)	37,7	38,0	38,6

1.3.3. État sanitaire

L'état sanitaire des animaux influence fortement la composition du lait. En présence d'une infection, une augmentation importante du nombre de leucocytes est observée, traduisant une réaction immunitaire de l'organisme. Cette réponse entraîne des modifications significatives des caractéristiques du lait.

Parmi les affections les plus fréquentes dans les élevages laitiers, les mammites provoquent des altérations notables de la qualité et de la composition du lait. Elles se caractérisent notamment par une élévation considérable de la teneur en leucocytes dans le lait produit (Trossat, 2000).

En effet, elles sont habituellement accompagnées d'une diminution de la production de lait dans les zones affectées de la mamelle. Cette diminution est la plus marquée en présence de mammites cliniques. Les mammites subcliniques, aussi appelées infections mammaires occultes, diminuent la productivité pouvant aller jusqu'à 40%, et la longévité des vaches touchées se trouve réduite. De plus, il faut noter la hausse des coûts vétérinaires et de

médicaments ainsi que des pertes liées à la quantité de lait produit en raison des soins relatifs à ces infections mammaires. Les vaches en lactation présentent généralement une fréquence élevée de mammites. Elle se distingue par une inflammation de la glande mammaire causée par divers micro-organismes pathogènes **(Vikou,2019)**..

Ces éléments portent atteinte aux tissus sécréteurs, qui réagissent fréquemment à cette attaque en déployant des polynucléaires neutrophiles dans la zone de l'infection. Elle est principalement provoquée par les staphylocoques, streptocoques et entérobactéries qui se disséminent au sein du troupeau par le biais d'infections intra-mammaires (IMI) **(Vikou,2019)**.

Elles provoquent des transformations physiques, chimiques, technologiques et bactériologiques dans le lait ainsi que des modifications pathologiques dans les tissus glandulaires des mamelles. Il s'agit également d'un enjeu de sécurité alimentaire et d'une problématique économique majeure. Selon la gravité de l'infection et la quantité d'animaux affectés dans le troupeau, les infections intra mammaires peuvent entraîner des pertes économiques considérables. Ces pertes résultent de la réduction de la quantité de lait produite **(Vikou,2019)**.

1.3.4 Alimentation

L'alimentation joue un rôle crucial dans la composition du lait, en particulier en ce qui concerne le contenu en matières grasses et en protéines. Elle représente un élément susceptible d'avoir un impact rapide et précis sur ces variables.

La teneur en butyreux est principalement influencée par la part d'aliments concentrés dans l'alimentation, mais aussi par les méthodes de distribution des aliments, comme la taille des particules, la régularité des repas et la combinaison des divers aliments **(Boukhelifa, 2019)**.

L'alimentation constitue un facteur essentiel influençant le rendement et la qualité des protéines du lait de chèvre. La teneur protéique du lait dépend en grande partie de la richesse en protéines de la ration alimentaire des chèvres. Une alimentation riche en protéines favorise ainsi la production d'un lait plus concentré en protéines. Par ailleurs, d'autres nutriments tels que l'énergie, les minéraux et les vitamines jouent également un rôle important dans la production et la qualité du lait. Une carence en l'un de ces éléments peut affecter négativement la quantité et la qualité des protéines laitières.

La qualité globale de l'alimentation animale influence également la composition du lait. Par exemple, les animaux consommant des fourrages de bonne qualité, comme les pâturages frais ou le foin riche en nutriments, produisent généralement un lait plus riche en acides gras bénéfiques, notamment les oméga-3.

À l'inverse, une alimentation excessivement riche en céréales et déséquilibrée peut modifier le profil lipidique du lait en augmentant les acides gras saturés et en réduisant les acides gras insaturés.

De plus, l'enrichissement de la ration en acides gras oméga-3 ou l'utilisation d'additifs alimentaires tels que les probiotiques peut améliorer favorablement la composition du lait. Une supplémentation minérale adéquate demeure également indispensable pour assurer une production laitière optimale et une bonne qualité du lait. Toutefois, les effets de la nutrition sur la qualité du lait peuvent varier selon plusieurs facteurs, notamment l'espèce, la race et le stade de lactation (**Goetsch et al., 2011**).

1.3.5 Climat et saison

Il est ardu de démontrer l'influence spécifique de la saison sur les performances des vaches laitières, compte tenu de l'effet combiné du stade physiologique et des éléments alimentaires (**Coulon et al., 1991**).

L'impact global se manifeste par : une production au maximum au printemps et au minimum en été, en fonction de la saison du vêlage. Un niveau minimal de calcium durant l'été et maximal au printemps (**Keiling et Wilde, 1985**).

Tableau 02. Effet des facteurs de variation sur la teneur en protéines du lait
(**Boukhalfa, 2019**).

Stade de lactation	On observe une baisse de la concentration en protéines durant les deux premiers mois de la lactation, suivie d'une hausse.
Age	La quantité de protéines diminue avec l'âge.
Saison	En général, la teneur en protéines est inférieure pendant l'été et supérieure durant l'hiver.
La race	Le taux de protéines diffère d'une race à une autre.
L'alimentation	Augmentation en cas d'une alimentation riche en maïs.
Mammites	Lorsque la vache est atteinte de mammite, le taux de protéines diminue.

1.4 L'importance de lait

Le lait est un aliment à forte valeur nutritionnelle, reconnu pour sa richesse en éléments essentiels au bon fonctionnement de l'organisme. Il constitue une source importante de calcium et de phosphore, indispensables à la croissance ainsi qu'au maintien de la santé osseuse et dentaire. Il fournit également des matières grasses et de l'énergie, contribuant ainsi à couvrir les besoins énergétiques quotidiens. En outre, le lait contient plusieurs vitamines essentielles, notamment les vitamines A, B2 et B12 **(FAO, 1995)**.

Ainsi que des minéraux participant à divers métabolismes humains, notamment en tant que cofacteurs et régulateurs d'enzymes **(Calbrix, 2021)**.

Les protéines du lait jouent un rôle biologique important au-delà de leur valeur nutritionnelle, car certaines d'entre elles, notamment la lactoferrine, peuvent générer des peptides bioactifs aux propriétés antimicrobiennes. Cette dernière intervient également dans le transport et l'absorption du fer, tout en contribuant au renforcement des réponses immunitaires de l'organisme **(García-Montoya et al., 2012)**.

Des études épidémiologiques ont montré que le calcium présent dans le lait pourrait contribuer à une meilleure régulation de la pression artérielle. Par ailleurs, une consommation quotidienne de trois à quatre portions de lait, associée à une alimentation riche en fruits et en légumes, serait liée à une diminution de la tension artérielle chez les personnes présentant une pression normale ou légèrement élevée **(site internet 2)**.

Le lait de chèvre, apprécié pour son caractère nutritif et complet, possède des qualités diététiques et nutritionnelles reconnues et essentielles, particulièrement pour les enfants **(Sousa, 2019)**.

II. Le lait de Vache

2.1 La Définition

On définit le lait de vache comme le produit intégral obtenu par une traite continue et sans interruption d'une vache en bonne santé, bien alimentée et non épuisée. Il faut qu'il soit collecté dans des conditions d'hygiène appropriées et qu'il soit dépourvu de colostrum. Conformément à l'arrêté du 25 mars 1924, l'appellation « lait », sans mention de la source animale, est strictement réservée au lait de vache **(Noblet, 2012)**. D'un point de vue organoleptique, le lait de vache se distingue par sa couleur blanc mat ou légèrement opalescente, son odeur discrète et son goût doux et légèrement sucré **(Roudaut et Lefrancq, 2005)**.

2.2 La composition du lait de vache

Le lait, riche en nutriments essentiels, constitue une source majeure d'énergie alimentaire, de protéines de qualité supérieure et de graisses. Le lait peut jouer un rôle important dans la couverture des besoins nutritionnels recommandés en calcium, magnésium, sélénium, riboflavine, vitamine B12 et acide pantothénique. Le lait et les produits dérivés du lait sont des aliments sains qui contribuent à la diversification des régimes alimentaires végétaux **(FAO, 2011)**.

Selon **POUGHEON et GOURSAUD (2001)**, les composants majeurs du lait, classés par ordre croissant, sont :

- L'eau représente la composante prédominante du lait.
- Le lactose constitue la majeure partie des glucides présents dans le lait.
- Les lipides se trouvent principalement sous la forme de triglycérides rassemblés en globules gras.
- Le lait renferme des minéraux sous forme ionique et moléculaire.
- Les protéines se composent essentiellement de caséines structurées en micelles, ainsi que d'albumines et de globulines solubles.
- Le lait contient aussi des éléments traces significatifs sur le plan biologique, tels que les enzymes, les vitamines et les oligoéléments.

2.2.1 Eau

L'eau constitue l'élément majeur du lait de vache, qui en fait largement partie **(FAO,2011)**, il compose approximativement 81 à 87% du lait, tandis que les autres composants forment la matière sèche totale ou extrait sec et équivalent à environ 125 à 130 g par litre de lait **(FAO, 1995)**.

L'eau intra micellaire constitue approximativement 10 % de l'eau totale contenue dans le lait. Une portion de cette eau est associée aux caséines, alors que l'autre maintient son rôle de solvant. **(Mahaut et al., 2000)**.

2.2.2 Glucides

Dans le lait, la majorité des glucides se compose de lactose **(99%)**, alors que le taux d'autres glucides demeure très faible **(Pougheon, 2001)**, Elle est plutôt constante entre 48 et 50 g/l dans le lait produit par les vaches.

Les bactéries lactiques transforment le lactose en acide lactique. Même si cette transformation peut quelquefois affecter la qualité du lait, elle est largement utilisée dans le secteur laitier pour produire des laits fermentés et des yaourts. En outre, le lactose a un pouvoir sucrant approximativement six fois inférieur à celui du saccharose (**Boubezari, 2010**). Sous des conditions de température élevée, le lactose interagit avec les protéines lors de réactions de brunissement non enzymatiques, ce qui peut altérer la couleur des produits laitiers pasteurisés et stérilisés (**Anses, 2010**).

2.2.3 La Matière grasse

Les matières grasses représentent approximativement 3 à 4% des composants solides du lait de vache (**FAO, 2026**). D'autres types de lait, comme le lait de brebis et le lait de chèvre, peuvent avoir une teneur supérieure (**site internet 3**).

La teneur en matière grasse est l'élément le plus variant du lait, car elle est fortement influencée par le stade de lactation de l'animal, son alimentation, sa race, ainsi que les caractéristiques individuels et non individuels. Dans le lait, on trouve des lipides sous forme de globules dont le diamètre varie de **0,1 à 10 μm** (**site internet 4**).

La matière grasse du lait constitue à elle seule près de la moitié de son apport énergétique total. Elle est composée majoritairement d'acides gras saturés (**environ 65 %**) et d'acides gras insaturés (**environ 35 %**) (**Jeantet et al., 2008**).

Tableau 3. Constituants lipidiques du lait de vache et localisation dans les fractions

Physico-chimiques (g/100 g de matière grasse) (FAO, 1998).

Constituants lipidiques	Proportions (%)	Localisation
Triglycérides	96 – 98	Globule gras
Diglycérides	0,3 – 1,6	Globule gras
Monoglycérides	0,0 – 0,1	Globule gras
Phospholipides	0,2 – 1,0	Membrane du globule gras et lactosérum
Cérébrosides	0,0 – 0,08	Membrane du globule gras
Stérols	0,2 – 0,4	Globule gras
Acides gras libres	0,1 – 0,4	Membrane du globule gras et lactosérum
Esters du cholestérol	Traces	Membrane du globule gras
Vitamines	0,1 – 0,2	Globule gras

2.2.4 Protéines

Les glandes mammaires sont responsables de la synthèse des protéines lactées. Les protéines contenues dans le lait sont hétérogènes et représentent la forme majeure de l'azote présente dans ce produit. Effectivement, près de **95 %** de l'azote total est attribué aux protéines, tandis que le solde est constitué d'azote non protéique. Les protéines contenues dans le lait ont une importance nutritionnelle cruciale du fait de leur teneur en acides aminés, essentiels et non essentiels, qui sont vitaux pour le fonctionnement optimal de l'organisme. (Aparna, 2019).

Les protéines présentes dans le lait de vache, qui représentent approximativement **3,2-3,5 g** pour **100 ml**, sont des protéines complètes de grande qualité biologique. Elles sont principalement composées de caséine (**de 76 % à 86 %**) et de lactosérum (également appelé petit-lait, représentant de 14 % à 24 %) (Société canadienne de pédiatrie, 2024).

Selon leur capacité à se dissoudre dans l'eau, on les divise en deux groupes :

- **Les caséines** : (α -S1B, α -S2A, β -A2) qui se présentent sous forme de suspension colloïdale et s'agglomèrent en micelles.

- **Les protéines de sérum** : (bêta-lactoglobuline, alpha-lactalbumine) qui se présentent sous forme de solution colloïdale et qui précipitent lorsqu'elles sont soumises à la chaleur (**JEAN AMIOT et al., 2002**).

2.2.4.1 Caséines

La caséine, qui constitue environ 80% des protéines totales, est la protéine prédominante du lait. Elle se présente sous forme de micelles et joue un rôle majeur dans le processus de coagulation du lait. (**Boulier et al., 2023**).

La caséine est une protéine complexe composée de plusieurs fractions protéiques. Présente dans le lait sous forme de **micelles (Figure.1)**, elle appartient au groupe des phosphoprotéines. Peu soluble, elle forme un gel lors de sa précipitation à partir du lait. Sa digestion lente au niveau gastrique lui confère un rôle important de protéines à libération prolongée (**Park et al, 2007**).

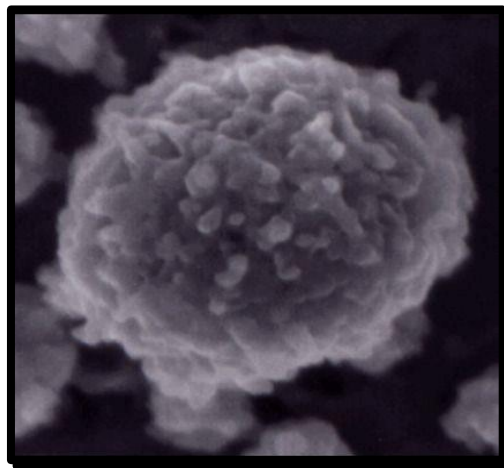


Figure 1. Micrographie électronique d'une micelle de caséine individuelle
(**Hristov et all, 2016**)

2.2.4.2 Protéines solubles ou protéines du lactosérum

Autrefois désigné sous le nom de « petit lait », le lactosérum est un sous-produit issu de l'industrie du fromage et de la préparation des caséinates. Il fait référence à la partie aqueuse du lait qui contient tous les composants solubles présents dans celui-ci. Ainsi, cette phase aqueuse renferme de petites molécules comme le lactose, des vitamines solubles dans l'eau, des nucléotides, des acides aminés libres, des minéraux, mais également des sérumprotéines (**Lafitedupont, 2011**).

2.2.5 Matières azotées non protéiques

La concentration en urée du lait de vache est faible, tout comme celle en taurine et carnitine (Anonyme, 2010).

2.2.6 Les vitamines

Le lait de vache contient une multitude de vitamines essentielles, y compris des vitamines solubles dans l'eau (**vitamines du groupe B et C**) ainsi que certaines vitamines liposolubles (**A, D, E et K**) (FAO, 2013).

Les vitamines sont des éléments biologiquement essentiels à la vie, car elles jouent un rôle de cofacteurs dans les réactions enzymatiques et les transferts au niveau des membranes cellulaires. L'homme ne peut pas les produire de manière synthétique (Vignola, 2002).

2.2.7 Les minéraux

Parce que le corps ne les produit pas, il est nécessaire de les obtenir à travers l'alimentation. Bien que le calcium soit le plus reconnu, le lait contient aussi du phosphore, du potassium et du magnésium, chacun ayant son importance pour l'organisme et les fonctions métaboliques.

On a noté dans le lait une présence notable des éléments suivants : phosphore, chlore, potassium, calcium, sodium et magnésium ; de même que du soufre, du carbone et quelques traces de fer, rubidium, cuivre et silice. On a aussi découvert de minuscules traces de molybdène, cobalt, brome, aluminium, bore, zinc, manganèse et lithium (Alias C, 1984).

2.2.8 Les enzymes

Les enzymes sont des composés organiques de caractère protéique, produits par des cellules ou des organismes vivants, qui agissent en qualité de catalyseurs au cours des réactions biochimiques. On dénombre près de 60 enzymes importantes dans le lait, dont 20 sont des éléments natifs. Une majeure partie se trouve dans la membrane des globules lipidiques, cependant, le lait contient une profusion de cellules (leucocytes, bactéries) qui sécrètent des enzymes : il est donc difficile de différencier les composants natifs de ceux exogènes (POUGHEON, 2001).

2.3 Propriétés organoleptiques du lait

2.3.1 Couleur

La couleur blanche du lait est principalement attribuée à sa teneur en matière grasse ainsi qu'à la présence de pigments caroténoïdes. Cette apparence est également liée à la structure colloïdale du lait, qui contient des lipides sous forme de globules gras et des protéines organisées en micelles de caséines. Ces particules dispersent la lumière incidente sans l'absorber, provoquant ainsi une diffusion uniforme du rayonnement lumineux. La lumière réfléchie présente alors une composition similaire à celle de la lumière blanche, ce qui confère au lait son aspect blanc caractéristique **(Fredot, 2006)**.

2.3.2 Odeur

L'odeur du lait de vache est un critère organoleptique essentiel pour évaluer sa qualité sanitaire et technologique. Le profil aromatique du lait est également influencé par la nutrition de la vache (ensilage, tourteaux riches en acides gras, herbes aromatiques). Le lait cru dégage une odeur spécifique, discrète et plaisante, associée à sa composition chimique **(chouinard,2012)**.

Grâce à sa teneur en matière grasse, le lait développe au cours de sa conservation une odeur caractéristique. Par ailleurs, il peut acquérir une odeur piquante liée au processus d'acidification, résultant de la formation d'acide lactique **(Vierling, 1998)**.

2.3.3 Saveur

La saveur normale d'un bon lait est généralement agréable et résulte d'un équilibre entre le goût sucré apporté par le lactose et la légère note salée due aux minéraux, le tout étant atténué par les protéines. Les lipides du lait, notamment les phospholipides, les acides gras et la matière grasse, contribuent également à la perception globale de la saveur. Celle-ci dépend à la fois du goût et de l'odeur. Le lait chauffé présente une saveur légèrement différente de celle du lait cru, en raison de la formation de composés sulfhydryles lors du traitement thermique. Par ailleurs, les laits issus d'animaux atteints de mammites ou présentant une rétention peuvent avoir une saveur plus salée, phénomène également observé dans certains cas de colostrum. Les variations de saveur du lait peuvent être liées à plusieurs facteurs, notamment la croissance bactérienne, l'alimentation des animaux, la composition chimique du lait, les transformations chimiques internes ainsi que l'introduction de substances étrangères **(Afraoucene.2022)**

2.3.4 Viscosité

D'après **RHEOTEST, 2010** a démontré que la viscosité du lait est une caractéristique complexe qui est particulièrement influencée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes. La viscosité du lait est principalement influencée par sa teneur en graisses et en caséine. La viscosité est aussi liée à des facteurs technologiques. La viscosité représente un aspect crucial de la qualité du lait, car une connexion étroite existe entre les caractéristiques rhéologiques et l'appréciation de la qualité par le consommateur. De ce fait, un consommateur d'Europe centrale porte un jugement très favorable sur le lait concentré à haute consistance (filandreux). Il lie la haute concentration en composants du lait à une viscosité importante.

III. Le lait du chèvre

3.1 Définition

Le lait de chèvre apparaît comme une substance opaque de teinte blanchâtre mate, en raison de l'absence de β 3-carotène. Le lait de chèvre est une émulsion de graisses réparties en globules gras au sein d'une solution aqueuse (sérum), qui renferme divers composants, certains étant dissous (comme le lactose et les protéines du lactosérum ...etc.), tandis que d'autres se présentent sous forme de colloïdes (comme les caséines) (**DOYON, 2005**).

3.2 La composition du lait de chèvre

La composition globale du lait de chèvre et du lait de vache est similaire. Cependant, une étude plus détaillée met en évidence divers bénéfices du lait de chèvre comparativement au lait de vache concernant la valeur nutritive. Celui-ci se distingue notamment par des globules gras et des micelles de caséine de plus petite taille, ce qui améliore sa digestibilité. Il contient également une proportion plus élevée d'acides gras bénéfiques pour la santé et une composition en caséines plus proche de celle du lait humain, ce qui contribue à une allergénicité réduite ainsi qu'à une meilleure assimilation des minéraux, notamment le calcium et le fer. Par ailleurs, le lait de chèvre présente des concentrations plus importantes en composés mineurs aux propriétés bioactives intéressantes pour la santé (**Silva et al, 2010**).

Tableau 4. Constituants principaux des laits de vache et chèvre en (g/l) (FAO,1995)

Constitution	Vache	Chèvre
Extrait sec total	128	134
Protéines	34	33
Caséines	26	24
Lactose	48	48
Matières salines	9	7.7
Matières grasses	37	41

3.2.1 Eau

Elle constitue une solution diverse qui inclut des glucides, des minéraux, une solution colloïdale contenant des micelles de caséine et une émulsion comprenant les matières grasses (**Amiot et al., 2002**).

3.2.2 Glucide

Le lactose est le principal glucide présent dans le lait. D'autres glucides peuvent être issus de l'hydrolyse du lactose (comme le galactose et le glucose). Certains glucides peuvent se lier aux protéines pour former des glycoprotéines, tandis que d'autres peuvent exister sous leur forme libre (**Amiot et al, 2002**).

Selon Haenlein (2004), Le lactose est le principal glucide présent dans le lait, et par conséquent dans les produits laitiers, cela peut fréquemment être à l'origine d'allergies ou d'intolérances, surtout sur le long terme. À l'inverse des personnes allergiques, les individus atteints d'intolérance peuvent généralement tolérer des quantités variables de ce composé sans nécessairement présenter de symptômes. Effectivement, le lait de chèvre contient moins de lactose : il y a entre 4,1 et 4,7 g de lactose pour chaque 100 g de lait de chèvre comparé à 4,8 à 5 g de lactose dans le lait de vache.

3.2.3 Lipides

L'un des composants majeurs de la matière sèche du lait est la graisse. Le lait de chèvre présente deux caractéristiques spécifiques concernant sa matière grasse : la présence de petits acides gras et de petites globules gras **(Cebo et al., 2010)**.

La matière grasse du lait se trouve sous forme de globules gras. Le lait de chèvre renferme un pourcentage plus élevé de petites cellules graisseuses par rapport au lait de vache : 63 % des cellules graisseuses caprines ont un diamètre qui ne dépasse pas 3 μm , alors que ce chiffre est de 43 % pour le lait de vache **(Cebo et al., 2010)**.

Selon **Amiot et al. (2002)**, la proportion de lactose est un peu moins élevée dans le lait de chèvre comparativement au lait de vache.

3.2.4 Protéine

Comme celles des autres mammifères, les protéines du lait de chèvre sont constituées principalement d'une protéine appelée caséine, qui en représente approximativement 80% **(Jean Amiot et al., 2002)**. Elle se précipite à un pH de 4,2 pour le lait de chèvre et le lait de vache **(Masle et Morgan, 2001)**.

Le lait de chèvre présente un taux supérieur de β -caséine lié à la κ -caséine comparativement au lait de vache. En revanche, le lait de chèvre contient moins d' α -S caséines comparé au lait de vache. **(Raynal-Ljutovac et al., 2008)**.

Tableau 5. Composition moyenne en g/litre et distribution des protéines dans le lait des espèces animales étudiées (FAO, 1995).

Protéines	Vache	Chèvre
α-lactalbumine	1,5 (45 %)	2,0 (25 %)
β-lactoglobuline	2,7 (25 %)	4,4 (55 %)
Albumine sérique	0,3 (5 %)	0,6 (7 %)
Immunoglobulines	0,7 (12 %)	0,5 (6 %)
Protéose-peptone	0,8 (13 %)	0,6 (7 %)
Total des protéines solubles (100 %)	6,0 (100 %)	8,10 (100 %)
Caséine α-S	12,0 (46 %)	—
Caséine β	9,0 (36 %)	—
Caséine κ	3,5 (13 %)	—
Caséine γ	1,5 (6 %)	—
Total des caséines (100 %)	26,0 (100)	26,0(100%)

3.2.5 Minéraux

Il semblerait que le lait de chèvre soit plus riche en phosphore, calcium, potassium, magnésium et chlore par rapport au lait de vache, tout en étant moins riche en sodium.

Tableau 6. Teneur en minéraux (pour 100 g) du lait de chèvre et du lait de vache
(Park et al. 2007)

Minéral (mg/L)	Lait de chèvre	Lait de vache
Calcium (Ca)	134	122
Phosphore (P)	121	119
Magnésium (Mg)	16	12
Potassium (K)	181	152
Sodium (Na)	41	58
Chlorure (Cl)	150	100
Soufre (S)	28	32
Fer (Fe)	0,07	0,08
Cuivre (Cu)	0.05	0,06
Manganèse (Mn)	0,032	0,02
Zinc (Zn)	0,56	0,53
Sélénium (Se)	1,33	0,96

3.2.6 Vitamine

On distingue deux types de vitamines : les vitamines hydrosolubles et les vitamines liposolubles. Selon Amiot et al. (2002), le lait de chèvre a une faible teneur en carotène acide folique (B9).

Selon Belewu et Adewole (2009), le lait de chèvre renferme plus de 27 % de sélénium comparé au lait de vache.

Le lait de chèvre contient environ deux fois plus de vitamine A comparé au lait de vache. Elle existe uniquement sous la forme de rétinol.

Selon Soustre (2007), les deux types de lait (chèvre et vache) contiennent la même proportion de vitamine D.

Tableau 7. Teneur en vitamines du lait de chèvre et de vache (pour 100 g) (J.O.R.A 1995)

Vitamines	Chèvre	Vache
Vitamine A	185	126
Vitamine D	2,1	2,0
Thiamine (mg)	0,068	0,045
Riboflavine (mg)	0,21	0,16
Niacine (mg)	0,27	0,08
Acide pantothénique (mg)	0,31	0,32
Vitamine B₆	0,046	0,042
Acide folique	1,0	5,0
Biotine	1,5	2,0
Vitamine B₁₂	0,07	0,4
Vitamine C (mg)	1,5	2,1
Choline (mg)	15	14

3.3 Propriétés organoleptiques du lait

3.3.1 Couleur

À l'inverse du lait de vache, le lait de chèvre ne renferme pas de β -carotène. Ainsi, il maintient une couleur blanche caractéristique présente dans tous les produits laitiers issus du lait de chèvre, comme les fromages, les yaourts et le beurre. (Jouhannet, 1992).

3.3.2 Odeur

Fraîchement traité, le lait de chèvre dégage une odeur plutôt neutre et, en fin de lactation, il présente une odeur qualifiée de Caprique (Hennane, 2012).

3.3.3 Saveur

La saveur du lait présente une légère douceur attribuable à la présence du lactose, principal glucide du lait., avec une saveur distincte plus marquée et généralement plus puissante que celle du lait de vache. (Fredot, 2006).

3.3.4 Viscosité

Selon une étude de **Rheotest (2010)**, la valeur de matières grasses et de caséine a le plus grand impact sur la viscosité du lait

La viscosité est aussi influencée par des facteurs technologiques. la viscosité représente un critère déterminant de la qualité du lait, car il y a un lien étroit entre les propriétés rhéologiques et l'appréhension de la qualité par le client (**Amiot et al., 2002**).

3.4 Les Propriétés physico-chimique du lait de chèvre et du lait de vache

3.4.1 Potentiel hydrogène

Le pH offre une indication précise de la fraîcheur du lait. Il mesure la concentration d'ions H^+ dans une solution. En théorie, le pH du lait demeure stable et est utilisé comme un indicateur pour évaluer sa fraîcheur. Si les bactéries lactiques interviennent, une partie du lactose contenu dans le lait sera convertie en acide lactique, entraînant une augmentation de la concentration en ions hydronium (H_3O^+) dans le lait et donc une diminution du pH. (**Belarbi, 2015**).

Le lait de chèvre présente un pH qui varie généralement entre 6,45 et 6,90, qui ne s'écarte guère du pH moyen du lait bovin, estimé à 6.6 (**REMEUF et al., 1989**).

Effectivement, la valeur moyenne du pH est essentielle pour l'industrie laitière. De nombreuses études académiques ont démontré que son suivi est important pour garantir le contrôle des diverses étapes de production des produits laitiers. Pour illustrer, (**Reguiat & Bentafris, 2025**) met en évidence que la surveillance du pH permet de maintenir la qualité microbiologique du lait cru et d'améliorer les conditions de production du fromage, particulièrement en contrôlant la fermentation lactique.

3.4.2 Densité

La densité d'un liquide est une évaluation sans unité qui illustre le rapport entre la masse de ce liquide pour un volume donné et la masse correspondante du même volume d'eau. Elle varie entre 1,028 et 1,034. Elle doit être au moins de 1,028 à 20°C ou plus. À une température de 20°C, les laits provenant de grandes combinaisons des usines laitières présentent une densité de 1,032. La densité des laits écrémés excède 1,035. Un lait qui est à la fois écrémé et mouillé peut avoir une densité normale. (**VIERLING, 2008**).

3.4.3 Acidité du lait

La quantité d'acide lactique générée à partir du lactose se reflète dans l'acidité de la titration.

Un lait frais a une acidité de titration qui se situe entre 16 et 18°Dornic (°D).

Le lait devient progressivement acide de façon spontanée lorsqu'il est gardé à température ambiante (**Pointurier, 2003**).

L'acidité du lait de chèvre demeure relativement stable tout au long de la lactation. Elle varie généralement entre 14 et 18 °Dornic (**Vignola et al, 2002**).

3.4.4 Masse volumique

Le lait présente divers composants dispersés (micro-organismes), particules de graisse et micelles de caséine, qui peuvent être différenciés en fonction de leur masse volumique.

D'après **POINTURIER (2003)**, la densité du lait est déterminée par le rapport entre la masse d'une certaine quantité de lait et son volume.

La densité, généralement indiquée en grammes par millilitre ou en kilogrammes par litre, est une caractéristique physique qui fluctue avec la température, étant donné que le volume d'une solution change en fonction de la température (**VIGNOLA, 2002**).

3.4.5 Point de congélation

La teneur en eau constitue le principal facteur qui détermine la température de congélation du lait. En effet, le lait de vache est composé majoritairement d'eau, avec une proportion comprise entre 85,5 % et 89,5 %. Dans des conditions normales, chez une vache en bonne santé, cette composition reste relativement stable, ce qui explique que le point de congélation du lait se situe autour de $-0,555\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ainsi, la mesure de la température de congélation représente un indicateur fiable permettant de détecter toute addition d'eau dans le lait (**site internet 5**).

Tableau 8. Caractéristiques physico-chimiques du lait des deux types espèces (FAO, 1995).

Constantes	Vache	Chèvre
Énergie (kcal/litre)	705	600–750
Densité du lait entier à 20 °C	1,028–1,033	1,027–1,035
Point de congélation (°C)	-0,520 à -0,550	-0,550 à -0,583
Acidité titrable (°Dornic)	15–17	14–18
pH à 20 °C	6,60–6,80	6,45–6,60
Tension superficielle du lait entier à 15 °C (dynes/cm)	50	52
Conductivité électrique à 25 °C (siemens)	45×10^{-4}	$43\text{--}56 \times 10^{-4}$
Indice de réfraction	1,45–1,46	1,35–1,46
Viscosité du lait entier à 20 °C (centipoises)	2,0–2,2	1,8–1,9

IV. Présentation de la filière lait

4.1 Production laitière mondiale

Les produits laitiers et le lait sont des aliments très nutritifs, fournissant de l'énergie et des protéines de grande qualité, ainsi qu'une gamme variée de micronutriments indispensables. Des millions de personnes dépendent de la filière lait pour leur subsistance à travers le monde.

Selon la FAO la production mondiale de lait en 2024 est

- Lait de vache : 81 %
- Lait de bufflonne : 15 %
- Lait de chèvre et de chamelle : 4 %, On prévoit une augmentation de 1,6 % par an sur les dix prochaines années (ce qui porterait le total à 1 085 Mt en 2033) stimulée par la productivité par animal.

Cette vitesse dépasse celle des autres produits agricoles majeurs. On prévoit que l'Inde et le Pakistan représenteront plus de la moitié de la croissance de la production et plus de 30 % du total mondial en 2033 (**Figure 2**).

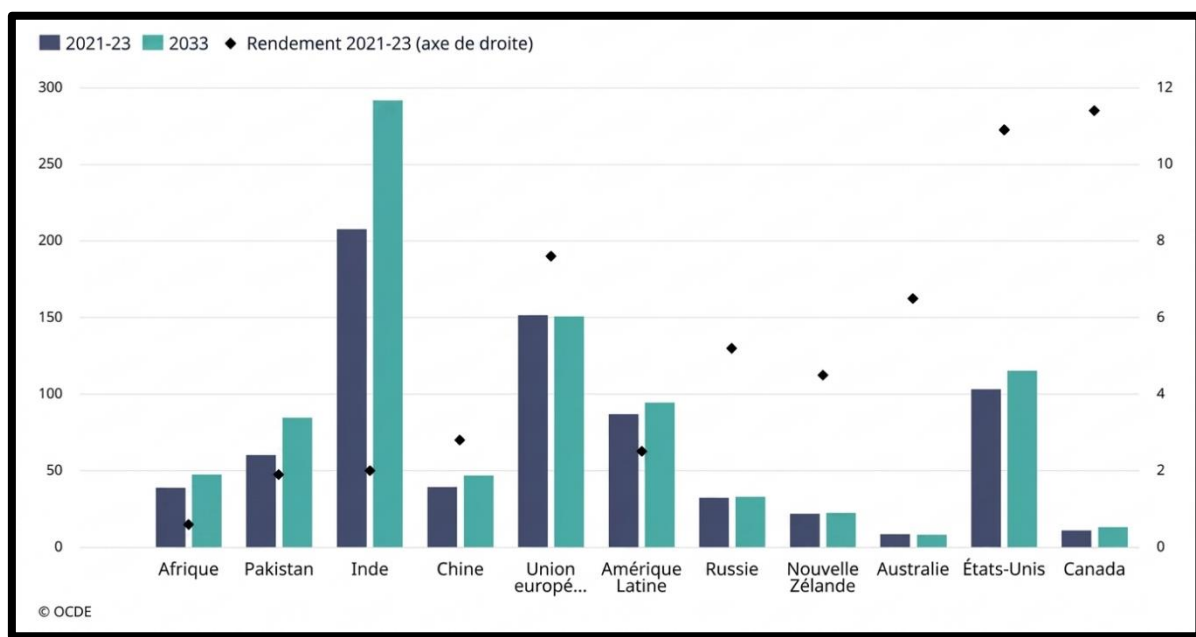


Figure 2. Production et rendements laitiers dans un certain nombre de pays et de régions (OCDE et FAO, 2024)

Il est prévu que la production de la **République populaire de Chine** ainsi que celle de plusieurs pays africains augmente de manière significative dans les prochaines années. À l'inverse, la production laitière de l'**Union européenne**, deuxième région productrice mondiale, pourrait connaître une légère diminution. Cette évolution s'explique par une demande relativement stable, des contraintes environnementales de plus en plus strictes sur les systèmes de production, ainsi que le développement de modèles alternatifs tels que l'élevage biologique ou basé sur le pâturage. Ces facteurs contribuent progressivement à une réduction du cheptel bovin. En **Océanie**, la production devrait continuer à croître, mais à un rythme modéré comparé à l'Amérique du Nord, en raison de l'orientation vers des systèmes plus durables, notamment l'agriculture biologique et les systèmes pastoraux.

À l'échelle mondiale, une augmentation limitée du nombre total de bovins est attendue. Par ailleurs, les rendements devraient progresser progressivement durant la période étudiée, avec les améliorations les plus importantes prévues en **Asie du Sud-Est** et dans certains pays africains, bien que ces régions partent de niveaux de productivité relativement faibles (OCDE/FAO, 2024)

4.2 Production de lait en Algérie

La production de lait est principalement effectuée par le cheptel bovin (plus de 80%). Elle se situe précisément le long du littoral et dans les plaines intérieures, et commence à se restreindre vers le sud. La production laitière des chèvres se situe principalement dans les régions montagneuses et steppiques des hauts plateaux, tandis que la production de lait de chamelles demeure marginale **(Kherzat, 2007)**.

La production de lait de chèvre en Algérie se distingue comme une activité agricole significative, ayant connu une augmentation au cours des dernières années. En Algérie, le fromage et d'autres produits dérivés du lait de chèvre sont principalement fabriqués à partir de celui-ci. Ce lait est également essentiel pour les enfants et les individus allergiques au lait de vache **(Henni et al., 2023)**.

En Algérie, les régions de Batna, Tébessa, Sétif, Bouira et Tizi Ouzou se distinguent par leur forte production de lait de chèvre **(Henni et al., 2023)**.

La production de lait de chèvre est considérablement faible comparée à d'autres nations de la région comme la Tunisie et le Maroc. D'après les statistiques de la FAO, en 2019, la production de lait de chèvre en Algérie atteignait approximativement 186 000 tonnes, ce qui constitue une portion faible de la production globale de lait dans le pays. Cependant, ces dernières années, on a observé une hausse de la demande de lait de chèvre en Algérie, due à ses vertus nutritives. Des politiques ont également été instaurées par le gouvernement algérien pour promouvoir la production de lait dans le pays, y compris celle du lait de chèvre **(Henni et al., 2023)**.

4.3 Problématique du lait en Algérie

Le lait est considéré à juste titre comme un aliment fondamental dans le régime alimentaire de la population algérienne. La demande nationale est estimée à environ 3,2 milliards de litres par an, avec une consommation moyenne située entre 100 et 110 litres par habitant et par an. Cependant, la production locale, évaluée à près de 1,6 milliard de litres annuellement, ne couvre qu'environ 40 % des besoins nationaux.

Le déficit est principalement comblé par l'importation de poudre de lait et de matière grasse laitière anhydre (MGLA), auxquelles s'ajoutent divers ingrédients utilisés lors de la transformation, tels que les ferments lactiques, les enzymes coagulantes et les arômes.

Cette insuffisance de production conduit les unités de transformation, qu'elles soient publiques ou privées, à fonctionner majoritairement à partir de lait recombinaé obtenu à partir de matières premières importées. Toutefois, ces dernières années, les quantités de lait cru collecté auprès des exploitations locales ont augmenté et sont de plus en plus utilisées, soit directement, soit mélangées au lait recombinaé à différentes proportions dans les industries laitières (**fromageries et yaourteries**).

Au-delà de la nécessité de réduire le déficit et de répondre à la demande croissante des consommateurs, l'intégration du lait frais améliore significativement les qualités organoleptiques des produits dérivés. Néanmoins, la forte expansion des unités utilisant principalement la poudre de lait peut entraîner une diminution de la qualité finale des produits, ce qui peut affecter la satisfaction du consommateur algérien (**Zebbar,2017**)

Partie
expérimentale

V. Matériel et méthodes

Objectif

Ce travail constitue une étude visant la caractérisation et la valorisation du lait de vache et du lait de chèvre, en tenant compte de l'effet des variations saisonnières sur leur qualité physico-chimique. Il a pour objectif spécifique l'évaluation comparative des principaux paramètres de qualité (pH, acidité, densité, matière grasse et extrait sec) afin de mettre en évidence les différences liées à l'espèce animale et aux conditions saisonnières de production.

La partie pratique a été effectuée dans deux laboratoires différents :

- Les analyses du lait de chèvre au laboratoire de la Laiterie Edough.
- Les analyses du lait de vache au laboratoire de la Direction du Commerce et de la Répression des Fraudes.

1. Présentation du lieu de stage

1.1 La laiterie Edough

1.1.1 Historique de l'entreprise

L'entreprise Edough a ouvert ses portes en 1975 sous l'unité de production appartenant à l'ONALAIT (Office National du lait). La restructuration de l'ONALAIT en 1982 a donné naissance à trois offices régionaux.

Son rôle consiste à commercialiser le lait et ses produits dans le cadre du programme national de production et de collecte du lait bovin. La production possible de l'installations est estimée à 99375 millions de litres de lait, répartie comme suit : 90750 millions de litres représentent 91,32% de la production totale destinée à la production de Lait Pasteurisé Reconstitué (LPC), ce qui équivaut à 8625 millions de litres ou 8,68% pour la production d'autres produits laitiers.

En ce qui concerne le lait de vache, pour l'année 2013 :

Nous avons collecté 17,2 millions de litres, et en 2014, nous avons collecté 27,3 millions de litres. L'entreprise compte 108 employés (au 31 décembre 2013) et a généré un chiffre d'affaires de 2,011 milliards de dinars algériens, avec une valeur ajoutée approximative de 0,426 milliard de dinars algériens. On estime également un excédent brut d'exploitation à hauteur de 0,253 milliard de dinars algériens.



Figure 3. Laiterie Edough(Photo personnelle).

1.1.2 Les produits de la laiterie Edough

- La Laiterie Edough fabrique divers produits laitiers, notamment :
- Production du lait et des produits laitiers.
- Du lait fermenté conditionné
- Du lait de vache pasteurisé
- Fabrication du fromage camembert et la crème fraîche.
- Fabrication du beurre.

1.1.3 Situation géographique

La laiterie Edough se situe sur la route d'El Hadjar.Bp 3084. El-Bouni.Annaba-Alger (Figure 4). Elle est limitée :

- Au Nord par la route nationale 16 (RN 16) ;
- Au Sud par la voie ferrée (SNTF) et le centre pénitencier d'El Allelik ;
- A l'Est l'entreprise FERROVIAL ; A l'Ouest la société SNVI

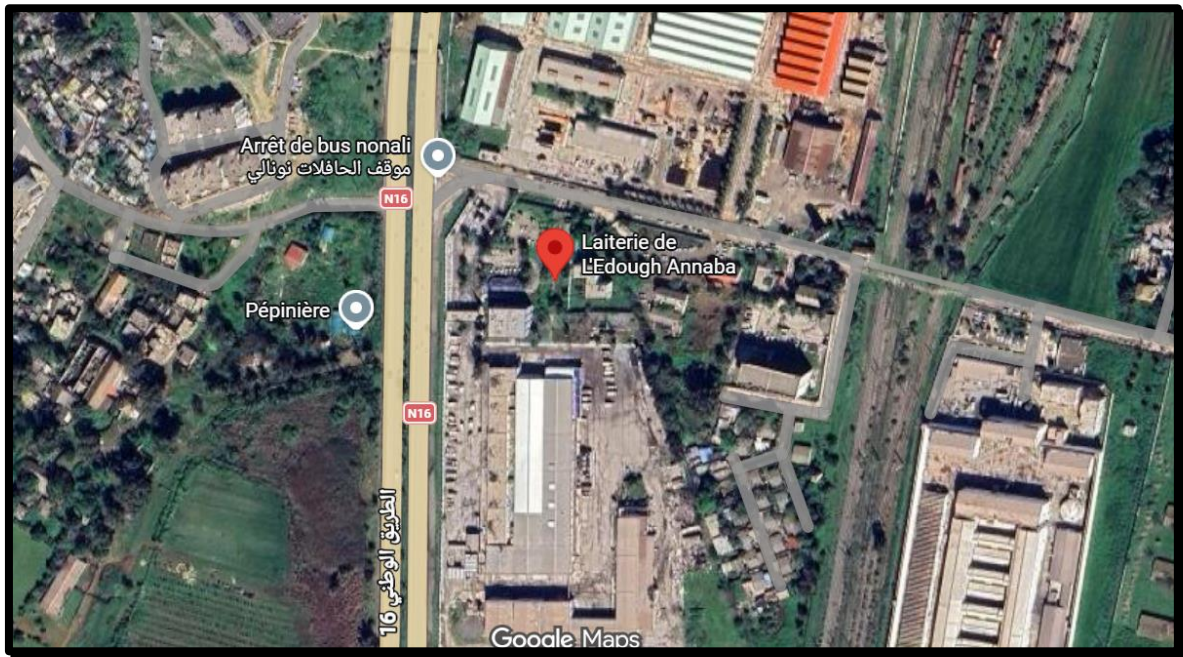


Figure 4. Localisation de la laiterie Edough (www.Google Maps.com).

1.2 Laboratoire de Répression des Fraudes et de Contrôle de la Qualité

Le Laboratoire de Répression des Fraudes et de Contrôle de la Qualité d'El Bouni, qui fait partie du Ministère du Commerce et de la Promotion des Exportations en Algérie, est une structure technique, il est aussi lié d'un point de vue organisationnel au Centre Algérien du Contrôle de la Qualité et de l'Emballage (CACQE).

1.2.1 Principales étapes historiques de laboratoire

1961 – Création

Mise en place d'un laboratoire au siège de la wilaya d'Annaba, dont l'activité est dans un premier temps limité aux analyses physicochimiques.

Fin des années 1980 – Progrès qualitatif

Mise en place de l'activité microbiologique dans le contexte du renforcement de la surveillance sanitaire et de la préservation de la santé des consommateurs.

Mars 2021 – Nouveau départ

Déplacement vers le nouveau site de Boukhadra 3, doté d'une amélioration des compétences techniques et d'un perfectionnement des conditions de travail et d'analyse.



Figure 5. Laboratoire de Répression des Fraudes et de Contrôle de la Qualité El Bouni
(Photo personnelle).

Fiche technique

Dans ce **tableau 8** une fiche technique de laboratoire est présentée ;

Raison sociale	Laboratoire de Répression des Fraudes et de Contrôle de la Qualité
Adresse	Cité Boukhadra 3, commune d'El Bouni, wilaya d'Annaba
Téléphone	039.49.53.21
E-mail	lab_annaba@cacqe.dz

1.2.3 Le rôle de laboratoire

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

- Participer à la préservation de la santé et de la sécurité des consommateurs en améliorant la qualité des produits mis sur le marché.
- Réaliser des études concernant l'évaluation de la qualité des produits et contrôler leur conformité avec les normes nationales et internationales.
- La détection des fraudes et des faux sur les produits vendus.
- Effectuer les analyses, tests et vérifications sur les échantillons collectés par les autorités de lutte contre la fraude et les acteurs économiques, en accord avec les standards et procédures techniques actuels.

Chiffres et indicateurs

- **1327,03 m²** : superficie totale du laboratoire, comprenant les espaces techniques et administratifs.
- **L'effectif du laboratoire est composé de 22 employés :**
 - 3 agents administratifs
 - 14 techniciens et analystes spécialisés
 - 5 agents de soutien

2. Présentation de la région d'étude

La wilaya d'El Tarf, située à l'extrême nord-est de l'Algérie et limitrophe de la Tunisie, possède un potentiel touristique exceptionnel et unique dans le pays. Cette vocation s'appuie sur la grande diversité de ses atouts naturels. Géographiquement, la wilaya est bordée au nord par la mer Méditerranée, à l'ouest par la wilaya d'Annaba, et au sud par celles de Souk Ahras et de Guelma. Enfin, son territoire est structuré et traversé d'est en ouest par la route nationale n°44.

Issue du découpage administratif de 1984, la wilaya s'étend sur une superficie de 2 891,75 km², abrite une population de 400 000 habitants, et s'organise en sept (07) daïras et vingt-quatre (24)

communes. La ville d'El Tarf, qui en est le centre économique, se distingue par la qualité de ses raisins, considérés parmi les meilleurs du pays.

La splendeur et la beauté de cette région résident dans sa richesse forestière qui s'étend sur 167 311 hectares, soit environ 57% de sa superficie totale, permettant l'exploitation du liège, du camphre et d'herbes médicinales (**site internet 6**).

2.1 Situation géographique

Ille se trouve sur l'axe routier El Kala–Annaba, à environ 60 km à l'ouest d'Annaba Elle est limitée :

- Au nord par la mer Méditerranée
- Au sud et au sud-ouest par les wilayas de Souk Ahras et de Guelma
- À l'ouest par la wilaya d'Annaba
- À l'est par la frontière algéro-tunisienn

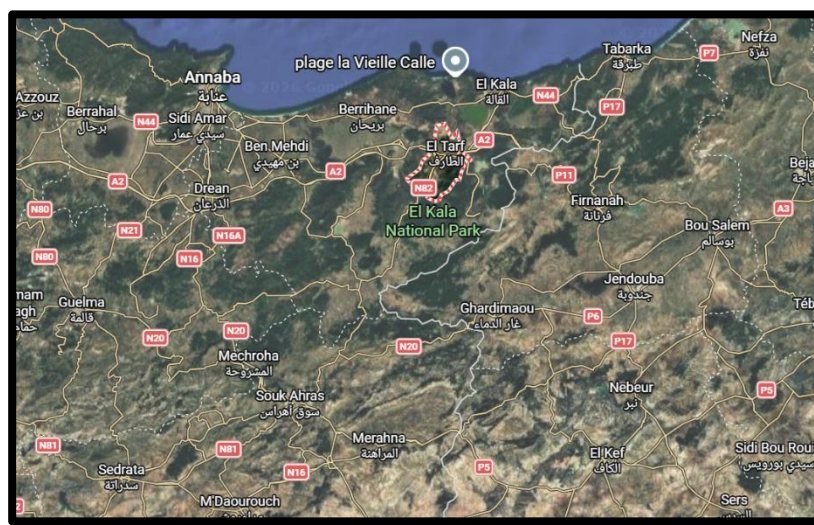


Figure 6. Localisation de la région d'El Tarf (www.Google Maps.com).

2. Protocole expérimental

Le protocole expérimental réalisé dans le cadre de cette étude comprend un ensemble d'analyses physico-chimiques du lait cru. Il s'agit notamment de la mesure du pH, de la détermination de l'acidité titrable, de l'évaluation de la densité, du dosage de la matière grasse ainsi que de l'estimation de l'extrait sec total.

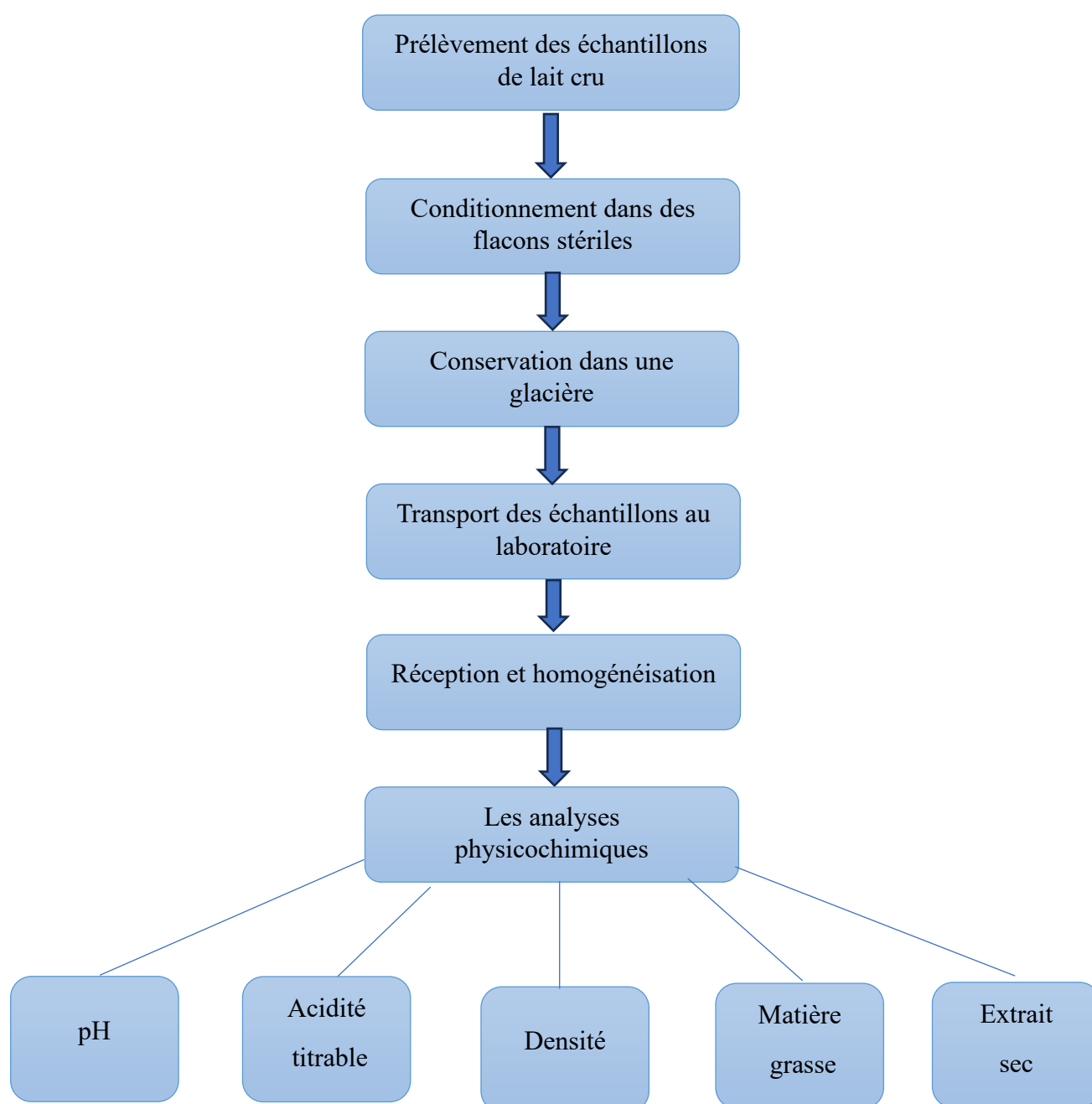


Figure 7. Protocole expérimental réalisé sur le lait cru de vache et de chèvre.

Matériel utilisé

- pH-mètre
- Lactodensimètre
- Butyromètres à lait gradués
- Pipettes graduées
- Béchers
- Erlenmeyers
- Balance analytique
- Capsule de pesée
- Bain-marie
- Centrifugeuse
- Étuve
- Dessiccateur
- Thermomètre
- Burette
- Capsule ou creuset

Réactifs utilisés

- Acide sulfurique
- Alcool isoamylique (3-méthyl-2-butanol)
- Phénolphtaléine
- Hydroxyde de sodium (NaOH)
- Eau distillée

2.1 Échantillonnage et prélèvement

Les analyses physico-chimiques de notre étude ont été réalisées sur **09** échantillons de lait cru de vache et **09** échantillons lait cru de chèvre ont été collectés frais le matin dans la région d'El Tarf.

Les échantillons de lait de vache et chèvre sont collectés près de six éleveur différents (**pour chaque éleveur, on a prélevé trois échantillons**).

Les prélèvements ont été effectués dans des flacons en verre stériles identifiés. Après prélèvement, les échantillons ont été directement conservés au froid dans une glacière, puis transportés et stockés au réfrigérateur jusqu'à leur utilisation.

Les échantillons de lait ont été transportés au laboratoire en maintenant une température comprise entre **4** et **8°C**, à l'intérieur d'une glacière équipée de carboglaces congelés. La durée entre la collecte d'échantillons et les premières analyses ne dépasse généralement pas 24 heures.

Les analyses ont été réalisées dans **les 24 heures** qui ont suivi le prélèvement d'échantillon.

Espèces	Numéro des échantillons	Numéro des éleveurs	Heure de prélèvements
vache	09	03	Le matin (19:30)
chèvre	09	03	Le matin (19 :30)

5.6 Conditions pour l'échantillonnage :

Les prélèvements ont été effectués dans le respect des règles d'hygiène suivantes :

- Avant la traite, il faut nettoyer les mains et la mamelle de l'animal.
- Jetez les premiers jets de chaque quartier ;
- Les échantillons doivent être acheminés dans des flacons préalablement stérilisés par chauffage.
- Pour minimiser les risques de contamination lors de la collecte des échantillons, les procédures suivantes ont été mises en œuvre.

2.2 Les analyses physico-chimiques

2.2.1 Mesure du pH

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre, en insérant directement la sonde dans l'échantillon à analyser à une température de 20°C.

Mode opératoire

1. Transférez une quantité de lait dans un bécher propre.
2. Avant de procéder à la mesure du pH, on s'assure que l'échantillon est maintenu à une température de 20 °C.
3. Plonger l'électrode dans un bécher contenant le lait et lire la valeur du pH.
4. Après chaque mesure du pH, l'électrode est retirée, rincée à l'eau distillée puis séchée.

Expression des résultats

- L'écran du pH-mètre affiche directement la valeur du pH.



Figure 8. Dosage de pH-mètre (Photo personnelle)

2.2.2 Détermination de l'acidité titrable

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

Principe

Titration de l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur.

Mode opératoire

1. Remplir la burette de NaOH.
2. Dans un bêcher, introduire 10 ml de lait prélever a la pipette et ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine.
3. Titrer en utilisant de la soude (NaOH N/9) jusqu'à ce que la solution change de couleur vers le rose, et cette couleur doit persister pendant environ dix secondes.
4. Lire le volume sur la burette (en millilitre de Na OH titré).

Expression des résultats

La mesure de l'acidité titrable en degrés Dornic ($^{\circ}\text{D}$) est équivalente à :

Acidité: $V.10$ ($^{\circ}\text{D}$)

V : volume de NaOH versé



Figure 9. Titrage de l'acidité (par l'hydroxyde de sodium et phénolphtaléine)

(Photo personnelle)

2.2.3 Détermination de la densité

La densité du lait est le rapport entre la masse d'un volumique de lait à 20°C et la masse correspondante de ce même volume en eau (POINTURIER., 2003).

Principe

La densité est mesurée à 20°C à l'aide d'un lactodensimètre.

Mode opératoire

1. Introduire le lait dans une éprouvette de 100 ml.
2. L'introduction du thermo-lactodensimètre dans l'éprouvette contenant du lait.
3. Veuillez patienter une minute avant d'effectuer la lecture, qui doit être réalisée à la partie supérieure du ménisque.

Expression des résultats

La valeur de la densité se lit directement sur lactodensimètre.

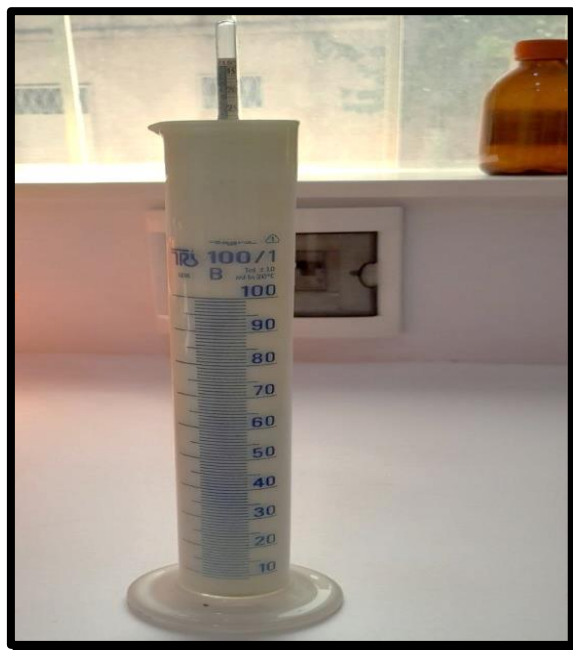


Figure 10. Dosage de la densité par le lactodensimètre (Photo personnelle)

2.2.4 Détermination de la matière grasse méthode acido-butyromérique (méthode de gerber)

Méthode standard qui, lorsqu'elle est utilisée sur un lait entier avec une teneur en matière grasse variant de 3 à 5 g pour chaque 100 ml ou 100 g, fournit une valeur équivalente pour le contenu en matière grasse après ajustement, si nécessaire, basé sur la densité à 20 °C. Cette valeur est ensuite comparée à celle calculée suivant la méthode gravimétrique de référence.

Principe

La dissolution des protéines se fait par l'ajout d'acide sulfurique, suivie de la séparation de la graisse du lait grâce à une centrifugation dans un butyromètre. L'ajout d'alcool amylique facilite la séparation.

La mesure de la quantité de matière grasse en grammes pour **100 ml** ou **100 g** de lait se fait directement sur l'échelle d'un butyromètre.

Mode opératoire

1. Homogénéiser le lait manuellement jusqu'à obtention d'un mélange uniforme
2. On verse 10 ml d'acide sulfurique dans un butyromètre (**H₂SO₄**).
3. Utilisez une pipette pour ajouter 11 ml de lait.
4. Ajouter 1ml d'alcool iso amylique et fermer le butyromètre avec les bouchons.



Figure 11. Les butyromètres contenant l'alcool iso-amylique et l'acide sulfurique sont préparés avant l'homogénéisation (**Photo personnelle**).

5. Mélangez jusqu'à ce que le mélange soit complètement dissous.
6. Pour assurer une homogénéité optimale, il est conseillé de placer le butyromètre dans un bain-marie.



Figure 12. Mise en place dans le bain-marie (Photo personnelle)

6. Les butyromètres sont ensuite centrifugés (**350 tours / 05 min**).



Figure 13. La centrifugeuse de Gerber (Photo personnelle)

Expression des résultats

La teneur de matière grasse, indiquée en g/l, est déterminée à la lecture des graduations sur le butyromètre.

$$MG = A - B$$

A : C'est la lecture effectuée à l'extrémité inférieure de la colonne de graisse.

B : Est ce qui est lu à l'extrémité supérieure de la colonne de graisse.



Figure 14. Détermination de la matière grasse (Photo personnelle)

2.2.5 Détermination de l'extrait sec total

Fraction massique des substances restant après la dessiccation complète spécifiée dans la présente méthode (J.O.R.A, 2013).

Principe

Le teneur total en matière sèche est la mesure obtenue une fois que l'eau du lait a été évaporée. Elle est indiquée en grammes par litre, en grammes par kilogramme ou sous forme de pourcentage (Mathieu, 1999).

Mode opératoire

1. Mélanger soigneusement afin d'obtenir une préparation homogène de la matière grasse dans l'échantillon.

2. On introduit 10 ml de lait, à l'aide d'une pipette, dans une capsule sèche qui a été préalablement pesé et taré.
3. On place ensuite la capsule dans l'étuve à une température de **102° C** pour une période de **3 heures**.
4. Ensuite, les capsules sont retirées de l'étuve et mises dans un dessiccateur en verre pour qu'elles refroidissent (**au moins 30 min**).
5. Après, peser le résidu de la dessiccation.

Expression des résultats

La formule suivante est utilisée pour calculer la teneur en matière sèche :

$$[(M1-M0) / (M2-M0)].100$$

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



Figure 15. Les différentes étapes pour détermination la teneur de MS (g/l)

(Photo personnelle)

Résultats

VI. Résultats

Les échantillons de lait cru ont été soumis à une série d'analyses physico-chimiques visant à déterminer leurs principales caractéristiques de qualité. Les paramètres analysés sont le pH, l'acidité titrable, la densité, la matière grasse et l'extrait sec total (EST).

1. Détermination du pH

Les résultats de l'analyse de l'acidité titrable du lait de vache et du lait de chèvre sont présentés dans le tableau et l'histogramme suivant :

Tableau 9. Mesure du pH des échantillons de lait de vache et chèvre

Éleveur Espèce	E1	E2	E3	Moyenne	Norme
Vache	6,66	6,69	6,67	6,67	6,6-6,8
Chèvre	6,74	6,68	6,68	6,70	

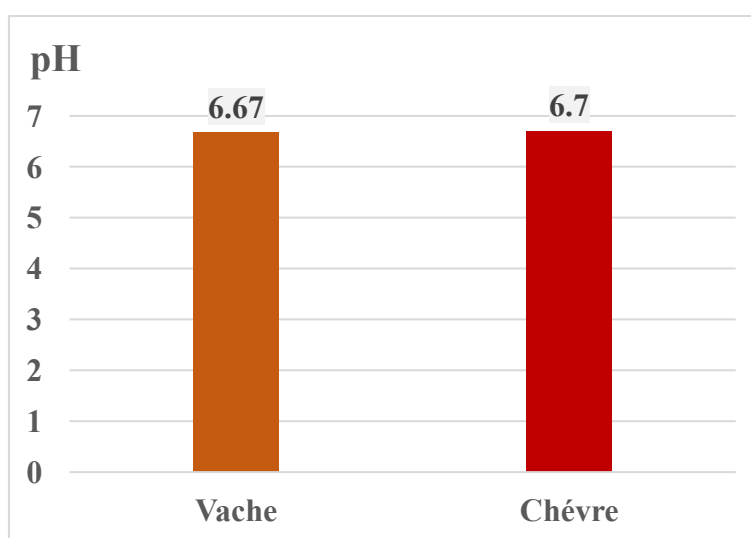


Figure 16. Représentation des valeurs de pH des deux laits

L'histogramme indique que le pH moyenne du lait de chèvre (**6,70**) dépasse légèrement celui du lait de vache (**6,67**). Cependant, cette légère variation n'est pas significative.

Selon les normes, le pH de lait normal se situe entre **6,5** et **6,8**. Le pH du lait de chèvre se situe entre 6.45 et 6.60, tandis que pour le lait de vache, il est compris entre **6.5** et **6.7**. D'après nos données, les niveaux de pH mesurés sont conformes avec les résultats fournis par **Remeuf et al.,1991** et **Hanzen.,2010**

2. Détermination de l'acidité

Les valeurs de l'acidité titrable obtenues pour les échantillons de lait cru de chèvre et de vache sont regroupées dans le tableau et illustrées par l'histogramme ci-dessous :

Tableau 10. Mesure du pH des échantillons de lait de vache et chèvre

Éleveur Espèce	E1	E2	E3	Moyenne	Norme
Vache	17,33	15,33	16,66	16,46	14-18
Chèvre	16	16	14,44	15,44	

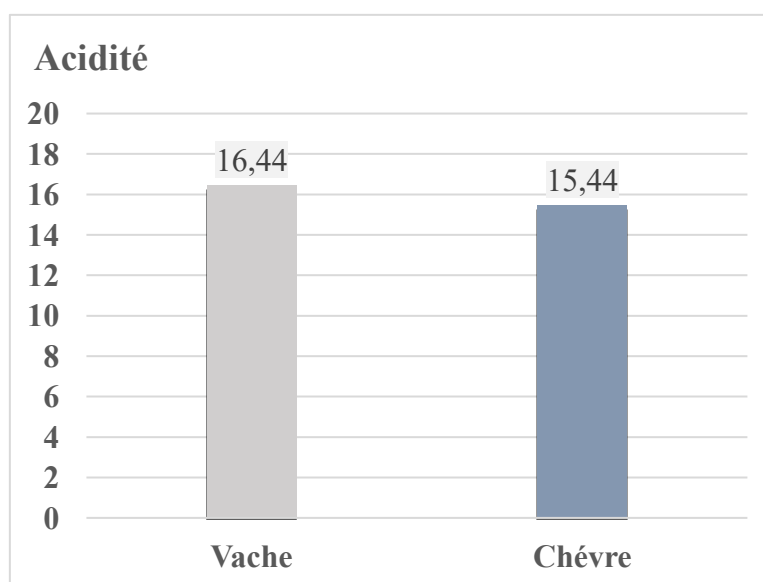


Figure 17. Représentation des valeurs de l'acidité des deux laits

La présente étude met en évidence les valeurs de l'acidité titrable déterminées par dosage à l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine comme indicateur.

Les données indiquent que le lait de vache présente une acidité variant de **15,33** à **17,33 °D**, avec une moyenne de **16,44 °D**. En revanche, le lait de chèvre a une acidité légèrement inférieure, variant entre **14,33** et **16 °D** et ayant une moyenne de **15,44 °D**. On a noté une différence légère non significative.

D'après les normes, le lait frais présente habituellement un niveau d'acidité situé entre **14 et 18 °D**.

3. Détermination de la densité

Les valeurs de la densité mesurées dans les échantillons de lait cru de vache et de chèvre sont présentées dans le tableau suivant et illustrées par l'histogramme correspondant :

Tableau 11. Mesure de la densité des échantillons de lait de vache et chèvre

Éleveur Espèce	E1	E2	E3	Moyenne	Norme
Vache	1031	1033	1032	1032	1030-1034
Chèvre	1032	1034	1033	1033	

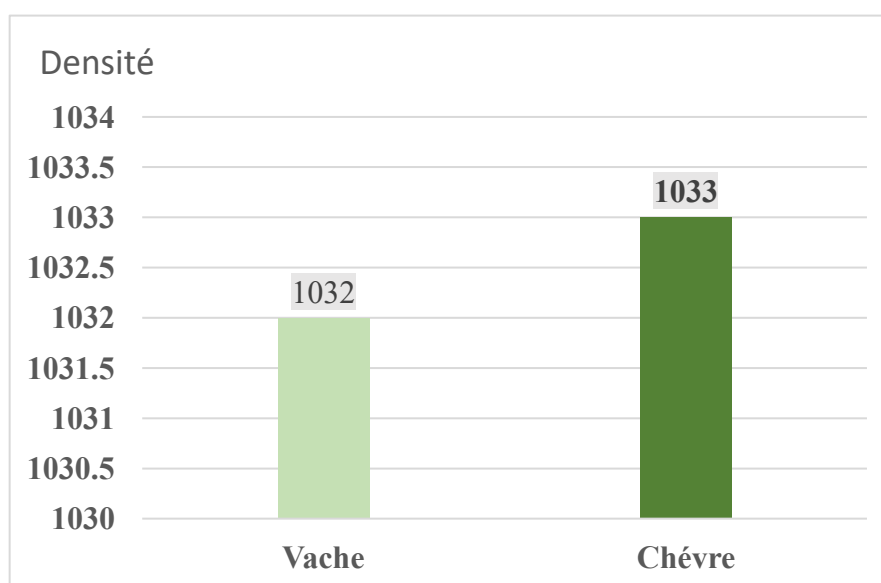


Figure 18. Représentation des valeurs de la densité des deux laits

Dans cette étude, la densité du lait de vache a oscillé entre **1031** et **1033**, avec une moyenne de **1032**. Ces résultats sont en accord avec les normes établis par (Fao, 1995), qui indiquent que la densité du lait se situe généralement entre 1028 et 1033.

Pour le lait de la chèvre, la densité est variée entre **1032** et **10334** est comprise entre avec une moyenne de **1033** est comprise entre (**1027** et **1035**) apportées par (Ait Amer Meziane, 2008).

3. Détermination de la matière grasse (MG)

La matière grasse (g/l) a été déterminée pour l'ensemble des échantillons de lait cru de vache et de chèvre. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau et l'histogramme ci-dessous.

Tableau 12. Mesure de la matière grasse (MG) des échantillons de lait de vache et chèvre

Éleveur Espèce	E1	E2	E3	Moyenne	Norme
Vache	31,66	40,33	32,66	34,88	34 – 36
Chèvre	39	43,66	41,33	41,33	

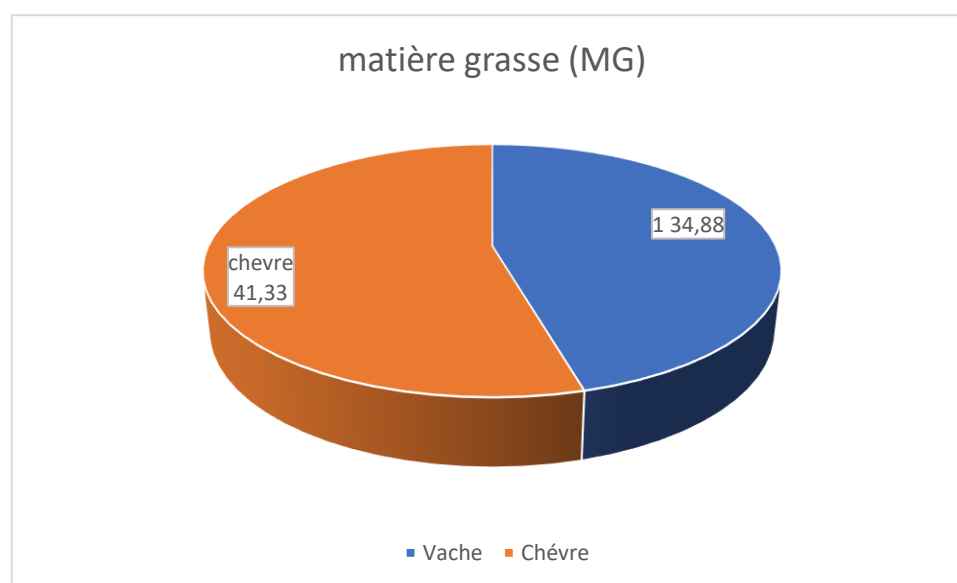


Figure 19. Variation de la teneur en matière grasse (g/l) du lait de vache et chèvre.

L'analyse de la teneur en matières grasses effectué dans cette recherche révèle une différence entre le lait vache et le lait chèvre. Selon l'histogramme réalisé, on a remarqué une concentration élevée en matières grasses dans le lait de chèvre comparativement au lait de vache

L'analyse de la matière grasse de cette étude révèle que pour le lait de vache, les valeurs observées oscillent entre **31,66** et **40,33 g/L**, avec une moyenne déterminée à **34,89 g/L**. En ce qui concerne le lait de chèvre, les résultats varient entre **39** et **43,66 g/L**, avec une moyenne calculée à **41,33 g/L**. Les valeurs moyennes obtenues pour les deux types de lait sont conformes aux normes en vigueur.

Ces résultats se conforment globalement aux informations présentées dans les études scientifiques. D'après **Konte (1999)**, la concentration moyenne de matières grasses dans le lait de vache correspond à environ **37 g/L**, alors que pour le lait de chèvre, elle s'élève près de **40 g/L**. Par ailleurs, **Ait Amer (2008)** mentionne une valeur pouvant aller jusqu'à **43 g/L** pour le lait de chèvre.

4. Détermination de l'extrait sec total (EST)

La teneur de l'extrait sec (g/L) a été déterminée au niveau de l'ensemble des échantillons de lait cru de vache et de chèvre analysés. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous ainsi que dans l'histogramme correspondant.

Tableau 13. Mesure de l'extrait sec total (g/l) des échantillons du lait de vache et de chèvre.

Éleveur Espèce	E1	E2	E3	Moyenne	Norme
Vache	120,06	133,8	120,36	124,74	102-125
Chèvre	135,33	144,33	136	138,55	

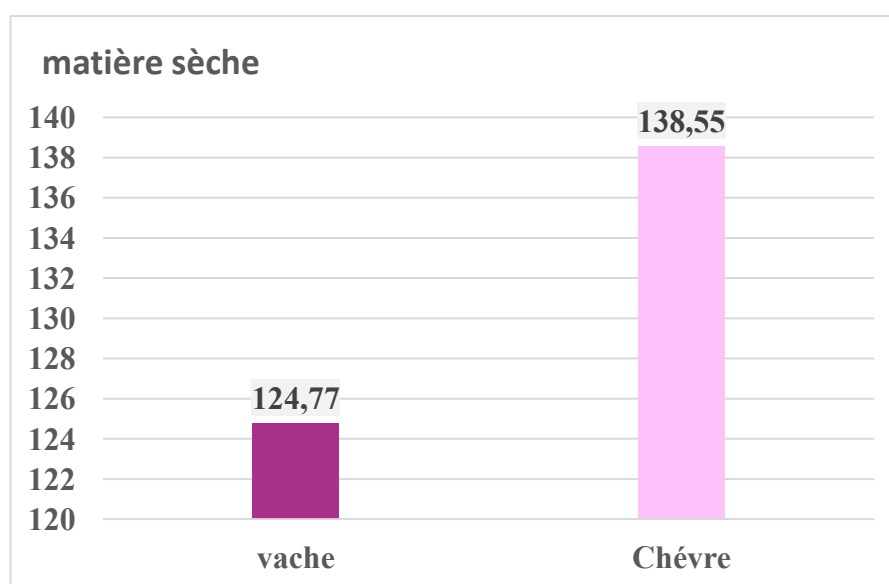


Figure 20. Variation de l'extrait sec total (EST) (g/l) du lait de vache et chèvre.

La mesure de la teneur totale en matière sèche correspond à celle obtenue après l'évaporation de l'eau présente dans le lait. Les études de la matière sèche indiquent une distinction entre le

lait de chèvre et le lait de vache. Effectivement, la moyenne pour le lait de vache est de **124,74 g/L**, alors que celle du lait de chèvre s'élève à **138,55 g/L**, on a observé une teneur plus élevée en matières grasses dans le lait de chèvre par rapport au lait de vache.

Discussion

VII. discussion

1. pH

Le pH constitue un bon indicateur de la fraîcheur du lait, Selon **Aydogdu et al. (2023)**, le pH est « une mesure de l'activité des ions hydrogène dans une solution aqueuse, représentant un indicateur direct des conditions acido-basiques influencées par la composition du produit et les conditions de transformation ».

Les résultats de la détermination du pH des différents échantillons de lait cru — de vache et de chèvre — révèlent des variations notables entre les trois producteurs sélectionnés pour chaque type de lait dans la wilaya d'El Tarf.

Les données obtenues indiquent que le pH moyen du lait de vache se situe à 6,67, tandis que celui du lait de chèvre atteint 6,70. Ces valeurs se situent dans la norme habituelle pour le lait frais, qui se trouve généralement entre 6,6 et 6,8. Ainsi, ces indicateurs témoignent d'une bonne qualité physico-chimique des échantillons examinés et l'absence d'une acidification substantielle associée à la croissance de la flore lactique.

Nos résultats se comparent à ceux rapportés par **Badache et Meriane (2022)**, qui avaient réalisé une étude indiquant un pH moyen de 6,69 pour le lait de chèvre, comparativement à 6,48 pour le lait de vache.

Effectivement, différents éléments peuvent contribuer aux variations du pH, influençant ainsi la qualité du lait cru. Cela inclut l'alimentation, la race, le potentiel génétique, la phase de lactation, les conditions d'élevage et la saison. Tous ces facteurs, qui sont fréquemment en interaction, influencent la composition du lait et participent à sa variation.

En effet, la valeur moyenne du pH est essentielle pour l'industrie laitière. De nombreuses études académiques ont démontré que son suivi est important pour garantir le contrôle des diverses étapes de production des produits laitiers. Pour illustrer, **(Reguiat et Bentafris, 2025)** met en évidence que la surveillance du **pH** permet de maintenir la qualité microbiologique du lait cru et d'améliorer les conditions de production du fromage, particulièrement en contrôlant la fermentation lactique

2. L'acidité titrable

Les résultats indiquent une acidité moyenne de 16,46 °D pour le lait de vache et de 15,44 °D pour le lait de chèvre. Ces valeurs restent généralement dans l'intervalle normal du lait frais, qui est souvent de 14 à 18 °D. L'acidité titrable du lait, un facteur crucial pour évaluer sa qualité, de sa conservation et de sa stabilité lors des procédés technologiques, est d'une grande importance.

Dans notre étude, les valeurs obtenues restent inférieures à 18 °D, ce qui indique que les échantillons analysés étaient frais et n'ont pas subi une fermentation bactérienne excessive. Selon **Tan et al. (2020)**, un lait frais destiné à la transformation doit présenter une acidité inférieure à 18 °D afin de garantir une bonne qualité technologique et une stabilité satisfaisante lors des traitements thermiques.

L'augmentation de l'acidité titrable du lait résulte principalement de l'activité des bactéries lactiques, qui utilisent le lactose comme source d'énergie et le transforment en acide lactique. Cette fermentation entraîne une accumulation progressive des composés acides dans le lait, provoquant ainsi une élévation de l'acidité titrable accompagnée d'une diminution du pH. Ces modifications traduisent l'évolution des propriétés physico-chimiques du lait sous l'action du métabolisme des bactéries lactiques (**Béal et al., 2019**).

De plus, l'augmentation de l'acidité peut être considérée comme un signe révélateur de mauvaises conditions de stockage. Des températures de conservation élevées et favorisent l'activité des bactéries lactiques, conduisant à une production accrue d'acide lactique et, par conséquent, à une augmentation de l'acidité du lait.

3. La densité

Les résultats obtenus montrent que la densité moyenne du lait de vache est de **1032 (1,032)** tandis que celle du lait de chèvre est de **1033 (1,033)**. Ces valeurs se situent dans les limites normales rapportées pour le lait frais. Si elles dépassent cet intervalle, cela pourrait indiquer une fraude. Cela signifie que la qualité du lait est conforme à la normale et qu'il n'est pas dilué.

La densité du lait de chèvre était légèrement plus élevée que celle du lait de vache (**1033 contre 1032**). Ce constat rejoint plusieurs études indiquant que le lait de chèvre a généralement une densité comparable, voire légèrement supérieure, à celle du lait de vache, en raison de sa

forte teneur en matières sèches. Selon un travail de **BENDJEBBAR et ALLAILI (2024)**, la densité du lait de chèvre a été mesurée à une moyenne de **1,033**, supérieur celle du lait de vache.

Par ailleurs, la consistance du lait est principalement influencée par sa composition en matières sèches et en matières grasses, ainsi que par des éléments environnementaux comme la température et le type d'alimentation de l'animal (**BOUNOUAR & BENNADJI, 2025**).

4. La Matière grasse (MG)

La FAO souligne que la composition nutritionnelle du lait peut varier considérablement en fonction de plusieurs facteurs, notamment la race, la saison, l'alimentation et les conditions environnementales.

Dans l'ensemble, les teneurs en matière grasse enregistrées dans cette étude demeurent dans les limites habituellement rapportées pour le lait cru de bonne qualité et confirment la richesse du lait de chèvre en matières grasses par rapport au lait de vache.

Les résultats de notre recherche sont similaires à ceux de **DOU et ZERIG (2020)** qui ont noté un contenu moyen en matières grasses de 38 g/L dans le lait de chèvre comparativement à 34,5 g/L dans le lait de vache. De façon similaire, **BENNADJI et BOUNOUAR (2024)** ont indiqué des valeurs de 37,33 g/L pour le lait de chèvre et de 35 g/L pour le lait de vache.

Les échantillons de cette recherche ont été collectés au mois d'avril, correspondant à la saison printanière. Durant cette période, on observe généralement une abondance de fourrages verts ainsi qu'une amélioration de la valeur nutritive des pâturages. Selon **Morand-Fehr et Fedele (2006)**, une alimentation basée sur l'herbe fraîche contribue à améliorer la qualité du lait et à maintenir des niveaux satisfaisants de matière grasse.

Bien que notre étude a été réalisée uniquement au printemps, les données de la littérature indiquent que la composition du lait caprin varie au cours de l'année. Ainsi, dans une analyse portant sur 21 troupeaux caprins, **Lythgoe (1940)** a observé les teneurs les plus faibles en matière grasse et en protéines durant l'été, avec respectivement 3,37 % tandis que les valeurs les plus élevées ont été enregistrées en hiver, atteignant 5,13 % de matière. Ces résultats montrent que les variations saisonnières peuvent modifier de manière importante la composition du lait. De nombreuses études ultérieures, réalisées sur différentes races caprines et dans diverses régions géographiques, ont confirmé cette même tendance saisonnière, généralement caractérisée par une diminution des teneurs en matière grasse et en protéines

pendant les périodes chaudes et une augmentation durant les saisons plus fraîches (**Saviard et al., 2026**).

Dans ce contexte, la variabilité des taux de matière grasse observée dans la présente étude s'explique principalement par les différences de régimes alimentaires propres à chaque espèce., D'une part, une alimentation riche en fourrages (cellulose) favorise la production d'acétate dans le rumen, précurseur important de la synthèse des matières grasses lactiques. Ainsi, l'augmentation de la part de fourrage au détriment des concentrés entraîne généralement une augmentation du taux butyreux (**Moungla et N'sari , 2025**).

D'autre part, les régimes riches en concentrés (amidon) augmentent la production de propionate, ce qui stimule la synthèse du lactose et contribue à une augmentation du volume global de lait produit (**Moungla et N'sari , 2025**).

Cependant, au cours de l'été, lorsqu'il y a une insuffisance de fourrage, les producteurs agricoles tendent à chercher la productivité maximale sans prêter attention aux coûts associés à l'emploi de grandes quantités de concentrés. Cette méthode d'alimentation pourrait justifier la baisse du taux butyreux notée pendant cette période (**M'ZYENE, 2019 , Coulon et al., 1998**).

Chez la vache laitière, cette diminution estivale est essentiellement due au stress thermique qui diminue l'ingestion des aliments et modifie la fermentation dans le rumen, ce qui provoque une diminution de la production lipidique du lait (**Bernabucci et al., 2014**). Au contraire, des températures plus douces durant l'automne et l'hiver contribuent à une meilleure consommation d'aliments et à une hausse de la teneur en matière grasse (**Summer et al., 2019**).

Chez la chèvre, elle est considérée parmi les espèces animales d'élevage les plus tolérantes aux conditions climatiques difficiles, grâce à sa grande capacité d'adaptation. En effet, elle peut survivre dans des environnements très variés, allant des zones désertiques aux régions montagneuses, en maintenant relativement ses performances productives malgré les contraintes du milieu. Cette aptitude est liée aux importantes adaptations phénotypiques, comportementales, physiologiques et productives développées au cours de son évolution (**Parsad et al. 2025**).

Cependant, malgré cette capacité d'adaptation remarquable, plusieurs auteurs ont mis en évidence une influence significative de la saison sur la composition du lait (**Chilliard et al. 2003**) ont montré que les teneurs en matière grasse sont généralement plus faibles durant les périodes chaudes et plus élevées pendant les saisons fraîches, cette variation étant attribuée à la

disponibilité des ressources fourragères, au stade de lactation ainsi qu'aux conditions environnementales.

5. L'extrait sec total (EST)

Fraction massique des substances restant après la dessiccation complète spécifiée dans la présente méthode (JORA, 2013).

L'étude a révélé que le lait de chèvre contient plus de matières sèches en comparaison avec le lait de vache. Cette différence est essentiellement due aux variations de la composition du lait, en ce qui concerne les protéines, les matières grasses et les minéraux.

Par ailleurs, la composition du lait est influencée par le facteur saisonnier. En effet, la teneur en matière sèche est généralement plus élevée durant les saisons de printemps et d'hiver, en raison de la disponibilité abondante des pâturages et de la meilleure qualité de l'alimentation. À l'inverse, en été, la teneur diminue sous l'effet du stress thermique, qui réduit l'ingestion alimentaire et affecte négativement la qualité physico-chimique du lait.

En outre, la composition du lait est également influencée par d'autres facteurs tels que la race, l'état sanitaire de l'animal...etc. Ainsi, le lait de chèvre, présentant une proportion plus élevée de solides totaux comparativement au lait de vache, se distingue par une valeur nutritionnelle plus élevée.

Conclusion

Et

Perspectives

VII. Conclusion et Perspectives

Cette étude a examiné la qualité physico-chimique du lait de vache et du lait de chèvre, ainsi que l'impact des variations saisonnières sur certains de leurs composants. Les études effectuées ont permis à l'établissement de plusieurs paramètres de qualité, notamment le pH, l'acidité titrable, la densité, la teneur en matières grasses et l'extrait sec, dans le but d'évaluer les propriétés de ces deux types de lait.

Les résultats obtenus montrent que les valeurs mesurées demeurent globalement respectées majoritairement les normes en vigueur, traduisant une qualité satisfaisante des échantillons étudiés. Toutefois, des différences ont été observées entre le lait de vache et le lait de chèvre, ce qui confirme l'influence de l'espèce animale sur la composition du lait. Ces variations concernent principalement la teneur en matière grasse et certains paramètres physico-chimiques, qui jouent un rôle important dans la valeur nutritionnelle et les aptitudes technologiques du lait.

Par ailleurs, les résultats obtenus ont révélé que la saison exerce une influence notable sur les caractéristiques physico-chimiques du lait. Les différences observées entre les échantillons peuvent être attribuées à plusieurs facteurs, notamment les variations des conditions environnementales, les changements des régimes alimentaires des animaux ainsi que les modifications physiologiques liées au cycle de production. L'ensemble de ces éléments contribue aux fluctuations de certains constituants du lait au cours de l'année.

Les résultats soulignent ainsi l'importance du suivi régulier de la qualité du lait et de la prise en compte de l'effet saisonnier lors de son évaluation. Toutefois, des efforts supplémentaires restent nécessaires afin de garantir une qualité optimale du lait destiné à la consommation ou à la transformation, par exemple :

- Une meilleure maîtrise des conditions d'élevage, de l'alimentation des animaux et des pratiques de collecte et de conservation.
- L'amélioration des conditions d'hygiène pendant la traite pour minimiser les contaminations initiales du lait.
- La mise en place d'un suivi régulier de la qualité du lait au niveau des exploitations pour détecter rapidement les anomalies.
- L'instauration d'un suivi vétérinaire périodique des troupeaux permettrait d'assurer un meilleur contrôle de l'état sanitaire des animaux et de contribuer à l'amélioration de la qualité du lait.

Références

bibliographiques

Références bibliographiques

Afraoucene, I. (2022). Facteurs de variation majeurs de la composition du lait de la vache laitière (Thèse de doctorat vétérinaire). Institut des Sciences Vétérinaires, Blida, Algérie.

Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). (2010). Avis relatif à l'utilisation des bêta-galactosidases (lactases) dans les produits laitiers. Gouvernement français.

AIT AMER MEZIANE, L. (2008). Aptitude des laits de chèvre et de brebis à la coagulation par des protéases d'origine avicole : Poulet (*Gallus gallus*) et aquatique : Limon (*Seriola sp.*) (Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques). Institut National Agronomique El-Harrach, Alger, Algérie

Alais, C., Linden, G., & Miclo, L. (2008). Biochimie alimentaire (5e éd.). Dunod.

Alias, C. (1984). Science du lait : Principes des techniques laitières (4e éd.). Société d'édition et de promotion agroalimentaires.

Amiot, J., Fournier, S., Lebeuf, Y., Paquin, P., & Simard, R. (2002). Science et technologie du lait. École Polytechnique de Montréal Chapitre 1 : composition. Propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyses du lait dans Science et technologie du lait, Edition : école polytechnique de Montréal.

(Anonyme 2010). Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras : voies d'amélioration. École Nationale Vétérinaire d'Alfort, France.

Aparma, B. (2019). Milk and milk products. Agrihortico.

Aydogdu, T., O'Mahony, J. A., & McCarthy, N. A. (2023). pH, the fundamentals for milk and dairy processing: A review. Dairy.

Badache, M., & Meriane, N. (2022). Étude qualitative et comparative des analyses physico-chimiques du lait de vache et de chèvre et de leurs camemberts (Mémoire de Master). Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.

Béal, C., & Helinck, S. (2019). Fabrication des yaourts et des laits fermentés. Techniques de l'Ingénieur.

Belewu, M. A., & Adewole. (2009). Goat milk: A feasible dietary based approach to improve the nutrition of orphan and vulnerable children. Pakistan Journal of Nutrition, 8(10).

Belarbi, M. (2015). Étude comparative entre la qualité microbiologique du lait cru de vache et du lait de chèvre (Mémoire de Master). Université Abou Bekr Belkaïd.

Bendjebbar, K., & Allaili, F. Z. (2024). Étude comparative de la qualité physico-chimique du lait de vache, de chèvre et de brebis (Mémoire de Master). Université Ahmed Zabana de Relizane.

Bernabucci, U., Biffani, S., Buggiotti, L., Vitali, A., Lacetera, N., & Nardone, A. (2014). The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle. Journal of Dairy Science.

Boulier, A., Denis, S., Henry, G., Guerin, S., Alric, M., Meunier, N., et al. (s.d.). Casein structures differently affect postprandial amino acid delivery through their intra-gastric clotting properties.

Boubezari, A. (2010). Étude de quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait cru bovin dans la région de Jijel.

Boukhlifa, K. (2019). Qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru de vache des races bovines locales et importées (Mémoire de Master). Mostaganem, Algérie.

Bounouar, H., & Bennadji, M. (2025). Effet de l'espèce sur les qualités physico-chimiques et protéiques du lait : Étude comparative entre le lait de vache, de chèvre et de chamelle (Mémoire de Master). Université de Mostaganem.

Bouras, I., & Zitouni, M. (2017). Propriétés nutritionnelles des acides gras du lait de vache, de chèvre et de brebis : Étude comparative (Mémoire de Master). Université 8 Mai 1945 Guelma.

Berthelot, V., 2018. Alimentation Des Animaux Et Qualité De Leurs Produits. Editions TEC & DOC. Agriculture d'Aujourd'hui, Lavoisier. Paris

Calbrix, M. (2021). Qu'est-ce que les minéraux du lait ?

Cebo, C., Caillat, H., & Bouvier, F. (2010). Major proteins of the goat milk fat globule membrane. Journal of Dairy Science.

Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J., & Lamberet, G. (2003). A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. Journal of Dairy Science, 86, 1751–1770.

Chouinard, Y. (2012). Facteurs alimentaires modulant le profil aromatique du lait chez la vache. Université Laval.

Codex Alimentarius. (1999). Norme générale pour l'utilisation des termes laitiers (CXS 206-1999). FAO/OMS.

Coulon, J. B., Chilliard, Y., & Rémond, B. (1991). Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques. Productions Animales, 4(3), 219–228.

Dayon, A. (2005). Influence de l'alimentation sur la composition du lait de chèvre : Revue des travaux récents. Communication présentée au Colloque sur la chèvre, CRAAQ, Québec, Canada.

Djermoun, A., & Chehat, F. (2012). Le développement de la filière lait en Algérie : De l'autosuffisance à la dépendance. Livestock Research for Rural Development.

Dou, M., & Zerig, H. (2022). Étude comparative entre les différents laits crus (lait de vache et lait de chèvre) dans la région d'El Oued (Mémoire de Master). Université d'El Oued.

FAO. (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

FAO. (2011). La composition du lait. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

FAO. (2026.). Composition du lait. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/milk-composition/f>

Fredot, E. (2006). Connaissances des aliments : Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Tec & Doc Lavoisier.

Jeantet, R., Croguennec, T., Schuck, P., & Brulé, G. (2007). Science des aliments : Technologie des produits alimentaires. Tec & Doc Lavoisier.

Jouhannet, P. (1992). Le lait de chèvre : Un produit d'avenir ? (Thèse de doctorat). Université de Limoges, France.

Journal Officiel de la République Algérienne (JORA). (1993). Arrêté interministériel du 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation. Journal officiel de la République algérienne, n° 69.

Journal Officiel de la République Algérienne (JORA). (2013). Journal officiel de la République algérienne n° 54 du 27 octobre 2013. République Algérienne Démocratique et Populaire.

García-Montoya, I. A., Cendón, T. S., Arévalo-Gallegos, S., & Rascón-Cruz, Q. (2012). Lactoferrin: A multiple bioactive protein. Biochimica et Biophysica Acta, 1820(3), 226–236.

Goetsch, A. L., Zeng, S. S., & Gipson, T. A. (2011). Factors affecting goat milk production and quality. Small Ruminant Research, 101(1–3), 55–63.

Haenlein, G. F. W. (2004). Goat milk in human nutrition. Small Ruminant Research, 51(2), 155–163.

Hennane, M. (2012). Lait cru de chèvre (Mémoire de master, Microbiologie alimentaire et santé).

Henni, A., Ouil, S., & Tarbag, B. (2023). La production du lait de chèvre en Algérie (Mémoire de Master). Université 8 Mai 1945 Guelma.

Hristov, P., Mitkov, I., Sirakova, D., Mehandgiiski, I., & Radoslavov, G. (2016). Measurement of casein micelle size in raw dairy cattle milk by dynamic light scattering. In I. Gigli (Ed.), Milk proteins: From structure to biological properties and health aspects.

jeantet, R., Croguennec, T., Schuck, P., & Brulé, G. (2007). Science des aliments : Technologie des produits alimentaires. Tec & Doc Lavoisier.

Jouhannet, P. (1992). Le lait de chèvre : Un produit d'avenir ? (Thèse de doctorat). Université de Limoges, France.

Journal Officiel de la République Algérienne (JORA). (1993). Arrêté interministériel du 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation. Journal officiel de la République algérienne, n° 69.

Journal Officiel de la République Algérienne (JORA). (2013). Journal officiel de la République algérienne n° 54 du 27 octobre 2013. République Algérienne Démocratique et Populaire.

- Kelling, J., & Wilde, C.** (1985). Lait et produits laitiers : Le lait de la mamelle à la laiterie.
- Kherzat, B.** (2007). Essai d'évaluation de la politique laitière en perspective de l'adhésion de l'Algérie à l'Organisation mondiale du commerce (OMC) et à la zone de libre-échange avec l'Union européenne (Mémoire de magister). Institut National Agronomique El Harrach.
- Konte, M.** (1999). Le lait et les produits laitiers : Développement de systèmes de production intensive en Afrique de l'Ouest. ISRA – Laboratoire National de l'Élevage et de Recherches Vétérinaires.
- Linn, J. G.** (1988). Factors affecting the composition of milk from dairy cows. In **National Research Council** (Ed.), *Designing foods: Animal product options in the marketplace* (pp. 224–241). National Academy Press, Washington, DC.
- Mahaut, M., Jeantet, R., Schuck, P., & Brulé, G.** (2000). Les produits industriels laitiers. Tec & Doc Lavoisier.
- Masle, I., & Morgan, F.** (2001). Aptitude du lait de chèvre à l'acidification par les ferments lactiques : Facteurs de variation liés à la composition du lait.
- Mathieu, J.** (1999). Initiation à la physicochimie du lait. Tec & Doc Lavoisier.
- Morand-Fehr, P., & Fedele, V.** (2006). Effects of farming and feeding systems on milk quality in goats.
- Moungla, S., & N'sari, S.** (2025). Étude comparative sur les paramètres physico-chimiques d'échantillons de lait prélevés chez des vaches et des chèvres (Mémoire de Master). Université Saad Dahleb Blida 1.
- M'Zyene, L.** (2019). Effet de la saison et du système d'élevage sur la production et la qualité physicochimique du lait de vache à Tizi-Ouzo
- Noblet, B.** (2012). Le lait : produits, composition et consommation en France. Cahiers de Nutrition et de Diététique.
- OCDE/FAO.** (2024). Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2024–2033. Éditions OCDE.
- Park, Y. W., Juárez, M., Ramos, M., & Haenlein, G. F. W.** (2007). Physicochemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68(1–2), 88–113.
- Parsad, R., Ahlawat, S., Bagiyal, M., Arora, R., Gera, R., Chhabra, P., Sharma, U., & Singh, A.** (2025). Climate resilience in goats: A comprehensive review of the genetic basis for adaptation to varied climatic conditions. *Mammalian Genome*, 36(1), 151–161
- POINTURIER, H.** (2003). La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France: 64 . France
- Pougheon, Sandra.**, Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et leurs conséquences en technologies laitières
- Pougheon, S., & Goursaud, J.** (2001). Le lait : caractéristiques physicochimiques. In G. Debry (Ed.), *Lait, nutrition et santé*. Tec & Doc Lavoisier
-

- Raynal-Ljutovac, K., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guillet, I., & Chilliard, Y. (2008).** Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Ruminant Research*, 79(1), 57–72
- Reguiat & Bentafris (2025).** Importance des microorganismes dans la production du camembert. Mémoire de Master, Université de Mila
- Remeuf, F., Cossin, V., Dervin, C., Lenoir, J., & Tomassone, R. (1991).** Relations entre les caractères physico-chimiques des laits et leur aptitude fromagère. *Lait*.
- RHEOTEST, M. (2010).** Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire produits alimentaires et aromatisant
- Roudaut, H., & Lefrancq, E. (2005).** Alimentation théorique. *Sciences des Aliments*.
- Sahraoui, H., Madani, T., & Kermouche, F. (2016).** Le développement d'une filière lait caprin en régions de montagne : un atout pour un développement régional durable en Algérie.
- Salvador, A., & Martínez, G. (2007).** Factores que afectan la producción y composición de la leche de cabra: Revisión bibliográfica. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 48(2), 61–76.
- Sanjulián, L., Fernández-Rico, S., González-Rodríguez, N., Cepeda, A., Miranda, J. M., Fente, C., Lamas, A., & Regal, P. (2025).** The role of dairy in human nutrition: Myths and realities.
- Saviard, T., Deglaire, A., & Dupont, D. (2026).** Seasonal variations in goat milk composition: A comprehensive review. Advance online publication.
- Silva, V. B., & Costa, M. P. da. (2019).** Influence of processing on rheological and textural characteristics of goat and sheep milk beverages and methods of analysis.
- Société canadienne de pédiatrie. (2024).** L'allergie aux protéines du lait de vache chez les nourrissons et les enfants. <https://cps.ca/fr/documents/position/lallergie-aux-proteines-du-lait-de-vache>
- Sousa, Y. R. F., Medeiros, L. B., Pintado, M. M. E., & Queiroga, R. C. R. E. (2019).** Goat milk oligosaccharides: Composition, analytical methods and bioactive and nutritional properties. *Food Research International*.
- Soustre, Y. (2007).** Les qualités nutritionnelles du lait et des fromages de chèvres. *Maison du Lait*.
- Summer, A., Lora, I., Formaggioni, P., & Gottardo, F. (2019).** Impact of heat stress on milk and meat production. *Animal Frontiers*.
- Tan, S. F., Chin, N. L., Tee, T. P., & Chooi, S. K. (2020).** Physico-chemical changes, microbiological properties, and shelf life of cow and goat milk from industrial high-pressure processing. *Processes*, 8, 697.
- Trossat, P. (2000).** Détermination de la matière grasse : évolution de la méthode Gerber. *Revue Laitière Française*, 599, 28–30.
-

Vikou, R., & Gbangboche, A. B. (2019). Les mammites infectieuses, obstacles à l'amélioration de la santé animale et à la production de lait et du fromage (Infectious mastitis: Obstacles to improving animal health and production of milk and cheese). European Scientific Journal.

Vignola, C. L. (Ed.). (2002). Science et technologie des aliments. Presses Internationales Polytechnique Canada.

Yennek, N. B. (2010). Effets des facteurs d'élevage sur la production et la qualité du lait de vache en régions montagneuses (Mémoire de magister). Université des Sciences Agronomiques.

Zebbar, M. M. Z. (2017). Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et de la diversité microbienne du lait cru collecté à Ghriss. Université de Mostaganem, Algérie.

Les sites internet

Site internet 01 ; <https://ginidex.com/2021/08/02/lindustrie-des-produits-laitiers/>

Site internet 02 ; <https://www.passeportsante.net/>

Site internet 03 ; <https://www.nano-lab.com.tr/fr/blog/detail/dtermination-de-la-matiere-grasse-dans-le-lait>

Site internet 04 ; <https://www.ce.eco/fr/produits-laitiers/matieres-grasses-du-lait>

Site internet 05 ; <https://revue.lait.org/le-point-de-congelation-du-lait-dou-ca-vient/>

Site internet 06 ; <https://el-tarf.mta.gov.dz/fr/notre-wilaya/>

Innexes

Annexe I

Tableau des indicateurs

Techniques Instrumentales.

Les titrages classiques étaient effectués en utilisant un indicateur avec changement de couleur (cf. les exemples de titrage acide/base dans le tableau ci-dessous).

De nos jours, il est plus courant d'utiliser une électrode pour la détection, y compris dans les titrages manuels.

Indicateur	Couleur du côté acide	Gamme du changement de couleur	Couleur du côté basique
Violet de méthyle	Jaune	0,0-1,6	Violet
Bleu de bromophénol	Jaune	3,0-4,6	Bleu
Orangé de méthyle	Rouge	3,1-4,4	Jaune
Rouge de méthyle	Rouge	4,4-6,3	Jaune
Tournesol	Rouge	5,0-8,0	Bleu
Bleu de bromothymol	Jaune	6,0-7,6	Bleu
Phénolphthaline	Incolore	8,3-10,0	Rose
Jaune d'alizarine	Jaune	10,1-12,0	Rouge

Annexe II

Valeur du pH

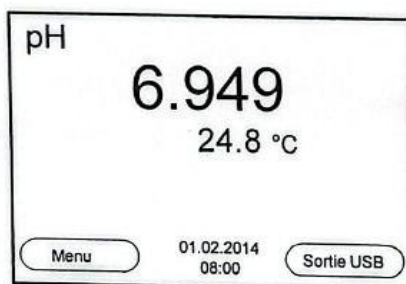
pH 7310

Mesure de la valeur de pH



Pour garantir la précision élevée du système de mesure, mesurer uniquement avec une chaîne de mesure calibrée (voir paragraphe CALIBRATION, page 25).

1. Raccorder la chaîne de mesure du pH à l'appareil de mesure.
2. Le cas échéant, sélectionner la grandeur de mesure pH avec <M>.
3. En cas de mesure sans sonde de température:
Tempérer la solution de mesure ou bien mesurer la température actuelle et la saisir avec <▲> <▼>.
4. Plonger la chaîne de mesure du pH dans la solution de mesure.
La stabilité de la valeur mesurée est vérifiée (contrôle automatique de stabilité).
L'affichage de la grandeur de mesure clignote.
5. Attendre que la valeur mesurée soit stable.
L'affichage de la grandeur de mesure ne clignote plus.



Contrôle de stabilité
(AutoRead)
& fonction HOLD

La fonction de contrôle de la stabilité (*AutoRead*) contrôle en permanence la stabilité du signal de mesure. La stabilité exerce une influence essentielle sur la reproductibilité de la valeur mesurée.

La grandeur de mesure clignote au visuel

- dès que la valeur mesurée quitte le domaine de stabilité
- si la fonction automatique *Contrôle de stabilité* est désactivée.

Il est possible d'activer ou de désactiver la fonction *Contrôle de stabilité* automatique (voir paragraphe 7.1.1)