



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de  
la vie  
Département des sciences de la nature et de la vie  
Filière : Sciences biologiques

Référence ..... \ .....

# MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Biochimie Appliquée

---

Présentées et soutenues par :

**TOUIR Amira**

**SALHAOUI Nour Elhouda**

Le: dimanche 18 juin 2023

## Étude des caractéristiques physico- chimiques du lait cru provenant de quatre espèces animales dans une région aride

---

**Jury :**

|     |                     |     |                      |           |
|-----|---------------------|-----|----------------------|-----------|
| Mr  | TITAOUINE Mohamed   | MCA | Université de Biskra | Promoteur |
| Mme | CHOUIA Amel         | MAA | Université de Biskra | Examineur |
| Mme | BENHARZALLAH Naouel | MCB | Université de Biskra | Président |

Année universitaire : 2022-2023

# *Remerciement*

*Nous remercions tout d'abord dieu le tout puissant, de m'avoir guidé vers la science et le savoir et de nous avoir donné courage et volonté pour élaborer ce modeste travail.*

*On tien a exprimer le témoignage de toute notre*

*Gratitude et nos remerciements :*

*À notre encadreur monsieur MOHAMED TITAOUINE pour ses conseils, son soutien moral et ses orientations lors de la rédaction du manuscrit.*

*Nos sincères remerciements s'adressent également à :*

*À monsieur MOUSSA GHERGUI, pour nous avoir aidés et conseillés durant ce travail.*

*À Tous les enseignants qui m'ont appris au cours de mon parcours universitaire.*

*À tous les enseignants de département de biologie de Biskra.*

*À mes parents et mes proches, qui m'ont soutenu durant tous les moments difficiles,*

*À tous les amies et collègues pour leurs soutiens amicales. Nous tenons à adresser nos vifs remerciements à toutes et tous qui ont de près ou de loin ont contribué, par leur aide précieuse, à la réussite de ce modeste travail.*

## *Dédicace*

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut... Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, L'amour, le respect, la reconnaissance ... Aussi, c'est tout simplement que Je dédie ce thème....*

*A mon très cher père, le secret de ma réussite et mon grand exemple qui a rêvé toujours de me voir heureux A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur et à ma maman, qui je souhaite une longue vie pleine de bonheur et de santé.*

*A mes très chères sœurs qui ont été toujours à mes côtés Pour leur encouragement et soutien. A mes très chers frères.*

*A toute ma grande famille **TOUIR** et **SALLHAOUI***

*A tous mes amis qui sont toujours à mon côté dans les bons moments,*

# Table des matières

|                        |   |
|------------------------|---|
| Liste des Tableaux     |   |
| Liste des Figures      |   |
| Liste des abréviations |   |
| Introduction .....     | 1 |

## Première partie:Etude bibliographique

### Chapitre 1.Généralités sur le lait

|  |   |
|--|---|
| 1.1. Définition de lait .....                    | 2 |
| 1.2. Composition du lait .....                   | 2 |
| 1.2.1. L'eau .....                               | 2 |
| 1.2.2. Protéines.....                            | 3 |
| 1.2.3. Matière grasse .....                      | 3 |
| 1.2.4. Glucides .....                            | 3 |
| 1.2.5. Minéraux .....                            | 4 |
| 1.2.6. Vitamines .....                           | 4 |
| 1.3. Le marché du lait .....                     | 4 |
| 1.3.1. Dans le monde .....                       | 4 |
| 1.3.2. Dans l'Afrique .....                      | 5 |
| 1.3.3. Dans le Maghreb .....                     | 6 |
| 1.3.4. Dans l'Algérie.....                       | 6 |
| 1.4. Facteur influencent la qualité de lait..... | 7 |
| 1.4.1. Chauffage.....                            | 7 |
| 1.4.2. Rayonnements.....                         | 7 |
| 1.4.3. Stade de lactation .....                  | 7 |

---

|   |    |
|---|----|
| 1.4.4. L'alimentation.....  | 7  |
| 1.4.5. L'état sanitaire .....                                     | 7  |
| <b>Chapitre 2. Les caractéristiques physico-chimiques du lait</b> |    |
| 2.1. Les caractéristiques physico-chimiques du lait .....         | 8  |
| 2.1.1. pH.....  | 8  |
| 2.1.2. Point de congélation.....                                  | 8  |
| 2.1.3. Solides non gras .....                                     | 8  |
| 2.1.4. Densité .....  | 8  |
| 2.1.5. Lactose .....  | 9  |
| 2.1.6. Sels minéraux.....   | 9  |
| 2.1.7. Protéine .....   | 9  |
| 2.1.8. Matière grasse .....                                       | 10 |
| <b>Deuxième partie :Etude expérimentale</b>                       |    |
| <b>Chapitre 3. Matériel et méthodes</b>                           |    |
| 3.1. Objectif de l'étude .....                                    | 11 |
| 3.2. Monographie de la région d'étude.....                        | 13 |
| 3.3. Matériels et méthode .....                                   | 14 |
| 3.3.1. Matériel.....  | 14 |
| 3.3.2. Echantillonnage .....                                      | 15 |
| 3.3.2.1. Source de prélèvement.....                               | 15 |
| 3.3.2.2. Condition de prélèvement.....                            | 16 |
| 3.3.2.3. Transport.....   | 17 |
| 3.3.3. Mode opératoire .....                                      | 18 |
| 3.3.4. Analyse statistique .....                                  | 19 |
| <b>Chapitre 4. Résultats et discussion</b>                        |    |

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 4.1. Résultats et discussion .....  | 20 |
| 4.1.1. Le pH .....                  | 20 |
| 4.1.2. La densité .....             | 21 |
| 4.1.3. La matière grasse .....      | 22 |
| 4.1.4. Les protéines .....          | 23 |
| 4.1.5. Le lactose .....             | 24 |
| 4.1.6. Les sels minéraux.....       | 25 |
| 4.1.7 Le solide non gras .....      | 26 |
| 4.1.8. Le point de congélation..... | 27 |
| Conclusion.....                     | 28 |
| BibliographieRéférences .....       | 29 |
| Annexe                              |    |

## Liste des Tableaux

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau 1:</b> Composition lipidiques du lait.....  | 3  |
| <b>Tableau 2:</b> pH du lait dans quatre espèces animales .....                                      | 8  |
| <b>Tableau 3:</b> Densité du lait dans quatre espèces animales .....                                 | 9  |
| <b>Tableau 4:</b> Lactose du lait dans quatre espèces animales.....                                  | 9  |
| <b>Tableau 5:</b> Protéine du lait dans quatre espèces animales.....                                 | 9  |
| <b>Tableau 6:</b> Matière grasse du lait dans quatre espèces animales.....                           | 10 |
| <b>Tableau 7:</b> Caractéristiques des élevages les chèvres.....                                     | 15 |
| <b>Tableau 8:</b> Caractéristiques des élevages les brebis. ....                                     | 15 |
| <b>Tableau 9:</b> Caractéristiques des élevages les vaches.....                                      | 16 |
| <b>Tableau 10:</b> Caractéristiques des élevages les chamelles.....                                  | 16 |
| <b>Tableau 11:</b> Les valeurs moyennes de pH des quatre espèces animales. ....                      | 20 |
| <b>Tableau 12:</b> Les valeurs moyennes de la densité des quatre espèces animales.....               | 21 |
| <b>Tableau 13:</b> Les tenures moyennes en MG (%) des quatre espèces animales.....                   | 22 |
| <b>Tableau 14:</b> Les valeurs moyennes de protéine (%) de quatre espèces animales.....              | 23 |
| <b>Tableau 15:</b> Les tenures moyennes en lactose (%) des quatre espèces animales.....              | 24 |
| <b>Tableau 16:</b> Les valeurs moyennes des sels minéraux(%) des quatre espèces animales             | 25 |
| <b>Tableau 17:</b> Les valeurs moyennes de SNGras(%)des quatre espèces animales .....                | 26 |
| <b>Tableau 18:</b> Les valeurs moyennes du point de congélation (°C)des quatre espèces animales..... | 27 |

## Liste des Figures

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 1:</b> Composition du lait de vache avec détail de sa composition minérale.....   | 4  |
| <b>Figure 2:</b> Les principaux producteurs de lait dans le monde .....                     | 5  |
| <b>Figure 3:</b> Les principaux producteurs de lait dans les pays l'Afrique de l'Ouest..... | 6  |
| <b>Figure 4:</b> Carte de la zone d'étude.....  | 13 |
| <b>Figure 5:</b> L'appareil de lactoscan SAP 50.....  | 14 |
| <b>Figure 6:</b> Solution de nettoyage pour le lactoscan® .....                             | 18 |
| <b>Figure 7:</b> Méthode analytique du lait.....  | 19 |



## Liste des abréviations

**Ca** : Calcium

**°C** : Degré Celsius

**FAO**: Food and Agriculture Organisation

**G**: Gramme

**Hab** : Habitant

**K** : Potassium

**L** : Litre

**Mg** : Magnésium

**Mt** : Millions de tonnes

**MG** : Matière grasses

**Na** : Sodium

**N°** : Numéro

**pH** : potentiel d'Hydrogène

**%** : Pour cent

**SNG** : Solide non gras

**UE** : Union Européenne

**UV** : Ultraviolet

# **Introduction**

# Introduction

Le corps humain a toujours besoin des apports calorique et nutritionnel suffisants et équilibrés pour son bien-être. Le lait peut constituer une source majeure de ces apports dans notre alimentation quotidienne. En effet, il présente une forte concentration en nutriments (calcium, de phosphore, de vitamine B12, de sucres, de protéines et de lipides) et joue de ce fait un grand rôle dans le régime alimentaire d'une grande partie de la population humaine (Abdelhamid et *al.*,2022).

Pour cette raison dans les pays africains, les produits laitiers jouent un rôle important dans l'alimentation humaine, notre pays est le plus important consommateur de lait au niveau maghrébin (Benderouich, 2009). En plus, le lait occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, en regard de son contenu en énergie métabolisable (Debouz et *al.*,2014).

Ainsi les laits sécrétés par les différentes espèces de mammifères présentent des caractéristiques communes et contiennent les mêmes critères de composants : eau, protéines, lactose, matière grasse et matières minérales. Malgré cela les proportions spécifiques de ces composants se varient largement d'une espèce à l'autre (Codou, 1997).

Mise à part la vache comme principale source du lait consommé, la chèvre, brebis et la chamelle sont d'excellentes productrices du lait malgré le taux faible de consommation de leurs laits crus. Le lait de ces trois espèces mammifères est très riche en nutriments, mais lequel est le meilleur en termes de contenu nutritionnel pour la consommation humaine.

Ce travail consiste à étudier la qualité physico-chimique du lait de vache, lait de chèvre, le lait de brebis et le lait de chamelle collectés dans la wilaya de Biskra, et faire une comparaison entre les quatre laits crus.

Dans la première partie bibliographique présenté un chapitre présentatif de la définition de lait, la composition du lait, le marché du lait et les facteurs influences la qualité de lait, suivi d'un deuxième chapitre dans lequel est désigné les caractéristiques physicochimique du lait.

Une deuxième partie expérimentale présente la monographie de la zone d'étude, suivie de la présentation des matériel et méthodes physico-chimiques utilisés dans la réalisation de l'analyse, et enfin l'expression des résultats obtenus et leur discussion physico-chimique.

**Première partie**  
**Etude bibliographique**

# **Chapitre 1**

## **Généralités sur le lait**

## 1.1. Définition de lait

Le lait est un produit vivant, il subit donc des traitements, le plus souvent thermiques, qui permettent une meilleure conservation. Le lait est un aliment naturellement riche en protéines de haute valeur biologique, en calcium, en vitamines et oligo-éléments. Sa place dans notre alimentation est donc justifiée, elle varie selon les âges de la vie (Noblet, 2012).

La première définition du lait apparaît en 1908, au congrès international de la répression des fraudes de Paris. Le mot « lait » a été défini comme : « 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 ». Le décret du 25 mars 1924 précise que la dénomination « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance est réservée au lait de vache. (Noblet, 2012).

Selon (Romain et *al.*, 2008) ; Les laits destinés à la consommation humaine peuvent être classés actuellement en deux catégories :

- ✓ Lait non traité thermiquement : lait cru ou microfiltré.
- ✓ Lait traité thermiquement : pasteurisé ou stérilisé.

Le lait cru est défini comme :

Le lait cru est un lait sécrété par différents espèces des mammifères comme la vache, chèvre, ovin et chamelle ; c'est la source d'alimentation complète et hautement nutritive pour les êtres humains ; est un produit laitier non pasteurisé et le précurseur de tous les produits laitiers (Alanna, 2019 ; Belay et *al.*, 2023 ; Rodney et *al.*, 2023).

## 1.2. Composition du lait

Le lait est un aliment de haute qualité nutritive très riche et équilibré, qui permet de couvrir une grande partie des besoins nutritionnels. Il constitue l'une des principales sources alimentaires et énergétiques en calciums, protéines, lipides et en vitamines rééquilibrant ainsi la ration alimentaire du consommateur (Gaouar et *al.*, 2021).

La composition de lait :

### 1.2.1. L'eau

L'eau est le principal constituant du lait qui représente plus de 80% et le l'élément le plus important. (Jean-Christophe, 2018).

### 1.2.2. Protéines

Les protéines laitières représentent près de la moitié de la totalité des protéines animales consommées, car leur valeur nutritionnelle plus élevée que les autres protéines en raison de leur teneur relativement élevée en acides aminés essentiels et de leur meilleure digestibilité ; les protéines du lait sont classées en deux catégories d'après leur solubilité et leur stabilité, dans le lait les caséines représentent près 80% des protéines. (Romain et *al.*, 2008 ; Jean-Christophe, 2018 ; Saloua, 2023).

#### 1.2.2.1 Caséines

Les caséines forment près de 80% de toutes les protéines présentes dans le lait ; leur point isoélectrique moyen de la structure tridimensionnelle permet d'affirmer que les caséines se regroupent sous forme sphérique appelée micelle. Les micelles de caséine sont constituées de 92% de protéines et 8% de minéraux. Les quatre principales protéines contenues dans les micelles sont les caséines  $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ ,  $\beta$  (béta) et  $\kappa$  (kappa) (Vignola, 2002).

Les protéines laitières fournissant 12% de l'apport énergétique total pour l'être humaine (Romain et *al.*, 2008).

### 1.2.3. Matière grasse

La matière grasse est le principal composant du lait, elle apporte (48%) de la valeur énergétique du lait entier, composée majoritairement de triglycéride (98%) contenant jusqu'à (62%) à d'acide gras saturés (Vignola, 2002 ; Bauman et Grinari, 2001).

La composition en acide gras (AG) du lait est une composante importante de sa qualité nutritionnelle pour l'homme (Chiliard et *al.*, 2010).

**Tableau 1:** Composition lipidiques du lait (Vignola, 2002).

| Constituants            | Proportions de lipides du lait (%) |
|-------------------------|------------------------------------|
| Triglycérides           | 98                                 |
| Phospholipides          | 1                                  |
| Fraction insaponifiable | 1                                  |

### 1.2.4. Glucides

Le lactose est le principal sucre naturellement présent dans le lait et a une grande importance nutritionnelle en tant que source d'énergie ; et le constituant majeur de la matière sèche du lait puisqu'il près de 40% des solides totaux. D'autres glucides peuvent être présents

en faible quantité, comme le glucose et galactose qui proviendraient de l'hydrolyse du lactose. (Romain et *al.*, 2008 ; Jean-Christophe, 2018 ; Daniela CSZ et *al.*, 2023).

### 1.2.5. Minéraux

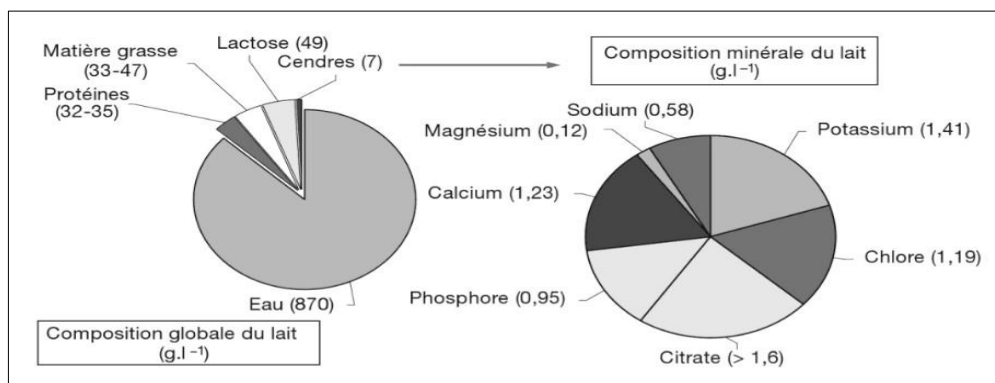
Le lait et les produits laitiers sont les principales sources alimentaires en calcium et en phosphore, pour lesquels ils couvrent plus de la moitié de nos besoins journaliers (Romain et *al.*, 2008).

- Les plus importants sont :

Le calcium :  $1,2\text{g.l}^{-1}$  ; Le phosphore :  $0,9\text{g.l}^{-1}$  ; Le potassium :  $1,5\text{g.l}^{-1}$  ; Le magnésium :  $0,13\text{g.l}^{-1}$  ; Le chlore :  $1,2\text{g.l}^{-1}$  . (Romain et *al.*, 2008).

### 1.2.6. Vitamines

D'une manière générale, le lait ne permet pas de satisfaire tous les besoins vitaminiques, les vitamines A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> qui constituent la valeur nutritive du lait. (Romain et *al.*, 2008).



**Figure 1:** Composition du lait de vache avec détail de sa composition minérale (Romain et *al.*, 2008).

## 1.3. Le marché du lait

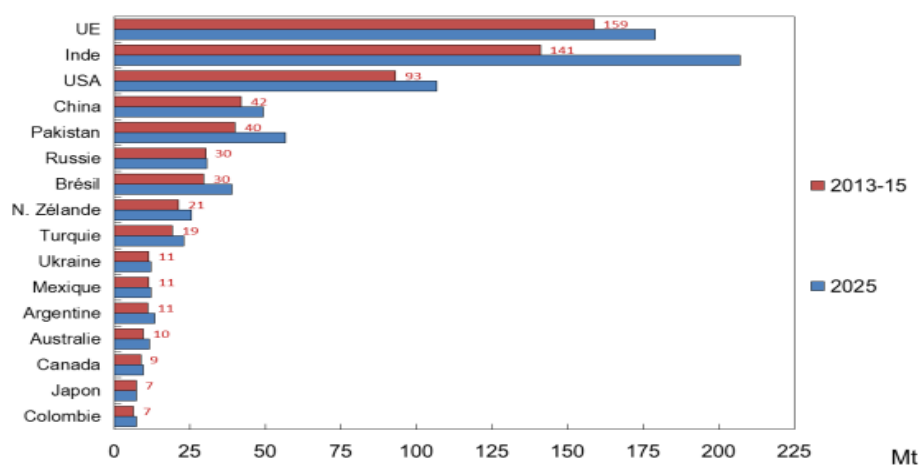
### 1.3.1. Dans le monde

Le lait et les produits laitiers sont des sources de nutrition vitales et font vivre des millions de personnes tout le long de la filière lait dans le monde, à une demande mondiale de produits laitiers en forte croissance surtout dans les pays en développement à croissance démographique (Asie et Afrique) et une stabilisation de la demande (voire une baisse) dans plusieurs pays de l'UE (Chatelier, 2017 ; FAO, 2022).

La figure n° 01 présente la production mondiale des principaux pays producteurs de lait durant la période 2013-2015 : elle montre clairement que l'Union Européenne est le premier producteur de lait et le premier marché de lait du monde malgré son système de portion qui limite sa production, avec une production moyenne d'environ 159 Mt.



L'Inde le deuxième producteur de lait ne participe que de façon marginale aux échanges de lait et de produits laitiers (les éventuels surplus de lait ayant été transformés en lait en poudre), une production moyenne avec environ 141Mt, suivie par les États Unis avec 93 Mt.



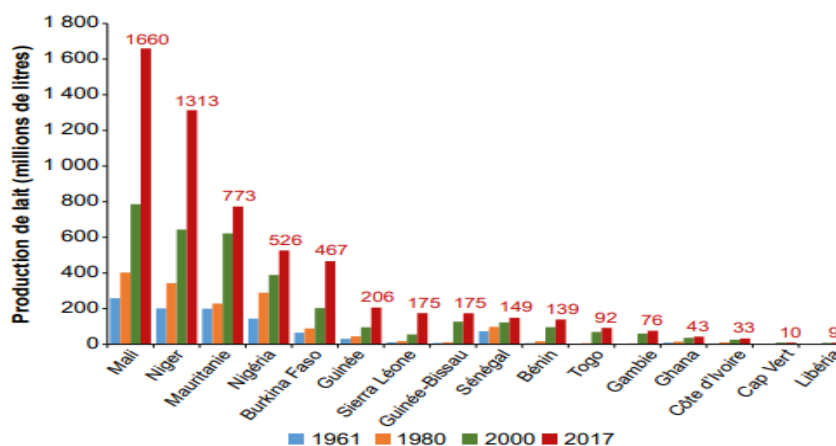
**Figure 2:** Les principaux producteurs de lait dans le monde « Millions de tonnes 2013-2015 et perspectives 2025 » (Chatellier, 2017).

### 1.3.2. Dans l'Afrique

En Afrique, les produits laitiers représentent aujourd'hui une part encore limitée de la production laitière, de nombreux pays africains rencontrent actuellement des difficultés à produire plus de lait pour répondre aux demandes du marché local (situation de déséquilibre entre l'offre et de la demande) (Chatellier, 2019).

Dans Afrique où la consommation individuelle de lait varie fortement d'un pays à l'autre (la Mauritanie plus de 100 L/hab/an, Mali et au Niger est proche de 40 L/hab/an, au Sénégal voisine de 20 L/hab/an, au Bénin et Burkina-Faso et Guinée et au Togo est souvent inférieure à 10 L/hab/an). Les écarts tiennent à un ensemble de facteurs des pouvoir d'achat des ménages, développement ou non des importations, explosion démographiques élevés, les zones de pastorale (Chatellier, 2019).

La figure n° 02 présente la production de lait (toutes espèces) dans les pays de l'Afrique de l'Ouest en évolution entre 1961 et 2017 : Les trois premiers pays producteurs de lait sont le Mali, le Niger et la Mauritanie, sont tous localisés au nord, soit dans des zones arides. Ces trois pays assurent 64% de la production laitière de l'Afrique de l'Ouest en 2017 et sont à l'origine d'une proportion équivalente de la croissance de la production laitière observée entre 1961 et 2017. Si le Nigéria est classé au quatrième rang des pays producteurs de l'Afrique de l'Ouest (Chatellier, 2020).



**Figure 3:** Les principaux producteurs de lait dans les pays l'Afrique de l'Ouest (Chatellier, 2020).

### 1.3.3. Dans le Maghreb

Au niveau maghrébin, l'algérien est le plus grand consommateur du lait et produits laitiers avec une valeur de 115 L / hab/ an et en Tunisie 87 L /hab/an et le Maroc avec 50 L/hab/an (Kali et *al.*, 2011).

Récemment, en raison de la politique d'importation (importation de lait en poudre en Algérie, importation de vaches au Maroc et lait reconstitué à partir de poudre importé en Tunisie), des restrictions ont été mises pour encourageant l'élevage d'animaux laitière (vaches principalement) et en augmentant le prix du lait produit localement et en réduisant les subventions sur le lait en poudre importé soumis à des taxes élevées (Sraïri et *al.*, 2007).

Ces initiatives visent pour la création d'emplois et pour assurer l'approvisionnement en lait de la population, mais la productivité et la qualité sont encore limitées (Sraïri et *al.*, 2007).

### 1.3.4. Dans l'Algérie

L'Algérie se classe au troisième rang mondial en termes d'importations de lait et de produits laitiers, après l'Italie et Mexique à une importation assurent les deux tiers (2/3) de la consommation totale des laits et produits laitiers, soit plus de 76 litres par habitant (Amellal, 1995 ; Bencharif, 2001).

La production laitière en Algérie est assurée par le cheptel bovine (80 %), mais leur désintérêt pour l'activité laitière, car moins rentable que la production de viande (Amellal, 1995 ; Bencharif, 2001).

La production laitière en Algérie n'a pas réussi à suivre l'évolution de la consommation laitière par habitant et surtout les rythmes rapides de la demande engendrés par explosion démographiques élevés (Bouras, 2008).

## **1.4. Facteur influencent la qualité de lait**

### **1.4.1. Chauffage**

Il peut provoquer une diminution de la valeur nutritionnelle du lait par altération des acides aminés et des vitamines (Romain et *al.*, 2008).

### **1.4.2. Rayonnements**

La lumière solaire et le rayonnement ultraviolet provoquent la destruction des vitamines A, B, B et C. les autres vitamines n'y sont peu ou pas sensibles. Les radications ionisantes ont des effets comparables à ceux des rayonnements UV et entraînent des saveurs désagréables, consécutives aux oxydations induites (Romain et *al.*, 2008).

### **1.4.3. Stade de lactation**

L'influence du stade de lactation sur la composition du lait a souvent été décrite. Les teneurs en protéines et matières grasses évoluent de façon inverse à la quantité de lait produit. Elles diminuent en début de lactation pour atteindre un minimum au bout d'environ 6 semaines, puis remontent progressivement jusqu'en fin de lactation (Romain et *al.*, 2008).

### **1.4.4. L'alimentation**

Les facteurs alimentaires sont multiples ; ils concernent les teneurs en glucides, lipides et protéines de la ration alimentaire mais aussi la nature de chacun de ces constituants (Romain et *al.*, 2008).

### **1.4.5. L'état sanitaire**

L'infection mammaire perturbe le fonctionnement de la glande et modifie la composition du lait. La prolifération bactérienne déclenche une réaction inflammatoire de défense entraînant des lésions et modifications des tissus. L'altération et la destruction des cellules de l'épithélium sécrétoire et l'augmentation des perméabilités vasculaire et tissulaire facilitent le passage de constituants du sérum sanguin dans le lait. Inflammation se traduit également par un afflux de leucocytes dans le lait. L'impact de l'infection mammaire porte sur tous les constituants du lait (Romain et *al.*, 2008).

**Chapitre 2**  
**Les caractéristiques**  
**physico-chimiques du lait**

## 2.1. Les caractéristiques physico-chimiques du lait

Les propriétés physico-chimiques du lait jouent un rôle dans la détermination de la qualité du lait, dont la plus importante est :

### 2.1.1. pH

Le pH du lait détermine seulement la concentration des ions  $H^+$  en solution si bien que les valeurs de pH représentent directement l'état de fraîcheur. Alors que le pH de lait frais se situe entre 6,6 et 6,8 (Jean-Christophe, 2018).

**Tableau 2:** pH du lait des quatre espèces animales (Titaouine et *al.*, 2018).

| Espèces | Chamelle | Brebis | Chèvre | Vache |
|---------|----------|--------|--------|-------|
| pH      | 6,8      | 6,91   | 6,87   | 6,74  |

### 2.1.2. Point de congélation

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Il peut varier de  $-0,520^{\circ}\text{C}$  à  $-0,560^{\circ}\text{C}$  avec une valeur moyenne de  $-0,545^{\circ}\text{C}$ . Un point de congélation supérieur à  $-0,520^{\circ}\text{C}$  permet de soupçonner une addition d'eau au lait. Lors de l'analyse des échantillons de lait, le point de congélation est vérifié à l'aide d'un cryoscope (Jean-Christophe, 2018).

### 2.1.3. Solides non gras

Les solides non gras (S.N.G) aussi appelés extrait sec dégraissé (E.S.D) ou les solides du sérum (S.S) ;

Il s'agit de tous les solides du lait (S.T) sauf la matière grasse, donc les protéines, les glucides et les minéraux (Jean-Christophe, 2018).

$$\text{S.N.G (\%)} = \text{S.T(\%)} - \text{matière grasse (\%)}$$

### 2.1.4. Densité

La densité est le paramètre le plus important dans l'industrie car il détecte la fraude. Il est exprimé par le rapport massique d'un même volume de lait et d'eau à  $20^{\circ}\text{C}$  (Gaddour et *al.*, 2013). La densité dépend directement de la teneur en matière sèche qui est étroitement liée à la fréquence d'arrosage (Siboukeur et Siboukeur, 2012).

**Tableau 3:** Densité du lait des quatre espèces animales (Ait Amer Meziane, 2008).

| Espèce  | Vache       | Chamelle    | Chèvre      | Brebis      |
|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Densité | 1,028-1,033 | 1,025-1,038 | 1,027-1,035 | 1,034-1,039 |

### 2.1.5. Lactose

Le lactose est le principal glucide du lait de tous les mammifères (Farah, 1996), Il varie selon espèce à l'autre et semble dépendre non seulement de la race mais aussi du stade de lactation et de l'état d'hydratation (Debouz et *al.*, 2014).

**Tableau 4:** Lactose du lait des quatre espèces animales (Titaouine et *al.*, 2018).

| Espèce      | Chamelle | Brebis | Chèvre | Vache |
|-------------|----------|--------|--------|-------|
| Lactose (%) | 4.37     | 3.27   | 3.05   | 4.54  |

### 2.1.6. Sels minéraux

La teneur en minéraux est généralement exprimée en cendres, varie de 0,6 % à 0,8 % dans le lait de chamelle (Farah, 1996) et les sels minéraux du lait de chamelle sont aussi variés que ceux du lait de vache, cependant les macroéléments (Na, K, Ca, Mg..) est relativement similaire à celle du lait bovin (Siboukeur, 2007) .

Les sels minéraux montrent que le lait de la brebis (0.96%) est plus riche que le lait autres laits (O'Connor et Tripathi, 1991).

### 2.1.7. Protéine

Le taux de protéines varie selon la saison, le stade de lactation selon les deux premiers mois de lactation se caractérisent par une diminution des taux protéiniques et le nombre de mises en bas, et aussi se varient selon les espèces (Debouz et *al.*, 2014).

**Tableau 5:** Protéines du lait des quatre espèces animales (Titaouine et *al.*, 2018) .

| Espèce        | Chamelle | Brebis | Chèvre | Vache |
|---------------|----------|--------|--------|-------|
| Protéines (%) | 3.24     | 5.64   | 4.32   | 3.33  |

### 2.1.8. Matière grasse

Matière grasse laitière représentant une importante source d'énergie (Siboukeur, 2007), agissent comme solvant pour les vitamines liposolubles et fournissent des acides gras essentiels (Farah, 1996).

En effet, la traite du matin donne une quantité plus importante de lait mais relativement pauvre en matière grasse (Siboukeur et Siboukeur, 2012).

**Tableau 6:** Matière grasse du lait des quatre espèces animales (Titaouine et *al.*, 2018).

| Espèce             | Chamelle | Brebis | Chèvre | Vache |
|--------------------|----------|--------|--------|-------|
| Matière grasses(%) | 3.1      | 9.1    | 2.5    | 3     |

# **Deuxième partie**

## **Etude expérimentale**



# **Chapitre 3**

## **Matériel et méthodes**

### 3.1. Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est de réaliser une comparaison de la qualité physico-chimique entre quatre types de lait cru provenant de différentes régions de la wilaya de Biskra, et de déterminer lequel présente le profil nutritionnel le plus élevé.

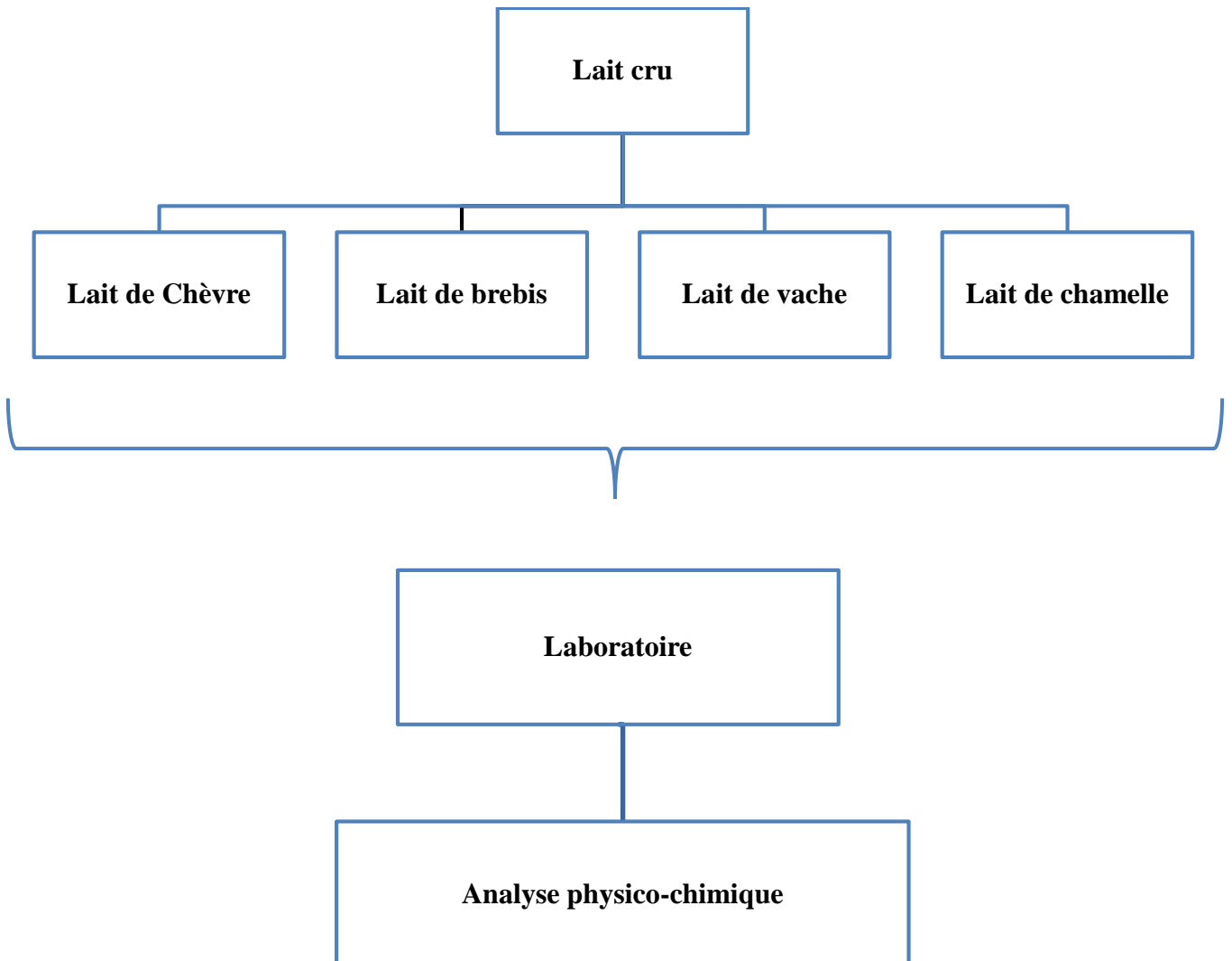
De plus, cette étude vise à fournir des informations précieuses sur la qualité et les caractéristiques nutritionnelles des différents laits crus disponibles dans la région. Ces informations peuvent aider les consommateurs et les professionnels de la santé à prendre des décisions éclairées concernant leur consommation de lait et à promouvoir une alimentation saine et équilibrée.

Dans le cadre de cette recherche, nous examinerons les caractéristiques physico-chimiques essentielles des échantillons de lait cru de vache, de chèvre, de brebis et de chamelle collectés dans différentes régions de la wilaya de Biskra. Nous évaluerons des paramètres tels que la teneur en protéines, en matières grasses, en lactose, ainsi que la concentration de minéraux et de vitamines clés.

En utilisant des méthodes d'analyse appropriées, nous comparerons les profils physico-chimiques des différents laits et déterminerons celui qui offre la composition nutritionnelle la plus riche et équilibrée. Cela nous permettra d'identifier le type de lait qui pourrait présenter des avantages nutritionnels supérieurs pour la consommation humaine dans la région de Biskra.

Les analyses physico-chimiques ont été effectuées au niveau du laboratoire de génétique, biotechnologie et valorisation des bioressources -Université Mohamed Khider Biskra-

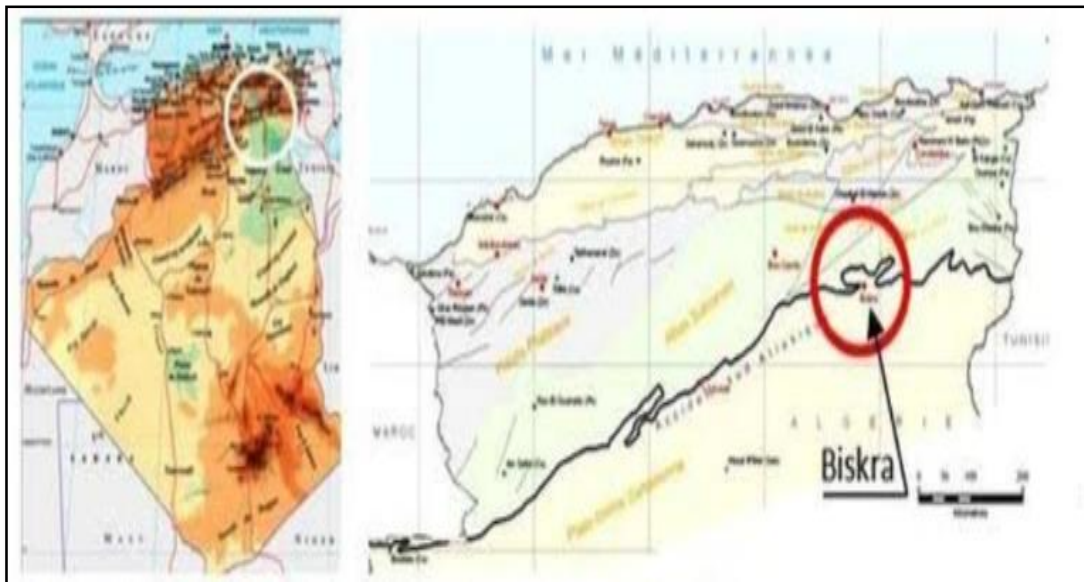
Voici un schéma résumant les étapes de l'étude :



### 3.2. Monographie de la région d'étude

La wilaya de Biskra (Figure 4), caractérisées par leurs diversités climatique. D'une façon générale, le relief peut être réparti en 4 grandes zones. Zone montagneuse : située au Nord (El kantara, Djamoura, M'chounche). Zone des plateaux : située à l'Ouest et s'étend du nord au sud et englobe une partie de Tolga. Zone des plaines : s'étend sur l'axe Sidi okba-Zeribet El Oued à l'est. Zone des dépressions : située dans la partie sud de la région de Biskra (Chatt-Melghigh) (Aissaoui et *al.*, 2019).

La région de Biskra (Ziban) est située au Nord-Est du Sahara de l'Algérie. Du point de vue climatique, elle constitue une zone de transition entre le milieu semi-aride et des hautes plaines. Le domaine hyperaride du Sahara (Farhi et Belhamra, 2014).



**Figure 4** : Carte de la zone d'étude (Hanafi et Alkama, 2016).

### 3.3. Matériel et méthode

#### 3.3.1. Matériel

Pour la réalisation de cette étude on a utilisé le matériel suivant :

- Tube stérile gradué (50 ml)
- Bêchers (30ml, 100ml et 250ml)
- Gants stériles
- Eau de Javel
- Glacière avec des poches de glace
- Eau distillé
- Réfrigérateur
- Lactoscan ® SAP50 (CB-011052)

Le Lactoscan est un analyseur de chimie moderne adapté à l'analyse des plusieurs type de lait (chèvre, vache, brebis, chamelle et bufflonne). Grace à la technologie ultrasonore utilisée, il est possible d'obtenir une précision dans la mesure quelle que soit l'acidité du lait, tandis que pour la température de l'échantillon on peut utiliser du lait de 05 à 40 °C.



**Figure 5** :L'appareil de Lactoscan SAP 50 (photo originale, 2023).

### 3.3.2. Echantillonnage

#### 3.3.2.1. Source des prélèvements

Les échantillons de lait cru ont été prélevés de quatre femelles ; chèvre, vache, brebis, chamelle pendant la période allant de mars à mai. Le prélèvement du lait a eu lieu lors de la première traite du matin, et il a été placé dans des bouteilles en plastique stériles.

Les tableaux ci-dessous (tableaux 7, 8, 9 et 10) résument les informations concernant les conduites d'élevage, les races, l'âge, les numéros de lactation et l'alimentation pour chaque espèce animale (chèvre, bovine, ovine, chamelle).

**Tableau 7:** Caractéristiques des élevages les chèvres.

| Espèce                              | Race   | Age (an) | N° de lactation | Alimentation   |
|-------------------------------------|--------|----------|-----------------|--|
| <b>Chèvre 1<br/>Zeribet El Oued</b> | Arbia  | 4        | 6               | Jacher, bottes de paille, son de blé,  |
| <b>Chèvre 2<br/>Zeribet El Oued</b> | Arbia  | 2        | 3               | Jacher, bottes de paille, son de blé,  |
| <b>Chèvre 3<br/>El Hadjeb</b>       | Alpine | 5        | 4               | Orge vert, bottes de pailles, l'orge en grain, rebut de dette, luzerne, panicum. |
| <b>Chèvre 4<br/>El Hadjeb</b>       | Alpine | 4        | 3               | Orge vert, bottes de pailles, l'orge en grain, rebut de dette, luzerne, panicum. |
| <b>Chèvre 5<br/>El Hadjeb</b>       | Alpine | 1        | 1               | Orge vert, bottes de pailles, l'orge en grain, rebut de dette, luzerne, panicum. |
| <b>Chèvre 6<br/>El Hadjeb</b>       | Alpine | 6        | 5               | Orge vert, bottes de pailles, l'orge en grain, rebut de dette, luzerne, panicum. |

**Tableau 8:** Caractéristiques des élevages les brebis.

| Espèce                              | Race          | Age (an) | N° de lactation | Alimentation  |
|-------------------------------------|---------------|----------|-----------------|---|
| <b>Brebis 1<br/>Zeribet El Oued</b> | Ouled Djellal | 4        | 7               | Jacher, bottes de paille, son de blé.                   |
| <b>Brebis 2<br/>Zeribet El Oued</b> | Ouled Djellal | 3        | 6               | Orge vert, bottes de paille son de blé.                 |
| <b>Brebis 3<br/>Zeribet El Oued</b> | Ouled Djellal | 4        | 8               | Orge vert, bottes de paille son de blé.                 |
| <b>Brebis 4<br/>El Outaya</b>       | Ouled Djellal | 4        | 6               | Orge vert, paille son de blé, l'orge en grain, luzerne. |

**Tableau 9:** Caractéristiques des élevages les vaches.

| <b>Espèce</b>                          | <b>Race</b>      | <b>Age (an)</b> | <b>N° de lactation</b> | <b>Alimentation</b>                                |
|--|------------------|-----------------|------------------------|--|
| <b>Vache 1<br/>Zeribet El<br/>Oued</b> | Mont<br>Billiard | 5               | 3                      | Orge vert, paille son de blé,<br>ensilage de maïs. |
| <b>Vache 2<br/>Zeribet El<br/>Oued</b> | Holstein         | 6               | 4                      | Orge vert, paille son de blé,<br>ensilage de maïs. |
| <b>Vache 3<br/>Zeribet El<br/>Oued</b> | Holstein         | 7               | 5                      | Orge vert, l'avoine, ensilage de<br>maïs, paille.  |
| <b>Vache 4<br/>Zeribet El<br/>Oued</b> | Holstein         | 8               | 6                      | Orge vert, l'avoine, ensilage de<br>maïs, paille.  |
| <b>Vache 5<br/>Zeribet El<br/>Oued</b> | Holstein         | 7               | 6                      | Orge vert, l'avoine, ensilage de<br>maïs, paille.  |
| <b>Vache 6<br/>Zeribet El<br/>Oued</b> | Holstein         | 5               | 3                      | Orge vert, l'avoine, ensilage de<br>maïs, paille.  |

**Tableau 10:** Caractéristiques des élevages les chèvres.

| <b>Espèce</b>                 | <b>Race</b> | <b>Age (an)</b> | <b>N° de lactation</b> | <b>Alimentation</b>                        |
|-------------------------------|-------------|-----------------|------------------------|--|
| <b>Chèvre 1<br/>El Hadjeb</b> | Sahraoui    | 7               | 4                      | Parcoure naturelle, son de blé ou<br>orge. |
| <b>Chèvre 2<br/>El Hadjeb</b> | Sahraoui    | 5               | 2                      | Parcoure naturelle, son de blé ou<br>orge. |
| <b>Chèvre 3<br/>El Hadjeb</b> | Sahraoui    | 6               | 4                      | Parcoure naturelle, son de blé ou<br>orge. |
| <b>Chèvre 4<br/>El Hadjeb</b> | Sahraoui    | 8               | 5                      | Parcoure naturelle, son de blé ou<br>orge. |
| <b>Chèvre 5<br/>El Hadjeb</b> | Sahraoui    | 10              | 8                      | Parcoure naturelle, son de blé ou<br>orge. |
| <b>Chèvre 6<br/>El Hadjeb</b> | Sahraoui    | 4               | 2                      | Parcoure naturelle, son de blé ou<br>orge. |

### 3.3.2.2. Conditions de prélèvement

Les étapes suivantes sont mises en place dans le but de réduire le risque de contamination lors du prélèvement d'échantillons.

**A. Assurer une hygiène stricte**

Les personnes chargées du prélèvement d'échantillons doivent suivre des protocoles rigoureux d'hygiène personnelle, notamment se laver les mains soigneusement avec du savon antibactérien avant et après chaque prélèvement.

**B. Utiliser du matériel stérile**

Des bouteilles stériles en plastique sont utilisées pour recueillir les échantillons de lait cru. Il est important de s'assurer que ce matériel est propre et exempt de contaminants avant utilisation.

**C. Nettoyer les mamelles et les trayons**

Avant la traite, les mamelles des animaux sont soigneusement nettoyées pour éliminer les impuretés et les bactéries potentiellement présentes. Les trayons sont également désinfectés avec une solution appropriée.

**D. Éviter les sources de contamination environnementale**

Lors du prélèvement, il est important de prendre des précautions pour éviter tout contact avec des surfaces environnementales susceptibles de contaminer les échantillons. Cela peut inclure l'utilisation de gants jetables et la manipulation prudente des bouteilles d'échantillons.

**E. Respecter les bonnes pratiques de prélèvement**

Les échantillons sont prélevés de manière méthodique et en évitant tout contact direct avec des surfaces autres que les mamelles des animaux. Les protocoles spécifiques de prélèvement doivent être suivis pour chaque espèce animale, en veillant à minimiser le risque de contamination croisée.

**3.3.2.3. Transport**

Les échantillons prélevés sont immédiatement placés dans une glacière contenant une poche de glace pour assurer leur conservation à une température appropriée. Ils sont rapidement transportés vers les laboratoires de génétique, biotechnologie et valorisation des biomresources situés à l'université Mohamed Khider de Biskra, dans un délai n'excédant pas 2 heures.

Une fois arrivés au laboratoire, les prélèvements sont conservés dans un réfrigérateur maintenu à une température entre 4 et 8 °C. Cette plage de température permet de préserver la qualité des échantillons jusqu'au moment de leur analyse. Il est essentiel de respecter un délai de traitement ne dépassant pas 48 heures afin d'obtenir des résultats fiables et représentatifs.



### 3.3.3. Mode opératoire

Les paramètres physico-chimiques ont été mesurés automatiquement à l'aide d'un Lactoscan® SAP, selon protocole suivant :

- Prélever 20 à 30 ml de lait dans un bécher ou dans le même tube du prélèvement.
- Homogénéiser l'échantillon de lait avant la mise sous la pipette de l'automate.
- Placer la pipe mobile au fond du tube de prélèvement.
- Presser sur le bouton « enter ». Puis une 10 à 15 ml de lait est aspirée par l'appareil.
- Les résultats de l'analyse sont affichés après 60 secondes sur l'afficheur et imprimer sur un papier thermique à l'aide d'une imprimante annexé au lactoscan®.
- Laver l'analyseur avec l'eau distillée après chaque échantillon.

Après avoir analysé tous les échantillons, l'appareil subit des opérations d'entretien (cleaning) comme suit :

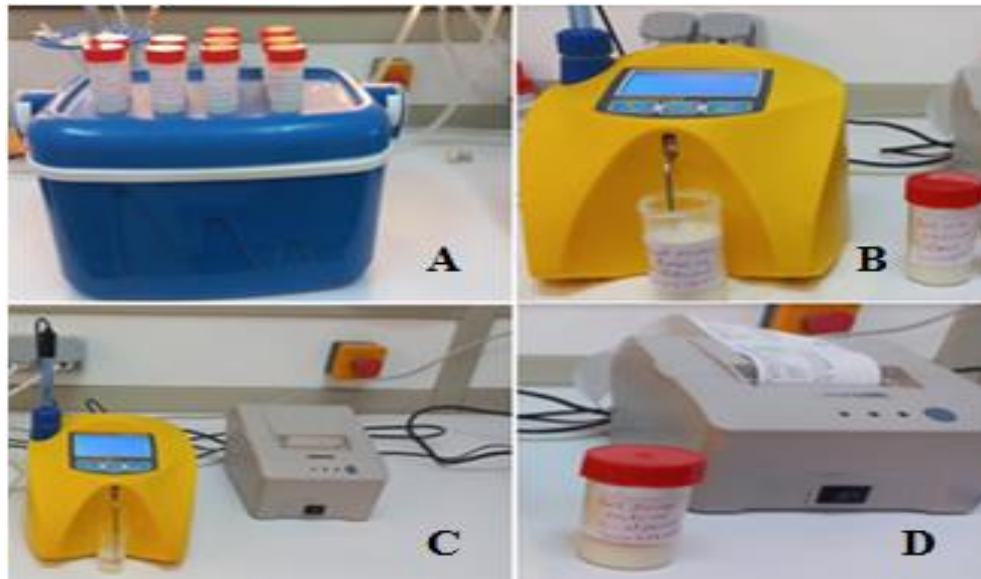
✚ Lactodaily c'est une solution alcaline utilisée pour lavage de l'appareil avec chaque jour que d'utiliser (mélange 3 ml de solution dans 100 ml de l'eau distillée avant lavage l'appareil)

✚ Lactoweekly c'est une solution acide utilisée pour lavage de l'appareil après chaque semaine ou mois (mélange 3 ml de solution dans 100 ml de l'eau distillée avant lavage l'appareil).



**Figure 6** : Solution de nettoyage pour le lactoscan® (photo originale, 2023).

Les deux solutions pour éliminer les résidus du lait comme matière grasse, minéraux...



**Figure 7 :** Méthode analytique du lait : A) échantillon du lait ; B) l'analyse du lait dans lactoscan ; C) rinçage avec de l'eau distillée ; D) l'impression des résultats.

#### 3.3.4. Analyse statistique

Les données ont été analysées par une analyse de variance à un facteur (ANOVA) par le logiciel SPSS.

Les données sont présentées sous forme de moyenne  $\pm$  écart type (SD) pour évaluer l'effet d'espèce sur la qualité du lait.

# **Chapitre 4**

## **Résultats et discussion**

## 4.1. Résultats et discussion

### 4.1.1. Le pH

Les échantillons de lait cru analysés (tableau 11) présentent des variations de pH entre les différentes espèces. On observe que la valeur moyenne du pH du lait cru de brebis est plus acide, mesurée à  $5,685 \pm 0,433$ , par rapport aux autres laits. En revanche, le lait de chamelle présente un pH plus élevé et égal à  $7,121 \pm 0,165$ .

Par ailleurs, il est intéressant de noter que le pH du lait de chèvre se rapproche de celui du lait bovin, mesuré respectivement à  $6,516 \pm 0,155$  et  $6,840 \pm 0,103$ .

**Tableau 11:** Les valeurs moyennes de pH des quatre espèces animales.

| Espèce   | N | Moyenne<br>( $\pm$ E-S) | Ecart type | Min  | Maxi | p-value<br>( $\alpha=0,1\%$ ) |
|----------|---|-------------------------|------------|------|------|-------------------------------|
| Chamelle | 6 | $7,121 \pm 0,067$       | 0,165      | 6,92 | 7,31 | (P < 0,001)                   |
| Vache    | 6 | $6,840 \pm 0,042$       | 0,103      | 6,68 | 6,99 |                               |
| Chever   | 6 | $6,516 \pm 0,063$       | 0,155      | 6,23 | 6,68 |                               |
| Brebis   | 4 | $5,685 \pm 0,216$       | 0,433      | 5,31 | 6,31 |                               |

E-S : Erreur standard

Les valeurs de pH des laits enregistrées dans cette étude se situent dans la fourchette des valeurs rapportées par de nombreux auteurs travaillant sur le lait de vache et le lait de chèvre. Par exemple, Debouz et *al.* (2014) ont trouvé un pH du lait de vache égal à  $6,62 \pm 0,13$ , tandis que Hamidi et *al.* (2022) ont enregistré un pH du lait de chèvre égal à  $6,55 \pm 0,04$ . En revanche, les valeurs de pH du lait de chamelle relevées dans notre étude sont supérieures à celles rapportées par Siboukeur (2007) qui a enregistré un pH égal à  $6,31 \pm 0,15$ , ainsi que par Debouz et *al.* (2014) qui a enregistré un pH égal à  $6,51 \pm 0,04$ . Cette différence entre les résultats peut être attribuée aux différents systèmes d'élevage et à l'alimentation propre à chaque région où l'étude a été menée.

D'autre part, nous avons constaté que le pH du lait de brebis que nous avons mesuré est plus acide par rapport à celui rapporté par Hamidi et *al.* (2022) qui a enregistré un pH égal à  $6,68 \pm 0,02$ . Cette variation des valeurs de pH pour le lait ovin peut être attribuée à l'état sanitaire de la mamelle (Siboukeur et Siboukeur, 2012).

Après une analyse statistique, nous avons observé une différence très hautement significative ( $p < 0,001$ ) entre les espèces. Ces résultats corroborent ceux rapportés par Khaldi et *al.* (2022), qui ont également trouvé des différences significatives pour ce paramètre. Cette

similarité des résultats peut être due à la similarité de la région (zone aride) et de l'environnement, ainsi qu'à la similitude de l'alimentation entre les animaux étudiés.

#### 4.1.2. La densité

Les résultats de densité indiquent que le lait de brebis présente une densité de  $1,032 \pm 0,0047$  (tableau 12), ce qui est plus élevé en comparaison aux autres laits. En revanche, la densité du lait de vache est plus élevée, mesurée à  $1,030 \pm 0,0023$  ; par rapport au lait de chamelle et de chèvre qui présentent une densité moyenne de  $1,025 \pm 0,0004$  et  $1,027 \pm 0,0015$  respectivement.

**Tableau 12:** Les valeurs moyennes de la densité des quatre espèces animales.

| Espèce   | N | Moyenne<br>( $\pm$ E-S) | Ecart type | Min   | Maxi  | p-value<br>( $\alpha=1\%$ ) |
|----------|---|-------------------------|------------|-------|-------|-----------------------------|
| Chamelle | 6 | $1,025 \pm 0,00$        | 0,0004     | 1,025 | 1,026 | (P < 0,01)                  |
| Vache    | 6 | $1,030 \pm 0,00$        | 0,0023     | 1,026 | 1,033 |                             |
| Chever   | 6 | $1,027 \pm 0,00$        | 0,0015     | 1,026 | 1,030 |                             |
| Brebis   | 4 | $1,032 \pm 0,00$        | 0,0047     | 1,026 | 1,037 |                             |

**E-S** : Erreur standard

D'après les résultats obtenus, on constate que le lait de brebis présente la plus grande densité, avec une valeur similaire à celle rapportée par Khaldi et *al.* (2022) qui a enregistré une densité de 1,032. En revanche, la densité du lait de chamelle et du lait de vache est comparable à celle rapportée par Debouz et *al.* (2014) qui a enregistré des valeurs de 1,030 et 1,028 respectivement. Quant au lait de chèvre, sa densité est inférieure à celle rapportée par Gaddour et *al.* (2014) qui a enregistré une densité de 1,030. Ces valeurs indiquent que le lait se trouve dans son état normal et n'est pas dilué.

La densité du lait est directement liée à sa teneur en matière sèche, qui est fortement influencée par la fréquence d'abreuvement (Siboukeur et Siboukeur, 2012).

Après l'analyse statistique, nous avons observé une différence hautement significative ( $p < 0,01$ ) entre les espèces. Ces résultats concordent avec ceux rapportés par Hamidi et *al.* (2022) qui ont également trouvé des différences significatives pour ce paramètre. Cette similarité dans les résultats statistiques est due à la similitude de température et au régime alimentaire des animaux, mais peut différer en fonction de l'influence de la fréquence d'abreuvement (Debouz et *al.*, 2014)

### 4.1.3. La matière grasse

La teneur moyenne de matière grasse dans le lait varie d'une espèce à l'autre. Nous avons observé que le lait de chèvre, de vache et de chamelle présentaient des valeurs similaires, soit respectivement  $2,903 \pm 0,245$  % ;  $3,138 \pm 2,041$  % et  $3,456 \pm 0,407$  % (tableau 13). En revanche, le lait de brebis affiche la teneur en matières grasses la plus élevée, avec  $7,412 \pm 3,084$  %, soit près du double des autres laits.

**Tableau 13:** Les tenures moyennes en matières grasses (%) des quatre espèces animales.

| Espèce   | N | Moyenne (%) ( $\pm$ E-S) | Ecart type | Min  | Maxi  | p-value ( $\alpha=1\%$ ) |
|----------|---|--------------------------|------------|------|-------|--------------------------|
| Chamelle | 6 | $3,456 \pm 0,166$        | 0,407      | 2,64 | 3,7   | (P < 0,01)               |
| Vache    | 6 | $3,138 \pm 0,833$        | 2,041      | 1,5  | 7,17  |                          |
| Chever   | 6 | $2,903 \pm 0,100$        | 0,245      | 2,63 | 3,26  |                          |
| Brebis   | 4 | $7,412 \pm 1,542$        | 3,084      | 4,46 | 10,17 |                          |

E-S : Erreur standard

Selon les résultats obtenus, le lait de brebis présente la teneur en matière grasse la plus élevée, avec une valeur très proche de celle trouvée par Zouaghi et *al.* (2022), qui ont enregistré  $8,18 \pm 0,38$  %. D'autre part, la teneur en matière grasse du lait de vache et de chamelle montre des valeurs similaires à celles rapportées par Debouz et *al.* (2014), qui ont trouvé respectivement  $3,566 \pm 1,15$  % et  $2,983 \pm 0,29$  %.

Quant au lait de chèvre, sa teneur en matière grasse est comparable à celle rapportée par Matallah et *al.* (2020), qui ont enregistré  $2,5 \pm 0,5$  %. Ainsi, les lipides sont les composants du lait les plus variables tant sur le plan quantitatif que qualitatif, et leur taux dépend de la race et du rang de traite, qui influent sur la teneur en matière grasse (Debouz et *al.*, 2014).

Après l'analyse statistique, nous avons observé une différence hautement significative ( $p < 0,01$ ) entre les espèces. Ces résultats concordent avec ceux rapportés par Hamid et *al.* (2022), qui ont également constaté des différences significatives pour le paramètre mesuré. Bien que les résultats soient similaires, cela ne s'explique pas par la même race, mais peut-être par le même stade de lactation.

#### 4.1.4. Les protéines

Selon les valeurs figurant dans le tableau 14, nous pouvons constater que le lait de chamelle et le lait de chèvre présentent la teneur moyenne en protéines la plus basse, avec respectivement  $2,808 \pm 0,291$  % et  $2,825 \pm 0,286$  %. En revanche, le lait de brebis affiche la teneur moyenne en protéines la plus élevée, avec  $3,745 \pm 0,293$  %. Quant au lait de vache, il se situe entre les deux, avec une teneur moyenne en protéines de  $3,200 \pm 0,243$  %.

**Tableau 14:** Les valeurs moyennes de protéine (%) de quatre espèces animales.

| Espèce   | N | Moyenne (%) ( $\pm$ E-S) | Ecart type | Min  | Max  | p-value ( $\alpha=0,1\%$ ) |
|----------|---|--------------------------|------------|------|------|----------------------------|
| Chamelle | 6 | $2,808 \pm 0,119$        | 0,291      | 2,27 | 3    | (P < 0,001)                |
| Vache    | 6 | $3,200 \pm 0,099$        | 0,243      | 2,94 | 3,56 |                            |
| Chever   | 6 | $2,825 \pm 0,117$        | 0,286      | 2,38 | 3,25 |                            |
| Brebis   | 4 | $3,745 \pm 0,146$        | 0,293      | 3,32 | 3,32 |                            |

E-S : Erreur standard

Selon les résultats obtenus, nous constatons que la meilleure valeur de la teneur en protéines est celle du lait de brebis, bien que ce résultat soit inférieur à la valeur rapportée par Khaldi et *al.* (2022), qui était de  $5,533 \pm 4,17$  %. D'autre part, la teneur en protéines du lait de chamelle et du lait de vache présente des valeurs similaires à celles trouvées par Debouz et *al.* (2014), soit respectivement  $2,81 \pm 0,1$  % et  $3,497 \pm 1,27$  %.

En revanche, la teneur en protéines du lait de chèvre est nettement inférieure à la valeur rapportée par Otmane Rachedi et *al.* (2022), qui était de  $3,543 \pm 6,05$  %. La teneur protéique varie en fonction du stade de lactation, se caractérisant par une diminution des taux protéiques et butyreux en début de lactation, atteignant un niveau minimum, puis augmentant progressivement jusqu'à la fin de la lactation (Jean-Christophe, 2018).

Après l'analyse statistique, nous avons remarqué une différence très hautement significative ( $p < 0,001$ ) entre les espèces. Ces résultats concordent avec ceux rapportés par Khaldi et *al.* (2022), qui ont également constaté des différences significatives pour le paramètre mesuré. Cette convergence entre les résultats statistiques peut être attribuée à la période de lactation similaire à partir de laquelle les échantillons ont été prélevés.

#### 4.1.5. Le lactose

Selon les résultats compilés dans le tableau 15, la teneur moyenne en lactose du lait cru de brebis analysé est de  $5,675 \pm 0,403$  %. Cette valeur est plus élevée que celle des autres laits. En revanche, le lait de chèvre, le lait de vache et le lait de chamelle présentent des valeurs similaires de teneur moyenne en lactose, soit respectivement  $4,366 \pm 0,301$  %,  $4,783 \pm 0,348$  % et  $4,400 \pm 0,2$  %.

**Tableau 15:** Les tenures moyennes en lactose (%) des quatre espèces animales.

| Espèce   | N | Moyenne(%)<br>(±E-S) | Ecart type | Min | Maxi | p-value<br>( $\alpha=0,1\%$ ) |
|----------|---|----------------------|------------|-----|------|-------------------------------|
| Chamelle | 6 | 4,400±0,081          | 0,2        | 4   | 4,5  | (P<0,001)                     |
| Vache    | 6 | 4,783±0,142          | 0,348      | 4,4 | 5,3  |                               |
| Chever   | 6 | 4,366±0,122          | 0,301      | 4,1 | 4,9  |                               |
| Brebis   | 4 | 5,675±0,201          | 0,403      | 5,1 | 6    |                               |

E-S : Erreur standard

Selon les résultats obtenus, la meilleure valeur de la teneur en lactose est celle du lait de brebis, qui est plus élevée par rapport aux travaux rapportés par Khaldi et *al.* (2022), qui ont enregistré  $4,425 \pm 5,44$  %, et Zouaghi et *al.* (2022), qui ont enregistré  $3,91 \pm 0,29$  %. Cette augmentation peut s'expliquer par l'état d'hydratation, le stade de lactation et la race de chaque espèce (Debouz et *al.*, 2014).

En revanche, nos résultats pour le lait de chèvre, le lait de chamelle et le lait de vache concordent avec les valeurs rapportées par Debouz et *al.* (2014), qui ont enregistré une teneur en lactose de  $5,047 \pm 2,06$  % pour le lait de vache et  $4,312 \pm 0,13$  % pour le lait de chamelle, ainsi que Khaldi et *al.* (2022), qui ont enregistré une teneur en lactose de  $4,048 \pm 5,44$  % pour le lait de chèvre.

Après l'analyse statistique, nous constatons une différence très hautement significative ( $p < 0,001$ ) entre les espèces. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par Khaldi et *al.* (2022), qui ont également trouvé des différences significatives pour le paramètre mesuré. La similitude de ces résultats est due à l'âge et au même stade de lactation, bien qu'il ne s'agisse pas de la même race.



#### 4.1.6. Les sels minéraux

Dans notre étude, nous avons observé que la teneur moyenne en sels minéraux la plus élevée était présente dans le lait de chamelle et le lait de brebis, avec respectivement  $0,858 \pm 0,132$  % et  $0,832 \pm 0,031$  % (tableau 16). En revanche, la teneur moyenne en sels minéraux du lait de vache est de  $0,707 \pm 0,037$  %, ce qui est supérieur à celle du lait de chèvre, qui est de  $0,643 \pm 0,041$  %.

**Tableau 16:** Les valeurs moyennes des sels minéraux (%) des quatre espèces animales.

| Espèce          | N | Moyenne(%)<br>( $\pm$ E-S) | Ecart type | Min  | Maxi | p-value<br>( $\alpha=1\%$ ) |
|-----------------|---|----------------------------|------------|------|------|-----------------------------|
| <b>Chamelle</b> | 6 | 0,858 $\pm$ 0,054          | 0,132      | 0,59 | 0,94 | (P<0,01)                    |
| <b>Vache</b>    | 6 | 0,707 $\pm$ 0,015          | 0,037      | 0,66 | 0,76 |                             |
| <b>Chever</b>   | 6 | 0,643 $\pm$ 0,017          | 0,041      | 0,61 | 0,72 |                             |
| <b>Brebis</b>   | 4 | 0,832 $\pm$ 0,031          | 0,063      | 0,74 | 0,86 |                             |

E-S : Erreur standard

Selon les résultats obtenus, on observe que la teneur en sels minéraux du lait de chamelle et du lait de vache est similaire à celle rapportée par Debouz et *al.* (2014), qui ont enregistré respectivement  $0,756 \pm 1,78$  % et  $0,673 \pm 0,63$  %. En revanche, la teneur en sels minéraux du lait de chèvre est inférieure à celle enregistrée par Otmane Rachedi et *al.* (2022), qui ont obtenu  $0,791 \pm 0,06$  %.

En ce qui concerne le lait de brebis, sa valeur est plus faible que celle trouvée par Khaldi et *al.* (2022), qui ont enregistré une teneur de  $1,076 \pm 1,43$  %. Cette différence entre les résultats peut être attribuée à la variation du stade de lactation et de l'alimentation de chaque espèce (Debouz et *al.*, 2014).

Le taux de sels minéraux dans le lait varie dans une large gamme de mesures, en fonction de l'apport alimentaire, et il est plus faible dans le lait d'animaux déshydratés (Debouz et *al.*, 2014).

Après l'analyse statistique, nous avons constaté une différence hautement significative ( $p < 0,01$ ) entre les espèces. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par Hamidi et *al.* (2022), qui ont également trouvé des différences significatives pour le paramètre mesuré. Cette similitude entre les résultats est due aux espèces, au stade de lactation, bien qu'il ne s'agisse pas de la même race (Debouz et *al.*, 2014).

#### 4.1.7 Les solides non gras

Selon les résultats obtenus (tableau 17), on constate que les valeurs de la SNGras (solide Non Grasse) pour les quatre types de lait sont variables. La valeur de la SNGras du lait de chamelle  $11,115 \pm 0,327$  % est la plus élevée, suivie du lait de brebis  $10,300 \pm 0,775$  % et du lait de vache  $10,176 \pm 1,160$  %. En revanche, la valeur la plus basse de la SNGras est observée dans le lait de chèvre  $7,926 \pm 0,512$  %.

**Tableau 17:** Les valeurs moyennes de SNGras (%) des quatre espèces animales.

| Espèce          | N | Moyenne(%)<br>( $\pm$ E-S) | Ecart type | Min   | Maxi  | p-value<br>( $\alpha=0,1\%$ ) |
|-----------------|---|----------------------------|------------|-------|-------|-------------------------------|
| <b>Chamelle</b> | 6 | 11,115 $\pm$ 0,133         | 0,327      | 10,47 | 11,35 | (P<0,001)                     |
| <b>Vache</b>    | 6 | 10,176 $\pm$ 0,473         | 1,160      | 8,56  | 11,78 |                               |
| <b>Chever</b>   | 6 | 7,926 $\pm$ 0,209          | 0,512      | 7,49  | 8,87  |                               |
| <b>Brebis</b>   | 4 | 10,300 $\pm$ 0,387         | 0,775      | 9,19  | 10,9  |                               |

E-S : Erreur standard

Selon les résultats précédemment obtenus, les valeurs moyennes de la SNGras dans le lait de vache sont comparables à celles rapportées par Debouz et *al.* (2014) ( $9,447 \pm 0,45\%$ ). Cette similitude ou rapprochement des résultats s'explique par la même région d'étude (zone aride). En revanche, les valeurs moyennes de la SNGras dans le lait de chèvre sont inférieures à celles trouvées par Matallah et *al.* (2022) ( $9,4 \pm 0,2\%$ ). Cette diminution de valeur est due à la différence de race des échantillons étudiés et au système d'élevage.

En ce qui concerne le lait de chamelle, sa valeur moyenne de SNGras est légèrement supérieure à celle rapportée par Debouz et *al.* (2014) ( $10,243 \pm 0,46\%$ ). De plus, le lait de brebis présente des valeurs similaires à celles rapportées par Zouaghi et *al.* (2022) ( $11,1 \pm 0,66\%$ ).

Il est important de noter que la teneur en matière sèche du lait varie en fonction du stade de lactation. Elle diminue pendant le mois suivant le vêlage, puis augmente en raison de l'augmentation des taux de matière grasse et azotée (Debouz et *al.*, 2014).

Après l'analyse statistique, il est observé une différence très hautement significative ( $p < 0,001$ ) entre les espèces.

#### 4.1.8. Le point de congélation

Les résultats obtenus (tableau 18) ont révélé que la valeur moyenne du point de congélation du lait de brebis est de  $-0,701 \pm 0,056$  °C, ce qui est inférieur aux autres laits étudiés. En revanche, la valeur moyenne du point de congélation du lait de chamelle et du lait de chèvre est de  $-0,512 \pm 0,026$  °C et  $-0,500 \pm 0,032$  °C respectivement, montrant des valeurs similaires. Le lait de vache présente quant à lui une valeur moyenne du point de congélation de  $-0,560 \pm 0,044$  °C.

**Tableau 18:** Les valeurs moyennes du point de congélation (°C) des quatre espèces animales.

| Espèce   | N | Moyenne(°C)<br>(±E-S) | Ecart type | Min    | Maxi   | p-value<br>( $\alpha=0,1\%$ ) |
|----------|---|-----------------------|------------|--------|--------|-------------------------------|
| Chamelle | 6 | -0,512±0,010          | 0,026      | -0,529 | -0,459 | (P <0,001)                    |
| Vache    | 6 | -0,560±0,018          | 0,044      | -0,613 | -0,502 |                               |
| Chever   | 6 | -0,500±0,013          | 0,032      | -0,562 | -0,467 |                               |
| Brebis   | 4 | -0,701±0,028          | 0,056      | -0,773 | -0,637 |                               |

E-S : Erreur standard

Les résultats montrent que le point de congélation du lait de vache et de chamelle est similaire aux valeurs rapportées par Debouz et *al.* (2014) ( $-0,558^{\circ}\text{C}$  ;  $-0,555^{\circ}\text{C}$ ) respectivement. En revanche, le point de congélation du lait de brebis est inférieur à celui rapporté par Zouaghi et *al.* (2022) ( $-0,57 \pm 0,04$  °C). De plus, le point de congélation du lait de chèvre dans cette étude est supérieur à celui rapporté par Shapovalova et *al.* (2015) ( $-0,557 \pm 0,002$  °C).

Le point de congélation du lait peut varier en fonction des saisons, de la race et de la région de production. Il est important de noter que l'acidification du lait ou l'ajout de sels minéraux peut abaisser le point de congélation (Debouz et *al.*, 2014).

Les résultats de l'analyse statistique révèlent une différence très hautement significative ( $p < 0,001$ ) entre les espèces. Ces résultats ne sont pas en accord avec ceux rapportés par Zouaghi et *al.* (2022) qui n'ont pas trouvé d'effets significatifs. Les différences observées ne sont pas uniquement dues aux variations saisonnières, mais également à la race et à la région de production (Debouz et *al.*, 2014).

# **Conclusion**

## Conclusion

Nos résultats de recherche démontrent des variations significatives dans les caractéristiques du lait entre les quatre espèces étudiées : la chamelle, la brebis, la vache et la chèvre.

En conclusion, le lait le plus riche est le lait de brebis qui a une grande valeur nutritive, qui se distingue par sa teneur plus élevée en matière grasse, en protéines et en lactose par rapport aux autres laits, ce qui confirme l'effet de l'espèce sur les paramètres étudiés.

Ces variations dans les caractéristiques du lait peuvent être influencées par plusieurs facteurs, tels que la race des animaux, le stade de lactation, l'alimentation et les conditions environnementales. Il est donc essentiel de prendre en compte ces différences pour une utilisation et une valorisation appropriées du lait dans diverses industries alimentaires.

À la fin, notre étude souligne l'importance de comprendre les caractéristiques spécifiques du lait de chaque espèce pour répondre aux besoins des consommateurs et optimiser les produits laitiers. Ces connaissances peuvent être utiles pour le développement de produits laitiers adaptés et pour maximiser l'utilisation du lait dans différents domaines de l'industrie alimentaire.

Pour des perspectives de recherche on peut citer

1- Étude de l'influence de l'alimentation : Il serait intéressant d'approfondir la compréhension de l'impact de l'alimentation des animaux sur les caractéristiques du lait. Des études pourraient être menées pour évaluer les effets des différents régimes alimentaires sur la composition et les propriétés du lait des différentes espèces.

2- Étude de la variation saisonnière : Les caractéristiques du lait peuvent varier en fonction des saisons. Il serait intéressant de mener des études longitudinales pour évaluer comment les variations saisonnières affectent les composants du lait, en tenant compte de facteurs tels que la disponibilité des ressources alimentaires et les conditions environnementales.

3- Étude de l'impact géographique : Les conditions géographiques, telles que la région de production, peuvent influencer les caractéristiques du lait. Des études comparatives

pourraient être réalisées dans différentes régions afin d'évaluer l'impact de la géographie sur la composition et les propriétés du lait.

4- Étude de l'effet du stade de lactation : Le stade de lactation peut avoir un impact sur les caractéristiques du lait. Des études longitudinales pourraient être entreprises pour suivre les changements dans la composition et les propriétés du lait tout au long de la lactation et évaluer comment ces variations peuvent influencer la qualité du lait.

5- Étude de l'effet de la race : Les différentes races d'animaux peuvent présenter des variations dans les caractéristiques de leur lait. Des études comparatives entre différentes races au sein d'une même espèce pourraient être réalisées pour évaluer les différences dans la composition et les propriétés du lait.

6- Étude de l'impact sur la transformation du lait : Il serait intéressant de comprendre comment les caractéristiques spécifiques du lait de chaque espèce influencent la transformation et la fabrication de produits laitiers. Des études pourraient être menées pour évaluer l'effet du lait de différentes espèces sur la qualité, la texture et la durée de conservation des produits laitiers transformés.

7- Étude de l'acceptabilité et de la préférence des consommateurs : Les préférences des consommateurs pour les différents types de lait peuvent varier. Des études sensorielles pourraient être réalisées pour évaluer l'acceptabilité et les préférences des consommateurs vis-à-vis des produits laitiers issus de différentes espèces.

Ces perspectives de recherche permettraient d'approfondir notre compréhension des caractéristiques du lait des différentes espèces et d'explorer de nouvelles possibilités d'utilisation et de valorisation de ces produits dans divers domaines de l'industrie alimentaire.

# **Références**

# **Bibliographique**

## Références

Abdelhamid S., Zouita M., Gomri M.A. 2022. Estimation de la présence des bactéries mésophiles et thermophiles formant-endospores dans 03 types de laits en poudre. *Algerian Journal of Nutrition and Food Sciences*, 2(2), 1–8.

Aissaoui M., Deghnouche K., Bedjaoui H., Boukhalfa H.H. 2019. Caractérisation morphologique des caprins d'une région aride du Sud-Est de l'Algérie. *Revue Méd*, 170, 7-9 : 149-163.

Ait Amer Meziane L. 2008. Aptitude des laits de chèvre et de brebis à la coagulation par des protéases d'origine avicole. Thèse de magistère en Sciences Agronomiques : institut national agronomique El-Harrach, 116p.

Alanna L. 2019. Making milk with conscioucare : raw milk ontologies and the practices of 'bath milk' producers in Victoria, Australia. *RuralStudies*, 65: 135-142.

Amellal R. 1995. La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité. *Options Méditerranéennes : série B. Etudes et recherches*, 14 : 229-238.

Bauman D.E., Griinari J.M. 2001. Régulation et manipulation nutritionnelle des matières grasses du lait : syndrome du lait faible en gras, *science de la production animale*, 70, p 15-29.

Belay D., Bikes Destaw B., Dagnachew E.A., Tsegaye A.B., Alem G., Zenawi H.G. 2023. Quality assessment of raw and pasteurized milk in Gondar city, northwest Ethiopia: a laboratory-based cross-sectional study. *Heliyon*, 3(9):2405-8440.

Bencharif A. 2001. Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie : état des lieux et problématiques. *Options Méditerranéennes, Ser B*, 32 :44.

Benderouich B. 2009. La kemia : un produit du terroir à valoriser, mémoire d'ingénieure, université KasdiMerbah, Ouargla, Algérie, 17p.

Bouras A. 2008. Filière lait : exemple de l'Algérie. Séminaire interne : filière lait : production et biotechnologie, Chlef ,02-03 décembre 2008. 16p.

Chatelier V. 2017. Les grandes tendances du marché mondial du lait. *Rencontres internationales sur le lait vecteur de développement*. 2eme éd. Rabat, Maroc.

Chatellier V. 2019. La planète laitière et la place de l'Afrique de l'Ouest dans la consommation, la production et les échanges.



Chatellier V. 2020. La dépendance de l'Afrique de l'Ouest aux importations de produits laitiers. *INRAE Productions Animales*, 33(2), 125-140.

Chilliard Y., Glasser F., Ferlay A., Bernard L., Rouel J., Martin B., Schmidely P. 2010. Que peut-on attendre des pratiques d'élevage pour améliorer la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait bovin et caprin. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 45(6) :310-319.

Codou L.M. 1997. Etude des fraudes du lait cru : mouillage et écrémage ; mémoire de doctorat, université Cheikh Anta Diop –Dakar, Sénégal, p 5,18.

Daniela C.S.Z., Habib A.N., Juliana S.L., Débora C.S. de Assis., Kelly M.K., Sérgio V.A.C., Daniel A.O., Leorges M. F. 2023. Determination of the lactose content in low-lactose milk using Fourier-transforminfraredspectroscopy (FTIR) and convolutional neural network. *Heliyon* 1(9):2405-8440.

Debouz A., Guerguer L., Hamid OudjanaA., Hadj S.A. 2014. Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache et du lait camelin dans la wilaya de Ghardaïa. *مجلة الواحات للبحوث والدراسات*, 7(2):8-15.

FAO, 2020. Lait et produits laitiers.

FAO, 2022. Lait et produits laitiers.

Farah Z. 1996. Camel milk Properties and Products, 1st ed. Swiss Centre for development cooperation in technology and management vadianstrasse 42 CH - 9000 St.Gallen, Switzerland, Swiss. p 92.

Farhi Y., Belhamra M. 2014. Typologie Et Structure de l'avifaune Des Ziban(Biskra, Algerie) Typology And Structure Of The Ziban's Avifauna (Biskra,Algeria). *Courr. Savoir*, 13:127-136.

Gaddour A., Najari S., Abdennebi M., Arroum S., Assadi M. 2013. Caractérisation physicochimique du lait de chèvre et de vache collectée localement dans les régions arides de la Tunisie. *Options Méditerranéennes A*, 108, 151-154.

Gaouar Z.L., Loukaf K., Masmi N. 2021. Les résidus d'antibiotiques dans le lait cru de vache : état des lieux dans la région de l'Ouest Algérien. *J Fac Med Or* 5(1):653-660.

Hamidi M., Hachi M., Bencherif K., Lahrech A., Choukri A., YabrirB. 2020. Physico-chimie et composition biochimique de laits crus de vaches, brebis, chèvres et dromadaires locaux des steppes en Algérie. *Livestockresearch for rural développement*, 32(8).

Hanafi A., Alkama D. 2016. Stratégie d'amélioration du confort thermique d'une place publique d'une ville Saharienne ' Biskra /Algérie. *Revue des Energies Renouvelables*, 19 (3) ; 465-480.

Jean-Christophe V. 2018. *Science et technologie du lait*. 3<sup>e</sup>édition, canada, p 4-33.

Kali S., Benidir M., Ait Kaci K., Belkheir B., Benyoucef M.T. 2011. Situation de la filière lait en Algérie : Approche analytique d'amont en aval. *Livestock Research for Rural Development*, 23(8), 1-12.

Khalidi Z., Nafti M., Jilani M.T. 2022. Composition de base et évaluation de la qualité microbienne du lait cru de petits ruminants endémiques et de chameaux maghrébins dans la zone oasienne de Tunisie.

Lapointe-Vignola C.2002. *Science et technologie de lait-Transformation du lait*. Ecole polytechnique de Montréal, Québec, canada, p 1- 5.

Matallah S., Matallah F., Gadi T. 2022. Effet de la race sur la composition physico-chimique de laits de chèvre du Sud-Est algérien. *Livest.Res.RuralDev*, 32:148.

Noblet B. 2012. Le lait : produits, composition et consommation en France. *Cahiers de Nutrition et de Dietetique*, 47(5):242-249.

O'Connor C.B. Tripathi B.R. 1991. *Introduction a l'étude du lait*. ILCA Communication Instruction Series – Audiotutorial Module : 1. Addis Ababa: ILCA. 27p.

Otmane Rachedi K., Remadni M., Badi Y.2022.Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques des différents laits crus (chamelle, chèvre et vache) de la région d'El-Oued et Bougous (Wilaya d'El-Tarf).*Rev. Sci. Technol., Synthèse*28 (2): 01-11.

Rodney J. F., Géraldine B., Fahad M., Mohamed M.H., Jeanne-Marie M. 2023.Raw milk quality in large-scalefarmsunder hot weather conditions: Learning from one-year quality control data.*Food Composition and Analysis*, 117: 0889-1575.

Romain J., Thomas C., Michel M., Pierre S., Gérard B.2008. *Les produits Laitiers*. 2<sup>e</sup>édition, Éd. Tec Doc-Lavoisier, p .1-12.

Saloua K.S. 2023. L'épigallocatechine-3-gallate améliore la stérilisation de la caséine bovin entière irradiée et protège les caséines alpha et bêta des rayonnements gamma : selon le rapport polyphénol / protéine, *journal de la recherche sur les rayonnements et des sciences appliquées*, 2(16) :1687-8507.

Shapovalov S., Fotina T., Kalachnikov V., Zazharska N. 2015. Composition physico-chimique du lait de chèvre de l'Est de l'Ukraine. *Revue Écologie-Environnement*, 11, 70-73.

Siboukeur O., 2007. Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physicochimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques ; Institut national Agronomique El-Harrach-Alger, 101p.

Siboukeur A., Siboukeur O. 2012. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle collecté localement en comparaison avec le lait bovin, *Annales des Sciences et Technologie*, université Kasdi Merbah Ouargla, novembre, 4(2) :104.

Sraïri M. T., Ben Salem M., Bourbouze A., Elloumi M., Faye B., Madani T., Yakhlef H. (2007). Analyse comparée de la dynamique de la production laitière dans les pays du Maghreb.

Titaouine M., Mohamdi H., Mohamdi N., 2018. Les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des laits des quatre espèces animales élevées dans la région aride.

Zouaghi O., Hammami M., Jounaidi A., Amraoui M., Rouissi H. 2022. Étude comparative de la production laitière et de la composition du lait des brebis Sicilo-Sarde dans la région de Mateur et Béja (Tunisie). *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 10(1).

# **Annexe**

**Annexe 01 : Caractéristique physicochimique du lait de chamelle.**

| <b>Espèce</b>         | <b>pH</b> | <b>protéine<br/>%</b> | <b>Lactose<br/>%</b> | <b>MG<br/>%</b> | <b>P.de<br/>Congé(°C)</b> | <b>Ext<br/>Sec%</b> | <b>Sels<br/>%</b> | <b>Densité</b> |
|-----------------------|-----------|-----------------------|----------------------|-----------------|---------------------------|---------------------|-------------------|----------------|
| <b>Chamelle<br/>1</b> | 7,24      | 2,27                  | 4,5                  | 3,6             | -0,521                    | 11,238              | 0,91              | 1,025          |
| <b>Chamelle<br/>2</b> | 7,25      | 3                     | 4,5                  | 3,5             | -0,529                    | 11,112              | 0,9               | 1,026          |
| <b>Chamelle<br/>3</b> | 6,92      | 2,99                  | 4,5                  | 3,6             | -0,525                    | 11,208              | 0,89              | 1,026          |
| <b>Chamelle<br/>4</b> | 7,31      | 2,95                  | 4,4                  | 3,7             | -0,516                    | 11,318              | 0,92              | 1,026          |
| <b>Chamelle<br/>5</b> | 7,04      | 2,67                  | 4                    | 2,64            | -0,459                    | 10,47               | 0,59              | 1,026          |
| <b>Chamelle<br/>6</b> | 6,97      | 2,97                  | 4,5                  | 3,7             | -0,522                    | 11,348              | 0,94              | 1,026          |

**Annexe 02 : Caractéristique physicochimique du lait de vache.**

| <b>Espèce</b>      | <b>pH</b> | <b>protéine<br/>%</b> | <b>Lactose<br/>%</b> | <b>MG<br/>%</b> | <b>P.de<br/>Congé(°C)</b> | <b>Ext<br/>Sec%</b> | <b>Sels<br/>%</b> | <b>Densité</b> |
|--------------------|-----------|-----------------------|----------------------|-----------------|---------------------------|---------------------|-------------------|----------------|
| <b>Vache<br/>1</b> | 6,99      | 2,94                  | 4,4                  | 2,7             | -0,511                    | 10,94               | 0,68              | 1,029          |
| <b>Vache<br/>2</b> | 6,88      | 3,15                  | 4,7                  | 1,9             | -0,574                    | 10,602              | 0,66              | 1,031          |
| <b>Vache<br/>3</b> | 6,88      | 3,01                  | 4,5                  | 1,5             | -0,502                    | 9,82                | 0,734             | 1,031          |
| <b>Vache<br/>4</b> | 6,8       | 3,56                  | 5,3                  | 3,1             | -0,613                    | 11,778              | 0,72              | 1,03           |
| <b>Vache<br/>5</b> | 6,81      | 3,11                  | 4,7                  | 7,14            | -0,568                    | 8,56                | 0,69              | 1,026          |
| <b>Vache<br/>6</b> | 6,68      | 3,43                  | 5,1                  | 2,49            | -0,594                    | 9,36                | 0,76              | 1,033          |

**Annexe 03 : Caractéristique physicochimique du lait de brebis.**

| <b>Espèce</b>       | <b>pH</b> | <b>protéine<br/>%</b> | <b>Lactose<br/>%</b> | <b>MG<br/>%</b> | <b>P.de<br/>Congé(°C)</b> | <b>Ext<br/>Sec%</b> | <b>Sels<br/>%</b> | <b>Densité</b> |
|---------------------|-----------|-----------------------|----------------------|-----------------|---------------------------|---------------------|-------------------|----------------|
| <b>Brebis<br/>1</b> | 5,54      | 3,78                  | 5,7                  | 5,04            | -0,685                    | 10,35               | 0,84              | 1,035          |
| <b>Brebis<br/>2</b> | 5,58      | 3,93                  | 5,9                  | 4,46            | -0,712                    | 10,76               | 0,87              | 1,037          |
| <b>Brebis<br/>3</b> | 5,31      | 3,95                  | 6                    | 10,17           | -0,773                    | 10,9                | 0,88              | 1,33           |
| <b>Brebis<br/>4</b> | 6,31      | 3,32                  | 5,1                  | 9,98            | -0,637                    | 9,19                | 0,74              | 1,026          |

**Annexe 04 : Caractéristique physicochimique du lait de chèvre.**

| Espèce   | pH   | protéine % | Lactose % | MG % | P.de Congé(°C) | Ext Sec% | Sels % | Densité |
|----------|------|------------|-----------|------|----------------|----------|--------|---------|
| Chèvre 1 | 6,62 | 2,75       | 4,1       | 2,63 | -0,486         | 7,52     | 0,61   | 1,026   |
| Chèvre 2 | 6,51 | 2,38       | 4,3       | 3,26 | -0,487         | 7,75     | 0,63   | 1,027   |
| Chèvre 3 | 6,52 | 2,87       | 4,3       | 3,09 | -0,493         | 7,84     | 0,63   | 1,027   |
| Chèvre 4 | 6,68 | 2,74       | 4,1       | 2,71 | -0,467         | 7,49     | 0,61   | 1,026   |
| Chèvre 5 | 6,54 | 3,25       | 4,9       | 2,88 | -0,562         | 8,87     | 0,72   | 1,03    |
| Chèvre 6 | 6,23 | 2,96       | 4,5       | 2,73 | -0,508         | 8,09     | 0,66   | 1,028   |

**Annexe 05 : Les espèces étudiées (chèvre et chamelle et brebis).****Figure 8 : Chèvre de la race Alpine (photo originale, 2023).****Figure 9 : Chamelle de la race sahraoui (photo originale, 2023).**



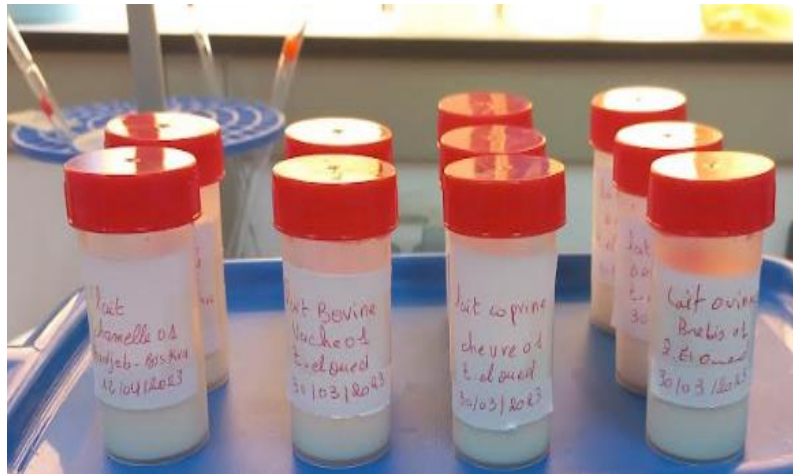
**Figure 10** : Troupeau de la race Ouled Djellal (photo originale, 2023).

**Annexe 06** : Le laboratoire dans lequel l'étude a eu lieu.



**Figure 11** : Laboratoires de recherche Génétique, Biotechnologie et Valorisation des Bioressources - Université Mohamed Khider Biskra-

**Annexe 07 : Les échantillons du lait étudiés.**



**Figure12 : Le lait de chamelle, de vache, de chèvre et de brebis.**



**ملخص**

يعتبر الحليب غذاء متكامل ومتوازن لغناه بالعديد من العناصر الغذائية (البروتينات، الدهون، الأملاح المعدنية، اللاكتوز والفيتامينات). في هذه الدراسة حددنا وقلنا الجودة الفيزيائية والكيميائية لـ 22 عينة من الحليب الخام لأربعة أنواع الناقة، البقرة، العنزة والنعجة التي تم جمعها في مناطق مختلفة من ولاية بسكرة. وتبين من النتائج أن حليب النعجة هو الأغنى بالدهون واللاكتوز مقارنة بحليب الآخرين. من ناحية أخرى، فإن محتوى البروتين في حليب البقرة وحليب النعجة قريب جدًا. بينما المحتوى المعدني والمادة الجافة غير دهنية أعلى في حليب الناقة. درجة الحموضة والكثافة أعلى في حليب النعجة، بينما كانت درجة التجمد مماثلة في الأنواع الأربعة.

في ضوء هذه النتائج، تختلف الخصائص الفيزيائية والكيميائية للحليب وفقًا للأنواع، النظام الغذائي، الظروف البيئية السلالة، العمر وكذلك مرحلة الإرضاع.

**الكلمات المفتاحية:** الحليب، الخصائص الفيزيائية والكيميائية، الجودة، المجترات.

**Résumé**

Le lait est considéré comme un aliment complet et équilibré du fait de sa richesse en plusieurs éléments nutritifs (protéines, matière grasse, sels minéraux, lactoses et vitamines). Dans cette étude nous avons déterminé et comparé la qualité physico-chimique de 22 échantillons de lait cru des quatre espèces ; chamelle, vache, chèvre et brebis collectés dans différentes régions de la wilaya de Biskra. D'après les résultats, on a constaté que le lait de brebis est le plus riche en matière grasse et en lactose par rapport aux autres laits. En revanche, la teneur en protéine le lait de vache et le lait de brebis sont très proches. Alors que la teneur en sels minéraux et les SNG sont le plus élevés dans le lait de chamelle. Le pH et la densité sont plus élevés dans le lait de brebis, tandis que le point de congélation était similaire chez les quatre espèces.

À la lumière de ces résultats, le caractère physico-chimique du lait varie selon l'espèce, l'alimentation, les conditions environnementales, la race, l'âge, ainsi que le stade de lactation.

**Mots clé :** Lait, caractère physico-chimique, qualité, ruminants.

**Abstract**

Milk is considered a complete and balanced food because of its richness in several nutrients (proteins, fat, mineral salts, lactose and vitamins). In this study we determined and compared the physico-chemical quality of 22 samples of raw milk from four species; camel, cow, goat and sheep collected in different regions of the wilaya of Biskra. From the results, it was found that sheep milk is the richest in fat and lactose compared to other milks. On the other hand, the protein content of cow milk and sheep milk are very close. While mineral content and SNG are highest in camel milk. The pH and specific gravity are higher in sheep milk, while the freezing point was similar in the four species.

In light of these results, the physico-chemical character of milk varies according to the species, feed, environmental conditions, breed, age, as well as the stage of lactation.

**Key words:** Milk, physico-chemical character, quality, ruminants.