

République Algérienne Démocratique et Populaire

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



جامعة عبد الحميد ابن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

**BENAISSA Fadela**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES**

**Spécialité : Production et transformation laitières**

**THÈME**

**Séparation et caractérisation des protéines  
de lait de chamelle Algérien**

Soutenu publiquement le 11/07/2019

**Devant les membres du jury**

<b>Président</b>	Dr TAHLAITL.H	Maitre Assistante	U. Mostaganem
<b>Examinatrice</b>	Dr RECHIDI-SIDHOUM.N	Maitre Assistante	U. Mostaganem
<b>Encadreur</b>	Dr DAHOU.A	Maitre Assistant	U. Mostaganem
<b>Co-Encadreur</b>	Dr SASSL.H	Doctorant	U. Mostaganem
<b>Invité d'honneur</b>	Dr BOUCHERF.D	Docent	U. Mostaganem

**Travail réalisé au Laboratoire des Sciences et Techniques de Productions Animales**

**Année universitaire 2018-2019**

# Remerciements

*Tout d'abord, je remercie Dieu, notre créateur de nos avoir donné la force, la Volonté*

*Et le courage afin d'accomplir ce modeste travail.*

*Et c'est avec un très grand plaisir que je présente mes sincères remerciements à*

*Mr. Homrani directeur de laboratoire LSTPA pour m'avoir accueilli au sein de*

*son laboratoire.*

*Je remercie vivement Mr.Dahou qui a accepté d'être notre encadreur*

*et orienté au bon chemin.*

*Je remercie mon Co-encadreur Mr.Sassi qui a été d'un grand apport pour*

*la réalisation de ce travail.*

*J'adresse mes plus vifs remerciements à Mr.Abdelmoumen pour ses conseils*

*scientifiques judicieux et son suivi durant la période de*

*la réalisation de ce travail.*

*Je remercie vivement Mme.Tahlaiti qui a bien voulu nous faire l'honneur*

*de Présider le jury et de juger ce travail.*

*Je remercie aussi Mme.Rechidi Sidhoum qui a bien voulu nous faire l'honneur*

*d'examiner ce travail.*

*Je remercie Mr.Boucherf pour l'intérêt que vous avez porté à ce travail*

*et pour vos précieux conseils et remarques.*

*Ma plus sincère gratitude à Mr.Benharat technicien du laboratoire LSTPA*

*pour m'avoir accueilli et m'avoir fourni les moyens nécessaires*

*pour mener à bien cette étude.*

*A toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à ce travail, trouvent ici*

*l'expression de ma reconnaissance.*

## Dédicace

*Je dédie ce modeste travail en signe de respect, de reconnaissance et de remerciement : à mes chers parents, qui n'ont jamais cessé de me donner de la volonté, du courage et surtout de l'amour pour effectuer mes études, sans eux je ne serai pas là aujourd'hui*

*A Mon cher frère et à mes sœurs, en témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance*

*Tous les membres de ma famille et ma belle-famille et a tous mes amies.*

*Mes enseignants que je leur préserve si de respect et de considération.*

*A tout ceux qui ont participé à l'élaboration de ce modeste travail et tous ceux qui nous sont chers.*

### Liste des abréviations, acronymes et Sigles

<b>AFNOR</b>	Association Française de Normalisation
<b>Asn</b>	Aspartatel
<b>BSA</b>	Sérum Albumine Bovin
<b>Cn-<math>\alpha</math>1</b>	Caséine $\alpha$ 1
<b>Cn-<math>\alpha</math>2</b>	Caséine $\alpha$ 2
<b>Cn-B</b>	Caséine B
<b>Cn-k</b>	Caséine K
<b>Cn</b>	Caséine
<b>DO</b>	Densité Optique
<b>ESD</b>	L'Extrait Sec Dégraissé
<b>EST</b>	L'Extrait Sec Total
<b>Glu</b>	Glutamine
<b>FAO</b>	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
<b>kDa</b>	Kilo Dalton
<b>Met</b>	Méthionine
<b>MG</b>	Matière grasse
<b>2-ME</b>	2-mercaptoéthanol
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la santé
<b>PAGE</b>	Electrophoresis on polyacrylamide gel (Electrophorèse sur gel de polyacrylamide)
<b>pH</b>	Potentiel d'hydrogène
<b>Phe</b>	Phénylalanine
<b>SDS</b>	Dodécylsulfate de sodium
<b>Ser</b>	Sérine
<b>TCA</b>	Acide Trichloracétique
<b>TEMED</b>	N,N,N',N'-tetraméthyl-éthylène diamine
<b>Tris</b>	Tris-hydroxy-méthyl-amino-méthane

## Liste des figures

Figure		Page
<b>01</b>	Carte de distribution géographique du dromadaire dans le monde (Shuiep <i>et al.</i> , 2013).	<b>16</b>
<b>02</b>	Les cinq pays qui possèdent la plus grande production du dromadaire (nombre de tête).	<b>17</b>
<b>03</b>	Aires de distribution du dromadaire en Algérie.	<b>19</b>
<b>04</b>	le Chaambi	<b>20</b>
<b>05</b>	le saharaoui	<b>20</b>
<b>06</b>	L'Ajjer	<b>21</b>
<b>07</b>	Reguibi	<b>21</b>
<b>08</b>	Chameau de l'Aftouh	<b>22</b>
<b>09</b>	Localisation des principales races de dromadaire en Algérie ( <b>Ben Aissa, 1989</b> )	<b>22</b>
<b>10</b>	La séparation des grands groupes des lactoprotéines ( <b>Siboukeur, 2007</b> ).	<b>42</b>
<b>11</b>	Taux de matière grasse des laits analysés.	<b>47</b>
<b>12</b>	Taux de cendres des laits analysés	<b>49</b>
<b>13</b>	Taux de matières protéiques des laits analysés	<b>50</b>
<b>14</b>	Taux de matière sèche des laits analysés	<b>51</b>
<b>15</b>	pH	<b>52</b>
<b>16</b>	Taux de lactose moyen des laits analysés	<b>53</b>
<b>17</b>	La densité	<b>54</b>
<b>18</b>	Electrophoregramme d'UREE-PAGE	<b>55</b>
<b>19</b>	Taux de caséine K moyen des laits de chamelle analysés	<b>57</b>
<b>20</b>	Taux de caséine $\beta$ moyen des laits de chamelle analysés	<b>58</b>
<b>21</b>	Taux de caséine $\alpha s2$ moyen des laits de chamelle analysés	<b>59</b>
<b>22</b>	Taux de caséine $\alpha s1$ moyen des laits de chamelle analysés	<b>60</b>
<b>23</b>	Electrophoregramme d'UREE-PAGE des échantillons de lait de chamelle et de lait de vache	<b>61</b>

## Liste des Tableaux

Tableau		Page
<b>01</b>	La production mondiale et en Algérie des chameaux (nombre de têtes) au cours des dix dernières années, selon FAO 2014	<b>18</b>
<b>02</b>	La production du lait de chamelle dans le monde et en Algérie (en tonnes de lait) selon FAO 2014	<b>24</b>
<b>03</b>	Composition en sels minéraux (mg/l) du lait de chamelle selon différents auteurs en comparaison avec le lait de vache.	<b>28</b>
<b>04</b>	Composition en vitamines (mg/l) du lait de chamelle selon différents auteurs en comparaison avec le lait de vache.	<b>29</b>
<b>05</b>	Concentration moyenne des protéines du lait de différentes espèces en (mg/l) ( <b>Kappeler et al., 2007</b> ) cité par <b>Boudjeh et al., 2012</b> .	<b>33</b>
<b>06</b>	Echantillons de laits de chamelle collectés	<b>39</b>
<b>07</b>	Teneurs en Matière grasse du lait	<b>47</b>
<b>08</b>	Teneurs en cendre du lait	<b>48</b>
<b>09</b>	Teneurs protéiques du lait	<b>49</b>
<b>10</b>	Teneur en matière sèche	<b>50</b>
<b>11</b>	Valeurs du pH	<b>51</b>
<b>12</b>	Teneur en lactose	<b>53</b>
<b>13</b>	Valeur de la densité	<b>54</b>
<b>14</b>	Caractérisation des caséines du lait de chamelle analysé.	<b>56</b>
<b>15</b>	Valeur du taux du caséine <b>k</b>	<b>57</b>
<b>16</b>	Valeur du taux du caséine <b>β</b>	<b>58</b>
<b>17</b>	Valeur du taux du caséine <b>αs2</b>	<b>59</b>
<b>18</b>	Valeur du taux du caséine <b>αs1</b>	<b>60</b>

## **Table des matières**

Liste des abréviations, des acronymes et des sigles

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Introduction ..... 12

### **SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

#### **Chapitre 01 : Aperçu sur le dromadaire**

1 Origine du dromadaire.....	16
2 Répartition géographique et effectif.....	16
2.1 Première aire de distribution : Zones Est-Sud-Est.....	18
2.2 Deuxième aire de distribution : Zones Est-Sud-Ouest .....	18
2.3 Troisième aire de distribution : Extrême sud.....	19
3 Les races Algériennes.....	20
3.1 La race Chaambi.....	20
3.2 La race de L'Ouled Sidi Cheikh.....	20
3.3 La race Saharaoui .....	20
3.4 La race Chameau de la Steppe .....	21
3.5 La race Berberi .....	21
3.6 La race L'Ajjer.....	21
3.7 La race Reguibi .....	21
3.8 La race Chameau de l'Aftouh.....	22
4 Estimation de la production laitière.....	22

#### **Chapitre 02 : Composition physico-chimique biochimique du lait de camelin**

1 Caractères chimiques.....	26
1.1 Compositions chimiques et biochimiques .....	26
1.1.1 Energie.....	26
1.1.2 Eau.....	26
1.1.3 Matière grasse.....	27
1.1.4 Protéines camelines .....	27
1.1.5 Minéraux .....	27
1.1.6 Vitamines.....	28
1.1.7 Glucides.....	29
1.2 Caractéristiques physico-chimiques du lait camelin .....	30
1.2.1 Densité.....	30
1.2.2 Point de congélation .....	30

1.2.3 L'acidité.....	30
1.2.4 pH.....	30

### Chapitre 03 : Protéines du lait de chamelle

1 Protéines .....	33
1.1 Caséines.....	33
1.1.1 Caséine $\alpha$ S1 .....	34
1.1.2 Caséine $\alpha$ S2 .....	34
1.1.3 Caséine $\beta$ .....	34
1.1.4 Caséine $\kappa$ .....	34
1.1.5 Micelle de caséine .....	35
2. Protéines sériques .....	36
3. Mécanisme d'action des enzymes coagulantes sur les caséines.....	36

### Chapitre 04 : partie expérimentale

1 Objectif.....	39
2 Echantillons de lait .....	39
3 Méthodes .....	40
3.1 Collecte du lait.....	40
3.2 Analyses physico-chimiques et biochimiques.....	40
a- Mesure du pH.....	40
b- Détermination de la densité.....	40
c- Détermination de la teneur en protéines.....	40
d- Détermination de la teneur en lactose .....	41
e- Détermination du taux de Cendres .....	41
f- Dosage de la matière grasse.....	41
4 Séparation des grands groupes de lactoprotéines .....	41
5 Méthodes électrophorétiques.....	43
5.1 Définition et principe général.....	43
5.2 Électrophorèse sur gel de polyacrylamide .....	43
5.3 Conduite de l'électrophorèse.....	43
5.3.1 Electrophorèse en conditions non dissociantes et non dénaturantes .....	44
5.3.2 Electrophorèse en présence du SDS et de 2- $\beta$ ME .....	44
5.4 Conditions expérimentales .....	44
5.5 Détection des protéines dans le gel .....	44
5.6 Electrophorèse en présence d'urée et de 2-Mercaptoéthanol .....	44

## Chapitre 05 : Résultats et discussions

1 Résultats des analyses biochimiques .....	47
1.1 Taux de matière grasse .....	47
1.2 Taux de cendres .....	48
1.3 Taux protéique.....	49
1.4 Matière sèche.....	50
1.5 pH.....	51
1.6 Lactose .....	53
1.7 La densité .....	54
2 Isolement et comportement électrophorétique des protéines du lait de chamelle .....	55
2.1 Isolement des caséines.....	55
2.2 Electrophorèse sur gel .....	55
3 Caséine.....	57
3.1 Caséine K .....	57
3.2 Caséine $\beta$ .....	58
3.3 Caséine $\alpha_2$ .....	59
3.4 Caséine $\alpha_1$ .....	60
4 Comparaison du lait de chamelle avec du lait de vache .....	61
Conclusion .....	63
Annexes	
Références Bibliographiques	

## Résumé

La composition physicochimique du lait de chamelle est variable selon l'alimentation des animaux, les conditions environnementales ainsi que, la période de lactation. Dans le but de déterminer les caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle, nous avons collecté ce dernier dans les Wilayas d'El-Bayad, de Béchar, de Ghardaïa et d'El-Oued. Le lait camelin a été comparé à celui issu du lait bovin. Ainsi nous avons procédé à la détermination du pH, de la densité, des teneurs en cendres, en matières grasses, en protéines, en lactose et en matière sèche. Les résultats obtenus montrent que le pH du lait camelin collecté dans la Wilaya El-Bayad est légèrement plus élevé (6,82) par rapport aux autres laits camelins. La densité du lait camelin de la région de Béchar (31,43) paraît légèrement plus faible par rapport aux autres laits analysés. Parallèlement, les analyses montrent que ces laits contiennent un taux en cendres, une teneur en matière sèche totale, une teneur en matière grasse, une teneur en lactose et une teneur en protéines comparables pour les différents laits de chamelle des autres régions. Les essais de fractionnement et séparation des protéines en une seule étape par électrophorèse de perméation sur gel d'UREE-PAGE, ont abouti à l'isolement de caséines : CN-K, CN  $\beta$ -, CN- $\alpha$ 2 et CN- $\alpha$ 1. Ces essais ont par ailleurs permis une identification complète des bandes protéiques obtenues en confirmant ainsi, la spécificité au lait camelin en certaines caséines. Nous pouvons dire que le lait camelin produit par les chameaux des régions contrôlées, présente des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques différentes de celles des laits bovins et caprins.

**Mots clés :** Lait ; physico-chimie ; biochimie ; caséines ; électrophorèse.

## summary

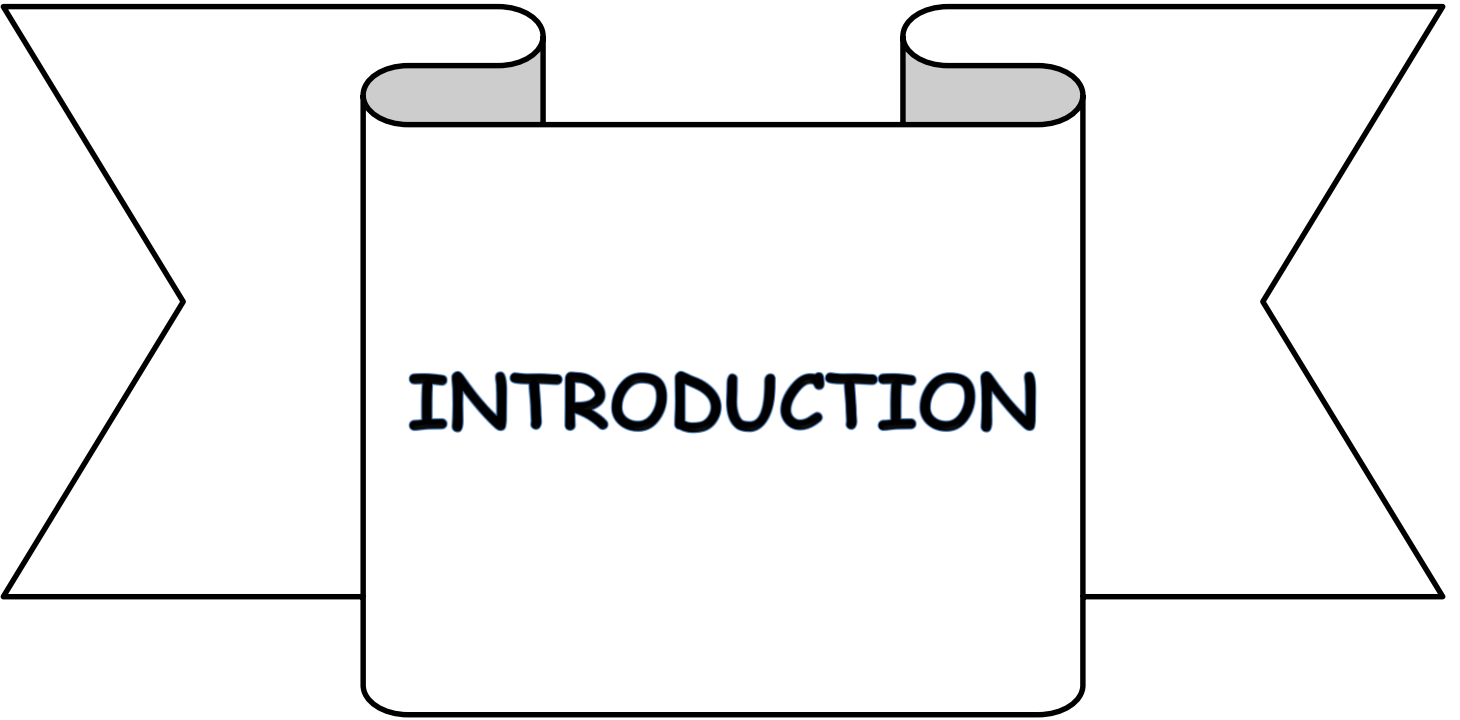
The physicochemical composition of camel milk is variable depending on the animal diet, the environmental conditions and the period of lactation. In order to determine the physicochemical and biochemical characteristics of camel milk, we collected it in the Wilayas of El-Bayad, Bechar, Ghardaia and El-Oued. Camel milk has been compared to that from bovine milk. Thus, we have determined the pH, density, ash, fat, protein, lactose and dry matter contents. The results obtained show that the pH of camel milk collected in Wilaya El-Bayad is slightly higher (6.82) compared to other camel milk. The density of camel milk in the region of Béchar (31,43) seems slightly lower compared to the other milks analyzed. At the same time, the analyzes show that these milks contain an ash content, a total dry matter content, a fat content, a lactose content and a comparable protein content for the different camel milks of the other regions. One-step fractionation and protein separation assays using UREE-PAGE gel permeation gel electrophoresis resulted in the isolation of caseins: CN-K, CN  $\beta$ -, CN- $\alpha$ s2 and CN- $\alpha$ s1. These tests have also allowed a complete identification of the protein bands obtained thereby confirming the specificity of camel milk in certain caseins. We can say that the camel milk produced by the camels of the controlled regions, presents physicochemical and biochemical characteristics different from those of the milk cattle and goats.

Keywords: Milk; physico-chemistry; biochemistry; caseins; electrophoresis.

## ملخص

يتغير التركيب الفيزيائي الكيميائي لحليب الإبل اعتماداً على النظام الغذائي للحيوان والظروف البيئية وفترة الرضاعة. من أجل تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية الحيوية لحليب الإبل ، قمنا بجمعها في ولايات البيضاء ، بشار ، غرداية والوادي. تمت مقارنة حليب الإبل بحليب الأبقار. وبالتالي ، فقد حددنا محتويات الرقم الهيدروجيني والكثافة والرماد والدهون والبروتين واللاكتوز والمواد الجافة. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن درجة حموضة حليب الإبل المجمعة في ولاية البيضاء أعلى قليلاً (6.82) مقارنة بحليب الإبل الأخرى. يبدو أن كثافة حليب الإبل في منطقة بشار (31،43) أقل قليلاً مقارنة باللبن الآخر الذي تم تحليله. في الوقت نفسه ، تُظهر التحليلات أن هذه الأحبار تحتوي على محتوى من الرماد ، ومحتوى المادة الجافة الكلية ، ومحتوى الدهون ، ومحتوى اللاكتوز ومحتوى بروتين قابل للمقارنة لمختلف حليب الإبل في المناطق الأخرى. في خطوة واحدة تجزئات وفصل البروتين باستخدام UREE-PAGE هلام تخلل هلام الكهربائي أدى إلى عزل الكازين: CN-K ، CN-β- ، CN-αs2 و CN-αs1. كما سمحت هذه الاختبارات بالتعرف الكامل على نطاقات البروتين التي تم الحصول عليها ، مما يؤكد خصوصية حليب الإبل في بعض الكازين. يمكننا القول أن حليب الإبل الذي تنتجه إبل المناطق الخاضعة للسيطرة ، يقدم خصائص فيزيائية وكيميائية حيوية تختلف عن تلك الخاصة بماشية الحليب والماعز.

**كلمات مفتاحية:** Milk؛ الكيمياء الفيزيائية. الكيمياء الحيوية. كازين. الكهربائي.



## Introduction

---

Le lait occupe une place stratégique dans l'alimentation quotidienne de l'homme, de par sa composition équilibrée en nutriments de base (protéines, glucides et lipides) et sa richesse en vitamines et en minéraux, notamment en calcium alimentaire. De nos jours, les besoins en lait sont de plus en plus importants vu que ce produit peut être consommé à l'état frais, mais aussi à l'état pasteurisé, stérilisé ou transformé en produits dérivés (Gaumond et Anctil, 2005).

La consommation algérienne de lait connaît une évolution croissante depuis l'indépendance. La poussée démographique ainsi que l'amélioration du niveau de vie de la population, induit à une forte demande en ce produit de base. Par ailleurs l'insuffisance de la production nationale conduit notre pays à recourir depuis plusieurs années à des importations massives de lait sous forme de poudre, de matière grasse et de produits dérivés (Katinan *et al.*, 2012 ; Bezzalla et Gouttaya, 2013). Actuellement, l'enveloppe couvrant cette facture représente environ plus de 20% de nos importations en produits alimentaires. Parallèlement, même si un effort non négligeable est déployé pour éviter cette dépendance en encourageant le développement du cheptel bovin laitier, il n'en est pas de même des autres productions provenant des espèces laitières telles, la chèvre, la brebis, et la chamelle qui sont particulièrement adaptées à nos rudes conditions agro-climatiques et dont la rusticité est toujours de mise (Mahboub *et al.*, 2010).

Le lait de chamelle constitue depuis des temps très lointains, la principale ressource alimentaire pour les peuplades nomades qui le consomment habituellement à l'état cru ou fermenté. Il est considéré comme l'aliment de base pour une période annuelle prolongée, dans la plupart de ces zones pastorales sahariennes (Katinan *et al.*, 2012 ; Bezzalla et Gouttaya, 2013).

Selon les statistiques de la FAO (2003), la population cameline mondiale s'élève à environ 19 millions de têtes dont plus de 15 millions sont recensées en Afrique et 3,6 millions en Asie. La grande majorité de cette population (84%) sont des dromadaires (*Camelus dromedarius*) qui vivent dans les régions arides du nord et du nord-est de l'Afrique. Le reste (6%) sont des « bactriens » (*Camelus bactrianus*) qui sont des chameaux à deux bosses peuplant les régions froides de l'Asie. Ce nom leur a été donné, par référence à la région de "Baktriane", située au nord de l'Afghanistan, où cette espèce était initialement implantée (Farah *et al.*, 2003). Elle est estimée à 268.560 têtes en 2005 (MADR, 2006), l'effectif camelin algérien est réparti sur 17 Wilayas, avec 75% du cheptel dans huit Wilayas sahariennes : Ouargla, Ghardaï, El-Oued, Tamanrasset, Illizi, Adrar, Tindouf et Béchar et 25% du cheptel dans neuf Wilayas steppiques : Biskra, Tebessa, Khenchela, Batna, Djelfa, El-Bayad, Naâma, Laghouat et M'sila.

## Introduction

---

Même s'il présente une composition physico-chimique et biochimique relativement similaire à celle du lait bovin, ce lait se singularise néanmoins par une teneur élevée en vitamine C et en niacine et par la présence d'un puissant système protecteur, lié à des taux relativement élevés en lysozyme, en lactoperoxydase (système LP/ SCN/ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), en lactoferrine et en bactériocines produites par les bactéries lactiques. Ceci prolonge naturellement sa conservation de quelques jours sous des températures relativement élevées.

Eu égard à cet état des lieux, nous nous sommes proposés de réaliser une étude qui vise en premier lieu à avoir une meilleure connaissance du lait issu de populations de dromadaires implantés dans le sud de notre pays.

Ainsi, pour pouvoir atteindre ces objectifs, la présente étude s'articule autour de quatre volets d'investigations complémentaires :

1. Collecte des informations, relatives aux potentialités laitières des chamelles.
2. Détermination de la composition physico-chimique et biochimique du lait camelin.
3. Etude spécifique des protéines aussi bien micellaires que sériques (isolement, propriétés physico-chimiques dont le comportement électrophorétique Page Urée).
4. Comparaison des résultats avec d'autres espèces.

Pour réaliser cette étude, nous avons divisé notre travail en deux parties :

La première est consacrée à une synthèse bibliographique articulée autour de trois chapitres, le premier chapitre présente un aperçu sur le dromadaire, un deuxième chapitre entame la composition physico-chimique et biochimique du lait de camelin et un troisième chapitre traite les protéines du lait de chamelle.

La seconde partie du mémoire présente le matériel et les méthodes mis en œuvre dans le cadre de la réalisation de ce travail où sont détaillés quelques paramètres physicochimiques et la séparation des protéines. Les résultats obtenus au cours de cette étude sont ensuite exposés dans la troisième partie et sont discutés. Enfin on termine par une conclusion.

**SYNTHESE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

# **Chapitre 01**

## **Aperçu sur le dromadaire**

### 1. Origine du dromadaire

Le nom « dromadaire » dérive du terme grecque « dromados » qui veut dire course pour son utilisation dans le transport (Souilem et Barhoumi, 2009). Il est donné à l'espèce de chameau à une seule bosse, appartenant au genre *Camelus* de la famille des *Camelidae* et dont le nom scientifique est *Camelus dromedarius*.

Les dromadaires d'Algérie appartiennent à la famille des camélidés, qui sont des mammifères artiodactyles d'origine nord-américaine, mais ils ont disparu de ce continent alors qu'ils se répandaient en Amérique du Sud, en Asie, puis en Afrique, continents où ils ont survécu pour donner naissance aux espèces modernes.

### 2. Répartition géographique et effectif

L'aire de répartition géographique du dromadaire, se situe, aux niveaux des zones tropicales et subtropicales et s'étend, des régions arides et semi-arides du nord de l'Afrique (Mauritanie) jusqu'au nord-ouest du continent asiatique (Chine). (Karray et *al.*, 2005 ; Correa, 2006)

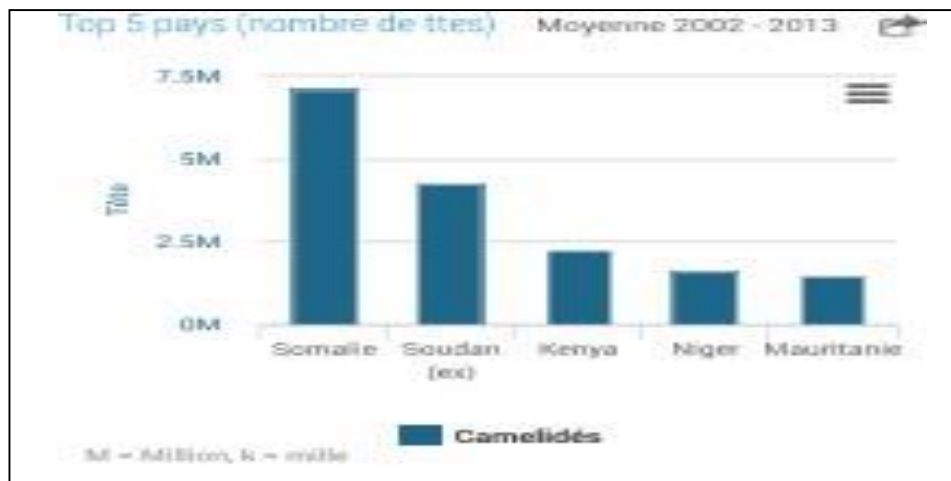
(Figure 01).



**Figure 01** : Carte de distribution géographique du dromadaire dans le monde (Shuiep *et al.*, 2013).

(Zones vertes *Camelus dromedarius* et zones rouges *Camelus bactrianus*)

Selon les statistiques de la FAO (2009), la population cameline mondiale s'élève à environ 20 millions de têtes dont plus de 15 millions sont recensées en Afrique (**Tableau. 1**), le grand cheptel est réservé à la Somalie et Kenya qui vient en deuxième position (Correa, 2006, 2009 ; Al haj et Al Kanhal, 2010) et 3,6 millions en Asie. La grande majorité de cette population (84%) sont des dromadaires (*Camelus dromedarius*) qui vivent dans les régions arides du nord et du nord-est de l'Afrique (**Figure 02**). Le reste (6%) est des « bactriens » (*Camelus bactrianus*) qui sont des chameaux à deux bosses peuplant les régions froides de l'Asie. Ce nom leur a été attribué, par référence à la région de "Baktriane", située au nord de l'Afghanistan, où cette espèce était initialement implantée.



**Figure 2** : Les cinq pays qui possèdent la plus grande production du dromadaire (nombre de tête).

L'effectif camelin Algérien est estimé à 268.560 têtes en 2005 (MADR , 2006), cet effectif a connu une évolution de 9.15 % soit 344.015 têtes en 2013 (FAO, 2014). L'effectif est réparti sur 17 wilayas, avec 75% du cheptel dans huit wilayas sahariennes : Ouargla, Ghardaia, El-Oued, Tamanrasset, Illizi, Adrar, Tindouf et Béchar ; et 25% du cheptel dans neuf wilayas steppiques : Biskra, Tebessa, Khenchela, Batna, Djelfa, El-Bayad, Naâma, Laghouat et M'sila.

**Tableau 1** : La production mondiale et en Algérie des chameaux (nombre de têtes) au cours des dix dernières années, selon FAO 2014.

Année	Production mondiale (million)	Production en Algérie (million)
2003	21.557.235	249.975
2004	22.363.297	273.200
2005	22.317.980	268.600
2006	22.481.647	286.670
2007	25.399.057	291.360
2008	26.327.920	295.085
2009	25.853.961	301.120
2010	26.331.535	313.990
2011	26.768.690	318.755
2012	26.980.376	340.140
2013	26.989.193	344.015

Au-delà des limites administratives on constate 3 grandes aires de distribution (**Figure 03**)

### 2.1 Première aire de distribution est le sud-est

Elle comprend environ 75.400 têtes soit 58% des effectifs et se subdivise en deux zones :

La zone Sud-Est proprement dite avec 49.000 têtes comprenant : les Wilayas Sahariennes d'El-Oued 34.000 de Biskra : 6.500 et les Wilayas Steppiques de M'sila : 5.000, de Tébessa : 1.300, de Batna et Khenchela : 1.800. Outre l'élevage sédentaire situé particulièrement dans la Wilaya de M'sila autour du chott el- hodna, nous constatons des mouvements de transhumance en été souvent liés à ceux des ovins, et qui vont des Wilayas Sahariennes vers les Wilayas agropastorales de l'Est du pays (Khenchela - Tébessa - Oum-El-Bouaghi - Constantine - Setif - Bordj- Bou-Arredj).

La zone Centre avec 26.400 têtes comprend : les Wilayas Sahariennes de Ouargla : 10.000, de Ghardaia : 4.000 et Les Wilayas Steppiques de Laghouat : 4.000, de Djelfa : 7.000. A travers un couloir de transhumance El-Goléa - Ghardaia - Laghouat - Djelfa ou Aflou, les camelins passent la période estivale dans les Wilayas céréalières de Tiaret - Tissemsilt et Médéa.

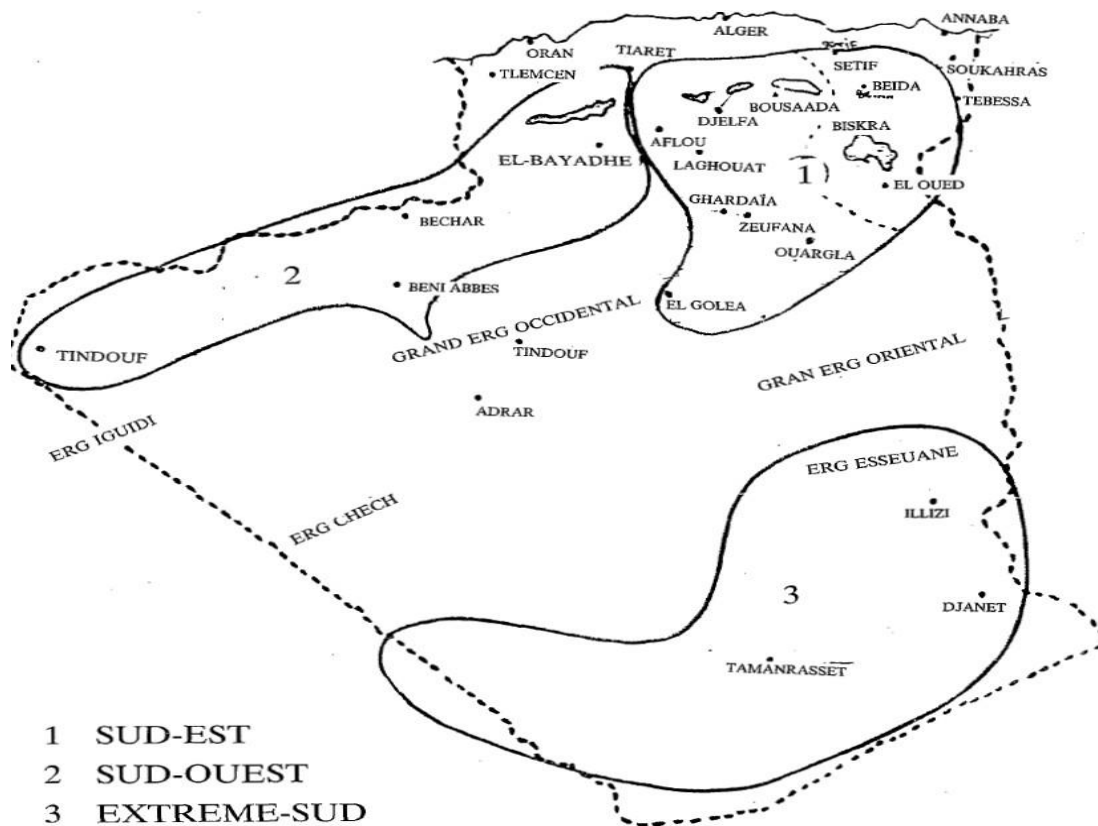
### 2.2 Deuxième aire de distribution est le sud-ouest

Avec 22.700 têtes le Sud-Ouest possède 15% de l'effectif total et comprend : les Wilayas Sahariennes de Béchar : 6.500, de Tindouf : 4.200 et le Nord-Adrar : 5.000 les Wilayas

Steppiques de Naama : 3.400, d'El-Bayadh : 3.600. Dans les Wilayas Sahariennes, les zones de pâturages des camelins sont essentiellement constituées para les lits d'Oueds : Oued Guir et Saoura, Oued Namous, Gharbi et Segier. En période estivale une partie du cheptel transhume jusque dans les Wilayas agro-pastorales de Tiaret et Saïda.

**2.3 Troisième aire de distribution est l'extrême sud**

Avec 43.000 têtes l'extrême Sud possède 27% de l'effectif total et comprend : les Wilayas de Tamanrasset : 35.000, d'Illizi: 3.000 et le Sud-d'Adrar: 5.000. Les zones de pâturages sont constituées par les lits d'Oued descendant des massifs du Hoggar et du Tassili n'ajjer. Les mouvements de transhumance se font vers le Sud y compris dans certaines zones de pâturages des pays voisins Mali, Niger et Lybie.



**Figure 03 : Aires de distribution du dromadaire en Algérie.**

### **3.Races Algériennes**

Les différentes races rencontrées en Algérie se retrouvent dans les trois pays d'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie) ; ce sont des races de selle, de bât et de traite. Il s'agit des races suivantes :

#### **3.1 Chaambi**

Animal médialigne, musclé, c'est une race fortement croisée avec du sang de dromadaire arabe. Très bon pour le transport, moyen pour la selle. Sa répartition va du grand erg occidental au grand erg oriental. On le retrouve aussi dans le Metlili des Chaambas (figure 04).



**Figure 04 : le Chaambi**

#### **3.2 L'Ouled Sidi Cheikh**

C'est un animal adapté aussi bien à la pierre qu'au sable. C'est un animal de selle ou de bât, il est assez grand. On le trouve dans les hauts plateaux du grand erg occidental.

#### **3.3 Saharaoui**

Cette race est issue du croisement du Chaambi avec l'Ouled Sidi Cheikh. C'est un excellent Méhari de troupe, son territoire va du grand erg occidental au Centre du Sahara (figure 05).



**Figure 05 : le saharaoui**

### **3.4 Chameau de la steppe**

C'est un dromadaire commun, petit bréviligne. Il est utilisé pour le nomadisme rapproché. On le trouve aux limites Sud de la steppe.

### **3.5 Berberi**

Cet animal de forme fine, avec une arrière main bien musclée, rencontré surtout saharienne et tellienne. Il est très proche du Chaambi et de l'Ouled Sidi Cheikh.

### **3.6 L'Ajjer**

Le dromadaire bréviligne de petite taille est un bon marcheur-porteur. Il se trouve dans le Tassili d'Ajjer (figure 06)



**Figure 06 : L'Ajjer**

### **3.7 Reguibi**

Il est réparti dans l'ouest saharien (figure07). C'est un animal d'assez grande taille, bien adapté à la course mais avec un bon potentiel laitier (entre 1 200 et 1 500 litres par lactation).



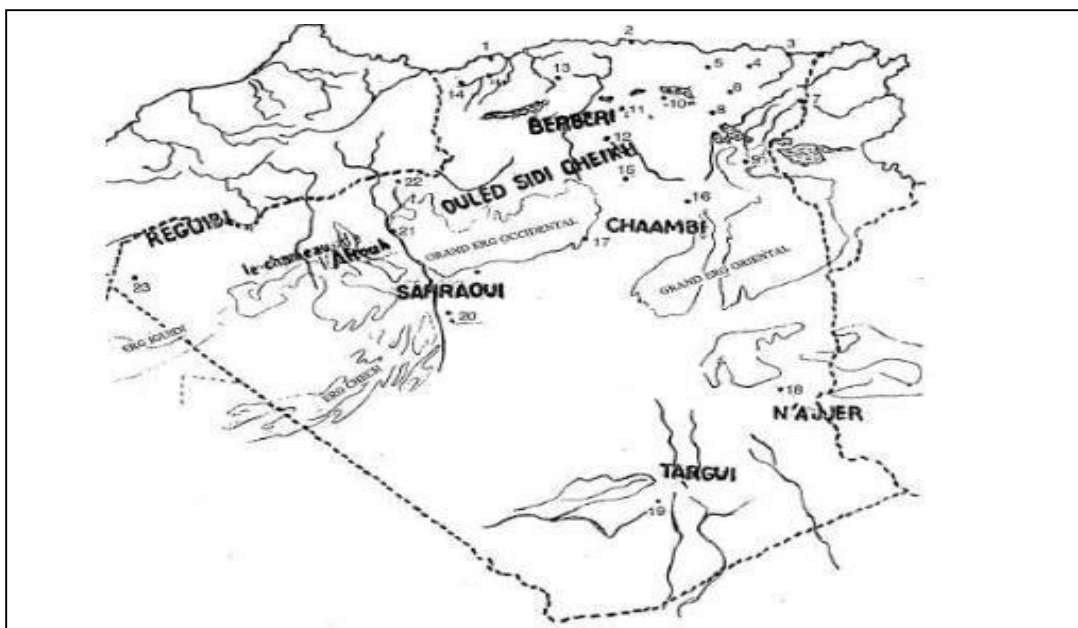
**Figure 07 : Reguibi**

### 3.8 Chameau de l'Aftouh

Ce chameau est utilisé comme un animal de trait et de bât (figure08). On le trouve dans la région de Tindouf et de Béchar. Le terme Aftout est un terme générique qui regroupe plusieurs types de dromadaires de la région du Sahara occidental et se caractérise par une grande variété de la couleur de robe allant de jaune clair à presque noir (Titaouine M, 2006).



**Figure 08 :** Chameau de l'Aftouh



**Figure 09 :** Localisation des principales races de dromadaire en Algérie

### 4. Estimation production laitière

En milieu désertique, il est difficile, voire impossible de recueillir des données chiffrées fiables sur la production du lait camelin. Autres facteurs, y compris la race, la durée de lactation, l'alimentation et les conditions de gestion des cheptels jouent un rôle important dans l'inconsistance des données (Cardellino *et al.*, 2004). Les études sur les capacités de production

du lait par la chamelle datent de la fin des années cinquante avec les travaux de (Rosetti *et al.*, 2000) cités par (Yagil, *et al* 2002) qui marquent véritablement le point de départ du mouvement d'exploration de ce produit dont la visée première était sa valorisation. Par la suite, d'autres investigations ont été réalisées sur cette production en liaison avec les populations et races inventoriées et leur biotope.

Les résultats de ces études peuvent être répartis en deux lots reflétant deux populations de dromadaires qui diffèrent par le type d'élevage pratiqué :

- Les dromadaires soumis à un élevage traditionnel type extensif (communément suivi, pratiqué dans des parcours et des vastes superficies et qui se base sur la végétation naturelle),

Dont la production varie de 4 à 14 kg avec un maximum de 19 kg par femelle laitière et par jour (Medjour, 2014).

Les dromadaires soumis à un élevage de type intensif (en limitation et qui se base sur l'utilisation des complémentations alimentaires), dont la production varie de 15 à 35kg, avec un maximum estimé selon (Medjour, 2014); à 50 kg par chamelle et par jour.

La population mondiale de dromadaires est estimée à 20 millions de têtes dont les femelles laitières représentent 18 % avec une production moyenne de 1500 litres par an, la production mondiale en lait de chameelles serait de l'ordre de 5.4 millions de tonnes dont 55 % environ est prélevée par les chamelons, les productions individuelles varient entre 1000 et 2700 litres par lactation en Afrique, mais peuvent atteindre 7 000 à 12 000 litres selon certaines sources en Asie du Sud. La courbe de lactation est comparable à celle des bovins avec une persistance meilleure. La durée de la lactation est très variable (de huit à 18 mois en général), soit des durées plus importantes en moyenne que les vaches laitières dans les mêmes conditions. La productivité laitière des chameelles (250 kg/Unité Bétail Tropical/an) est supérieure à celle des petits ruminants (220 kg) et à celle des zébus (100 kg) (Faye, 2003 ; Secoueur, 2007 ; Medjour, 2014).

Selon FAO 2014, la production du lait camelin en Algérie a connu une petite évolution au cours de ces dernières années (**Tableau 02**).

**Tableau 2 :** La production du lait de chamelle dans le monde et en Algérie (en tonnes de lait) selon FAO 2014.

<b>Année</b>	<b>Production mondiale</b>	<b>Production en Algérie</b>
<b>2003</b>	1.812.813.10	10.700.00
<b>2004</b>	2.000.198.95	11.700.00
<b>2005</b>	1.814.828.50	11.500.00
<b>2006</b>	1.880.027.40	12.300.00
<b>2007</b>	2.520.217.80	12.500.00
<b>2008</b>	2.860.181.80	12.599.00
<b>2009</b>	2.760.339.63	12.271.00
<b>2010</b>	2.981.506.00	13.300.00
<b>2011</b>	2.920.573.00	13.500.00
<b>2012</b>	2.790.372.00	14.600.00
<b>2013</b>	2.928.188.00	15.000.00

# **Chapitre 02**

## **Lait camelin**

## 1. Caractères chimiques

Le dromadaire joue un rôle majeur dans l'approvisionnement des habitants du désert avec du lait de bonne qualité nutritionnelle dans des conditions extrêmement hostiles de température, de sécheresse et du manque de pâturages (Medjour, 2014). La composition chimique globale du lait de chamelle, même si elle fluctue selon les auteurs (selon les animaux et l'environnement considéré), montre néanmoins des teneurs importantes et équilibrées en nutriments de base (protéines, matière grasse et lactose) avec des proportions similaires à celles présentes dans le lait de vache.

Les teneurs en protéines et en matière grasse varient respectivement de 2,5 à 4% et de 1,1 à 4,6% (avec une fréquence élevée à des taux supérieurs à 3%), alors que la teneur en lactose fluctue entre 2,5 et 5,6%. Les concentrations élevées observées pour ce dernier nutriment expliqueraient la saveur parfois sucrée du lait de chamelle rapportée par plusieurs auteurs (Gnan et Shereha, 2006 ; Bayoumi, 2000).

La teneur en eau du lait camelin, qui varie selon son apport dans l'alimentation, atteint son maximum pendant la période de sécheresse. En effet, il a été montré que la restriction en eau alimentaire des chameles se traduit par une dilution du lait : un régime riche en eau donne un lait ayant un taux de 86% alors que dans un régime déficient, celui-ci s'élève à 91%. Cette dilution pourrait être l'effet d'un mécanisme d'adaptation naturelle pourvoyant en eau les chameles durant la période de sécheresse.

### 1.1 Compositions chimiques et biochimiques

Le lait de chamelle présente plusieurs similitudes avec le lait bovin, avec des différences pour certains constituants (Sawaya *et al.*, 2008; Attia *et al.*, 2000)

#### 1.1.1 Energie

Le lait camelin est plus riche en énergie (665 kcal/litre) à cause de leur richesse en lipides et en protéines (El agamy, 2006).

#### 1.1.2 Eau

L'eau est un facteur important qui affecte la composition du lait de chamelle. Sa teneur varie selon son apport dans l'alimentation. La teneur moyenne en eau donnée par Elami et Wilcox (1992) est de 88,33%. Cela représente en période de sécheresse un avantage pour l'hydratation du chamele. Ces variations d'humidité affectent de façon directe les autres composants. En

fait, cette dilution répond à un mécanisme de régulation hormonale, faisant intervenir l'aldostérone ainsi que la vasopressine (Shuiep *et al.*, 2008).

### 1.1.3 Matière grasse

La matière grasse laitière qui représente une source importante d'énergie est constituée essentiellement de lipides et de substances lipoidiques. Néanmoins des composés protéiques sont présents dans la membrane du globule gras. Elle constitue également, un apport important en acides gras essentiels et en vitamines liposolubles. Les quelques études consacrées à cette matière ont mis en évidence son apport quantitatif et qualitatif (**Glass *et al.*, 2012**). La teneur en M.G du lait est comprise entre 1.2 et 6.4 %. Une forte corrélation positive a été trouvée entre la teneur en M.G et en protéine. Néanmoins, pour ce dernier volet, la composition et les propriétés physicochimiques et structurales de cette matière lipidique n'ont fait l'objet que de quelques investigations limitées. (Farah, 2003 ; Karray *et al.*, 2005)

### 1.1.4 Protéines camelines

De par leur apport nutritionnel (source d'acides aminés essentiels) et leurs propriétés technofonctionnelles particulières, les protéines du lait revêtent une importance considérable au double plan quantitatif et qualitatif. La teneur moyenne en protéines dans le lait de chamelle est comparable à celle du lait bovin (autour de 33g/l). La composition en acides aminés de ces protéines est aussi très similaire à celle rapportée dans le lait de référence (**Sawaya *et al.*, 2008**). Selon leur solubilité en milieu acide, ces protéines se répartissent comme pour les laits d'autres espèces, en deux fractions : les caséines et les protéines du lactosérum (albumines et globulines). Les premières précipitent à leur pH isoélectrique se situant à 4,3 alors que les autres restent solubles dans cette zone de pH considérée (Wangoh *et al.*, 2000).

### 1.1.5 Minéraux

Les sels minéraux présents dans le lait de chamelle (Tableau 03) sont aussi diversifiés que ceux rencontrés dans le lait de vache. On y dénombre en effet des macros et des oligo-éléments qui se trouvent sous forme de sels (phosphates, chlorures et citrates) ou de métaux divers (sodium, potassium, magnésium, calcium, fer, cuivre, zinc...etc.). Au niveau quantitatif, si la composition en macro-éléments (Na, K, Ca, Mg...) est relativement similaire à celle du lait bovin, le lait camelin se caractérise néanmoins par des taux plus élevés en oligo-éléments. Le lait de chamelle est une source de chlorure en raison des fourrages broutés par le dromadaire, tel que l'Atriplex et l'Acacia qui contiennent habituellement une forte teneur en sel. (Al Haj et Al Kanhal ,2010).

**Tableau 03:** Composition en sels minéraux (mg/l) du lait de chamelle selon différents auteurs en comparaison avec le lait de vache.

Origine du lait	Ca	Mg	P	Na	K	Fe	Zn	Cu	Mn	I	Références
Lait de chamelle	1060	120	630	690	1560	<u>2.6</u>	4.4	1.6	0.2	----	Yagil et Etzion, (1980)
	1078	122	641	702	1586	<u>2.64</u>	4.47	1.63	0.20	----	Sawaya <i>et al.</i> , (1984)
	1310	140	510	270	450	0.4	0.1	0.02	----	----	Gnan et Sheraha, (1986)
	1160	80	710	360	620	----	----	----	----	----	Hassan <i>et al.</i> , (1987)
	300	45	----	431	725	<u>2.8</u>	----	----	----	----	Elamin et Wilcox, (1992)
	1462	108	784	902	2110	3.4	2.9	0.1	<u>2.0</u>	<u>0.1</u>	Bengoumi <i>et al.</i> , (1994)
	1180	125	889	688	1464	2.34	6.00	1.42	<u>0.80</u>	----	Mehaia <i>et al.</i> , (1995)
	1182	74	769	581	1704	1.3	5	----	0.1	----	Gorban et Izzeldin, (1997)
	1060-1570	75-160	580-1040	360-620	600-2100	1.3-2.5	4.0-5.0	1.3-1.8	0.08-0.2	----	KAPPELER, (1998)
	1230	90	1020	660	1720	----	----	----	----	----	Attia <i>et al.</i> , (2000)
Lait de vache	1000-1500	100-150	750-1200	350-1000	1200-1800	0.20-0.50	0.02-0.15	0.03-0.05	0.01-0.05	0.04-0.08	Luquet, (1985) ; Mietton <i>et al.</i> , (1994)

**N.B :** (----) : non déterminé ; sont soulignées les valeurs extrêmes.

### 1.1.6 Vitamines

Selon (Haddadin *et al.*, 2008) le lait de chamelle se singularise par sa richesse relative en vitamines B3 (niacine) et en vitamine C en comparant avec le lait bovin (Tableau04). Même si des variations importantes (de 25 à 60 mg/l) de la teneur de cette dernière dans les laits camelin sont rapportés, il n'en demeure pas moins que les teneurs signalées sont en moyenne 3 fois plus élevées que celles présentes dans le lait bovin, qui ne dépassent pas 22 mg/l selon (Farah *et al.*, 2003). Cette caractéristique est particulièrement intéressante, car elle permet au lait de cette

espèce, par son apport important en cette vitamine, de répondre aux besoins nutritionnels, aussi bien du jeune chamelon que des populations locales, qui vivent dans un environnement où l'apport en ce type de vitamine est particulièrement limité, voire absent. Farah en (2003) révèle que le lait camelin contient des teneurs plus faibles en vitamines A et E et en certaines vitamines du groupe B (vitamine B2, B5 et B9) par rapport au lait bovin (Mathieu *et al.*, 2000).

**Tableau 04** : Composition en vitamines (mg/l) du lait de chamelle selon différents auteurs en comparaison avec le lait de vache.

Nature des vitamines	Lait de chamelle					Lait de vache	
	Sawaya et al., (1984)	Farah et al., (1992)	Mehaia (1994)	Kappeler (1998)	Haddadin et al., (2008)	Farah (1992)	Farah (1993)
<b>A (Rétinol)</b>	0.15	0.1	--	0.15	0.264	0.27	0.17-0.38
<b>B<sub>1</sub> (Thiamine)</b>	0.33	--	--	0.60	0.480	0.42	0.28-0.9
<b>B<sub>2</sub> (Riboflavine)</b>	0.41	0.57	--	0.80	1.680	1.56	1.2-2.0
<b>B<sub>3</sub> (Niacine)</b>	4.61	--	--	4.60	0.780	--	0.5-0.8
<b>B<sub>5</sub> (Acide pantothénique)</b>	0.88	--	--	0.88	3.680	3.6	2.6-4.9
<b>B<sub>6</sub> (Pyridoxine)</b>	0.52	--	--	0.52	0.550	0.48	0.4-0.63
<b>B<sub>12</sub> (Cobalamine)</b>	0.0015	--	--	0.002	0.0085	0.0045	0.002-0.007
<b>B<sub>9</sub> (Acide folique)</b>	0.0041	--	--	0.004	0.087	0.053	0.01-0.1
<b>E (Tocophérol)</b>	--	0.56	--	0.53	0.0178	0.60	0.1-0.2
<b>C (Acide ascorbique)</b>	24	37	25	24-36	33.0	11	3-23
<b>Vitamine D<sub>3</sub></b>	--		--	--	0.003	--	--

N.B : (--) non déterminé.

### 1.1.7 Glucides

Le lactose est le glucide majoritaire présent dans le lait camelin. C'est le constituant le plus rapidement attaqué par une action microbienne. Les bactéries transforment le lactose en acide

lactique. Le lait contient près de 4,8% de lactose, sa teneur fluctue entre 2,5 et 5,6% dans le lait de camelin, sa teneur varie légèrement avec la période de lactation (Mathieu *et al.*,2000).

## 1.2 Caractéristiques physico-chimiques du lait camelin

Les principales propriétés physico-chimiques qui intéressent l'industrie laitière sont la densité, le point de congélation, l'acidité et le pH (Vignola, 2002). Le lait de chamelle est de couleur blanche, en raison notamment de la structure et de la composition de sa matière grasse, relativement pauvre en  $\beta$ -carotène. Il est légèrement sucré, avec un goût acide, parfois même salé et/ou amer (Ramet, 2003). Cette variabilité dans le goût est liée au type de fourrage ingéré ainsi qu'à la disponibilité en eau.

### 1.2.1 Densité

La densité dépend directement de la teneur en matière sèche qui est liée fortement à la fréquence de l'abreuvement. La densité moyenne du lait camelin est de 1.029, le rend moins visqueux que le lait bovin. Selon (Siboukeur *et al.*,2007), sa densité à 15°C oscille entre 0,99 et 1,034, contre 1,028 à 1,03 5 pour le lait bovin. Sa viscosité moyenne est égale à 2,2 centpoises.

### 1.2.2 Point de congélation

Selon (Smail, 2002), le point de congélation du lait camelin se situe entre -0,543 et -0,565. Cette valeur est susceptible de variation selon la teneur en différents composants du lait.

### 1.2.3 L'acidité

L'acidité Dornic du lait cru de chamelle est de 18,6°D et 18,3°D en septembre et février respectivement. Les valeurs de l'acidité Dornic observées par Meiloud *et al.* (2011) en Mauritanie sont inférieures. En revanche, les travaux d'Omeret Eltinayal (2009) en Jordanie ont noté des valeurs supérieures qui se rapprochent de 20°D (Badaoui, 2000). Cette variation d'acidité Dornic du lait cru de chamelle pourrait être due aux conditions d'hygiène, de la traite et de la charge initiale de la flore microbienne trouvée dans le lait cru de chamelle.

### 1.2.4 Le pH

Le pH de l'échantillon de lait camelin algérien ayant fait l'objet de plusieurs études, à l'état frais et à des périodes différentes, il est de l'ordre de 6,36 au mois de septembre et 6,49 au mois de février (Khaskhali *et al.*, 2005) ; un léger abaissement du pH à 6,4 et 6,0 est aussi enregistré au mois de juillet (El-hadi Sulieman *et al.*, 2006). Le pH du lait camelin est similaire à celui du lait de brebis, mais un peu acide par rapport à celui du lait bovin, ce dernier se situe entre 6,6 et 6,8

(Suid, 2010). Cette acidité provient essentiellement, des protéines, des phosphates et du CO<sub>2</sub> dissous, il acquiert ensuite une acidité, dite acidité développée, car elle est provoquée par l'acide lactique et autre acide issu de la dégradation des sucres par des microorganismes (Badaoui, 2000).

# **Chapitre 03**

## **Protéines du lait de chamelle**

## 1. Les protéines du lait de camelin

Le lait de chamelle est une source considérable de protéines et de peptides capables de moduler diverses fonctions physiologiques (**Tableau 05**). Sur le plan nutritionnel, il est de bonne qualité puisqu'on retrouve tous les acides aminés indispensables (Azza *et al.*, 2007). Il présente une teneur protéique de l'ordre de 30-35g/l avec quelques variations selon les études. on étudie la précipitation des caséines à différents pH allant de 3,55 à 5,30 à 20°C. Certains auteurs ont constaté que la meilleure séparation entre les deux grands groupes de protéines à lieu à pH 4,3 ; ce dernier pH (4,3) semble être le plus proche du pH isoélectrique des caséines du lait camelin.

**Tableau 05** : Concentration moyenne des protéines du lait de différentes espèces en (mg/l) (Kappeler *et al.*, 2003) cité par Boudjeh *et al.*, 2012.

Protéine	chamelle	Femme	Fonction principale
$\alpha$ s1-Caséine	5000	Trace	Nutritive (Acides aminés, Ca, P).
$\alpha$ s2-Caséine	2200	Trace	Nutritive (Acides aminés, Ca, P).
$\beta$ – Caséine	15000	4670	Nutritive (Acides aminés, Ca, P).
$\kappa$ - Caséine	800	Trace	Coagulation de la micelle de caséines.
$\alpha$ -Lactalbumine	3500	3400	Synthèse du lactose.
$\beta$ -Lactoglobuline	-	-	Liaison et transport des acides gras et de rétinol.
Whey acidic protien (WAP)	157	-	Régulation dans la croissance épithéliale.
Lactophorin (PP3)	950	-	Inhibition de la lipolyse.
Lactoferrine	95↓↑	565↓↑	Anti-inflammatoire, nutritive fixation du fer.
Lactoperoxydase	-	6↓	Anti-inflammatoire, activité bactéricide.

↓ indique une variation de concentration de la période colostrale et au cours de la lactation.

↑ indique une augmentation de concentration au cours des mammites.

### 1.1 Caséines

Les caséines représentent entre 72 et 76% des protéines totales du lait camelin et 80% du lait bovin, ovin, caprin et seulement 40% du lait humain (Fox, 2001).

Ces caséines, qui précipitent à leur pH isoélectrique (4,6 pour le lait bovin et 4,2 et 4,3 respectivement pour le lait caprin et camelin), sont constituées de quatre protéines différentes : ( $\alpha$ s1,  $\alpha$ s2,  $\beta$  et  $\kappa$ ) dont les deux premières sont particulièrement sensibles au calcium

(calcium sensitive caseins). Ces caséines ont tendance à s'associer en particules sphériques ou micelles, de taille variable et fortement hydratée et minéralisée. L'assemblage et la cohésion de cette structure micellaire sont assurés par des liens phospho-calciques (Hambraeus, 2006). A la différence des protéines solubles qui ont une structure globulaire compacte et résistante à l'attaque protéolytique, les caséines présentent une structure lâche et peu ordonnée qui les rend accessibles aux enzymes protéolytiques.

Plusieurs travaux ont été réalisés pour la séparation et la caractérisation des caséines camelines, notamment par chromatographie et électrophorèse (Farah, 2005). Les séquences nucléotidiques des ADN complémentaires qui codent pour les quatre caséines camelines ont été déterminées par (Roufik *et al*, 2005). En comparant les caséines bovines et camelines, Roufik, (2005) déduit que les dernières sont moins phosphorylées et moins riches en phosphate de calcium micellaire (Boudjnah, 2012).

#### 1.1.1 Caséine $\alpha 1$

C'est la protéine la plus abondante du lait. Dans le lait de chamelle, elle représente 22 % des caséines totales et contient 215 acides aminés pour une masse moléculaire de 25,773 kDa et un point isoélectrique de 4,4 (Kappeler *et al*, 2003).

#### 1.1.2 Caséine $\alpha 2$

La caséine  $\alpha 2$  cameline est composée de 178 acides aminés pour une masse moléculaire de 21 266 Da. Son point isoélectrique est de 4,58. Cette caséine présente des délétions au niveau de sa structure primaire au niveau d'une région de l'hélice  $\alpha$  entre Glu49 et Asn89. Cette délétion entraîne la perte des sérines phosphorylées successives (Ser56, Ser57, et Ser58) qui sont impliquées dans la structure primaire de la caséine  $\alpha 2$  bovine. Ce qui n'est pas sans conséquence dans l'assemblage de la micelle, dans sa stabilité et dans ses propriétés nutritionnelles (Siboukeur, 2007).

#### 1.1.3 Caséine $\beta$

La caséine  $\beta$  cameline est composée de 217 acides aminés pour une masse moléculaire de 24 651 Da. Son pHi se situe à 4,76. Dans cette protéine, les sites de phosphorylation y sont présents en 4 positions (Ser 15, 17, 18, et 19) (Sood *et al.*, 2002).

#### 1.1.4 Caséine $\kappa$

Bien que non majoritaire dans la micelle (3,3 g/l de lait), elle est une des protéines laitières les plus étudiées, car elle joue un rôle fondamental dans le phénomène de

stabilisation/déstabilisation de la micelle, particulièrement en faisant l'objet d'une coupure spécifique par la chymosine, dont le coagulum formé est nécessaire pour la fabrication de fromage à pâte pressée.

La caséine  $\kappa$  cameline est composée d'une séquence de 162 acides aminés. Sa masse moléculaire est de 18 254 Da et son point isoélectrique se situe à pH 4,11. Les sites de phosphorylation y sont présents en 2 positions (Ser 141 Ser 159). Kappeler *et al.* (2003) considèrent que la caséine  $\kappa$  représente le constituant déterminant de la croissance des submicelles déterminant ainsi la taille de la micelle. Elle serait également « le facteur stabilisant » de celle-ci grâce à ses groupements C-terminaux hydrophiliques responsables des forces répulsives stériques qui s'opposent à la floculation des micelles. Les formes glycosylées qui sont prédominantes dans le lait camelin peuvent favoriser fortement les deux caractéristiques de la caséine  $\kappa$  citées ci-dessus grâce notamment aux répulsions stériques des groupements acides sialiques chargés et à l'hydrophobicité élevée (Kappeler *et al.*, 2003).

### 1.1.5 Micelle de caséine

La micelle de caséines permet, par un regroupement adéquat, de maintenir en solution des protéines non globulaires et de fixer en son sein une quantité importante de phosphate de calcium et magnésium colloïdal.

Pour comprendre comment ces protéines arrivent à s'organiser dans le lait et permettre les différentes transformations connues en produits dérivés du lait, trois modèles ont été proposés jusque-là :

- A noyau enveloppé de Marchin *et al.*, (2007).
- A structure interne uniforme décrite par (Lucey, 2002).
- En submicelles de Shmidt (2005).

Ce dernier, qui repose sur l'existence de submicelles de caséines, qui s'associent par pontage phosphocalcique, reste l'un des plus admis, car il est conforté par les essais de comportements des protéines dans diverses conditions (action enzymatique de la chymosine immobilisée, fixation de la  $\beta$ -lactoglobuline en surface induite par des traitements thermiques excessifs, action des détergents ...etc). Néanmoins, l'observation par balayage aux rayons X, pour la première fois de la structure des micelles de caséines sur un domaine étendu d'échelles de longueurs allant de 2 nm à 1000 nm et l'analyse des courbes de diffusion qui en découlent, n'ont pas confirmé la présence de ces structures "submicellaires" (Pignon *et al.*, 2004).

Globalement dans ces représentations, la caséine  $\kappa$  est présente de façon prononcée en surface de la micelle, notamment avec son pôle fortement hydrophile et est de ce fait accessible à l'enzyme coagulante (cité par Boudjnah, 2012).

## 2. Protéines sériques

Les protéines lactosériques possèdent une haute valeur nutritive et jouent un rôle important dans l'auto-épuration du lait puisqu'elles possèdent pour la plupart une activité protectrice contre les attaques extérieures. Les protéines sériques ou protéines du lactosérum constituent la fraction soluble des protéines du lait. Leur concentration est de 20 à 28 % dans le lait camelin. Excepté la  $\beta$ -Lactoglobuline ( $\beta$ -Lg), les principales protéines retrouvées dans le lait de chamelle sont communes aux autres espèces. On distingue l' $\alpha$ -Lactalbumine ( $\alpha$ -La), l'albumine sérique, les Immunoglobulines (Ig), les protéoses-peptones (PP), la Lactoferrine (LF), la Lactoperoxydase (LP) et le Lysozyme (LZ) (Puhan, 2004 ; Kappeler *et al.*, 2003).

Les protéines lactosériques camelines, solubles à pH 4.3, se caractérisent par l'absence de la  $\beta$ -lactoglobulines, comme dans le cas du lait humain (El-agamy *et al.*, 2009). Le sérum du lait camelin contient aussi d'autres composants importants tels que les immunoglobulines, la sérum-albumine, la lactoferrine, la lactopéroxydase, l' $\alpha$  lactalbumine (Farah, 2003;Kappeler, Heuberger, Farah et Puhan, 2004; Merin *et al.*, 2001).

## 3. Mécanisme d'action des enzymes coagulants sur les caséines

Le site principal pour la réaction de coagulation est la liaison Phe105-Met106 de la caséine  $\kappa$ . D'une manière générale, les principales protéases utilisées pour la coagulation du lait hydrolysent la même liaison peptidique, Phe105-Met106, à l'exception de la protéase de *Cryphonecteria parasitica* qui hydrolyse la liaison Ser104-Phe105 (Lucey, 2002). Toutefois, l'attaque d'autres sites dans la caséine  $\kappa$ , la caséine  $\alpha$ s et  $\beta$  se produit et elle est généralement indésirable. Cette action est souvent qualifiée d'action protéolytique générale ou non spécifique. Les protéases acides utilisées en fromagerie bien qu'elles présentent généralement une grande spécificité dans leur action exercent une activité protéolytique non spécifique. Cependant, l'extension de la protéolyse diffère d'une enzyme à une autre. La chymosine est la protéase qui donne le minimum de protéolyse. L'attaque de la caséine  $\beta$  et de la caséine  $\alpha$ s1 par la chymosine est plus lente que l'attaque spécifique de la caséine  $\kappa$  par un facteur d'environ 100.

Les substituts de la présure sont généralement choisis par rapport à leur activité coagulante élevée (l'attaque rapide de la liaison Phe105-Met106) combinée à une activité protéolytique générale limitée. Une activité protéolytique non spécifique élevée au cours de la coagulation peut donner naissance à des peptides qui seront perdus en solution provoquant la diminution du rendement fromager. D'une manière générale, la majorité des enzymes coagulantes montre une activité protéolytique plus importante que la chymosine lorsque la caséine est prise comme substrat. Cependant, les différences sont moins évidentes lorsqu'elles sont comparées dans le lait écrémé ou durant la fabrication du fromage (Mursal *et al.*, 2006).

# **Partie expérimentale**

### 1. Objectif

La partie expérimentale a été réalisée au niveau de laboratoire de recherche en production et transformation laitière de l'Université Abdelhamid Ben Badis Mostaganem, durant une période environ de deux mois. Le lait de chamelle, comme celui des autres mammifères, est un milieu de composition chimique et physique complexe qui permet au jeune chamelon de couvrir ses besoins énergétiques et nutritionnels pendant la première étape de son existence. Dans notre étude, l'objectif étant de récolter des échantillons de lait provenant de chameaux des différentes régions. Cette démarche nous permettra de comparer entre ces types de lait en déterminant leur composition physico-chimique, biochimique et la séparation des protéines du lait de chamelle.

### 2. Echantillons de lait

Nous avons récolté des échantillons à partir de chameaux sains localisés dans les régions d'El-Bayad, Bechar, Ghardaïa, El-oued. Les précisions relatives aux dates de collecte, de la race et des lieux d'échantillonnages sont portées sur le tableau.

**Tableau 06 :** Echantillons de laits de chameaux collectés

lait	N° échantillon	Nombre chameaux	Période collecte	Région	Race	Alimentation
chameau	E1	1	Février	El-Bayad	Sahraoui	Plantes naturelles seulement
	E2	1				
	E3	1	Février	El-oued	Oueld-SidiCheikh	
	E4	1	Février	Ghardaïa		
	E5	2	Mars	Bechar	Targui	
	E6	2	Mars	Bechar		
	E7	2	Avril	Ghardaïa		
vache	E1	1	avril	Mostaganem *	Prim Holstein	Fourrages et foin
	E2	1				
	E3	1				
	E4	1				

\*(ferme expérimentale)

### 3. Méthodes

#### 3.1 Collecte du lait

Le lait est collecté à partir de chèvres saines. Il est recueilli proprement dans des flacons en plastique neufs et propres. Les bouteilles étaient placées immédiatement dans une glacière et transportés vers le laboratoire. A l'arrivée au laboratoire, le lait a été congelé.

#### 3.2 Appareillage :

Afin de réaliser nos analyses, nous avons utilisé le matériel suivant :

-Unité d'électrophorèse

-Lactoscan

- Centrifugeuse

#### 3.3 Analyses physico-chimiques et biochimiques

##### a- Mesure de pH

La valeur du pH a une importance exceptionnelle par l'abondance des indications qu'elle donne sur son état de fraîcheur ou sur sa stabilité (Mathieu, 2000). On détermine le pH à l'aide de pH-mètre (INOLAB, pH 720, Germany).

##### b- Détermination de la densité

La densité nous renseigne sur le taux de matière sèche et sur la viscosité de la solution. La lecture de la valeur de la densité se fait directement sur l'outil de mesure (Sbouli *et al.*, 2009). Elle est déterminée à l'aide d'un lactodensimètre de type (WIDDER, Germany), sur le lait maintenu au repos. Le principe consiste à plonger un lactodensimètre dans une éprouvette de 100 ml rempli de lait à analyser. Lorsqu'il stabilise, une lecture directe nous donne le résultat. La densité permet de soupçonner un mouillage ou un écrémage du lait puisque celui-ci l'augmente l'addition d'eau a un effet inverse (Mathieu, 2000).

##### c- Détermination de la teneur en protéines

Le taux des protéines dans le lait et dans ses différentes fractions est dosé par l'emploi de la méthode colorimétrique de Lowry *et al* (2001), en utilisant l'albumine sérique bovine comme protéine de référence. Cette méthode est basée sur l'obtention d'un composé chromogène par une réaction d'oxydo réduction. Cette dernière a lieu entre, d'une part, des groupements de la protéine notamment les groupements phénoliques du tryptophane, de la tyrosine et dans une moindre mesure ceux de la cystéine, cystine et histidine (la liaison peptidique est aussi

impliquée) et d'autre part, le réactif de Folin Ciocalteu dont l'acide phosphomolybdotungstique est le constituant actif.

Cette réaction donne naissance à un complexe coloré : le bleu de molybdène (couleur bleue foncée) dont l'intensité est mesurée à 750 nm. Ainsi les D.O obtenues à cette longueur d'onde permettent de déterminer les concentrations des échantillons analysés en se référant à une courbe d'étalonnage  $DO = f(C)$ . Le taux des protéines sériques est estimé dans le surnageant de l'isoélectroprécipitation des caséines après abaissement du pH du lait à 4,3 ; alors que la teneur en caséines, elle est obtenue par différence entre les protéines totales et les protéines du lactosérum.

#### **d- Détermination de la teneur en lactose**

Elle est réalisée par une méthode titrimétrique basée sur la réduction à chaud d'une solution cupro alcaline (liqueur de Fehling). Les conditions opératoires suivies sont celles décrites par Audigie *et al* (2000). Pour ce dosage, une opération de défécation par addition au lait d'une solution d'hexacyanoferrate de potassium et d'acétate de zinc est préalablement effectuée. L'étalonnage de la solution de Fehling est fait par une solution étalon de lactose de concentration connue .

#### **e- Détermination du taux de Cendres**

Les cendres du lait sont le produit résultant de l'incinération dans un creuset de la matière sèche de 2 ml de lait dans un four à moufle réglé à  $530 \pm 20$  °C durant 4 heures (AFNOR, 2001). Le résultat est exprimé en g/l.

#### **f- Dosage de la matière grasse (MG) :**

La teneur en matière grasse est mesurée par la détermination de l'extrait sec dégraissé (E.S.D) qui est réalisé par centrifugation des tubes contenant 5ml de lait pendant 30 min à 3500 x g. La crème qui apparaît en surface est écartée, alors que le lait dégraissé est filtré et posé dans des coupelles qui sont ensuite placées dans une étuve réglée à  $105 \pm 2$ °C pendant 3 heures. Après la dessiccation les coupelles refroidies sont pesées.

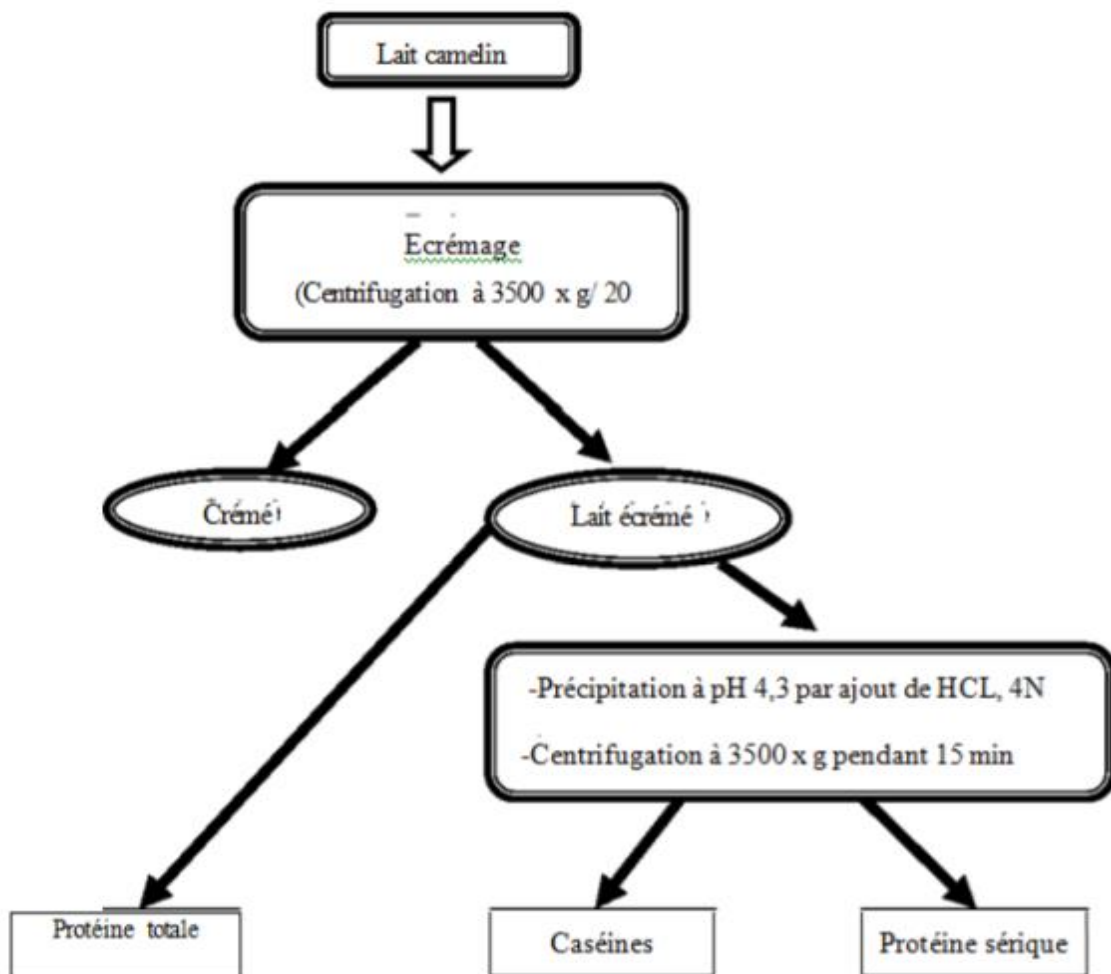
Le taux de matière grasse est calculé par soustraction des valeurs de l'extrait sec dégraissé de celles de l'extrait sec total (FIL 22B, 2007), suivant la formule : **(MG= EST-ESD)**.

#### **4. Séparation des grands groupes de lactoprotéines (protéines sériques et caséines)**

L'écémage, est réalisé par centrifugation du lait à 3500 x g / 20 min. Le lait est préalablement porté pendant 10 min au bain marie à 30-35°C, en utilisant une agitation douce, afin de permettre la remontée de la matière grasse en surface. La centrifugation à basse température

permet ainsi d'avoir une bonne prise en masse de cette matière grasse en surface (Siboukeur, *et al.*,2007). La séparation entre les caséines et les protéines sériques est obtenue par précipitation du lait à pH 4,3 ; en présence d'une solution d'acide acétique, suivie d'une centrifugation à 3500xg /15 min.

La séparation des protéines sérique et caséines (Siboukeur, *et al.*,2007) s'effectue selon les étapes récapitulées sur la figure suivante :



**Figure 10 :** La séparation des grands groupes des lactoprotéines

## 5. Méthodes électrophorétiques

### 5.1 Définition et principe général

L'électrophorèse est une méthode d'analyse basée sur la migration différentielle de particules chargées sous l'effet d'un champ électrique. Les protéines du fait de leur caractère amphotère peuvent se comporter comme des anions ou des cations et se déplacer de ce fait soit vers l'anode ou la cathode. Selon leurs caractéristiques physico-chimiques, elles se matérialiseront sur l'électrophorogramme par des bandes de migration plus ou moins distinctes.

### 5.2 Électrophorèse sur gel de polyacrylamide (PAGE)

La PAGE (Electrophoresis on polyacrylamide gel), est la technique la plus utilisée en raison des avantages qui sont offerts par les propriétés du gel qui sont la transparence, la reproductibilité élevée et une meilleure résolution liée à sa porosité. La propriété de tamis des gels de polyacrylamide est liée à leur structure particulière, qui est celle d'un réseau tridimensionnel de fibres et de pores résultant du greffage d'unités de N, N-méthylène-bisacrylamide ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{COCH}=\text{CH}_2$ ) bi fonctionnelles sur des chaînes de polyacrylamide ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}_2$ ) adjacentes. La polymérisation est catalysée par un générateur de radicaux libres composé de persulfate d'ammonium  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  et de N,N,N,N- tetraméthylènediamine (TEMED). Sa porosité est ajustée en faisant varier les concentrations relatives d'acrylamide et N, N-méthylène -bisacrylamide ; la taille effective des pores d'un gel est d'autant plus petite que sa concentration en acrylamide est élevée Rabilloud *et al.*, (2002).

### 5.3 Conduite de l'électrophorèse

Le gel est préparé en mélangeant les solutions d'acrylamide et de bis acrylamide avec une solution tampon, l'ensemble est dégazé puis additionné des agents initiateurs (persulfate d'ammonium et de TEMED). Le mélange est immédiatement coulé entre 2 plaques (en verre et en alumine) séparées par des espaceurs et enfin un peigne y est introduit permettant la formation des puits après polymérisation du gel. Les échantillons à analyser sont dissous à raison de 1 à 2 mg/ml dans un tampon approprié et additionnés du bleu de bromophenol qui est un indicateur coloré qui détermine le front de migration des protéines et permet de repérer la fin de l'électrophorèse. Les échantillons ainsi préparés sont déposés à raison de 10 à 20  $\mu\text{l}$  dans chaque puit après avoir monté sur l'unité d'électrophorèse les 2 plaques renfermant le gel et remplis les cuves inférieures et supérieures du tampon d'électrode.

L'unité est alors mise sous tension avec un courant et un voltage constants : 20 mA, 250V Lowry *et al* (2001).

### 5.3.1 Electrophorèse en présence du SDS et de 2-β ME (PAGE-SDS)

Un échantillon protéique est chauffé à 100°C pendant 5 min, en présence d'un détergent anionique le SDS (10% p/v) et d'un agent réducteur chargé de rompre les liaisons disulfure, le 2-β ME (4%v/v). La plupart des polypeptides sont dans ce cas dissociés, ce qui permet la fixation du SDS sur les zones hydrophobes des chaînes peptidiques, les polypeptides acquièrent alors une forte charge négative et ne seront séparés que suivant leur taille dans un gel de porosité appropriée.

### 5.4 Conditions expérimentales

La PAGE-SDS utilise un système de tampons discontinus selon LEAMMLI (1970), comprenant un gel de concentration (T=4% et C=2,7%) en tampon (Tris 0,49M ; pH 6,8) et un gel de séparation (T= 15,4 % et C=2,7%) en tampon (Tris 1,5M pH 8,8). Le tampon d'électrode est composé du Tris 49 mM ; glycine 384 mM et SDS 1%(p/v), pH 8,3. Le premier gel faiblement réticulé n'exerce aucun effet de tamisage sur les protéines et tend plutôt à les concentrer, en les mettant sous forme de fines bandes qui arrivent au gel de séparation en même temps. La séparation a lieu au cours de la migration dans le deuxième gel. Ce dernier est calibré avec des protéines de poids moléculaires connus s'étendant de 10 à 250 kDa

### 5.5 Détection des protéines dans le gel

A la fin de l'électrophorèse et après démoulage du gel, les protéines sont premièrement fixées dans une solution de TCA 12% (p/v) pendant 45 minutes, puis colorées pendant 2 heures par le bleu de coomassie R250 à raison de 0,2% (p/v) dissous préalablement dans une solution contenant de l'eau distillée (1 volume), du méthanol (1 volume) et du TCA 2% (p/v). Enfin la décoloration du gel s'effectue dans le mélange (eau / méthanol / acide acétique) dans les proportions (3,12/1,50/0,37, v/v/v)

### 5.6 Electrophorèse en présence d'urée et de 2-Mercaptoéthanol (PAGE -urée)

L'urée rompt les interactions intramoléculaires faibles (non covalentes), telles que les liaisons hydrogènes et hydrophobes. Ainsi, la PAGE – urée est particulièrement adaptée à la séparation des caséines.

L'électrophorèse en présence d'urée et de 2-mercaptoéthanol, a été réalisée en appliquant le protocole décrit par Rabilloud *et al.*, (2002) grâce auquel nous avons réalisé un gel de

concentration (T = 4% et C = 2,7 %) en tampon, (urée, 0,8 M, TRIS, 0,49 M à pH 6,8), ainsi qu'un gel de séparation à (T = 13% et C = 2,7%) dans un tampon (urée, 4 M, TRIS, 1,5 M, pH de 8,8). Les échantillons sont dissous dans un tampon de même composition que celui du gel de concentration (8% V/V, de l'urée à 3,3 M, du 2-mercaptoéthanol à 0,3 % et du glycérol à 10%). Le tampon d'électrode, lui est composé des mêmes constituants que ceux utilisés en PAGE-native.

# **Résultats et Discussion**

## 1. Résultats des analyses biochimiques

Le lait de chamelle présente plusieurs similitudes avec le lait bovin avec quelques différences pour certains constituants.

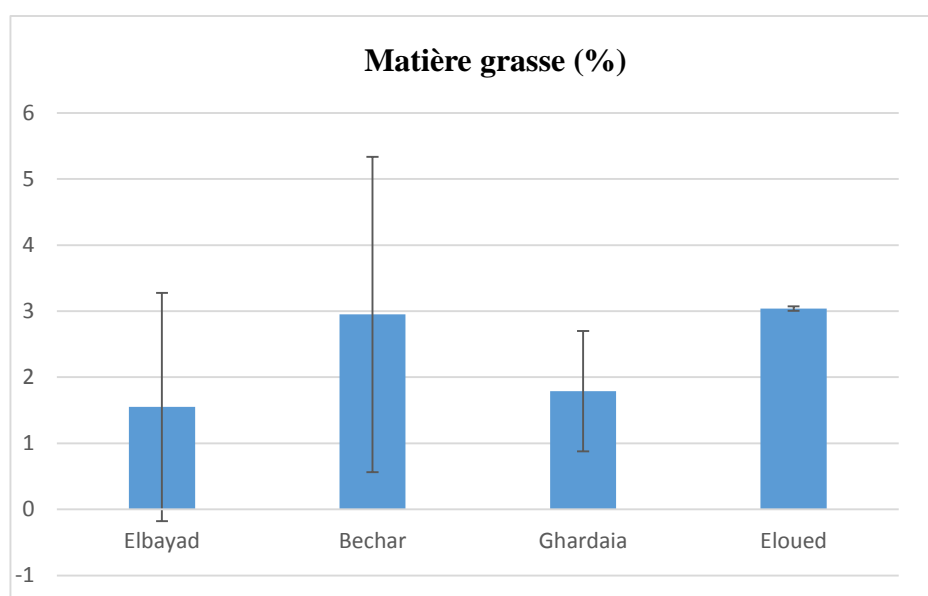
### 1.1 Taux de matière grasse

Les teneurs en matières grasses des laits sont illustrées dans le tableau 07 et la figure suivante.

**Tableau 07 :** Teneurs en Matière grasse des échantillons du lait camelin.

	El-Bayad	Béchar	Ghardaïa	El-oued
<b>Matières grasses (%)</b>	1,55 ± 1,72 <sup>b</sup>	2,95 ± 2,38 <sup>a</sup>	1,79 ± 0,91 <sup>b</sup>	3,04 ± 0,03 <sup>a</sup>

A, b : comparaison statistique entre les moyennes deux à deux par le test de Newman



**Figure 11 :** Taux de matières grasses des laits analysés.

Dans la présente étude, la moyenne de matière grasse du lait camelin a varié entre 1,55 g/l et 3,04 g/l (Tableau 07). La moyenne la plus basse est enregistrée dans la Wilayat d' El-Bayad, et la plus importante est enregistrée dans la Wilaya d'El oued (1,55 vs 3,04) respectivement (figure 11). Cette variation de matière grasse d'un échantillon à un autre peut être expliquée par les conditions d'élevage dans lesquelles les chèvres sont soumises d'une part, et d'autre part ces

variations peuvent aussi être expliquées par le stade physiologique des femelles.

Nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par Jilo *et al.*, (2016) où le taux de matière grasse a varié entre 2,9 et 5,4%. Khaskheli *et al.*, (2005) signale des taux butyreux de l'ordre de 1,8% à 5%. Gul *et al.*, (2015) confirment que le lait camelin peut contenir seulement 2% de matière grasse constituée essentiellement d'acides gras polyinsaturés. Selon certains auteurs (Haddadin *et al.*, 2008, Konuspayeva *et al.*, 2009), le taux de matière grasse peut être réduit de 4,3 à 1,1% dans le lait de chameaux assoiffés. Il semble que les échantillons présentant des faibles taux butyreux sont associés à des diamètres de globules gras plus bas (échantillons 03, 06 et 09). Masson *et al.*, (2008) affirment que le diamètre moyen des globules gras du lait de chamelle peut atteindre une valeur de 2,99µm. La fraction lipidique dans le lait de chamelle est caractérisée par une forte proportion d'acides gras à longue chaîne, ce qui représente 96,4%, contre 85,3% pour cent dans le lait de vache (Abbas *et al.*, 2013).

Le taux de matière grasse dans le lait camelin varie sous l'influence de la race cameline ; il est de l'ordre de 6,67% pour la race Bactriane et de 5,94% pour la race Dromadaire (Kamoun *et al.*, 2004).

## 1.2 Taux de cendres

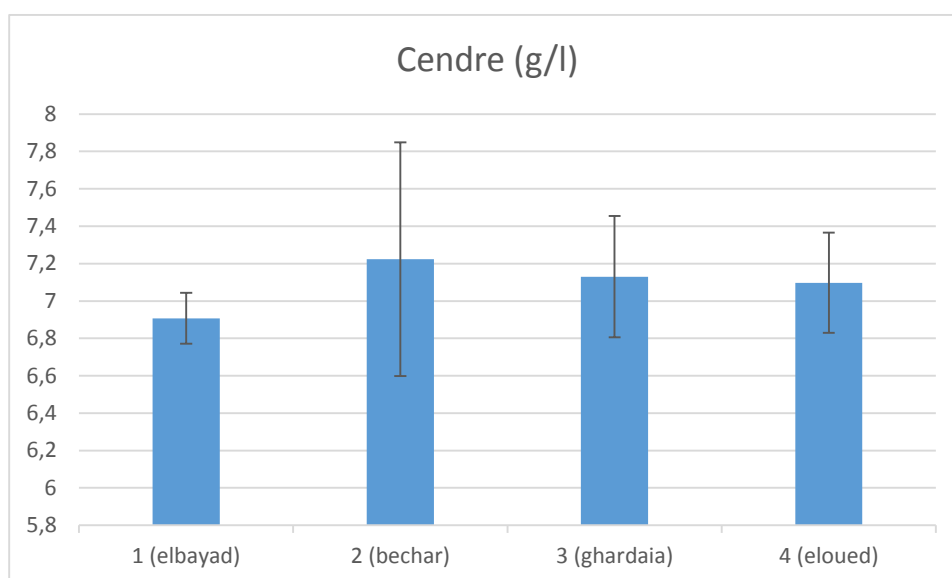
Les teneurs en cendres des laits sont illustrées dans le tableau 08 et la figure suivante.

**Tableau 08** : teneurs en cendre des échantillons du lait camelin.

	El-Bayad	Béchar	Ghardaïa	El-oued
<b>Cendres (g/l)</b>	6,90 ± 0,13 <sup>a</sup>	7,22 ± 0,62 <sup>a</sup>	7,13 ± 0,32 <sup>a</sup>	7,09 ± 0,26 <sup>a</sup>

A : comparaison statistique entre les moyennes deux à deux par le test de Newman

La teneur en cendres des échantillons analysés atteint entre 6,9 g/l (la plus faible) ensuite, il augmente progressivement et différenciellement jusqu'à atteindre son maximum 7,22 pour la Wilaya de Béchar (tableau 08) (6,9 vs 7,22) respectivement (figure 12). Ces résultats sont comparables à ceux rapportés par Sboui *et al.*, (2009) en Tunisie avec 7,5 g/l, et par Siboukeur (2007) avec 7,28 g/l mais ils sont inférieurs à ceux obtenus par Haddadin *et al.*, (2008) en Jordanie avec 8,2 g/l, et en Mauritanie avec une moyenne de 8,83 g/l à 9,39 g/l (Boudjenah, 2012). La teneur en cendres du lait camelin diminue en cas de privation d'eau. Elle varie également en fonction du stade de lactation (Farah *et al.*, 2003) et serait fonction des quantités de lait produites (Siboukeur *et al.*, 2012).



**Figure 12 :** Taux de cendres des laits analysés.

### 1.3 Taux protéiques

Les teneurs en protéines des laits sont illustrées dans le tableau 09 et la figure suivante.

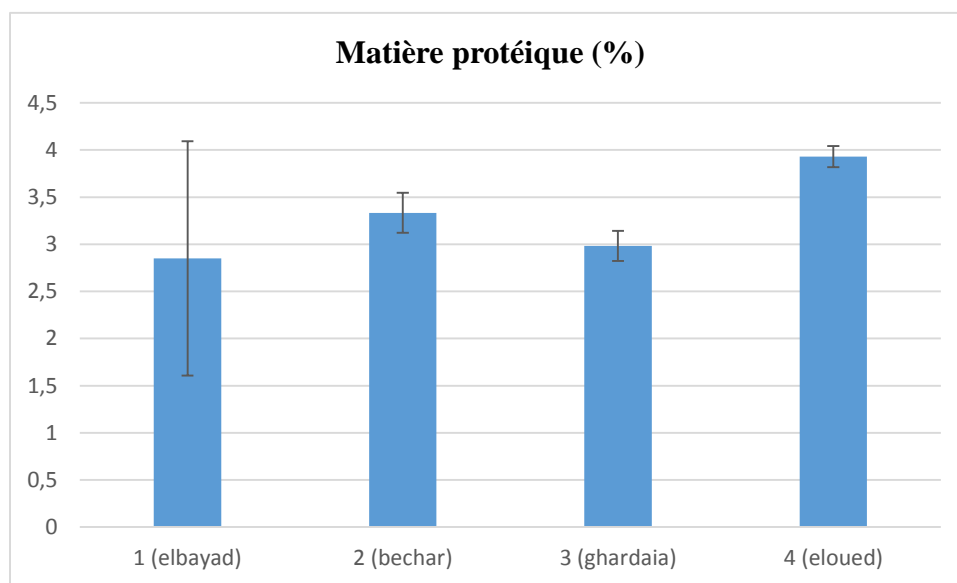
**Tableau 09 :** teneurs protéiques des laits camélins analysés

	El-Bayad	Béchar	Ghardaïa	El-oued
<b>Protéines %</b>	2,85 ± 1,24 <sup>b</sup>	3,33 ± 0,212 <sup>a</sup>	2,98 ± 0,16 <sup>b</sup>	3,93 ± 0,11 <sup>a</sup>

A, b : Comparaison statistique entre les moyennes deux à deux par le test de Newman

Les valeurs moyennes relevées pour les échantillons de lait de la chamelle varient entre 2,85 et 3,93 g/l (figure 13), alors que pour le lait bovin nous avons relevé une teneur moyenne en protéines de 3,99 g/l. Malgré la contiguïté des moyennes entre les échantillons du lait de chamelle et avec l'échantillon de lait de vache, il ressort que l'échantillon (Wilaya d'El-Bayad, figure 13), présente une carence en protéines. Cet écart peut s'expliquer, comme pour la matière grasse, par les faibles teneurs en protéines du lait dromadaires lors de la période de collecte (Masle et Morgan, 2001). Le lait camelin renferme cependant plus d'acides aminés libres et d'autres composés azotés non protéiques (NPN) que le lait bovin. Le taux de caséine totale est un peu plus faible dans le lait de dromadaire que dans le lait de vache ; il représente 75 à 79 % de la matière protéique contre 77 à 82 % pour le lait de vache. De plus, l'équilibre entre les

différentes fractions caséiniques est très différent et se caractérise par une proportion limitée à 5 % de caséine Kappa alors qu'elle est de 13,6 % dans le lait de vache (Konuspayeva *et al.*,2009). La composition en acides aminés de ces fractions caséiniques n'est pas non plus la même que pour le lait de vache. Une autre particularité de la caséine du lait de dromadaire est qu'elle est distribuée sous forme de micelles ayant un diamètre double de celui du lait de vache (Paquet *et al.*, 2008).



**Figure 13** : Taux de matières protéiques des laits analysés

#### 1.4 Matière sèche

Les teneurs en matières sèches des laits sont illustrées dans le tableau 10 et la figure suivante.

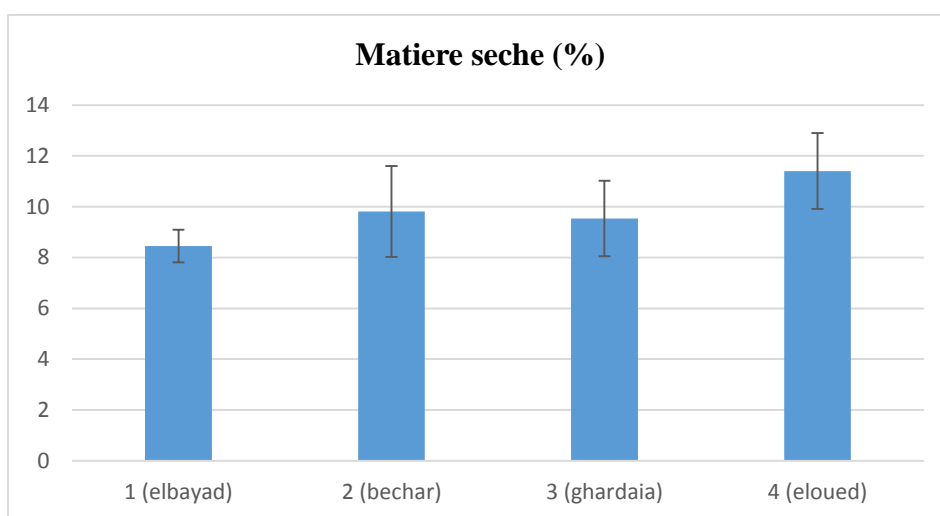
**Tableau 10** : teneur en matière sèche

	El-Bayad	Béchar	Ghardaïa	El-oued
<b>Matière sèche (%)</b>	8,44 ± 0,64 <sup>b</sup>	9,81 ± 1,79 <sup>b</sup>	9,53 ± 1,48 <sup>b</sup>	11,40 ± 1,49 <sup>a</sup>

A, b : comparaison statistique entre les moyennes deux à deux par le test de Newman

La figure 14 représente le Taux de matière sèche du lait de chamelle. La moyenne varie d'un échantillon à un autre, parfois croissante (dans la Wilaya d'El-oued), d'autre décroissante (dans la Wilaya d'El-Bayad) mais jamais stable (8,44 vs 11,40) respectivement (figure 14). L'une des principales caractéristiques du lait camelin est en effet, sa teneur en matière sèche réduite par rapport à celle des laits d'autres espèces (Abu-lehiai.h, 2004). En été, la teneur en eau du lait augmente et donc sa matière sèche diminue davantage sous l'effet du stress hydrique.

En outre, il a été montré que le passage d'un régime hydraté à un régime pauvre en eau entraîne une chute de la teneur en matière sèche totale de 8,8 à 14,3 % et qu'en cas de privation ou d'abreuvement insuffisant, la teneur en eau du lait camelin augmente et passe de 87 à 91 %. Une réponse physiologique au stress hydrique, permettant d'assurer la survie du chamelon. La teneur en matière sèche du lait varie également en fonction du stade de lactation (Bengoumi *et al.*, 2000). Ainsi, elle diminue durant le mois suivant le vêlage, puis augmente suite à l'accroissement des taux de matière grasse et de matière azotée (FAO, 2005).



**Figure 14** : Taux de matières sèches des laits analysés

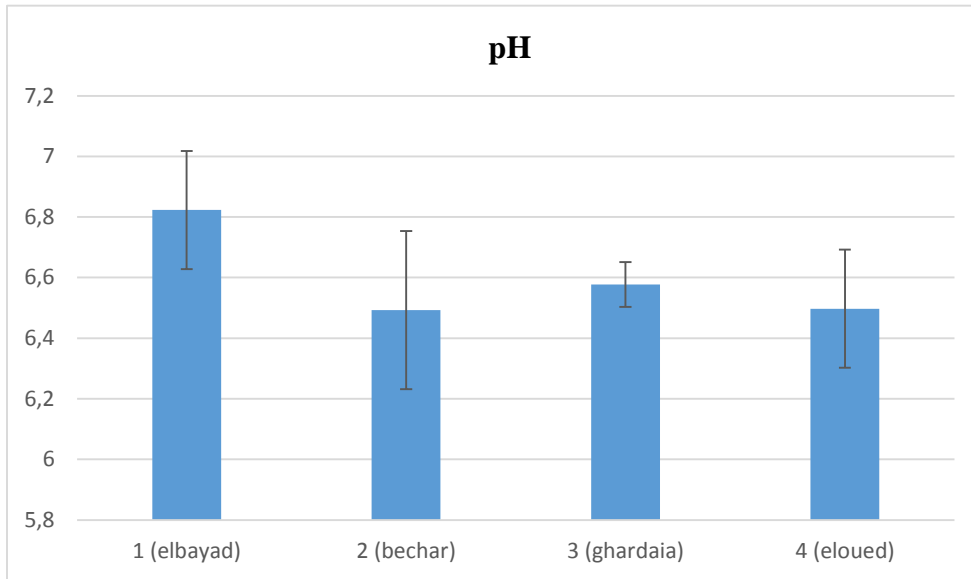
### 1.5 pH

Les valeurs du pH des laits sont illustrées dans le tableau 11 et la figure suivante

**Tableau 11** : Valeurs du pH des laits camelin analysés

	El-Bayad	Béchar	Ghardaïa	El-oued
pH	$6,82 \pm 0,19^a$	$6,49 \pm 0,26^b$	$6,57 \pm 0,07^b$	$6,49 \pm 0,19^a$

A, b : Comparaison statistique entre les moyennes deux à deux par le test de Newman



**Figure 15** : pH des laits camelins analysés

La valeur moyenne du pH du lait camelin collecté varie entre 6,49 et 6,82 (tableau 11). Le lait camelin serait légèrement plus acide que le lait bovin. Il apparaît que l'échantillon des Wilayas de Bechar et El-oued présente le pH les plus bas, par contre les autres échantillons sont plus élevés (6,49 vs 6,82) respectivement (figure 15). Les valeurs du pH relevées dans la présente étude se rapprochent de celles rapportées par certains auteurs d'autres pays tels que Sawaya *et al.*, (2002) et abu-tarboush *et al.*, (2004), en Arabie Saoudite ( $\text{pH} = 6,49 \pm 0,024$  ; 6,4). Elle est dépendante de la teneur en citrates et en caséines et de l'état sanitaire de la mamelle. D'autres auteurs avancent des valeurs plus élevées, tels que Mehaia *et al.*, (2003) en Arabie Saoudite ( $\text{pH} = 6,61 \pm 0,02$ ), et Kamoun *et al.*, (2000) en Tunisie. Le pH ainsi que le goût du lait peuvent dépendre de la nature des fourrages et de la disponibilité de l'eau. Par ailleurs, La teneur relativement élevée en vitamine C du lait de dromadaire, serait à l'origine du pH bas (Saley *et al.*, 2003). De même qu'elle lui confère un goût particulièrement sucré pouvant être masqué par une saveur amère ou acide selon la nature des plantes broutées. Enfin, Yagil *et al.*, (2002) estime que le pH bas du lait camelin peut être attribué à la forte concentration en acide gras volatils.

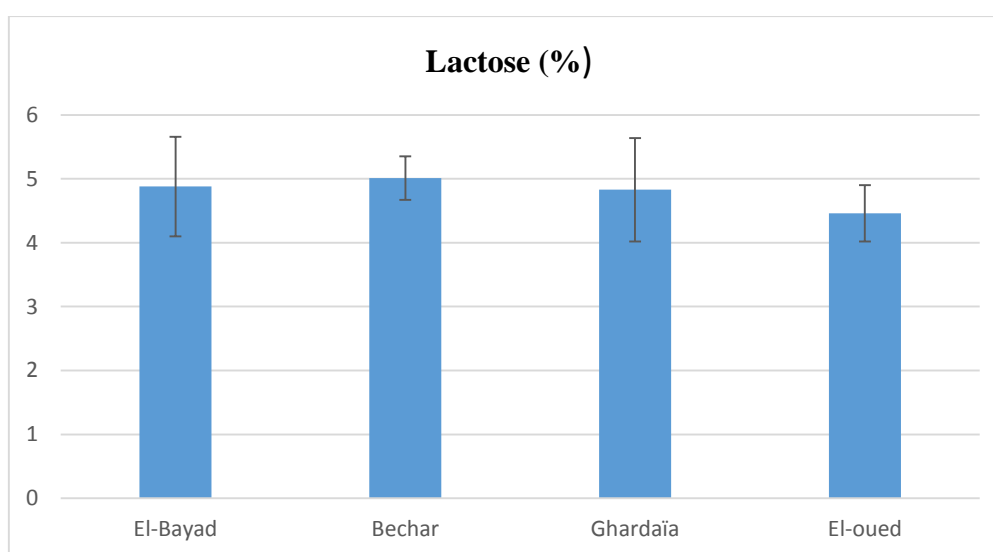
### 1.6 Lactose

Les teneurs en lactose des laits sont illustrées dans le tableau 12 et la figure suivante.

**Tableau 12** : Teneur en lactose

	El-Bayad	Béchar	Ghardaïa	El-oued
<b>Lactose %</b>	4,88 ±0,78 <sup>a</sup>	5,01 ± 0,34 <sup>b</sup>	4,83 ±0,81 <sup>b</sup>	4,46 ± 0,44 <sup>b</sup>

A, b : comparaison statistique entre les moyennes deux à deux par le test de Newman



**Figure 16** : Taux du lactoses moyen des laits analysés

D'après les résultats sur le tableau 12, la moyenne du lactose du lait camelin varie entre 4,46 et 5,01 g/l (Tableau 12). La moyenne la plus basse est enregistrée dans la Wilaya d'El-oued, et la plus importante est enregistrée dans la Wilaya de Bechar (4,46 vs 5,01) respectivement (figure 16). Le taux de lactose peut être influencé par la race cameline. Kadim et Mahgoub *et al.*, (2012) ont déclaré que la race Al-dowasir, qui est élevée en Arabie saoudite (avec un système intensif) donne le rendement laitier le plus élevé de toutes les races dans la région du Golf et son lait est le plus riche en lactose. Une grande variation pourrait être due au fait que les dromadaires, broutent des plantes halophytes par exemple *Atriplex* et *Acacia* (FAO, 2002).

Squires (2010) a montré que la teneur en lactose du lait ne peut pas être changée, sauf dans la manipulation alimentaire extrême, par ce que le lactose est le composant osmotique du lait le plus important, des changements dans la synthèse du lactose sont accompagnés par des

changements dans le volume d'eau dans le lait et donc le rendement du lait. D'après Karuec *et al.*, (2004), Une diminution de 37 % de la teneur initiale a été constatée en cas de déshydratation des chamelles. En fin, le taux en lactose varie en fonction du stade de lactation. L'auteur Squires (2010) a constaté que la teneur en lactose du lait de chamelles soudanaises est égale à 4,7 % durant les trois mois après le vêlage et à 3,2% en fin de lactation.

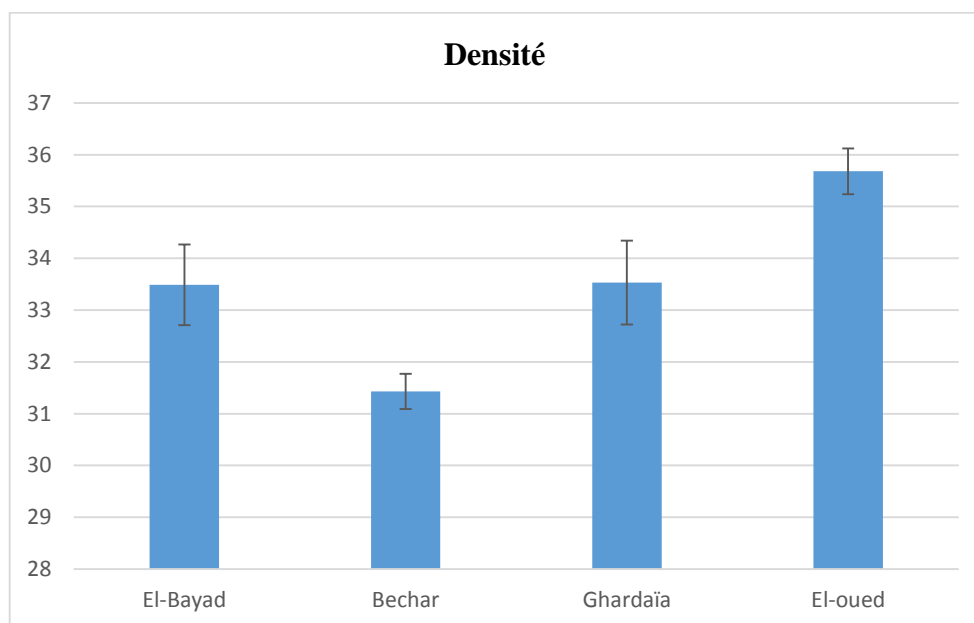
### 1.7 La densité

Les valeurs des densités des laits sont illustrées dans le tableau 13 et la figure suivante.

**Tableau 13** : Valeur de la densité

	El-Bayad	Béchar	Ghardaïa	El-oued
<b>Densité</b>	33,49 ±3,16 <sup>b</sup>	31,43 ± 1,72 <sup>b</sup>	33,53 ±0,74 <sup>a</sup>	35,68 ± 0,64 <sup>a</sup>

A, b : Comparaison statistique entre les moyennes deux à deux par le test de Newman



**Figure 17** : Densité des laits camelins analysés

Les valeurs moyennes des densités du lait camelin collecté varie entre 31,43 et 35,68 (tableau 13). Il apparaît que l'échantillon de la Wilaya de Bechar a une valeur la plus basse, par contre celui de la Wilaya d'El-oued est le plus élevé (31,43 vs 35,68) respectivement (figure 17). La densité dépend directement de la teneur en matière sèche qui est liée fortement à la fréquence

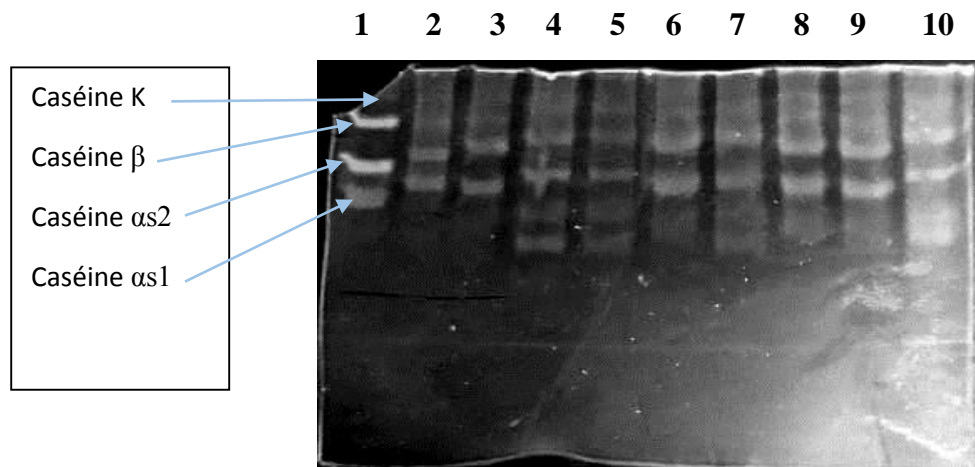
de l'abreuvement, elle est comparable à celles rapportées par Kamoun *et al.*, (1989) et Abidi *et al.*,(2001). La densité dépend directement de la teneur en matière sèche qui est liée fortement à la fréquence de l'abreuvement. Ce qui explique la variabilité des valeurs entre les différents échantillons de laits et entre celles citées dans la littérature. En effet, la densité relativement faible du lait camelin représente l'une des caractéristiques et pose un problème pour sa transformation en fromage.

## 2. Isolement et comportement électrophorétique des protéines du lait de chamelle

### 2.1 caractérisation des caséines

La méthode de séparation décrite par Paquet (2008), adaptée au lait bovin, ne permet pas une bonne séparation des caséines, des protéines sériques camelines. Une bonne séparation des deux fractions protéiques est obtenue par l'abaissement du pH du lait à 4,3, correspondant au pHi des caséines camelines (au lieu de 4,6). La répétition de la centrifugation (3500x g / 20 min) a permis d'améliorer les rendements de séparation. Puis à le centrifuger à 4000x g / 20 min a permis de faciliter son écrémage. Les fractions obtenues sont conservées à -20 °C.

### 2.2 Electrophorèse sur gel (PAGE urée)



**Figure 18 :** Electrophoregramme d'UREE-PAGE des échantillons 1-2-3-4-5-6-7-8-9 et 10

Pour la quantification des bandes de caséines, nous avons utilisé le logiciel (**IMAGEJ**). Les résultats de quantification de l'urée PAGE exprimés en pourcentages relatifs des caséines  $\alpha$ 1,  $\alpha$ 2,  $\beta$  et K sont représentés dans le tableau 14. En regardant les résultats des analyses PAGE, les caséines  $\alpha$ 1 et  $\alpha$ 2 sont négligeables dans quelques échantillons car nous n'avons pas pu les mettre en évidence suite à la co-migration et parfois à leur faible quantité sachant pour le cas des échantillons 01, 02 et 03 (Tableau 14). Les résultats des pourcentages relatifs aux

différentes fractions de caséines obtenues dans notre étude sont plus ou moins différents de ceux obtenus dans d'autres études.

Le tableau 14 résume les résultats obtenus après quantification des différentes caséines.

**Tableau 14** : caractérisation des caséines du lait de chamelle analysé.

Caséines (%)	Gel 4										Moyenne
	Ech 01	Ech 02	Ech 03	Ech 04	Ech 05	Ech 06	Ech 07	Ech 08	Ech 09	Ech 10	
<b>kappa</b>	32,32	54,75	37,91	37,18	31,32	34,43	36,38	39,01	35,69	8,06	34,70±12,04
<b>B</b>	42,39	45,24	52,35	13,74	29,35	40,19	32,55	32,28	31,77	39,72	35,95±10,34
<b>αs2</b>	25,27	/	9,73	26,07	20,02	12,92	19,62	21,18	22,88	36,94	21,62±8,26
<b>αs1</b>	/	/	/	23	19,29	12,43	11,42	7,5	9,64	15,25	14,07±5,49

D'après les résultats obtenus dans l'étude électrophorétique, la moyenne des caséines des échantillons de lait analysés varie entre 14,07 et 35,95%. Les valeurs ont changé d'un échantillon à un autre. Nous avons remarqué la présence de quatre bandes distinctes dans la majorité des échantillons (70% des échantillons), (Figure 18). A titre d'exemple l'analyse d'Ech1 et Ech3 a révélé la détection de 3 bandes confirmant la présence de 3 caséines (CN-K, CN-β et CN-αs2), alors que la CN αs (1et2) est totalement absent dans l'échantillon 2 (tableau 14). Il faut noter que la faible intensité de l'une des bandes des échantillons 1, 2, et 3 pourrait s'expliquer par sa faible teneur dans le lait, suite à son hydrolyse après acidification. Les profils électrophorétiques obtenus sont similaires à ceux rapportés par Larsson et Mohamed (2000). Il y a 4 principales fractions de caséines : αs1-, αs2-, β- et κ. leur proportion est diverse et le polymorphisme de ces protéines était démontré chez la plupart des espèces animales (Barłowska *et al.*, 2007).

En termes de mobilité, le groupe de bandes avec la mobilité électrophorétique la plus basse est attribuée au caséine κ, alors que la mobilité la plus élevée est associée à αs caséines. Le même constat a été relevé par Silva et Malcata (2000) dans le lait bovin. De plus, les bandes relevées dans notre étude se distribuent d'une façon hétérogène. Entre les échantillons pour les mêmes bandes de caséines.

### 3. Caséines

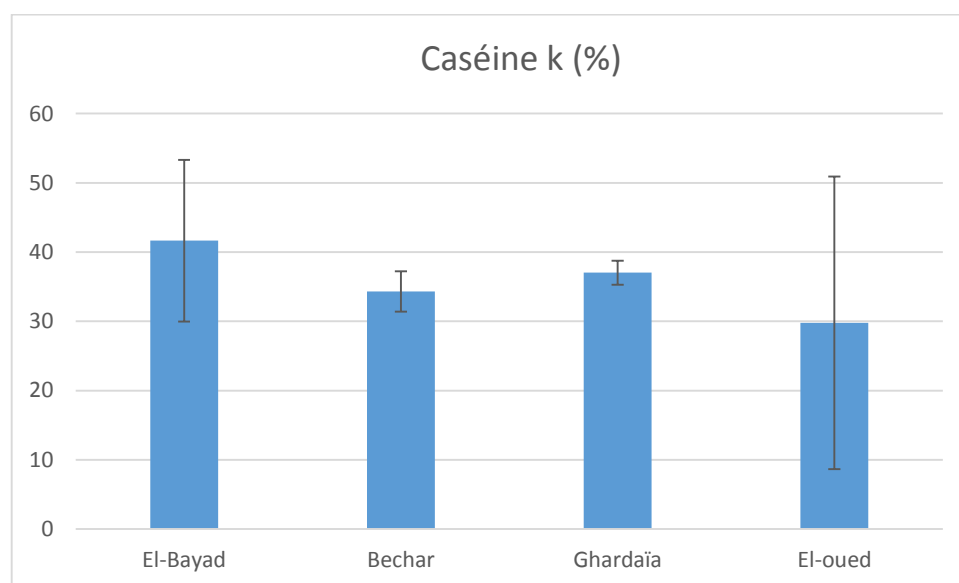
#### 3.1 Caséine K

Les valeurs des caséines **K** des laits sont illustrées dans le tableau 15 et la figure suivante.

**Tableau 15 :** Valeur du taux de la caséine k des laits camelins analysés.

	El-Bayad	Bechar	Ghardaïa	El-oued
<b>Caséine k (%)</b>	41,66 ±11,67 <sup>a</sup>	34,31 ± 2,93 <sup>a</sup>	37,02± 1,75 <sup>a</sup>	29,78± 21,14 <sup>b</sup>

A, b : comparaison statistique entre les moyennes deux à deux par le test de Newman



**Figure 19 :** Taux de caséines K moyen des laits de chamelle analysés

La teneur moyenne en caséines K des échantillons de lait analysés varie entre 29,78 et 41,6 % (Tableau 15). La moyenne la plus basse est enregistrée dans la Wilaya de El-oued, et la plus importante est enregistrée dans la Wilaya de Bechar (29,78 vs 41,66%) respectivement (figure 19). Elle se rapproche de celle des caséines bovines (35,65g/l) et reste en revanche nettement supérieure à celle du lait de femme qui est égale à 15g/l. La teneur en caséines K camelines enregistrée dans cette étude est similaire à celle enregistrée par Kamoun, (1989), avec 30,8 g/l. Par contre, elle semble être légèrement inférieure à celle rapportée par Kihal *et al*, (1999) sur une étude réalisée en Algérie avec 24,53 g/l. D'un autre côté, Abulehia, (2007) signale des taux

de caséines K plus faibles (entre 19 et 23 g/l). La différence entre les teneurs en caséines K rapportées par ces auteurs revient probablement à la saison de la récolte de lait où les teneurs les plus faibles sont enregistrées en période estivale (Kamoun *et al.*, 1989).

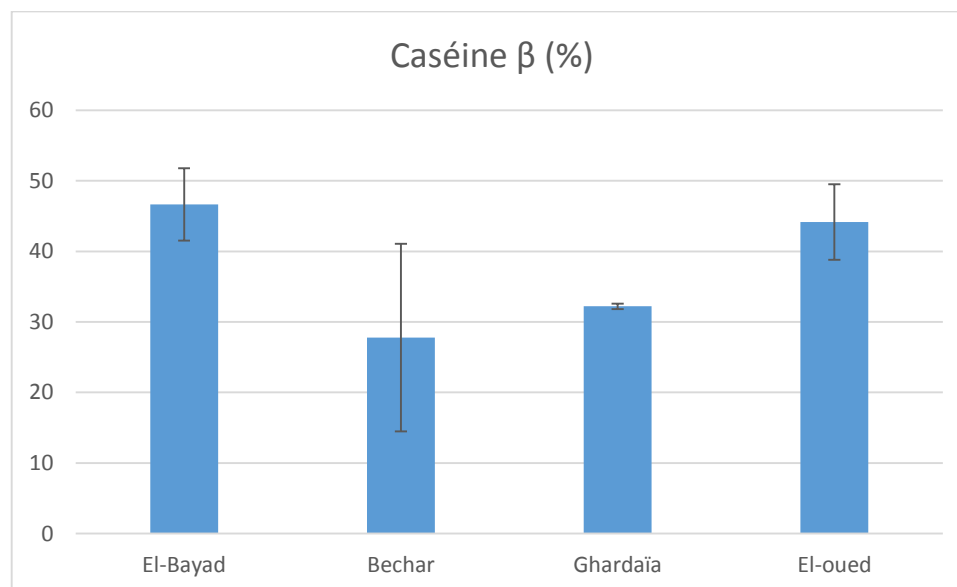
### 3.2 Caséine $\beta$

Les valeurs des caséines  $\beta$  des laits sont illustrées dans le tableau 16 et la figure suivante.

**Tableau 16 :** Valeur du taux de la caséine  $\beta$  des laits camelins analysés.

	El-Bayad	Béchar	Ghardaïa	El-oued
<b>Caséine <math>\beta</math> (%)</b>	46,66±5,12 <sup>b</sup>	27,76±13,29 <sup>b</sup>	32,2±0,39 <sup>b</sup>	44,14±5,35 <sup>a</sup>

A, b : comparaison statistique entre les moyennes deux à deux par le test de Newman



**Figure 20 :** Taux de caséines  $\beta$  moyen des laits de chamelle analysés

La valeur moyenne de caséine  $\beta$  dans notre étude variée entre 27,76 et 46,66% (Tableau 16). Les valeurs ont changé de (27,76 vs 46,66%) avec une variation plus ou moins importante (Figure 20). Cette variation entre les échantillons pour ce type de caséine peut être imputée à des conditions d'élevages différentes ou au facteur race (Jilo *et al.*, 2016). La même valeur a été mentionnée par Korlepara *et al.*, (2013). Le lait de chamelle est similaire au lait humain, car il contient une forte concentration de  $\beta$ -caséine, qui pourrait être la raison de sa meilleure digestibilité et diminution de la fréquence des allergies chez les nourrissons (Andreja *et al.*,

2015). Selon (El-Agamy., *et al* 2009) le lait de chamelle est plus digestible et moins de réactions allergiques chez les nourrissons, car la  $\alpha$ -Caséine s'hydrolyse lentement par rapport à la Caséine- $\beta$ .

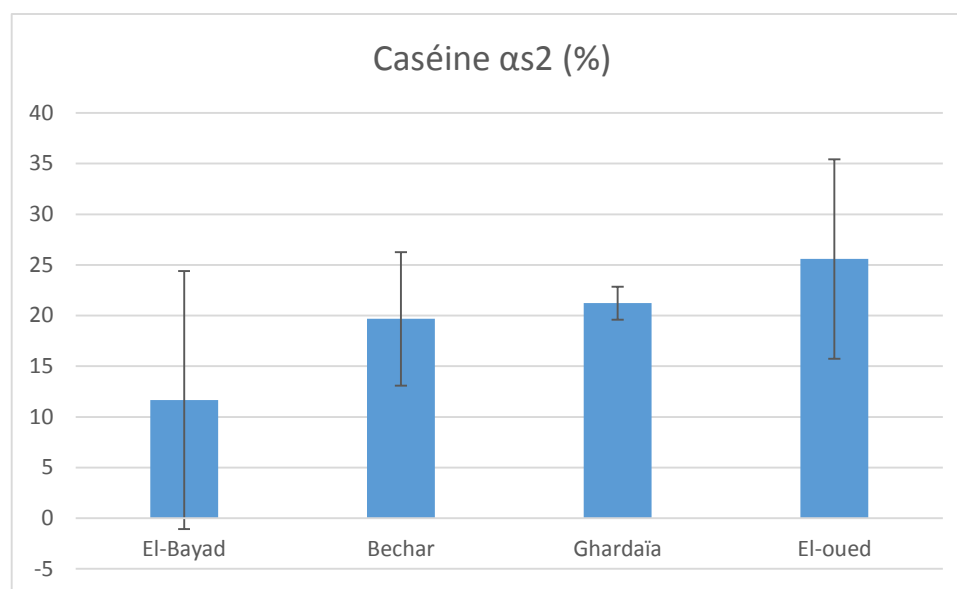
### 3.3 Caséine $\alpha$ 2

Les valeurs des caséines  $\alpha$ 2 des laits sont illustrées dans le tableau 17 et la figure suivante.

**Tableau 17** : Valeur du taux de la caséine  $\alpha$ 2

	El-Bayad	Béchar	Ghardaïa	El-oued
<b>Caséine <math>\alpha</math>2 (%)</b>	11,66±12,74 <sup>a</sup>	19,67±6,58 <sup>b</sup>	21,22±6,58 <sup>b</sup>	25,58±6,58 <sup>b</sup>

A, b : comparaison statistique entre les moyennes deux à deux par le test de Newman



**Figure 21** : Taux de caséines  $\alpha$ 2 moyen des laits de chamelle analysés

La valeur moyenne de caséine  $\alpha$ 2 dans notre étude est de 11,66 et 25,58% (Tableau 17). Il apparaît que l'échantillon de la Wilaya d'El-Bayad est le plus bas, par contre celui de la Wilaya d'El-oued est le plus élevé (11,66 vs 25,58%) respectivement (figure 21). Des teneurs comparables à celles enregistrées par Khaskheli *et al.*, (2005) (22,1 g/l), par Attia *et al.*, (2000) (20,60 g/l) et par Allouilombarkia *et al.*, (2007) (21,3 g/l). Toutefois, certains auteurs ont rapporté des teneurs plus faibles soit, 16,8 g/l (Haddadin *et al.*, 2008) et 14,8 g/l (Alloui-lombarkia *et al.*, 2007). Il

est admis que, comparativement au lait bovin, le lait de dromadaire est pauvre en caséines responsables de la consistance du lait coagulé et son équilibre minéral, ce qui amplifie son inaptitude à la coagulation.

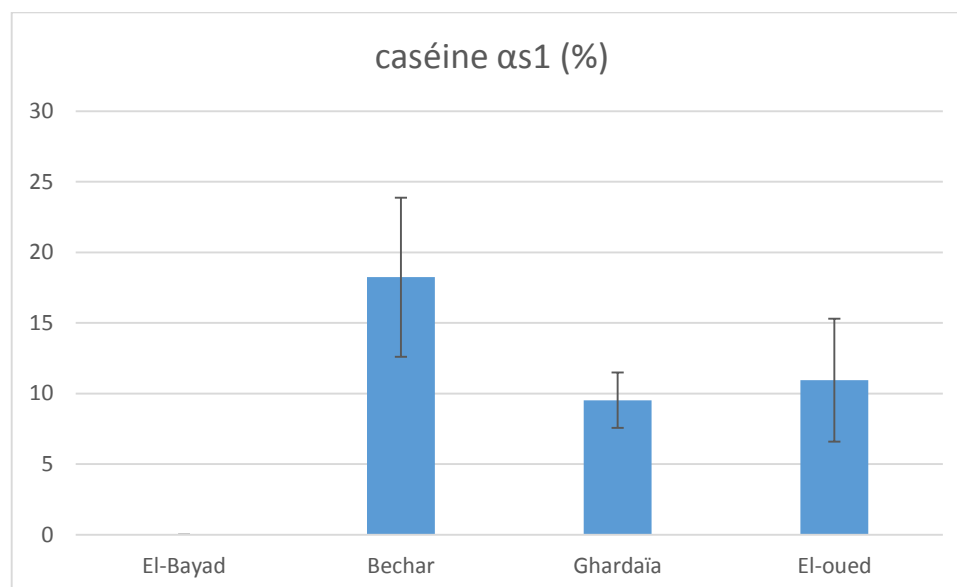
### 3.4 Caséine $\alpha 1$

Les valeurs des caséines  $\alpha 1$  des laits sont illustrées dans le tableau 18 et la figure suivante.

**Tableau 18 :** Valeur du taux de la caséine  $\alpha 1$

	El-Bayad	Béchar	Ghardaïa	El-oued
<b>Caséine <math>\alpha 1</math> (%)</b>	$0 \pm 0^b$	$18,24 \pm 5,63^a$	$9,52 \pm 1,96^a$	$10,94 \pm 4,35^a$

A, b : comparaison statistique entre les moyennes deux à deux par le test de Newman

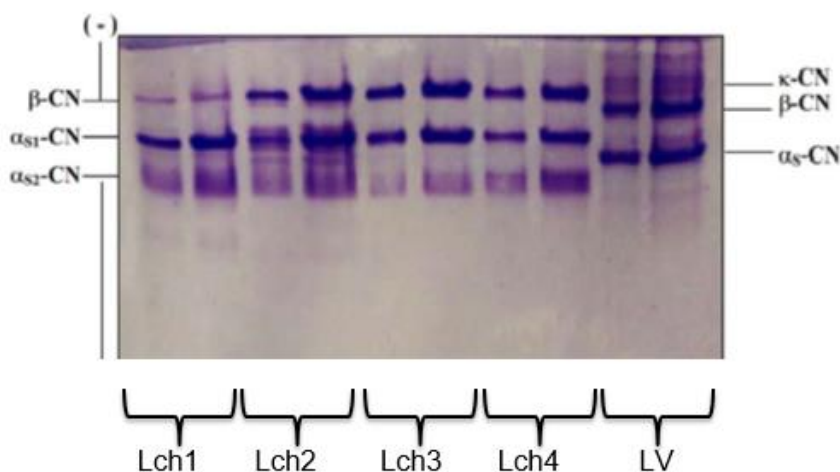


**Figure 22 :** Taux de caséine  $\alpha 1$  moyen des laits de chamelle analysés

Dans cette étude, le taux de caséine  $\alpha 1$  du lait camelin a varié entre 0 % (La valeur la plus basse est enregistrée dans la Wilaya d'El-Bayad) et 18,24% (la plus élevée est obtenue dans la Wilaya de Béchar) 0 vs 18,24% respectivement (Tableau 18). La teneur en caséines  $\alpha 1$  camelines enregistrée dans cette étude est similaire à celle enregistrée par Kamoun *et al.*, (1989), avec 18,8 g/l. Par contre, elle semble être légèrement inférieure à celle rapportée par Kihal *et al.*, (2000) sur une étude réalisée en Algérie avec 22.53 g/l (caséines  $\alpha 1$ ). D'un autre côté, Abulehia *et al.*, (2007) signale des taux de caséines plus faibles (entre 14 et 17 g/l). La

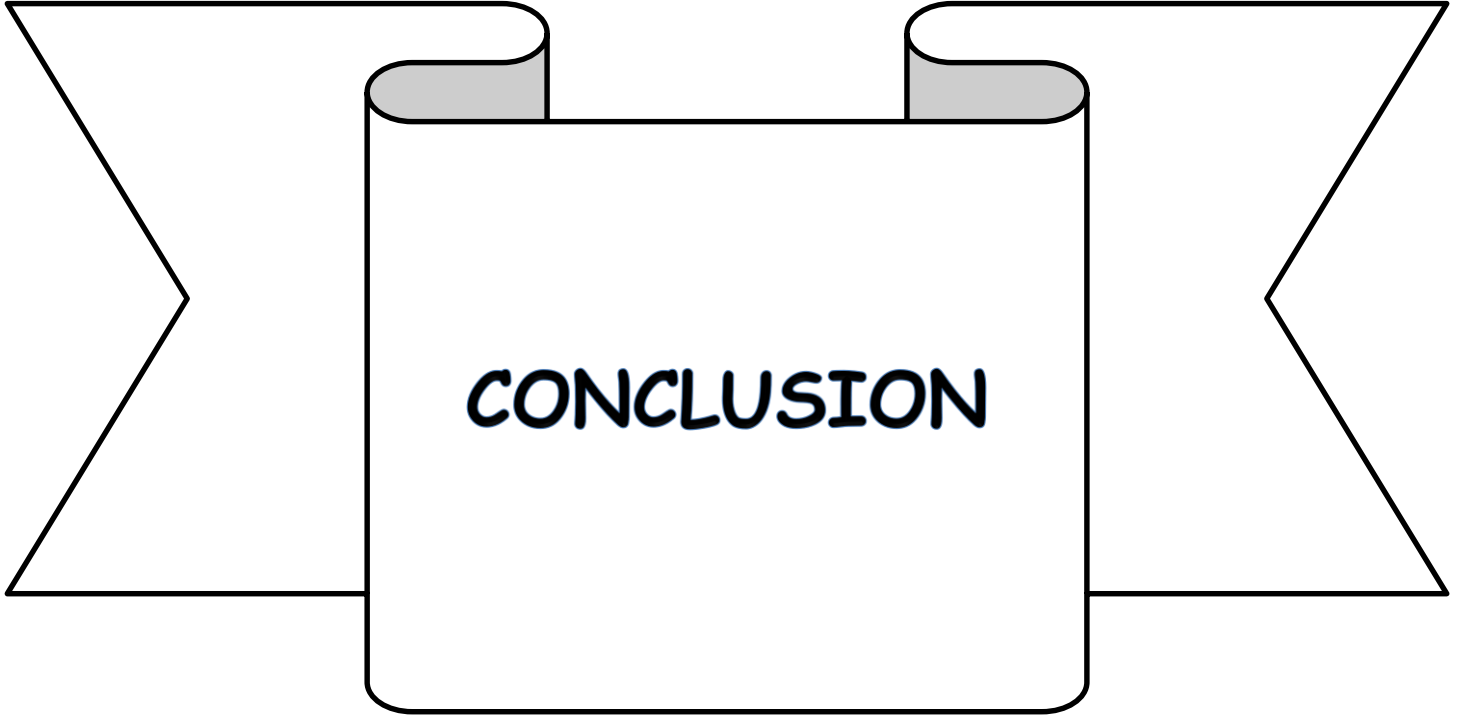
différence entre les teneurs en caséines  $\alpha_1$  rapportées par ces auteurs revient probablement à la saison de la récolte de lait où les teneurs les plus faibles sont enregistrées en période estivale (Kamounet *al.*, 1989).

#### 4. Comparaison du lait de chamelle avec du lait de vache par électrophoregramme



**Figure 23** : Electrophoregramme d'UREE-PAGE des échantillons de lait de chamelle et de lait de vache (Lch1, Lch2, Lch3, Lch4= lait de chamelle / Lv= lait de vache)

Pour la confirmation de nos résultats, un électrophoregramme comparative a été réalisé sur nos échantillons de nos laits de chamelle par rapport à celui d'un lait de vache. Dans la figure dessus, on observe que la CN- $\beta$  cameline (présentant une faible mobilité en PAGE-urée) migre en même niveau que la CN- $\kappa$  bovine, et que les bandes qui se diffusent l'une sur l'autre aux niveaux des laits de chammelles correspondent à la caséine  $\alpha_2$ . Cette dernière présente une vitesse de migration supérieure à la caséine  $\alpha$  bovine, Cela serait dû à son degré de phosphorylation élevé. Il semble que les caséines camelines sont caractérisées par une vitesse électrophorétique plus élevée que celle observée dans le cas des caséines bovines. Par contre les caséines du groupe  $\alpha$  ont une concentration plus élevée dans le lait bovin que celui camelin.



**CONCLUSION**

## Conclusion

---

La sécheresse et les conditions relativement défavorables des populations vivantes dans les zones arides donnent une dimension particulière à un animal comme le dromadaire qui est, en plus d'être utilisé pour le transport et les travaux des champs est surtout considéré comme un pourvoyeur de protéines nobles contenues dans ses principales productions, à savoir le lait et la viande.

Bien que pendant ces dernières décennies, le lait camelin a fait l'objet de multiples travaux, dans notre pays, peu d'investigations ont porté sur ce produit tant sur des volets quantitatifs, liés aux conditions zootechniques de productions, que sur des volets liés à sa qualité hygiénique et physico-chimique, ainsi qu'à son apport nutritionnel. A travers cette étude, nous avons tenté d'apporter une modeste contribution à une meilleure connaissance de ce lait et nous avons ciblé l'analyse physico-chimique, l'isolement et la caractérisation électrophorétique des protéines insolubles.

L'analyse physico-chimique a montré que le lait camelin, collecté dans plusieurs régions du sud de notre pays, présente globalement une composition similaire à celle du lait bovin, particulièrement en ce qui concerne les teneurs en nutriments de base (protéines, matière grasse et lactose). Il est important de signaler à ce niveau que malgré la pauvreté de l'alimentation qu'il reçoit, le dromadaire produit un lait, ayant une moyenne en teneur en matière grasse de  $2,191 \% \pm 1.6$ . Ce lait est caractérisé aussi par un apport protéique de l'ordre de  $3.13 \% \pm 0.67$ , avec une teneur moyenne de  $4.92 \% \pm 0.69$  de lactose.

L'isolement des caséines et leur caractérisation par électrophorèse sur gel de polyacrylamide (PAGE en présence d'urée) nous a permis de montrer que les profils obtenus sont très comparables entre eux, malgré l'origine varié des échantillons (zones géographiques, populations de dromadaires, périodes de l'année etc...). Cette technique nous a permis d'isoler les caséines du lactosérum.

Ce travail exploratoire de base nous incite dans des études futures à mener des investigations plus approfondies pour compléter ou répondre aux différents points qui demeurent insuffisamment élucidés

Les essais de fractionnement et séparation des protéines en une seule étape par électrophorèse de perméation sur gel d'UREE-PAGE, ont abouti à l'isolement de CN-K, CN- $\beta$ , CN- $\alpha_2$  et CN- $\alpha_1$  ; et ont permis une identification complète des bandes protéiques obtenues et ont confirmé, ainsi la spécificité de certaines caséines au lait camelin.

## **Conclusion**

---

De ce qui précède, nous pouvons dire que le lait camelin produit par les chamelles qui vivent dans des différentes régions algériennes présente des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques différentes de celles des laits bovins et caprins.

A l'avenir, nous préconisons d'approfondir cette étude en réalisant les mêmes analyses en fonction des différents rangs et stades de lactation des chamelles, en comparaison avec les laits d'autres espèces laitières adaptées aux zones arides et semi arides.

# **Références bibliographiques**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abu-lehia I.H. 2004.** Poudre de chameau recombinaée. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26 octobre, *Nouakchott, Mauritanie*
- Al Haj O.A., AL Kanhal H.A., 2010.** Aspects nutritionnels, technologiques et nutritionnels du lait de dromadaire de dromadaire - revue. *Journal international des produits laitiers xxx.*
- Attia H., Kheroutou N., 2000.** Caractérisation de la micelle de caséine de lait de dromadaire et l'étude de ses modifications au cours de l'acidification Lait.
- Azza M. K., Salma O. A., EL-Saied K. M., 2007.** Changements dans le profil des acides aminés des protéines du lait de chamelle au début de la lactation. *Journal international des sciences laitières.*
- Badaoui, et Tressol J-C. 2000.** : Composition minérale du lait de chamelle du sud marocain. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26 octobre, *Nouakchott, Mauritanie*
- Bayoumi S., 2000.** Études sur la composition et la coagulation de la présure du lait de chamelle. K.
- Beg O.U., Bahr-Lindström H.V., Zaidi Z.H. et Jörnvall H. 2005.** Caractérisation d'une protéine non-caséine de lactosérum de lait de chamelle hétérogène. *Febbs L.*
- Boudjenah-Haroun S, 2012.** Aptitudes à la transformation du lait de chamelle en produits dérivés : effet des enzymes coagulantes extraites de caillettes de dromadaires. Mémoire doctorat. Faculté des sciences biologiques et de la science agronomique, département de Biochimie. Université Mouloud Mammeri TIZI OUZOU.
- Cardellino, R., Rosati, A et Moscom, C., 2004.** État actuel des ressources génétiques, des systèmes d'enregistrement et de production en Afrique, Asie et Amérique Camélidés Séminaire FAO / RCA sur les camélidés. Sousse, Tunisie : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et Comité international pour l'enregistrement des animaux.
- Correra A., 2006.** Thèse de doctorat en écologie et gestion de la biodiversité. Muséum national d'histoire naturelle Paris.
- EL-Agamy E, 2006.** Lait de chameau. Dans : Park YW et Haenlein GF (Eds), Manuel sur le lait de mammifères non bovins. Pp 297-344. Blackwell Publishing, Iowa, États-Unis.
- FAO., 2009.** Lait de chamelle. Récupéré de. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/dairy/camel>.
- FAO. 2014.** Lait de chamelle. Récupéré de. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/dairy/camel>.
- Farah Z., Rettenmaier R. et Atkins D., 2003.** Teneur en vitamines du lait de chamelle. *Internat. J. Vitam. Nutr. Res.*

- Faye B., 2003.** Performances et productivité laitière de la chamelle : les données de la littérature. Actes de l'Atelier International sur : "Lait de chamelle pour l'Afrique", 5-8 novembre, Niamey, Niger.
- Farah. Z., 2003.** Composition et caractéristiques du lait de chamelle. *J. Dairy.Res.*
- Farah, Z., Farah-Riesen, M., 2005.** Séparation et caractérisation des principaux composants de la caséine de lait de chamelle. *Milchwissenschaft*
- Farah Z, 2003.** Propriétés et produits du lait de chamelle. Centre suisse pour la coopération au développement en technologie et gestion, SKAT, Suisse
- Gnan S.O. et Shereha A. M., 2006.** Composition du lait de chamelle libyen. *Aust. J. Dairy Techn.*
- Glass R. L., Troolin H. A., Jenness R 2012.** Études biochimiques comparatives des laits ; IV: acides gras constitutifs des matières grasses du lait. *Comp. Biochem. Physiol.*
- Haddadin M.S.Y., Gammoh S.I. et Robinson R.K., 2008. Variations saisonnières de la composition chimique du lait de chamelle en Jordanie. *Journal of Dairy Research.*
- Hambraeus L, 2006.** Aspects nutritionnels des protéines du lait. *Journal de l'alimentation et de la nutrition.*
- Kamoun M. et Bergaoui R. 1989.** Un essai de production et de transformation du lait de dromadaire en Tunisie. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux.*
- Karray N., et Ollivon M., 2005 Correa, 2006.** Répartition géographique du dromadaire.
- Karray N., Lopez C., Ollivon M., Attia H, 2005.** La matière grasse du lait de dromadaire : Composition, microstructure et polymorphisme. *Oléagineux, Corps gras, Lipides.*
- Kappeller S. R., Farah Z., Puhan Z, 2003.** Les régions flanquantes en 5 des gènes du lait de chamelle ressemblent beaucoup aux régions homologues d'autres espèces et peuvent être divisées en deux groupes distincts. *Journal of Dairy Science.*
- Kappeler, Napolitano L., Liberatori J, 2003.** Identification et caractérisation de caséine de lait de chamelle de Somalie (*Camelus dromedarius*). *Milchwissenschaft.*
- Karue C.N. 2004.** Les caractéristiques laitières du chameau kenyan. Actes du Colloque: "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26 octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- Khaskhali Ardali Z. 2005 :** Contribution à l'étude de la composition du lait de dromadaire. DEA présenté à l'ENSIAlA, Nancy, France.
- Lowry O. H., Rosebrough N. J., Farr A. L., Randall R. J, 2001.** Mesure des protéines avec le réactif Folin phénol. *Journal of Biochemistry.*
- Lucey., Nasri M. et Khorchani T. 2002.** Caractérisation de la micelle de caséine de lait dromadaire et étude de ses modifications au cours de l'acidification. *Lait.*
- MADR 2005.** Statistiques des abattages de dromadaires, Inspection Vétérinaire de Ouargla.

**MADR** (Ministère de l'Agriculture Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural) **2006**. Evolution des effectifs du cheptel de 1990 à 2005. *Direction des statistiques Agricoles, Ministère de l'Agriculture Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Algérie.*

**MADR** (Ministère de l'Agriculture Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural) **2009**. *Le lait et produits laitiers dans la nutrition humaine, FAO, Rome.*

**Mathieu J., 2000**. *Initiation à la Physico-Chimie du Lait*. Tec. Doc., 1ère Ed., Lavoisier, Paris.

**Marchin A. L, 2007**. Biochimie bases moléculaires de la structure et des fonctions cellulaires. 2ème éd, Flammarion médecine-science.

**Medjour Abdelhak., 2014**. Etude comparative des caractéristiques physico- chimiques du lait collecté à partir de chamelles (*Camelus dromedarius*) conduites selon deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif). Thèse de Magister en Biologie appliquée. Université Mohamed Khider De Biskra.

**Merin U., Bernstein S., Van Creveld C., Lindner P, 2001**. Une étude comparative des protéines sériques du lait chez le chameau (*Camelus dromedarius*) et le colostrum bovin. Science de la production animale.

**Mursal A. I., Larsson-Raznikiewicz M, 2006**. Séparation de la fraction de caséine de lait de chamelle et son lien avec les propriétés de coagulation du lait frais. *Milchwissenschaft*.

**Paquet D., Driou A., Bracquart P. et Linden G. 2008**. Effet du stockage réfrigéré du lait sur la protéolyse. Relation avec le contenu protéose-peptone. *Neth. Milk Dairy J.*

**Rabilloud T., Fath S.S., Baur E.VV., Egly J.M. et Revelant O. 2002**. Détergents et protéines membranaires. Biofutur.

**Ramet J. P. 2003** : Aptitude à la conservation et à la transformation de la tablette du lait de chamelle. Actes de l'Atelier International sur : "Lait de chamelle pour l'Afrique", 5-8 novembre, Niamey, Niger.

**Roufik S, 2005**. Etude des interactions  $\beta$ -Lactoglobuline bovin: Peptides bioactifs et digestibilité in vitro des complexes. Thèse de doctorat en sciences et technologie des aliments. Université Laval, Québec, Canada.

**Rosetti Get et Congiu S., 2000**. Enquêtes zootechniques et vétérinaires sur les animaux domestiques de la Somalie. Mogadishu : *Ispettorato Veterinario*.

**Sawaya W. N., Khalil J. K., AL-Shalhat A. F., AL-Mohammed H, 2008**. Composition chimique et qualité nutritionnelle du lait de chamelle. Journal of food science.

**Shuip E. S., EL-Zubeir I. E. M., EL-Owni O. A. E., Musa H. H, 2008**. Influence de la saison et de la gestion sur la composition du lait de chamelle brut (*camelus dromedarius*) dans l'État de Khartoum, au Soudan. Agroécosystèmes subtropicaux tropicaux.

**Sood M. et Sidhu K.S. 2002**. Stabilité thermique, volume et hydratation des micelles de caséine de laits de différentes espèces. *New Zeland J. Dairy Sci. Technol.*

**Siboukeur O .K., 2007**. Etude du lait camelin collecté : caractéristiques physico-chimiques. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques université INA ELHarrach-Alger.

**Smail R., Rachek S., Siboukeur O.K. et Mati A. 2002** : Comportement électrophorétique des protéines du lait camelin collecté dans deux régions du sud algérien Ouargla et Tamanrasset. Actes du 26ème Congrès Mondial de Laiterie, septembre, Paris.

**Souilem O. et Barhoumi K., 2009.** Particularités physiologiques du dromadaire (*Camelus Dromedarius*) et implications expérimentales. *Scand. J. Lab. Anim. Sci.*

**Titaouine M., 2006.** Le dromadaire en Algérie. Options Méditerranéennes – Série Séminaires.

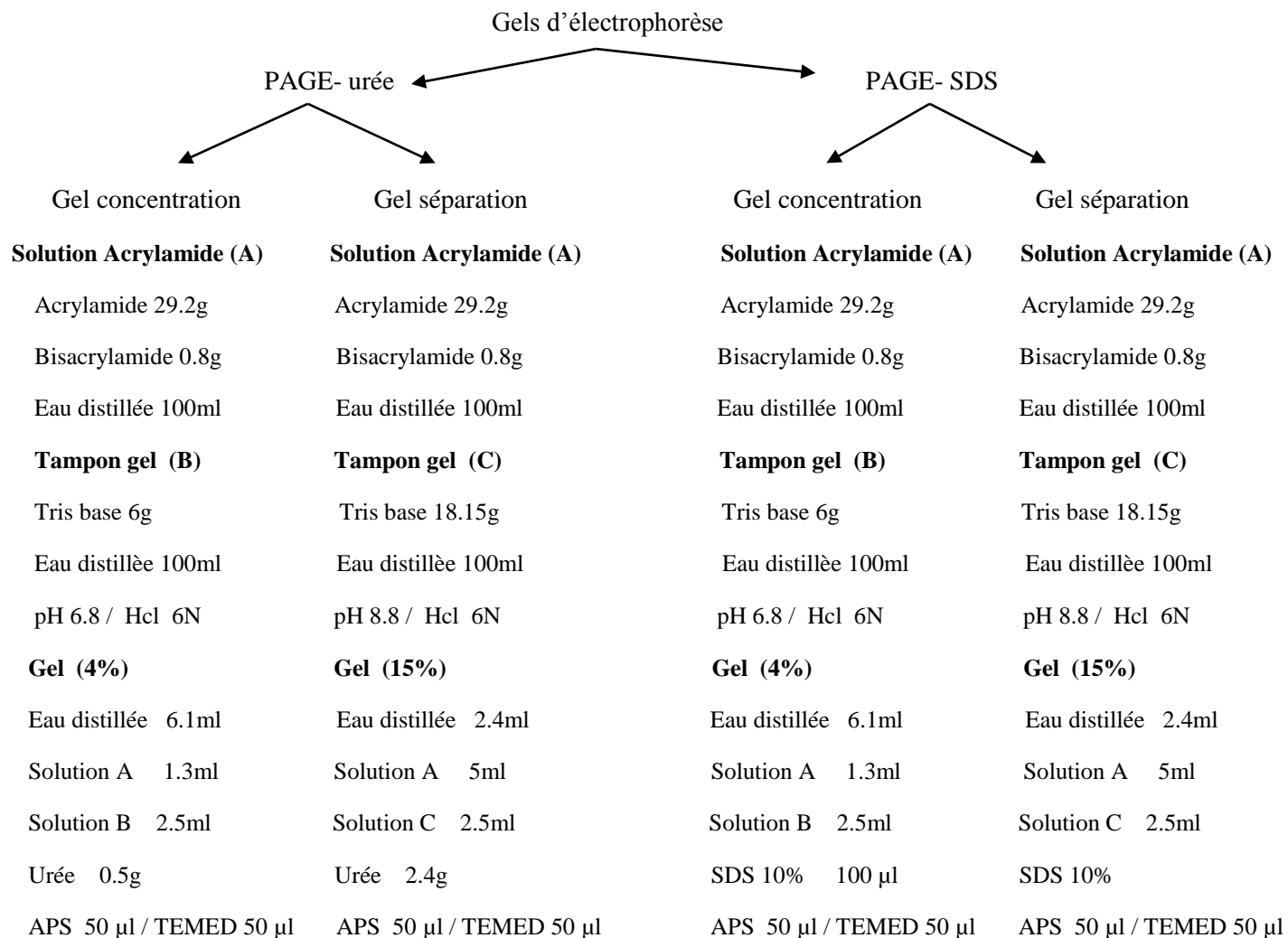
**Vignola C.2002.** Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition - Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp.

**Wangoh J., Farah Z. et Puhan Z., 2000** Composition du lait de 3 chameaux (*Camelus dromedarius*) se reproduit au Kenya pendant la lactation. *Milchwissenschaft.*

**Yagil R., 2002.** Chameaux et lait de chamelle. FAO, *Production et santé animales, N ° de document.*

# **Annexes**

Composition des gels et des tampons



Composition des gels et des tampons

