



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de Nature et de Vie



Département d'Agronomie

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Agronomiques

Spécialité : Production Animale

Présentée par : BOUNOUAR HADJA.

BENNADJI MOHAMED.

SOUS LE THÈME

**Effet de l'espèce sur les qualités physico
chimique et protéique de lait : Etude comparatif
entre le lait de vache ,chèvre et lait de chamelle**

Devant le jury :

Dr. Dahloun Lahouari	Pr	Univ. Mostaganem.	Président
Dr. Bouziane Nabil	MCB	Univ. Mostaganem.	Examineur
Dr. Benguendouz Abdenour	MCA	Univ. Mostaganem	Encadrant

Année universitaire : 2024-2025

Remerciements

Dans un premier temps, il est important de remercier Dieu le Tout-Puissant. En effet, c'est grâce à lui que nous avons la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à l'endroit de nos estimés parents, qui ont consenti d'innombrables sacrifices et nous ont apporté un soutien indéfectible.

En premier lieu, il convient de souligner que la réalisation de ce travail n'aurait pu être menée à bien sans l'appui de l'encadrement de M. Benguendouz Abdennour.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers lui pour son encadrement exceptionnel, sa rigueur, sa disponibilité et ses précieux conseils. J'adresse mes sincères remerciements au président du jury, Pr Dahloum Lahouari à l'Université de Mostaganem, d'avoir accepté de présider cet honorable jury.

J'exprime aussi mes vifs remerciements au Dr Hamou Abdelillah, Maître de conférences « B » à l'université de Mostaganem, pour l'intérêt qu'il a porté à ma recherche et pour avoir accepté d'examiner mon travail et de l'enrichir avec ses remarques constructives.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'accomplissement de ce travail.

Dédicace

*Du profond de mon cœur, je dédie ce modeste travail :
À mes précieux parents, qui ont toujours été là pour
m'encourager, me soutenir, prier pour moi et m'aider à réaliser
mes rêves.*

*À mon frère Mohamed et à ma sœur Kenza : je demande à
Dieu de vous accorder la santé, le bonheur et, surtout, le
succès.*

*À mes enseignants bien-aimés, lumières de la connaissance et
modèles d'inspiration.*

*À mes amis loyaux, compagnons de route dans les moments
heureux comme dans les épreuves.*

*Je vous exprime toute ma reconnaissance et mon respect
sincère,
et je vous consacre, avec fierté, ce travail modeste.*

Hadja

Dédicace

Du fond du cœur, je dédie ce modeste travail :
À ma chère mère, ma raison de vivre, en témoignage de ma
profonde reconnaissance pour sa patience, son amour
inconditionnel et ses innombrables sacrifices.
À mon cher père, pour son affection, son soutien et les valeurs
qu'il m'a transmises.
À mes très chers frères et sœurs, pour leur présence et leur
encouragement constant.
À mes fidèles amis : Soulaimane, Oussama, Karim, Monir,
Salah Eddine et Wahib — que Dieu vous accorde santé,
bonheur et surtout réussite.
Enfin, à tous ceux que j'aime et qui m'aiment, je vous dédie ce
travail avec toute ma gratitude.

Mohamed

Résumé

Cette étude vise à évaluer l'influence de l'espèce animale sur les caractéristiques physico-chimiques du lait. Trois types de laits ont été comparés : vache, chèvre et chamelle. Les analyses effectuées ont porté sur le pH, l'acidité, la densité, les lipides et les protéines. Le pH est le plus élevé dans le lait de vache (6,72) et le plus faible dans celui de chamelle (6,45). L'acidité suit la même tendance, avec une valeur maximale dans le lait de vache (18,33 °D) et minimale dans celui de chamelle (15,33 °D). La densité est la plus forte pour le lait de chèvre (1,034) et la plus basse pour le lait de chamelle (1,025). En matière de lipides, le lait de chèvre arrive en tête avec 37,33 g/100 g, suivi de celui de vache puis de chamelle. Concernant les protéines, le lait de chèvre reste également dominant (4,30 g/100 g). Ces variations montrent l'impact de l'espèce animale sur la qualité du lait. L'étude apporte ainsi des données utiles pour la valorisation des laits locaux. Elle permet aussi de guider l'innovation dans l'industrie laitière.

Mots-clés : Espèce animale, Lait, Vache, Chèvre, Chamelle.

Abstract

This study aims to evaluate the influence of animal species on the physico-chemical characteristics of milk. Three types of milk were compared: cow, goat, and camel. The analyses focused on pH, acidity, density, lipids, and proteins. The highest pH was observed in cow's milk (6.72), and the lowest in camel's milk (6.45). Acidity followed a similar trend, with the highest value in cow's milk (18.33 °D) and the lowest in camel's milk (15.33 °D). The highest density was recorded in goat's milk (1.034), and the lowest in camel's milk (1.025). Regarding lipids, goat's milk had the highest content (37.33 g/100 g), followed by cow and camel milk. In terms of proteins, goat's milk also showed the highest concentration (4.30 g/100 g). These variations demonstrate the impact of animal species on milk quality. The study provides valuable data for enhancing local milk production and guiding innovation in the dairy industry.

Keywords: Animal species, Milk, Cow, Goat, Camel.

المخلص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير النوع الحيواني على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للحليب. تمت مقارنة ثلاثة أنواع من الحليب: حليب البقر، وحليب الماعز، وحليب الإبل. شملت التحاليل المنجزة كلاً من الرقم الهيدروجيني، والحموضة، والكثافة، والدهون، والبروتينات. لوحظ أن أعلى قيمة للـ pH كانت في حليب البقر (6.72)، وأدناها في حليب الإبل (6.45). وسجلت الحموضة نفس الاتجاه، إذ بلغت أعلى قيمة في حليب البقر (18.33 درجة دوكلاس)، وأدناها في حليب الإبل (15.33 درجة دوكلاس). أما الكثافة فكانت الأعلى في حليب الماعز (1.034) والأدنى في حليب الإبل (1.025). وبالنسبة للدهون، جاء حليب الماعز في المرتبة الأولى (37.33 غ/100غ)، يليه حليب البقر ثم حليب الإبل. أما فيما يتعلق بالبروتينات، فقد سجل حليب الماعز أعلى نسبة (4.30 غ/100غ). تُبرز هذه الفروقات أثر النوع الحيواني على جودة الحليب. وتقدم الدراسة معطيات مفيدة في سبيل تثمين الإنتاج المحلي وتوجيه الابتكار في قطاع صناعة الحليب.

الكلمات المفتاحية: النوع الحيواني، الحليب، البقر، الماعز، الإبل.

Tableau des mots clés

AC	Acidité
pH	Potentiel d'hydrogène
C°	Centigrade
Pro	Protéine
CIPC	Commission Interprofessionnelle des Pratiques Contractuelles
DEN	Densité
JORA	Journal Officiel de la République Algérienne
°D	Degré Dornic
Lac	Lactose
g	Gramme
Kg	Kilogramme
l	Litre
mg	Milligramme
µg	Microgramme
Vit	Vitamines
MS	Matière Sèche
MG	Matière grasse

Tables des matière

Introduction

générale.....	13
---------------	----

Chapitre I. Synthèse bibliographique

I.1. Définition du lait.....	16
I.2. Composition du lait.....	16
I.2.1. Glucides.....	17
I.2.2. Matière grasse.....	17
I.2.3. Protéines.....	18
I.2.4. Les Sels minéraux.....	19
I.2.5. Vitamines.....	20
I.2.6. Enzymes.....	21
I.3. Propriétés physico-chimiques du lait.....	21
I.4. Qualité nutritionnelle.....	22

Chapitre II : étude comparative des caractéristiques laitières (vache chevre et lait chamelle)

II.1. Lait bovine (de vache).....	24
II.1.1. Les caractéristiques physico-chimiques du lait de vache	24
II.1.1.1. Acidité.....	24
II.1.1.2. Densité.....	24
II.1.1.3. Viscosité.....	25
II.1.1.4. Composition chimique du lait de vache.....	26
II.2. Lait caprins (de chèvre).....	27
II.2.1. Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre	27
II.2.2.1 ph.....	27
II.2.2.2 Acidité.....	27
II.2.2.3 Densité.....	28
II.2.2.4 Viscosité.....	28
II.2.3 Composition chimique du lait de chèvre.....	29
II.3. Lait chamelle.....	30
II.3.2 Les caractéristique physico-chimique de lait de chamelle	30
II.3.2 Composition chimique du lait de chamelle	
31	
II.3.2.1 PH.....	31
II.3.2.2 Acidité.....	31
II.3.2.3 Densité	32
II.3.1.4. Matière azotée totale.....	32

Chapitre III Materiels et methodes

Introduction.....	33
III.1 Présentation de l'organisme d'accueil.....	33
III.1.1 Lieu de stage.....	33
III.1.2 Information et localisation géographique de GIPLAIT.....	34
III.2 Méthodes	35
III.2.1 L'objectif.....	35
III.2.2. Échantillonnage.....	35
III.4 Analyses physico-chimiques de lait	35
III.4.1. Détermination de la densité.....	36
III.4.2 Mesure de l'acidité titrable.....	37
III.4.3 Mesure de Ph.....	38
III.4.4 Détermination de la teneur en matière grasse.....	39
III.4.5 Les analyses protéiques.....	39

Chapitre IV. Resultats et discussion

1. Résultats des paramètres physico-chimiques des différents laits étudiés	46
1.1 Ph.....	46
1.2 Acidité.....	46
1.3.Densité.....	47
1.4. Teneur en matière grasse.....	48
1.5. Teneur en protéine.....	49

Conclusion

générale.....	52
Références bibliographiques.....	54

Liste des figures

Figure 1. Composition de la matière grasse du lait.....	17
Figure 2. Composition minérale du lait de vache.....	19
Figure 3. Localisation de la Laiterie Le Littoral Mostaganem Salamandre GIPLAIT.....	34
Figure 4. UN thermo –lactodensimètre.....	36
Figure 5. Détermination de l'acidité.....	37
Figure 6. Ph mètre.....	38
Figure 7: Détermination de la teneur en matière grasse.....	39

Liste des Tableaux

Tableau1. Classification des protéines.....	18
Tableau 2. Teneur moyenne des principales vitamines du lait de vache.....	20
Tableau3. Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache.....	21
Tableau 4. Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache.....	25
Tableau 5. Composition chimique du lait de vache,.....	26
Tableau 6. Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre.....	28
Tableau 7. Composition chimique du lait de chèvre,.....	29
Tableau 8. Composition des paramètres physiques du lait de chamelle.....	31
Tableau 9. Composition chimique du lait de chamelle.....	31
Tableau 10: Variation pH dans les différents laits.....	46
Tableau 11 : Variation de l'acidité dans les différents laits en °D	47
Tableau 12 : Variation de l'acidité dans les différents laits.....	48
Tableau 13 : Variation de la teneur en matière grasse dans les différents laits en g/100g de lait.....	48
Tableau 14 : Variation de la teneur en protéines dans les différents laits en g/100g de lait.....	49

Introduction générale

Les produits laitiers occupent une place essentielle dans notre alimentation, et le lait en particulier constitue un élément fondamental du régime alimentaire en Algérie. Grâce à sa haute valeur énergétique, le lait fournit environ 700 kilocalories par litre et représente une source précieuse de nutriments tels que des protéines de haute qualité, des glucides, des lipides, des minéraux et des vitamines (**Siboukeur, 2007**).

Biologiquement, le lait est une sécrétion des glandes mammaires produite après la mise bas. Il se présente sous forme d'un liquide aqueux, opaque, blanc légèrement bleuté, à saveur douceâtre, et dont le pH, légèrement acide (entre 6,6 et 6,8), reste proche de la neutralité (**Alias, 1984**).

Le lait de vache, largement consommé à travers le monde, est obtenu à partir de vaches laitières. Il apporte des protéines complètes, du calcium, ainsi que des vitamines D et B12, essentielles pour la santé osseuse, musculaire et immunitaire.

Le lait de chèvre, quant à lui, est reconnu pour sa haute digestibilité et ses qualités nutritionnelles. Il contient une bonne proportion de lipides et de protéines facilement assimilables (**Boulangier, 1984**) ainsi qu'un taux réduit de lactose par rapport au lait de vache (**Park, 2006**). Cette meilleure digestibilité est également liée à la petite taille des globules gras et à la présence d'acides gras à chaîne courte et moyenne. Toutefois, ce lait reste pauvre en acide folique et en vitamine B12 (**Park et Haenlein, 2006**). Comme tous les laits, il peut contenir une flore originelle ainsi que des contaminants après la traite.

Le lait de chamelle, utilisé depuis l'Antiquité, constitue l'aliment de base des populations nomades dans les zones sahariennes. Il est particulièrement apprécié pour sa richesse en vitamine C, un nutriment rare dans ces régions pauvres en fruits (**Siboukeur, 2007**). Il est également reconnu pour ses effets thérapeutiques dans les cas de maladies infectieuses, de cancer et de diabète (**Kanaspayeva, 2007**), en plus de son rôle bénéfique chez les convalescents. Sa teneur élevée en composés antimicrobiens naturels (lactoferrine, lactoperoxydase, lysozyme) lui confère une capacité de conservation de plusieurs jours même à des températures relativement élevées (environ 25 °C).

Dans la présente étude, nous nous sommes proposé de :

- réaliser une analyse comparative entre le lait de vache, de chèvre et de chamelle ;
- faire ressortir les différences physico-chimiques entre ces trois types de lait ;
- étudier l'impact de l'espèce animale sur les propriétés physico-chimiques du lait, afin de mieux comprendre les particularités nutritionnelles de chaque type et d'en valoriser les usages dans les industries laitières et les régimes alimentaires locaux.



Chapitre I.

Synthese

bibliographique

Chapitre I. Synthèse bibliographique

I.1. Définition du lait

Le lait est un liquide biologique produit par les glandes mammaires des femelles après la mise bas. Il se présente comme un fluide aqueux, opaque, de couleur blanche à légèrement bleutée, au goût légèrement sucré, avec un pH compris entre 6,6 et 6,8, donc légèrement acide .mais proche de la neutralité (**Alias, 1984**)

Selon la définition établie en 1908 à Genève par le Congrès International de la Répression des Fraudes, le lait est : « le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière en bonne santé, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli dans des conditions d'hygiène adéquates et ne doit contenir aucun colostrum » (**Pougheon et .(Goursaud, 2001**

De son côté, le Codex Alimentarius (Codex Stan 206-1999) définit le lait comme la sécrétion naturelle des glandes mammaires d'animaux de traite, obtenue par une ou plusieurs traites, sans addition ni retrait de composants, destinée à être consommée telle quelle ou après .transformation

D'un point de vue microbiologique, le lait cru – qu'il provienne de la vache, de la chèvre, de la brebis ou de l'être humain – peut contenir une diversité de micro-organismes issus de différentes sources. Grâce à sa richesse nutritionnelle, le lait constitue un milieu favorable à ces micro-organismes, qui peuvent intervenir dans des processus de fermentation, causer des altérations, favoriser certains bienfaits pour la santé, ou au contraire être pathogènes (**Quigley .(et al., 2013**

I.2. Composition du lait

Les composants principaux du lait, classés par ordre décroissant, sont les suivants: (**Debry, 2001**)

.**L'eau**: constituant prédominant

.**Les glucides**: principalement représentés par le lactose

Les protéines : caséines regroupées en micelles, ainsi que les albumines et globulines .solubles

.**Les sels minéraux**: sous forme ionique et moléculaire

Des éléments présents en faibles quantités mais jouant un rôle biologique important, tels que les enzymes, vitamines, et oligoéléments

Les lipides:principalement destriglycéridesregroupésenglobulesgras

D'après(Amiot et al, 2002) l'élément prédominantdans la compositiondulait est l'eau, : quiconstitue environ81 à 87% duvolume total. Elle se présente sous deuxformes distinctes

L'eau libre, représentant 96% de l'ensemble, est très réactive et permet la dissolution du lactose ainsi que d'une partie des minéraux. Cela crée un environnement propice au .développement de micro-organismes

L'eau liée, constituant 4%, est étroitement liée à la matière sèche et ne participe pas aux .réactions chimiques, physiques et enzymatiques

I.2.1. Glucides

En termes de quantité, ces éléments sont les composants les plus significatifs après l'eau dans la composition du lait. Le principal sucre présent dans le lait est le lactose, représentant environ 40% de la composition moyenne du lait de vache. Ils'agit d'un disaccharide composé d'un résidu de galactose lié à un résidu de glucose (O'connor et Tripathi,1991).Le lactosepeut subir la fermentation par divers micro-organismes, ce qui donne lieu à plusieurs types de .fermentations pouvant être utilisées dans la production de produits laitiers (Morrissey, 1995)

I.2.2. Matière grasse

La matière grasse est présente sous forme d'émulsion dans le lait écrémé, constituée de microgouttelettes de triglycérides enveloppées par une membrane complexe, au sein de la .phase dispersante qu'est le lait écrémé (Boutonnier, 2008)

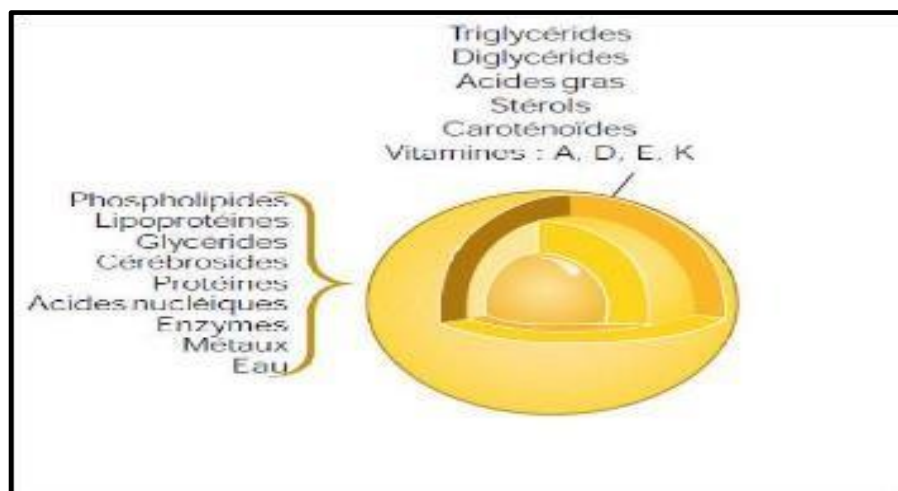


Figure 1.Composition de la matière grasse du lait (Bylund, 1995)

La matière grasse du lait se présente comme un composé particulièrement complexe, principalement constitué de triglycérides (95,80%). En second lieu, on trouve des diglycérides représentant 2,25%, des lipides complexes comptant pour 1,11%, et des substances liposolubles insaponifiables s'élevant à 0,76% (**Jensen et Newburg, 1995**)

I.2.3. Protéines

Le lait présente en moyenne une teneur de 3,5% en protéines. Cette concentration peut varier en fonction de l'alimentation de l'animal, des saisons et du cycle de lactation (**Fredot, 2005**).

.Tableau 1. Classification des protéines (**Pougheon, 2001**)

Noms	% des protéines	Nombre d'acide aminé
Caséines:	75-85	
Caséine	39-46	199
α S1 Caséine	8-11	207
α S2 Caséines	25-35	209
β Caséines	8-15	169
k Caséines g	3-7	
Protéines du lactosérum:	15-22	
β Lactoglobuline	7-12	162
α Lactalbumine	2-5	123
Sérumalbumine	0.7-1.3	582
Immunoglobulines (G1, G2, A, M)	1.9-3.3	
Protéoses-peptone	2-4	

La fraction azotée du lait se subdivise en deux composantes distinctes : la fraction azotée protéique (constituant environ 95% de l'azote total) et la fraction azotée non protéique. En fonction de leur solubilité à un pH de 4,6, les protéines du lait peuvent être classées en deux catégories : les caséines (insolubles à ce pH) et les protéines du lactosérum (solubles à pH 4,6) (Guillou et al, 1986)

I.2.4. Les Sels minéraux

Selon (Gaucheron, 2004), Le lait est riche en divers minéraux, parmi lesquels les plus significatifs incluent le calcium (à raison de 1,2 g/l), le phosphore (0,9 g/l) et le potassium (1,5 g/l). Les sels minéraux présents dans le lait et ses dérivés peuvent être généralement classés en deux catégories :

- certains sont solubles dans la phase aqueuse du lait ou des produits laitiers.
- tandis que d'autres se présentent à l'état solide, sous forme cristallisée ou amorphe.

Composition minérale du lait (g.l⁻¹)

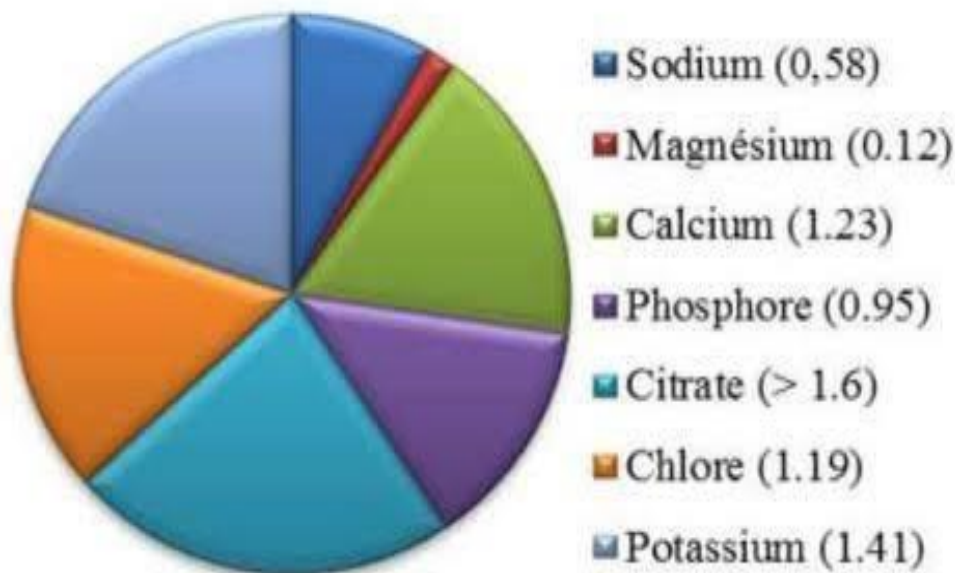


Figure 2. Composition minérale du lait de vache (Jeantet et al., 2008)

I.2.5. Vitamines

Les vitamines jouent un rôle essentiel dans la vie biologique en agissant en tant que cofacteurs dans les réactions enzymatiques et les processus d'échange au niveau des membranes cellulaires. Le lait contient deux catégories de vitamines : les vitamines hydrosolubles, telles que celles du groupe B et la vitamine C, et les vitamines liposolubles, comprenant la vitamine A, D, E et K (Jeantet et al., 2008)

Un volume d'un litre de lait satisfait virtuellement l'intégralité des exigences quotidiennes d'un individu en ce qui concerne cinq vitamines essentielles : A, B1, B2, B12, et B9 (Mahaut et al., 2000)

La teneur moyenne des principales vitamines du lait de vache est représentée dans le tableau suivant

Tableau 2. Teneur moyenne des principales vitamines du lait de vache (Vignola, 2002)

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

I.2.6. Enzymes

Il s'agit d'entités organiques de nature protidique, élaborées par des cellules ou des organismes vivants, exerçant une fonction de catalyseurs dans les réactions biochimiques. Plus de 60 enzymes principales ont été identifiées et isolées à partir du lait, ou leur activité a été établie (Pougheon, 2001 ; Blanc, 1982)

Le lait est composé principalement de trois catégories d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases (oxydases) et les oxygénases. Les deux principaux déterminants de l'activité enzymatique dans ce contexte sont le pH et la température. (Perreau, 2014)

I.3. Propriétés physico-chimiques du lait

Une connaissance approfondie des propriétés physico-chimiques du lait est fondamentale, car elle permet une évaluation plus précise de sa qualité en tant que matière première, ainsi que la planification de procédures et d'opérations technologiques adaptées (El Marnissi et al., 2013)

Les caractéristiques physico-chimiques prédominantes du lait comprennent sa densité, son d'acidité, son point de congélation et son point d'ébullition (Vignola, 2002)

Tableau 3. Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache (Alais, 1984)

Caractéristiques	Valeurs
Densité à 20°C	1,028– 1,033
Densité de matière grasse	0,94–0,96
Acidité Dornic °D	15°D-17°D
Point de congélation	-0,52 °C-0,55°C
Point d'ébullition	100,15 °C -100,17°C
pH à 20°C	6,6–6,8

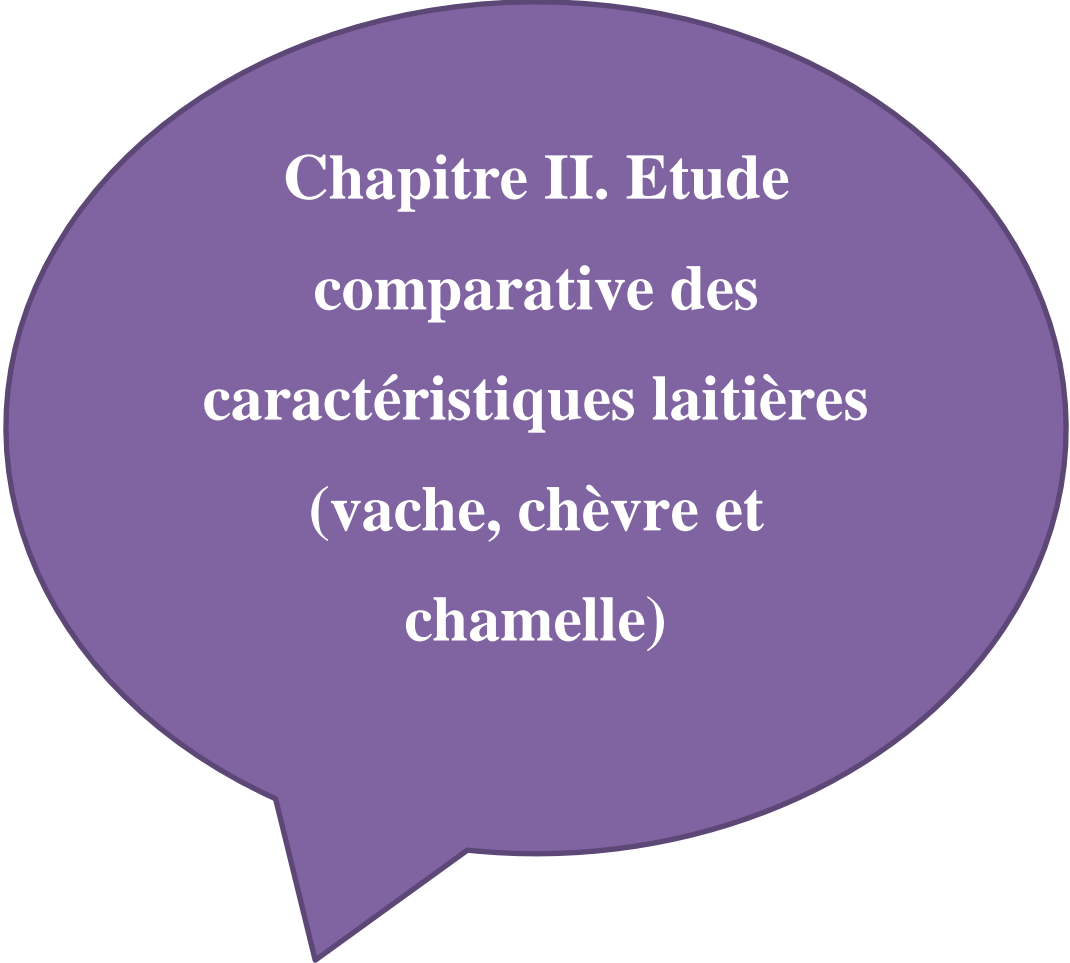
I.4. Qualité nutritionnelle

Le lait de vache domine largement la production laitière mondiale, représentant environ du total, une tendance également observée dans les pays tropicaux, où il constitue près % 90 de 70 % de la production **(FAO, 1998)**. Ce lait est reconnu comme une source précieuse de nombreux nutriments essentiels, notamment des minéraux, des vitamines et des protéines facilement assimilables, ce qui en fait un aliment fondamental pour le bon fonctionnement de .l'organisme **(Steijns, 2008)**

Par ailleurs, le lait et ses dérivés contiennent des composés fonctionnels bénéfiques pour la santé, tels que les phytostérols, certains acides gras, ainsi que diverses souches de bactéries probiotiques **(Steijns, 2008)**. Ces éléments jouent un rôle actif dans la promotion de la santé et .la prévention de certaines maladies

Les protéines laitières, quant à elles, contribuent au développement des tissus et à la formation de la masse musculaire, en particulier chez les nourrissons, les personnes âgées, les .patients hospitalisés et les sportifs **(Steijns, 2001)**

Enfin, bien que les laits issus de différentes espèces de mammifères partagent une composition de base similaire – comprenant de l'eau, des protéines, du lactose, des matières .grasses et des minéraux – leurs teneurs respectives varient sensiblement selon l'espèce



**Chapitre II. Etude
comparative des
caractéristiques laitières
(vache, chèvre et
chamelle)**

Chapitre II. Etude comparative des caractéristiques laitières (vache, chèvre et chamelle)

II.1. Lait bovine (de vache)

Le lait de vache, produit par la vache dès la naissance de son veau pour le nourrir, a longtemps été considéré comme un élément fondamental dans de nombreuses cultures alimentaires. Reconnu pour ses qualités nutritives, il est souvent perçu comme une boisson saine, associée à une alimentation équilibrée. En effet, sa consommation est liée à une alimentation de qualité, offrant une source facilement accessible et riche en divers nutriments essentiels tels que des minéraux, des vitamines et des protéines facilement digestibles (**Steijns, 2008**).

II.1.1. Les caractéristiques physico-chimiques du lait de vache

II.1.1.1. Acidité

L'acidité de titration est un indicateur du taux d'acide lactique formé à partir du lactose dans le lait. Ce taux reste relativement stable pendant la lactation, oscillant généralement entre 0,16 et 0,17% d'acide lactique, selon les observations de **Veinoglou et al. (1982)**. Mesurée en degrés Doronic (°D), elle se situe entre 15 et 18°D. On distingue l'acidité naturelle, propre au lait frais, de l'acidité développée résultant de la transformation du lactose en acide lactique par divers microorganismes.

II.1.1.2. Densité

La densité d'un liquide est une grandeur sans dimension qui reflète le rapport entre la masse d'un volume donné du liquide considéré et la masse du même volume d'eau. Dans le contexte du lait, sa densité oscille généralement entre 1,028 et 1,034 et doit être supérieure ou égale à 1,028 à 20°C. Les laits issus de grands mélanges en laiterie affichent une densité de l'ordre de 1,032 à cette température, tandis que les laits écrémés dépassent généralement 1,035. Notamment, un lait à la fois écrémé et réhydraté peut présenter une densité normale. (**Vierling, 2008**).

II.1.1.3. Viscosité

La viscosité, bien que souvent sous-estimée, mérite une attention particulière dans l'étude du lait. Son rôle dans la caractérisation des propriétés physiques du lait et son impact sur la manipulation et le traitement du produit en font un paramètre significatif. Des recherches approfondies pourraient fournir des informations précieuses sur la viscosité du lait et ses implications dans divers contextes de transformation et d'utilisation.

Tableau 4.Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache ; (Fall, 1997)

	Lait de vache
Ph	6.65
Acidité	16
Densité	1.032

II.1.1.4. Composition chimique du lait de vache

Tableau 5. Composition chimique du lait de vache, (Anonyme, 2009)

Constituants	Lait de vache		
	Moyenne	Minimum	Maximum
Matière grasse (%)	3,87	3,78	4,05
Protéines totales (%)	3,23	3,11	3,34
Caséine (%)	2,42	2,30	2,55
Protéines sériques (%)	0,57	0,39	0,82
Lactose (%)	4,48	4,39	4,57
Cendres (%)	0,67	0,63	0,72
Ca (mg/100 g)	103	91	116
P (mg/100 g)	86	71	105
Mg (mg/100 g)	10	119	10
K (mg/100 g)	149	132	180

II.2. Laits caprins (de chèvre)

Le lait de chèvre, produit par la chèvre femelle pour nourrir ses chevreaux, est une émulsion de matière grasse, constituée de globules gras dispersés dans une solution aqueuse, également appelée sérum. Cette solution aqueuse contient une multitude d'éléments, certains étant présents sous forme dissoute, tels que le lactose et les protéines du lactosérum, tandis que d'autres se trouvent sous forme colloïdale, notamment les caséines (**Doyon, 2005**).

Le lait de chèvre est plus blanc que le lait de vache à cause de l'absence de β -carotène,

Il est caractérisé par une saveur particulière et un goût plus relevé que celui du lait de vache, en grande partie due à certains acides gras libres et à la lipolyse du lait (**Chilliard, 1997; Jaubert, 1997; et al. 2001**).

En comparaison avec le lait de vache, le lait de chèvre présente une coloration plus blanche en raison de l'absence de β -carotène. Il possède un léger goût sucré et est également caractérisé par une saveur distincte et un goût plus prononcé que celui du lait de vache (**Zeller, 2005**).

II.2.1. Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre

II.2.1.1. pH

Le pH du lait de chèvre, fluctuant entre 6,45 et 6,90 selon les recherches de **Remeuf et al. (1994)**, joue un rôle essentiel dans la détermination de la fraîcheur du produit. En mesurant la concentration en ions H^+ , le pH devient un indicateur crucial de la stabilité du lait. Cette stabilité est particulièrement importante car elle influence la solubilité des protéines. (**Amiot et al. 2002**).

II.2.1.2. Acidité

L'acidité du lait de chèvre est mesurée à environ 20,33°D. Cette acidité reste relativement stable tout au long de la lactation, oscillant généralement entre 0,16 et 0,17 d'acide lactique. Cette constance contribue à maintenir la qualité du lait tout au long du processus de production. (**Veinoglont et al.(1982**

II.2.1.3. Densité

La densité du lait de chèvre, autour de 1,022 selon les recherches de **Veinoglou et al. (1982)**, demeure relativement stable. Toutefois, comparée à celle du lait de vache, évaluée à environ 1,036, elle présente une différence notable. Cette densité varie généralement entre 1,028 et 1,035 à une température de 15°C. (**Amiot et al. 2002**)

Elle est influencée par deux facteurs antagonistes : la concentration des éléments dissous et en suspension, ainsi que la proportion de matière grasse, qui possède une densité inférieure à 1.

II.2.1.4. Viscosité

La viscosité, une caractéristique importante mais souvent négligée, reste à explorer dans le contexte du lait de chèvre. Bien que des recherches spécifiques sur ce sujet soient limitées dans la littérature disponible, il est probable que la viscosité du lait de chèvre soit influencée par sa composition et sa structure. Des études approfondies pourraient fournir des informations précieuses sur cette propriété physico-chimique et ses implications sur la qualité et la transformation du lait de chèvre.

Tableau 6. Caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre ; (**Fall, 1997**)

	Lait de chèvre
Ph	6.525
Acidité	16
Densité	1.031

II.2.1.5. Composition chimique du lait de chèvre^[SEP]

Tableau 7. Composition chimique du lait de chèvre, (Anonyme, 2009)

Constituants	Lait de chèvre		
	Moyenn e	Minimu m	Maximum
Matière grasse (%)	3,62	3,18	4,13
Protéines totales (%)	3,23	2,99	3,49
Caséine (%)	2,33	2,04	2,65
Protéines sériques (%)	0,73	0,62	1,45
Lactose (%)	4,12	3,88	4,30
Cendres (%)	0,78	0,71	0,81
Ca (mg/100 g)	110	96	125
P (mg/100 g)	109	82	146
Mg (mg/100 g)	13	11	15
K (mg/100 g)	194	173	206

II.3. Lait chamelle

Le dromadaire, aussi connu sous le nom de *Camelusdromedarius*, fait partie de la famille des Camélidés et est classé parmi les Artiodactyles, qui ont des pieds avec deux doigts. Pendant la période de l'Éocène, les Artiodactyles se sont divisés en trois familles, dont les Tylopodes, regroupant les Camélidés. Dans le groupe des Camélidés, seul l'avant du sabot entre en contact avec le sol. Ils possèdent des doigts larges et un coussinet plantaire épais, ce qui leur permet de se déplacer aisément sur le sable fin des déserts (**OULED BELKHIR, 2018**). Il est l'un des rares animaux domestiqués ayant acquis des capacités physiologiques pour s'adapter aux conditions difficiles des régions arides. Les produits qu'il fournit, tels que le lait, la viande, la laine et le cuir, ainsi que son utilisation pour le transport, ont aidé les habitants des zones désertiques à survivre dans des climats rigoureux, en tirant profit des ressources limitées de la terre. L'élevage des dromadaires constitue un véritable patrimoine socioculturel qui valorise les régions de pâturage démunies, tout en engendrant une dynamique socio-économique significative (**BENGOUMI et FAYE, 2015**).

II.3.1. Les caractéristiques physico-chimiques du lait CHAMELLE

II.3.1.1. ph

Selon **Solon Sboui ET al. (2009)**, ces deux paramètres sont évalués lors de la traite des animaux à partir du mélange de lait provenant de chaque espèce. Le pH est déterminé à 20°C en utilisant un pH-mètre de la marque Thermo-Orion, tandis que l'acidité est mesurée par titrage avec une solution de NaOH, et elle est exprimée en °dornic..

II.3.1.2. Acidité

La méthode employée est une technique acido-butyrométrique qui utilise la « neusol solution », comme mentionné par Farah. Elle consiste à mesurer directement sur un butyromètre la quantité de graisse dans 12 ml d'échantillon, après que celui-ci a été centrifugé avec de l'alcool amylique. Les graduations sont lues directement pour établir la concentration de graisse en g/L (**Sboui et al., 2009**).

II.3.1.3. Densité

La densité est mesurée en utilisant un thermo lactodensimètre PAAR DMA 35. Cette mesure est effectuée à une température constante de 20°C.

II.3.1.4. Matière azotée totale

Le total d'azote (NT) et l'azote non protéique (NNP) sont mesurés à l'aide de la méthode de Kjeldahl ($N \times 6,38$). Cela se fait après une phase de minéralisation sur un appareil Buchi 425, suivie d'une distillation avec un dispositif Buchi 320 (BuchiLaboratoriums-Tchnik, Flawil, Suisse), puis d'une titration utilisant de l'acide chlorhydrique 0,1 N (Sboui et al., 2009).

Tableau 8. Composition des paramètres physiques du lait de chamelle

	Chamelle
Ph	6.41
Acidité	17.2
Densité	1.01

II.3.2 Composition chimique du lait de chamelle ^[1]_{SEP}

Tableau 9.Composition chimique du lait de chamelle, Farah, Z. (1993).

Constituants	Valeur Moyenne
Eau	86 – 88 %
Matières grasses	2.0 – 5.5 %
Protéines	2.5 – 3.5 %
Lactose	3.5 – 5.0 %
Matières minérales	0.6 – 0.9 %
Vitamine C	30 – 50 mg/L
Calcium (Ca)	120 – 150 mg/100 mL
Fer (Fe)	0.2 – 0.5 mg/100 mL



.Chapitre III

Materiels et methodes

Introduction

Ce chapitre trois décrit en profondeur l'organisation d'accueil, nommée "Laiterie Le Littoral Mostaganem Salamandre GIPLAIT". Dans un premier temps, nous allons expliquer les aspects principaux de cette laiterie, incluant son histoire, ses activités, ses installations et ses engagements envers la qualité. Ensuite, nous aborderons les éléments matériels ainsi que les techniques utilisées pour réaliser notre étude, avant de présenter les analyses physico-chimiques et microbiologiques. Cette démarche aidera à mieux saisir le contexte de notre travail ainsi que les outils méthodologiques utilisés pour obtenir des résultats précis et pertinents.

III.1 Présentation de l'organisme d'accueil

L'établissement appelé "Laiterie Le Littoral Mostaganem Salamandre GIPLAIT" est une société algérienne qui se concentre sur la fabrication de produits laitiers. Il fonctionne sous la direction de GIPLAIT, un groupe qui a une importance notable dans l'industrie laitière en Algérie.

III.1.1 Lieu de stage

La laiterie est implantée à Salamandre, un quartier côtier réputé de la wilaya de Mostaganem, reconnu pour son dynamisme économique et sa position stratégique dans l'ouest de la région.

Elle se distingue par la qualité de ses produits laitiers variés, notamment le lait frais, les yaourts, les fromages et d'autres produits dérivés. L'entreprise s'illustre également par la production de lait infantile, répondant ainsi aux besoins nutritionnels spécifiques des jeunes enfants.

Fidèle à ses valeurs fondamentales, la laiterie accorde une importance primordiale à la qualité, à la sécurité alimentaire et au respect des normes internationales dans l'ensemble de ses processus de fabrication. Elle contribue activement à l'économie locale, en créant des emplois directs et indirects, et en soutenant les producteurs laitiers locaux.

En somme, la Laiterie Le Littoral Mostaganem – Salamandre (GIPLAIT) représente un acteur clé de l'industrie laitière en Algérie, en fournissant des produits conformes aux exigences nationales, tout en participant au développement socio-économique de la région.

III.1.2 Information et localisation géographique de GIPLAIT

- .Date de construction : 1985
- .Groupe : GIPLAIT
- .Filaire : Mostaganem
- .Activité : laiterie • .Adresse : route de l'ex SONIC la salamandre Mostaganem
- .Mise en service : 10-01-1987
- . E-mail : laiteriemosta@yahoo.fr
- .Tel : 045 30 84 57
- .Responsables : SADAWI Ismail président directeur général
- .Produits fabriques : lait, l'ben, Rayeb, le beurre, la crème, Cherbet, yaourts
- .Destination des produits : consommation générale
- .Capacité de production : 58 000 litres /jour soit 7 750 000 litres/an

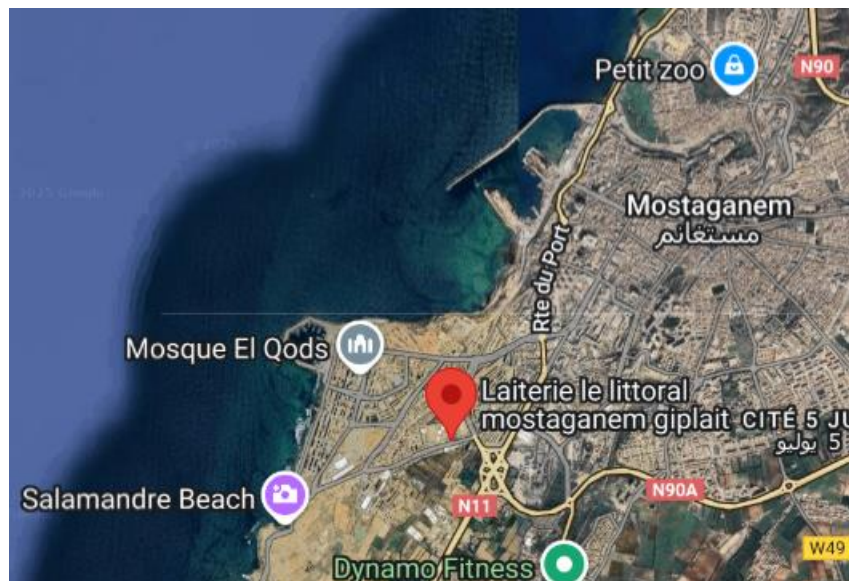


Figure 3. Localisation de la Laiterie Le Littoral Mostaganem Salamandre GIPLAIT

III.2 Méthodes

III.2.1 L'objectif

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'effet de l'espèce animale sur les caractéristiques physico-chimiques du lait. Pour cela, une analyse comparative a été menée sur trois types de laits d'origine animale : lait de vache, lait de chèvre et lait de chamelle. L'étude porte sur plusieurs paramètres essentiels tels que le pH, la densité, la teneur en matières grasses et en protéines, afin de mettre en évidence les différences liées à l'origine biologique du lait. Cette approche vise à mieux comprendre l'influence de l'espèce sur la qualité nutritionnelle du lait, tout en valorisant les productions locales et en apportant des données utiles à l'industrie laitière en matière de diversification et d'innovation.

III.2.2. Échantillonnage

Le prélèvement des échantillons de lait a été réalisé en une seule journée dans la région de Mostaganem. Le lait de vache et le lait de chèvre ont été collectés directement à partir d'élevages locaux, tandis que le lait de chamelle a été fourni par un distributeur local spécialisé. Pour chaque type de lait, un volume de 2 litres a été recueilli, puis homogénéisé et réparti en flacons de 200 mL préalablement nettoyés et étiquetés (type de lait, date, numéro d'échantillon). Les échantillons ont été immédiatement placés à 4 ± 1 °C et transportés dans une glacière isotherme vers le laboratoire pour analyse, dans un délai de moins de 24 heures.

III.4 Analyses physico-chimiques de lait

III.4.1. Détermination de la densité

La détermination de la densité du lait consiste à comparer sa masse volumique à celle de l'eau à 20 °C. Pour cela, on utilise un thermo-lacto-densimètre, un instrument spécifique aux produits laitiers. L'échantillon de lait est d'abord amené à une température constante de 20 °C, condition essentielle pour garantir la précision de la mesure. Une fois la température stabilisée, la densité est mesurée à l'aide du densimètre et la valeur obtenue est immédiatement enregistrée. La densité normale du lait se situe généralement entre 1,028 et 1,034 g/cm³, ce qui permet de détecter d'éventuelles anomalies liées à l'altération ou à l'adultération du produit.



Figure 4. UN thermo –lactodensimètre(originale 2025)

III.4.2 Mesure de l'acidité titrable

La mesure de l'acidité du lait repose sur une réaction de neutralisation entre l'acide lactique présent dans les lait crus de notre expérimentation et une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH), en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré. Cette méthode permet d'évaluer l'acidité du lait, exprimée en degré Dornic ($^{\circ}\text{D}$), où 1°D correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait (**Luquet, 1985**). La procédure consiste à prélever 10 mL de lait, à y ajouter trois gouttes de phénolphthaléine, puis à titrer avec la solution de NaOH jusqu'à l'apparition d'une teinte rose stable, indiquant le point d'équivalence.



Figure 5. Détermination de l'acidité (originale 2025)

III.4.3 Mesure de pH

Le pH du lait est mesuré immédiatement après l'échantillonnage à l'aide d'un pH-mètre électronique, ce qui permet d'évaluer à la fois sa fraîcheur et sa stabilité. L'analyse commence par l'étalonnage de l'appareil à l'aide de solutions tampons de pH 4 et 7, afin de garantir la précision des mesures. Une fois l'appareil calibré, l'électrode est plongée dans l'échantillon de lait, puis la valeur stabilisée du pH est lue et enregistrée. Cette mesure fournit une indication rapide de la qualité du lait et permet de détecter d'éventuels débuts de fermentation ou d'altération.

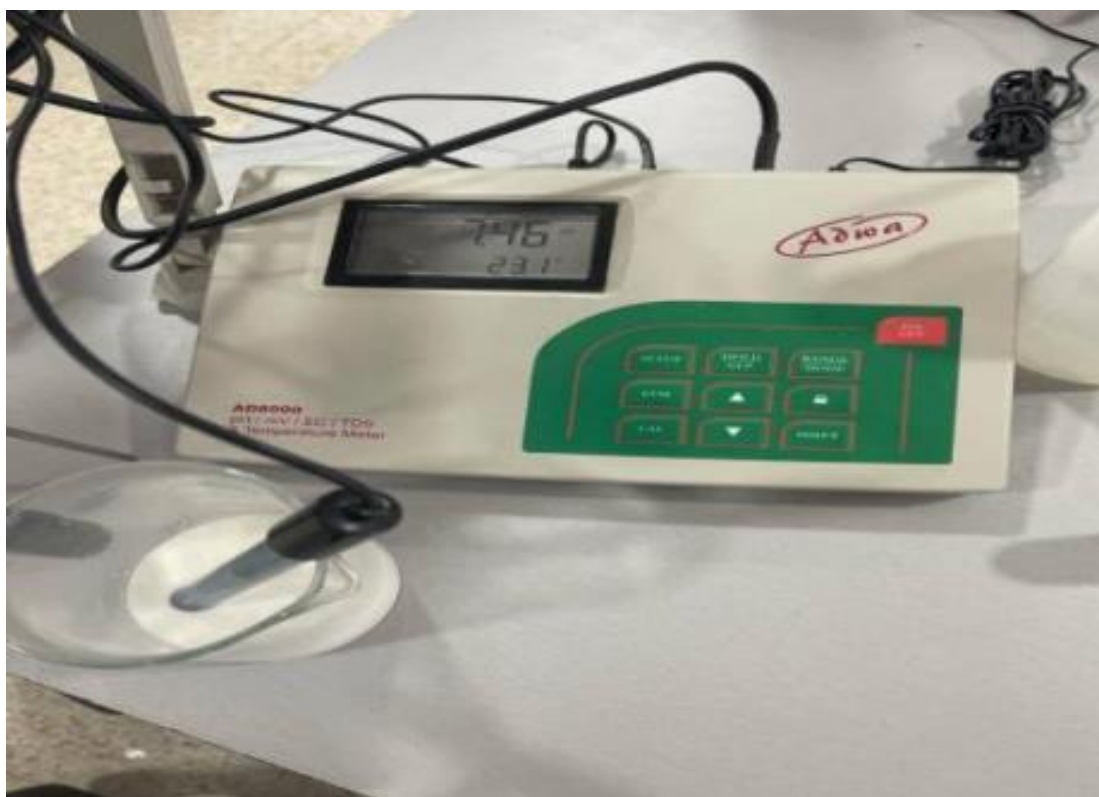


Figure 6. Ph mètre (originale 2025)

III.4.4 Détermination de la teneur en matière grasse

La détermination de la teneur en matière grasse du lait peut être réalisée selon la méthode classique dite acide-butyrométrique de Gerber. Cette technique consiste à introduire 10 mL de lait cru dans un butyromètre, puis à y ajouter 10 mL d'acide sulfurique concentré, ce dernier servant à dissoudre les protéines pour libérer la matière grasse. Ensuite, 1 mL d'alcool isoamylique est incorporé afin de faciliter la séparation des phases. Le butyromètre est ensuite centrifugé, ce qui permet à la matière grasse de se regrouper dans la partie calibrée de l'instrument, où elle peut être directement lue sous forme d'un pourcentage.



Figure 7: Détermination de la teneur en matière grasse (photo originale)

III.4.5 Les analyses protéiques

L'objectif des analyses protéiques est d'évaluer la teneur en protéines dans un aliment afin de mieux comprendre sa valeur nutritionnelle et sa qualité. Ce type d'analyse permet de quantifier les protéines totales ou de caractériser les différentes fractions protéiques présentes dans l'échantillon. Ces informations sont essentielles pour garantir la conformité aux normes alimentaires, optimiser les procédés de transformation et assurer la transparence vis-à-vis des consommateurs. En effet, les protéines jouent un rôle majeur dans la nutrition humaine et dans les propriétés fonctionnelles des aliments, ce qui rend leur analyse indispensable dans les industries agroalimentaires (Cheftel et al., 1985)

Le dosage des protéines réalisé dans le cadre de notre expérimentation a été effectué en utilisant la méthode de **Lowry et al. (1951)**, reconnue pour sa sensibilité et sa fiabilité dans la quantification des protéines totales.

Principe

Cette méthode combine une réaction biuret et une réaction avec le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dernier réagit avec les tyrosines et les tryptophanes, produisant une coloration bleue qui s'ajoute à celle du biuret. Les densités optiques sont mesurées entre 550 et 750 nm, avec une solution de référence contenant tous les réactifs mais sans l'échantillon.

Mode opératoire

Le dosage des protéines a été réalisé selon une méthode colorimétrique basée sur une double réaction chimique impliquant un complexe cuivre-protéines et un réactif oxydant. Dans un premier temps, 1 g ou 1 mL de lait a été dilué dans 25 mL de solution physiologique, formant ainsi la solution X. Ensuite, 1 mL de cette solution a été transféré dans un bécher de 100 mL, puis complété avec de l'eau distillée jusqu'à obtention de 100 mL, constituant la solution Y. De cette dernière, 1 mL a été réparti dans des tubes à essai conservés à 4 °C pour préserver les protéines. Une solution standard de référence à base d'albumine sérique bovine (BSA) a été préparée en dissolvant 0,025 g de BSA dans 100 mL d'eau distillée. Le réactif colorimétrique a été préparé à partir de deux solutions : la solution A, contenant 1 g de NaOH et 5 g de Na₂CO₃ dans 250 mL d'eau distillée, et la solution B, constituée de 0,125 g de CuSO₄ et 0,25 g de tartrate double de sodium et de potassium, dissous dans 25 mL d'eau distillée. Le réactif final, utilisé immédiatement, a été obtenu en mélangeant 50 mL de la solution A avec 5 mL de la solution B. Pour tracer la courbe d'étalonnage, six tubes ont été préparés avec des concentrations croissantes de BSA, tandis que quatre tubes ont été réservés aux échantillons à analyser.

Lecture

La lecture des échantillons a été effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre réglé à une longueur d'onde de 550 nm.

Expression des résultats

- La courbe de l'étalonnage de BSA.
- À partir de la droite d'étalonnage (BSA) et de la densité optique mesurée, on peut déduire la concentration de l'échantillon sur l'axe horizontal par la formule suivante :

$$Y = A \times X$$

Y : densité optique.

X : La concentration de l'échantillon représentée sur l'axe horizontal.

A : Constant.

- La teneur en protéine, exprimée g/100 grammes d'échantillon, est déterminée par la formule suivante :


$$C = X \times 10$$

C : concentration en protéines g/100g.

X : La concentration de l'échantillon représentée sur l'axe horizont

Traitement des résultats

Les données expérimentales ont été traitées à l'aide du logiciel Excel pour le calcul des moyennes et la construction d'histogrammes comparatifs, en vue d'analyser les variations des paramètres physico-chimiques entre les trois types de lait.



.Chapitre IV
Resultats
et discussion

1. Résultats des paramètres physico-chimiques des différents laits étudiés

1.1 pH

Les valeurs du pH dans les différents laits analysés sont présentées dans le tableau 10 ci-dessous. Les résultats obtenus montrent que le pH varie selon le type de lait, avec une valeur de 6,72 pour le lait de vache, 6,64 pour le lait de chèvre, et 6,45 pour le lait de chamelle. Le lait de vache présente ainsi le pH le plus élevé, tandis que le lait de chamelle affiche la valeur la plus faible parmi les échantillons étudiés.

Tableau 10: Variation pH dans les différents laits

Nature des laits	Lait de vache	Lait de chèvre	Lait de chamelle
pH	6.72	6.64	6.45

Les valeurs de pH obtenues sont proches de la neutralité ($\text{pH} = 7$), ce qui témoigne de la fraîcheur des échantillons et de l'absence de signes de fermentation ou d'altération. Ces résultats corroborent ceux rapportés par **Sawaya et al. (1984)**, qui indiquent que le pH du lait de chamelle se situe généralement entre 6,4 et 6,7. De plus, les valeurs observées pour le lait de vache sont en accord avec celles mentionnées par **Alais (1984)**, qui rapporte des valeurs comprises entre 6,6 et 6,8. Par ailleurs, nos résultats sont proches de ceux rapportés par **Amroun et Zerrouki (2014)**, qui ont évalué le pH du lait de chèvre de la zone littorale à 6,27.

D'après Mathieu (1998), le pH du lait est étroitement lié à sa composition chimique. Une élévation des concentrations en substances acidifiantes telles que les protéines, les ions phosphates, le citrate ou encore l'acide lactique conduit à une diminution du pH. Ce paramètre est également modulé par la teneur en caséine, la charge ionique globale, la concentration en sels minéraux dissous, ainsi que par l'activité métabolique de la flore microbienne totale (**Alais, 1984 ; Mathieu, 1998**).

1.2 Acidité

Les valeurs de l'acidité titrable des laits analysés sont présentées dans le tableau 11 ci-dessous. Les résultats obtenus montrent que l'acidité varie en fonction du type de lait, avec une valeur de 18,33 °D pour le lait de vache, 18,00 °D pour le lait de chèvre, et 15,33 °D pour le lait de chamelle. Ce

dernier présente ainsi l'acidité la plus faible, tandis que le lait de vache enregistre la valeur la plus élevée parmi les échantillons étudiés.

Tableau 11 : Variation de l'acidité dans les différents laits en °D

Origine des laits	Lait de vache	Lait de chèvre	Lait de chamelle
Acidité (°D)	18.33	18	15.33

Selon **Cassinello et Pereira (2001)**, l'acidité naturelle du lait se situe généralement entre 10 et 21,4 °D, ce qui positionne les valeurs obtenues dans cette étude au sein de l'intervalle physiologique normal. En outre, les travaux de **Sawaya et al. (1984)** confirment que le lait de chamelle se caractérise par une acidité titrable inférieure à celle du lait de vache et de chèvre, ce qui est en parfaite concordance avec les résultats observés. Ces constats témoignent de la stabilité biochimique des échantillons analysés et traduisent des conditions de conservation adéquates, garantes de leur qualité sanitaire.

En effet, L'acidité du lait est étroitement liée à sa teneur en matière sèche et résulte essentiellement de la dégradation des composants protéiques tels que les caséines et la lactalbumine, ainsi que de la présence de substances minérales, notamment les phosphates, le dioxyde de carbone (CO₂) et, surtout, les acides organiques comme l'acide citrique. Par ailleurs, cette acidité peut être modulée par l'activité enzymatique d'origine microbienne, en particulier celle des germes mésophiles présents dans le lait (**Oueld Ali, 1995**).

1.3. Densité

Les valeurs de la densité dans les différents laits de notre expérimentation sont présentées dans le tableau 12 ci-dessous. Les résultats obtenus montrent que la densité varie selon le type de lait, avec une valeur de 1,034 pour le lait de chèvre, 1,030 pour le lait de vache, et 1,025 pour le lait de chamelle. Le lait de chèvre présente ainsi la densité la plus élevée, tandis que le lait de chamelle affiche la plus faible.

Tableau 12 : Variation de l'acidité dans les différents laits

Origine des laits	Lait de vache	Lait de chèvre	Lait de chamelle
Densité	1.030	1.034	1.025

Les résultats enregistrés sont globalement en accord avec ceux rapportés dans la littérature. Pour le lait de vache, la densité mesurée s'inscrit dans la plage de 1,028 à 1,033 mentionnée par **Alais (1984)**, ce qui confirme la conformité de notre échantillon aux normes attendues.

Concernant le lait de chèvre, la valeur de 1,034 dépasse légèrement celle rapportée par **Amroun et Zerrouki (2014)**, qui ont trouvé une densité de 1,031, ainsi que celle de 1,026 observée par **Boumendjel et al., (2017)**, ce qui peut être attribué à des variations liées à l'alimentation, à la race ou aux conditions d'élevage.

Enfin, la densité du lait de chamelle (1,025) reste proche de celle rapportée par **Siboukeur (2007)**, qui a enregistré une valeur de 1,023, ce qui confirme que le lait de chamelle présente naturellement une densité plus faible que celle des autres laits probablement en raison de sa moindre teneur en matière sèche.

De plus, la densité du lait est principalement influencée par sa teneur en matière sèche et en lipides, ainsi que par des facteurs environnementaux tels que la température et le régime alimentaire de l'animal (**Debouz et al., 2014**).

1.4. Teneur en matière grasse

Les valeurs de la teneur en matière grasse des laits analysés sont présentées dans le tableau 13 ci-dessous. Les résultats obtenus montrent une variation selon l'origine animale du lait, avec une concentration moyenne de 37,33 g/100g pour le lait de chèvre, 35,00 g/100g pour le lait de vache, et 31,33 g/100g pour le lait de chamelle. Le lait de chèvre présente ainsi la teneur en lipides la plus élevée, tandis que le lait de chamelle affiche la plus faible parmi les échantillons étudiés.

Tableau 13 : Variation de la teneur en matière grasse dans les différents laits en g/100g de lait

Origine des laits	Lait de vache	Lait de chèvre	Lait de chamelle
Matière grasse (g/100g)	35	37.33	31.33

La teneur en lipide est plus importante dans le lait de chèvre ce qui se traduit par une texture plus onctueuse, une viscosité plus marquée, ainsi qu'une valeur énergétique plus élevée par rapport aux autres laits étudiés.

Ces résultats sont en accord avec les données rapportées par **Sawaya et al. (1984)**, qui indiquent que la teneur en lipides du lait de vache se situe généralement entre 3,5 et 4 %, celle du lait de chèvre entre 3,8 et 4,5 %, et celle du lait de chamelle entre 2,9 et 3,6 %.

En outre, les lipides constituent les composants les plus variables en termes de quantité et de qualité dans le lait, influencés par des facteurs tels que la race des animaux et l'ordre de la traite, ce qui impacte le taux de matière grasse (**Debouz et al., 2014**).

1.5. Teneur en protéine

Les valeurs de la teneur en protéines des laits analysés sont présentées dans le tableau 14 ci-dessous. Les résultats obtenus montrent une variation selon l'origine animale du lait, avec une concentration moyenne de 4,30 g/100 g pour le lait de chèvre, 3,62 g/100 g pour le lait de vache, et 2,57 g/100 g pour le lait de chamelle. Le lait de chèvre présente ainsi la teneur en protéines la plus élevée, tandis que le lait de chamelle affiche la plus faible parmi les échantillons étudiés.

Tableau 14 : Variation de la teneur en protéines dans les différents laits en g/100g de lait

Origine des laits	Lait de vache	Lait de chèvre	Lait de chamelle
Protéine (g/100g)	3.62	4.30	2.57

Les teneurs en protéines obtenues dans cette étude révèlent des variations significatives entre les types de lait analysés, avec des concentrations moyennes de 4,30 g/100 mL pour le lait de chèvre, 3,62 g/100 mL pour le lait de vache et 2,57 g/100 mL pour le lait de chamelle. Ces résultats s'inscrivent dans les plages de valeurs rapportées par divers auteurs. Pour le lait de vache, **Mathieu (1998)** indique une variabilité des teneurs en protéines allant de 2,9 % à 5 %, ce qui inclut la valeur obtenue ici.

En ce qui concerne le lait de chèvre, notre résultat est proche de celui rapporté par **Amroun et Zerrouki (2014)**, qui ont observé une teneur de 4,38 % en période hivernale, et reste supérieur aux valeurs enregistrées par **Kljajevic et al. (2017)**, qui ont rapporté des concentrations de 2,82 %

au printemps et 2,93 % en hiver. Cette divergence peut s'expliquer par des facteurs tels que la race caprine, le stade de lactation ou les conditions d'élevage.

Pour ce qui est du lait de chamelle, la teneur mesurée (2,57 %) concorde avec les résultats de **Meiloud et al. (2011)**, qui ont rapporté 2,5 %, et reste également cohérente avec les 2,85 % indiqués par **Elobied et al. (2015)**. Ces constats confirment la variabilité interspécifique de la composition protéique du lait, influencée par des paramètres biologiques, nutritionnels et environnementaux.

Conclusion

Conclusion générale

L'objectif principal de ce travail était d'évaluer l'effet de l'espèce animale sur les caractéristiques physico-chimiques du lait à travers une analyse comparative entre le lait de vache, de chèvre et de chamelle.

Les résultats obtenus ont mis en évidence des différences notables selon l'origine animale.

Le pH le plus élevé a été enregistré dans le lait de vache (6,72), suivi de celui de chèvre (6,64) puis de chamelle (6,45). L'acidité était maximale dans le lait de vache (18,33 °D) et minimale dans celui de chamelle (15,33 °D). La densité la plus élevée a été observée dans le lait de chèvre (1,034) et la plus faible dans celui de chamelle (1,025). En ce qui concerne les lipides, le lait de chèvre s'est révélé le plus riche (37,33 g/100 g), suivi du lait de vache (35,00 g/100 g) et du lait de chamelle (31,33 g/100 g). La même tendance a été observée pour les protéines, avec 4,30 g/100 g pour le lait de chèvre, 3,62 g/100 g pour celui de vache et 2,57 g/100 g pour celui de chamelle.

Ces résultats confirment que l'espèce animale exerce une influence significative sur la composition du lait, ce qui ouvre des opportunités pour la valorisation ciblée de chaque type.

Dans la continuité de ce travail, il serait pertinent d'élargir l'échantillonnage à d'autres races ou régions, de mener des analyses microbiologiques détaillées, d'explorer les aptitudes technologiques des laits à la transformation, d'évaluer leur acceptabilité sensorielle et leurs bénéfices nutritionnels chez le consommateur, ainsi que d'investiguer les propriétés thérapeutiques, notamment du lait de chamelle reconnu pour sa richesse en vitamine C et en composés antimicrobiens naturels.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

VIGNOLA, C., & ARPAIA, R. (2002). Technologie et qualité du lait et des produits

Alais, C. (1975). *Science du lait : principes des techniques laitières*. SEP.

Alais, C. (1984). *Science du lait. Principes et techniques laitières*. Édition SEPAIC, 4^e éd., Paris, 814 p.

Amiot, J., Gauthier, S. F., & Marette, A. (2002). *Bioactivités des protéines du lait*. Lavoisier.

Amroun, T. T., & Zerrouki, N. (2014). Caractérisation de la composition biochimique du lait de chèvres kabyles élevées en région montagneuse en Algérie. *Rencontres Recherche Ruminants*, 21, 293.

Becroft, D. M. O., & Holland, J. W. (1996). [Détail manquant pour citation complète].

Benderouich, M. (2009). *Étude de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru de vache collecté dans la région de Tizi-Ouzou*. [Mémoire de fin d'études].

Bengoumi, M., & Faye, B. (2015). *Le dromadaire, un atout pour le développement*. CIRAD.

Bitman, J., Wood, D. L., & Miller, W. G. (1996). Lipid composition of bovine milk and cheese. In: *Advanced Dairy Chemistry – Volume 2: Lipids* (pp. 53–102). Springer US.

Boulanger, A., Grosclaude, F., & Mahé, M. F. (1984). Polymorphism of caprine (*Capra hircus*) alpha-s-1 and alpha-s-2 caseins. *Genetique, Selection, Evolution*, 16, 157–175.

Bylund, G. (1995). Collection and reception of milk. In: *Dairy Processing Handbook*. Tetra Pak Processing Systems, France.

Cassinello, J., & Pereira, A. (2001). La leche de camella: composición, propiedades y posibilidades de industrialización. *Revista ITEA*, 97A(3), 217–224.

Chilliard, Y. (1997). Rumen digestion and lipid metabolism in lactating ruminants. *Livestock Production Science*, 49(2), 119–135.

de chamelle au Kazakhstan. *Revue des Sciences et Technologies Laitières*, vol. 88,

Debouz, A., Guerguer, L., Oudjana, A., & Hadj Seyd, A. (2014). Étude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache et du lait camelin dans la wilaya de Ghardaïa. *Revue ElWahat pour les Recherches et les Études*, 7(2).

Debry, G. (2001). *Lait, nutrition et santé*. Tec & Doc, Paris, 566 p.

FAO 2018 :The State of Food Security and Nutrition in the World 2018 — rapport

FAO. (1998). *Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Collection FAO : Alimentation et nutrition, n° 28.

Goy, F., Delacroix, S., & Genest, C. (2005). Biochimie structurale et fonctionnelle.

Guiraud, J. P. (1998). *Microbiologie alimentaire*. Dunod.

Il traite des structures des biomolécules (protéines, lipides, glucides, acides

Ilboudo, S., Kaboré, Y. R., & Konaté, B. A. (2012). Qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru de vache collecté à Ouagadougou. *Journal of Applied Biosciences*, 58, 4242–4249.

Jeantet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P., & Brulé, G. (2008). *Les produits laitiers* (2^e éd.). Tec & Doc – Lavoisier, Paris, pp. 1–9.

Jeantet, R., Croguennec, T., Schuck, P., & Brulé, G. (2007). *Science des aliments : biochimie, microbiologie, procédés, produits*. Lavoisier.

Kanaspayeva, A. (2007). Propriétés physico-chimiques et valeur nutritionnelle du lait

lait cru de vache, de chèvre et de chamelle. laitiers. Milan : Éditions Scientifiques Européens

Luquet, F. M. (1985). *Le lait et les produits laitiers : vache, brebis, chèvre* (3 vol.). Paris, Technique et Documentation – Lavoisier.

Mahaut, M., Jeantet, R., & Brulé, G. (2000). *Initiation à la technologie fromagère*. Techniques et Documentation – Lavoisier, Paris, 194 p. microbiologiques. *Revue des Sciences Alimentaires*, vol. 24, n°2, p. 123–135. n°4, p. 225–231.

nucléiques) et de leurs fonctions biologiques

Ould Ali, O. (1995). *Évaluation de la qualité physicochimique et microbiologique du lait pasteurisé partiellement écrémé fabriqué par l'OROLAIT – Unité « El Emir »*. Institut des sciences agronomiques – Département Technologie agroalimentaire, Centre Universitaire de Mascara.

OULED BELKHIR, T. (2018). Étude comparative de la qualité physico-chimique du

Paris : Éditions Dunod livre est souvent utilisé dans l'enseignement universitaire en biochimie.

Park, Y. W. (2006). Goat milk – Chemistry and nutrition. In: Park Y.W., Haenlein, G. F. W. (Eds), *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*, Blackwell Publishing, Oxford, UK, pp. 34–58.

Park, Y. W., & Haenlein, G. F. W. (2006). Therapeutic and hypoallergenic values of goat milk and implication of food allergy. In: *Handbook of Milk of Nonbovine Mammals*, Blackwell Publishing, Oxford, UK, pp. 121–135.

Perez, R. (1996). *Qualité du lait et des produits laitiers*. Lavoisier. phare sur l'insécurité alimentaire et la nutrition .

Pougheon, S., & Goursaud, J. (2001). Le lait : caractéristiques physico-chimiques. In: Debry G. (éd.), *Lait, nutrition et santé*, Tec & Doc, Paris, 566 p.

Ramet, J. P. (1995). *Manuel de technologie fromagère*. Lavoisier.

Sawaya, W. N., Khalil, J. K., Al-Shalhat, A., & Al-Mohammad, H. (1984). Chemical composition and nutritional quality of camel milk. *Journal of Food Science*, 49(3), 744–747.

Sboui, A., Khorchani, T., Djegham, M., & Belhadj, O. (2009). Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien ; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. *Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 5(2), 293–304.

Siboukeur. (2007). *Étude du lait camelin localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation*. Thèse de doctorat, Institut National Agronomique El-Harrach, Algérie, p. 22.

Steijns, J. M. (2008). Lactoferrin in milk and dairy products. *International Journal of Dairy Technology*, 61(4), 416–422.

Veisseyre, R. (1961). *Technologie du lait*. La Maison Rustique.

Wilson, R. T. (1984). *The Camel*. Longman Group Ltd.

Wilson, R. T., Diallo, A., & Nyamu, L. (1990). Camel milk production and utilization in selected pastoral areas of Somalia. *ILCA*.

ZELLER, L. (2005). La qualité du lait : aspects physico-chimiques et