

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA

-----  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Année: 2018/2019

N° d'enregistrement:

/...../...../...../...../



DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES



**Thèse**  
Présentée en vue de l'obtention du diplôme de  
**Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle**

**Filière : biologie**  
**Spécialité : Biochimie-Microbiologie Appliquée**  
**Thème**

**Etude qualitative du lait de chamelle conduite selon deux systèmes  
d'élevage ; l'extensif et le semi intensif**

Présentée par : Mme BENMOHAMED Cherifa  
Soutenue publiquement le :24 /11 / 2019

**Devant le jury :**

Président	Mr ADAMOU A.	Pr . ( U.K.M.Ouargla)
Directrice de thèse	Mme SIBOUKEUR O.	Pr . ( U.K.M.Ouargla)
Examineurs	Mr BOURAS N.	Pr. (Univ.de Ghardaia)
	BOUDJENAH-HAROUN S.	Pr . ( U.K.M.Ouargla)
	Mme BECILA- HOUALI S.	MCA (I .N.A.T.A.A. Univ. de Constantine)
	Mme MIMOUNI Y.	MCA . ( U.K.M.Ouargla)

## DEDICACE

Je dédie ce travail à :

- mon adorable maman ;
- mon très cher fils ;
- mon papa ;
- mes frères ;
- mon époux ;
- mon beau père et ma belle-mère ;
- mes beaux frères et mes belles sœurs ;
- mes tantes et mes oncles ;
- mes nièces et neveux ;
- mes ami(e)s.

Cherifa

## Remerciements

Je remercie **ALLAH** le tout puissant pour avoir donné le courage, la force et la persistance de m'avoir permis de finaliser ce travail dans les meilleurs conditions **HAMDOULIALAH**.

Au terme de ce travail, je tiens particulièrement à exprimer ma profonde gratitude au Professeur **SIBOUKEUR Oumelkheir** en me proposant ce thème et en assurant son encadrement. Je lui serai éternellement reconnaissant pour ses orientations, sa patience, sa confiance et ses conseils, tout au long de ce parcours scientifique merci **ma mère scientifique**. J'exprime mes respectueux dévouements au professeur **BISSATI Samia** doyenne de la faculté S.N.V université K.M.O.

J'exprime mes respectueux dévouements à Monsieur **ADMOU Abdelkader** Professeur, à la faculté des sciences de la nature et de la vie, Université de Kasdi Merbah Ouargla pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider la commission d'examen de cette thèse.

A mesdames **BOUDJENAH-HAROUN Saliha** Professeur, à la faculté des sciences de la nature et de la vie, Université de Kasdi Merbah Ouargla, **BECILA-HOUALI Samira**, Maitre de Conférence A, à l'INTAA Constantine et **MIMOUNI Yamina** Maitre de Conférence A, à l'Université de Kasdi Merbah Ouargla, j'adresse ma profonde gratitude pour le grand honneur d'avoir acceptées et de participer au jugement de cette thèse.

A monsieur **BOURAS Noureddine**, Professeur à l'université de Ghardaïa, j'adresse ma profonde gratitude pour l'honneur d'avoir accepté et de participer au jugement de cette thèse.

A toute l'équipe du laboratoire de **BIOQUAL** à l'INTAA Constantine.

A l'équipe de l'**ADE** Batna.

Je tiens à remercier particulièrement, **Bernard FAYE**, qui donne à travers le monde un vrai cours d'humanisme.

Je ne saurai oublier d'exprimer ma reconnaissance à Monsieur **GAUCHERON Frédéric** pour m'avoir accueilli au sein du Laboratoire STLO Rennes France.

A Monsieur **BOUCHER Eric** je trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour l'honneur d'avoir consacré de son précieux temps pour me diriger dans laboratoire durant mon séjour à Rennes

A monsieur **LANEZ** professeur à l'université de l'Oued pour m'avoir accueilli au sein de leur Laboratoire.

Je voudrai remercier du plus profond de mon cœur, Monsieur **EDDOUD Amar** pour ses innombrables services. Qu'il soit assuré de mon éternelle et profonde reconnaissance.

A l'équipe du laboratoire de contrôle de qualité de **GIP-lait** à Batna.

A Monsieur **BEGGARI** et son équipe des laboratoires pédagogiques.

Au docteur **ELBOUTI** inspecteur vétérinaire de la wilaya d'Ouargla.

A madame **Imane BARKA** pour ses aides durant ce travail.

Un Grand merci à tous les **Dromadaires** de la région d'Ouargla.

Enfin, que tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, soient assurés de ma profonde sympathie.

## Table des matières

Liste d'abréviation.....	
Liste des figures .....	
Liste des tableaux .....	
Liste des photos .....	
Liste des annexes.....	
Résumé .....	
Introduction .....	17
Partie I : Partie bibliographique .....	4
1-Partie bibliographique.....	5
1.1. Aperçu sur le dromadaire .....	5
1.2. Répartition géographique et effectif camelin .....	5
1.3. Adaptation du dromadaire aux zones désertiques (arides ou semi arides) .....	6
1.3.1. Alimentation et abreuvement du dromadaire.....	6
1.3.2. Elevage camelin .....	8
1.4. Lait camelin .....	10
Partie II : Matériel et méthodes .....	30
2-Matériel et méthodes.....	31
2.1. Matériel.....	31
2.1.1. Matériel biologique .....	31
2.1.2. Appareillage .....	32
2.1.3. Produits et réactifs.....	33
2.2. Méthodes analytiques .....	33
2.2.1. Enquête .....	33
2.2.2. Analyse physico-chimiques et biochimiques du lait camelin .....	33
2.2.3. Analyses microbiologiques du lait camelin .....	40
Partie III : Résultats et discussion .....	47
III-Résultats et discussion .....	48
3.1. Enquête .....	48

3.2. Caractérisation physico-chimique et biochimique du lait en fonction de l'alimentation de la chamelle .....	48
3.2.1. pH.....	49
3.2.2. Acidité Dornic.....	51
3.2.3. Densité .....	53
3.2.4. Teneur en extrait sec total (EST) .....	55
3.2.5. Teneur en extrait sec dégraissé .....	56
3.2.6. Teneur en cendres .....	58
3.2.7. Teneur en calcium.....	59
3.2.8. Teneur en protéines.....	61
3.2.9. Teneur en vitamine C.....	63
3.2.10. Matière grasse .....	65
3. 3. Qualité microbiologique du lait en fonction de l'alimentation des chameilles.....	70
3.3.1. Observation macroscopique des colonies .....	71
3.3.2. Observation microscopique.....	72
3.3.3. Evolution quantitative de la flore halotolérante des lots expérimentaux de lait stockés à la température ambiante (30°C) et à la température réfrigérée (4°C) .....	73
3.3.4. Test d'antagonismes du lactosérum des trois lots expérimentaux .....	74
Conclusion.....	78
Références .....	81
bibliographiques .....	81
Annexes.....	103

## Liste d'abréviation

<b>AFNOR</b>	Association Française de Normalisation
<b>ANOVA</b>	analysis of variance
<b>BSA</b>	Bovin Serum Albumin
<b>CN</b>	Azote caséinique
<b>Cn</b>	Caséine
<b>CSA</b>	Camel Serum Albumin
<b>CWBP</b>	Camel Whey Basic Protein
<b>DO</b>	Densité Optique
<b>D°</b>	Degré DORNIC
<b>Da</b>	Dalton
<b>ESD</b>	Extrait sec dégraissé
<b>EST</b>	Extrait sec total
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization
<b>FIL</b>	Fédération Internationale de Laiterie
<b>GC/MS</b>	Chromatographie en phase gazeuse/spectrophotométrie de masse
<b>Ig</b>	Immunoglobuline
<b>INRAP</b>	Institut National de la Recherche des Analyses Physico-chimiques
<b>kDa</b>	Kilo Dalton
<b>LF</b>	Lactoferrine
<b>LSP</b>	Lactoperoxydase-thiocyanate-péroxyde d'hydrogène
<b>LZ</b>	Lysozyme
<b>MG</b>	Matière grasse
<b>MST</b>	Matière sèche total
<b>N</b>	Normalité
<b>NPN</b>	Azote non protéique
<b>NT</b>	Azote total
<b>pH</b>	Potentiel hydrogène
<b>pHi</b>	Point isoélectrique
<b>PP</b>	Protéose-peptones
<b>PP3</b>	Composant-3 des protéose-peptones

<b>PT</b>	Protéine total
<b>R</b>	Coefficient de corrélation
<b>UFC</b>	Unité Formant Colonie
<b>UV</b>	Ultra Violet
<b>WPN</b>	Whey Protein Azote
<b><math>\alpha</math>-la</b>	$\alpha$ -lactalbumine
<b><math>\beta</math>-Lg</b>	$\beta$ -Lactoglobuline



## Liste des figures

Figure 1 : Globules gras du lait de camelin (A) et du lait bovin (B) observés au microscope (KARRAY et <i>al.</i> , 2005) .....	15
Figure 2: Structure des globules gras du lait camelin (A) et du lait de vache (B) sous microscope électronique à balayage (KARRAY et <i>al.</i> , 2005).....	15
Figure 3: Modèle d'organisation moléculaire de la micelle et la sub-micelle caséinique bovine selon SCHMIDT (1989).....	19
Figure 4: Micelles de caséines (A) : Cryofracture des micelles caséiniques dans le lait de chamelle observée sous microscope électronique à balayage. (m.c.) micelles de caséines, (s.c.) submicelles de caséines (FARAH et RÜEGG, 1989) (B) : Micrographie électronique d'une micelle des caséines bovines réalisée par microscopie électronique à balayage à émission de champ. Barre d'échelle =200nm (DALGLEISH et <i>al.</i> , 2004) .....	20
Figure 5: Séquence sensible à la chymosine du lait camelin en comparaison avec le lait bovin de la caséine $\kappa$ . Les résidus conservés sont en gris (KAPPELER et <i>al.</i> , 1998)	20
Figure 6: Procédure expérimentale adoptée pour la caractérisation physico-chimique et biochimique de lait .....	35
Figure 7: Courbe étalon du dosage des protéines par la méthode de LOWRY et <i>al.</i> , (1951).	388
Figure 8: Procédure expérimentale des analyses microbiologique .....	411
Figure 9 : pH du lait issu de chameilles conduites selon deux systèmes d'élevage.....	51
Figure 10 : Acidité Dornic du lait issu de chameilles conduites selon deux systèmes d'élevage .....	53
Figure 11: Densité du lait camelin issu de chameilles conduites selon deux systèmes d'élevage .....	54
Figure 12: Teneur en extrait sec total du lait issu de chameilles conduites selon deux systèmes d'élevage .....	56
Figure 13: Teneur en extrait sec dégraissé du lait issu de chameilles conduites selon deux systèmes d'élevage .....	57
Figure 14: Teneur en cendres du lait issu de chameilles conduites selon deux systèmes d'élevage .....	59
Figure 15: Teneur en calcium du lait issu de chameilles conduites selon deux systèmes d'élevage .....	611
Figure 16: Teneur en protéines totales du lait issu de chameilles conduites selon deux systèmes d'élevage .....	62

- Figure 17: Teneur en vitamine C du lait camelin collecté selon deux systèmes d'élevage ..... 64
- Figure 18: Teneur en matière grasse du lait camelin collecté selon deux systèmes d'élevage 66
- Figure 19 : Aspect et taille des globules gras après coloration par le noir soudan (x400)..... 70

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Taxonomie du dromadaire selon (WILSON, 1984).....	5
Tableau 2 : Principales plantes broutées par le dromadaire (CHEHMA, 2006) .....	7
Tableau 3: Composition physico-chimique de lait camelin selon différents auteurs.....	13
Tableau 4: Composition en acides gras (% en mole) de matières grasses de lait camelin selon différents auteurs .....	14
Tableau 5: Composition en vitamines de lait camelin selon différents auteurs en (mg/L).....	16
Tableau 6 : Composition en sels minéraux de lait camelin selon différents auteurs en (mg/L) .....	17
Tableau 7 : les différentes fractions d'azote dans le lait de camelin en (%) .....	177
Tableau 8 : Dispositif expérimental de la caractérisation physico-chimique et biochimique du lait camelin .....	33
Tableau 9 : Dispositif expérimental de l'alimentation de la chamelle .....	40
Tableau 10: Caractérisation physico-chimique et biochimique .....	48
Tableau 11 : Teneur en vitamine C selon la période saisonnière (période froide et chaude) ..	49
Tableau 12: Corrélation entre le pH, l'acidité et la vitamine C .....	49
Tableau 13: Profil acides gras de la matière grasse du lait camelin selon les deux systèmes d'élevage (en % du total de la masse grasse). .....	677
Tableau 14 : Test de la réductase .....	71
Tableau 15: Principales caractéristiques des colonies.....	71
Tableau 16: Evolution quantitative de la flore halotolérante des lots expérimentaux de lait stockés à la température ambiante (environ 30°C) et à la température réfrigérée (4°C). ....	733
Tableau 17 : Diamètres des zones d'inhibition des lots expérimentaux de lactosérum.....	745
Tableau 18 : Activité antibactérienne des trois lots 1',2', 3' de lactosérum contre <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 .....	75

## Liste des photos

Photo 1: Test de la catalase (positif pour la colonie3) .....	72
Photo 2: Test de la coagulase (positif et négative de la colonie) .....	72
Photo 3 : Examen après coloration de GRAM (GX100).....	733

## Liste des annexes

Annexe 1 : Fiche d'enquête.....	104
Annexe 2: Détermination de l'acidité titrable .....	1055
Annexe 3: Détermination du taux de matière sèche totale (MST) ou Extrait solide totale (EST) .....	1066
Annexe 4: Détermination du taux de l'extrait sec dégraissé .....	1077
Annexe 5: Détermination de la teneur en cendres.....	1088
Annexe 6: Détermination de la Teneur en Vitamine C .....	1099
Annexe 7: Détermination de la teneur en protéines par la méthode de LOWRY et al, (1951) .....	110
Annexe 8: Détermination de la teneur en matière grasse .....	1111
Annexe 9: Teneur en calcium.....	1122
Annexe 10 :Détermination du profil d'acide gras.....	1145
Annexe 11: profil des acides gras du lait camelin en extensif .....	1177
Annexe 12: profil des acides gras du lait camelin en semi-intensif .....	1177
Annexe 13 :Test de la réductase.....	1188
Annexe 14: Coloration de GRAM .....	1199

## **Résumé : Etude qualitative des productions laitières des chameaux conduites selon deux systèmes d'élevage**

Ce travail a pour objectif l'étude de l'influence de l'alimentation des chameaux sur la composition et les particularités du lait. Les résultats obtenus indiquent que le passage de l'élevage traditionnel « en extensif » à l'élevage semi-intensif des chameaux, ne semble pas avoir d'effet sur, le pH, la densité, l'acidité Dornic, l'extrait sec total, l'extrait sec dégraissé, le taux de cendres, la teneur en protéines totales et la teneur en matière grasse. En revanche, bien que leur taille soit comparable, une plus grande fréquence de distribution des globules gras est observée dans le cas du lait issu de chameaux conduites en semi-intensif par rapport à celle du lait issu de chameaux conduites en extensif. En plus de cela les profils en acides gras, obtenus par GC/MS, indiquent l'absence des acides gras à courtes chaînes ( $C_4 - C_{10}$ ), une présence d'acides gras à chaînes moyennes ( $C_{12} - C_{14}$ ) et à chaînes longues ( $C_{15} - C_{18}$ ). La présence de l'acide laurique ( $C_{12} : 0$ ) est détectée dans les deux cas. Des acides gras à  $2n+1$  atomes de carbone ( $C_{15} : 0 - C_{17} : 0$ ) ont été détectés seulement dans les échantillons collectés à partir de chameaux élevés en extensif. Cette transition du système extensif d'élevage a affecté négativement la teneur en vitamine C et celle en calcium, les valeurs sont passées de ( $66.75 \pm 17.96$  mg /l en extensif à  $51.58 \pm 12.76$  mg /l en semi-intensif) et de ( $1090.59 \pm 83,44$  mg /l en extensif à  $765.07 \pm 263,14$  mg /l en semi-intensif) respectivement.

Ainsi, en dépit d'une alimentation pauvre, le chameau conduit en extensif produit un lait plus riche en vitamine C et en calcium.

L'étude montre également, l'altération des effets, protecteur contre la flore halotolérante et auto-épuratif, caractérisant le lait de chameaux élevés traditionnellement lors du changement de l'alimentation de l'animal. Enfin, les résultats enregistrés sont de nature à suggérer que l'alimentation serait en partie responsable de certaines particularités auxquelles le lait de chameaux doit sa célébrité.

**Mots clés :** lait, *Camelus dromedarius*, élevage, plantes, caractérisation, composition.

## **Summary: Qualitative study of camel milk production conducted according to two farming systems**

This work aims to study the influence of camel feeding on the composition and particularities of milk. The results obtained indicate that the transition from traditional "extensive breeding" to semi-intensive camel breeding does not seem to have any effect on the pH, the density, the acidity Dornic, the dry extract total, fat-free dry matter content, ash content, total protein content and fat content. On the other hand, although their size is comparable, a greater frequency of distribution of fat globules is observed in the case of milk from camels conducted semi-intensive compared to that of milk from camels conducted extensively. In addition to this, the fatty acid profiles, obtained by GC / MS, indicate the absence of short chain (C4 - C10) fatty acids, a presence of medium chain (C12-C14) and long chain fatty acids. (C15-C18). The presence of lauric acid (C12: 0) is detected in both cases. Fatty acids at  $2n + 1$  carbon atoms (C15: 0-C17: 0) were detected only in samples collected from extensively raised camels. This transition from the extensive rearing system negatively affected the vitamin C and calcium content, from  $(66.75 \pm 17.96 \text{ mg / l})$  in extensif mode to  $(51.58 \pm 12.76 \text{ mg / l})$  in semi-intensive mode) and  $(1090.59 \pm 83.44 \text{ mg / l})$  in extensif mode  $(765.07 \pm 263.14 \text{ mg / l})$  semi-intensive) respectively. Thus, despite a poor diet, the camel conducted extensively produces a milk richer in vitamin C and calcium. The study also shows the alteration of the effects, protective against the halotolerant and self-purifying flora, characterizing the milk of camels traditionally reared during the change of feeding of the animal. Finally, the results recorded are likely to suggest that diet is partly responsible for certain peculiarities to which camel milk owes its fame.

**Key words:** milk, *Camelus dromedarius*, breeding, plants, characterization, composition.

## المخلص: دراسة نوعية لمنتجات الألبان من الإبل التي أجريت وفق نظامين زراعيين

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير (غذاء الإبل) على تركيبة وخصائص حليبها. تظهر النتائج المتحصل عليها أن الانتقال من التربية (واسعة النطاق) التقليدية إلى تربية (شبه مكثفة) لا تؤثر على الـpH، الكثافة، حموضة دورنيك، المواد الصلبة الكلية، المواد الصلبة منزوعة الدهن، محتوى الرماد، محتوى البروتين الكلي و كمية الدهون، إلا أنه ورغم قابلية حجمها للمقارنة ، فقد لوحظ وجود انتشار أكبر لتوزع الكريات الدهنية في حالة الحليب المنتج من الإبل ذات التربية (شبه المكثفة) مقارنة بالحليب المنتج من الإبل ذات (التربية المكثفة)، وبالإضافة إلى ذلك ، فإن التشكيلات الحمضية الدهنية المحصل عليها من GC/MS تشير إلى عدم وجود أحماض دهنية قصيرة السلسلة (C<sub>4</sub> - C<sub>10</sub>) ، ووجود متوسطة السلسلة (C<sub>12</sub>-C<sub>14</sub>) وأحماض دهنية طويلة السلسلة (C<sub>15</sub>- C<sub>18</sub>) ، تم الكشف عن وجود حمض اللوريك (C<sub>12</sub>: 0) في الحالتين كليهما ، بينما كشف عن الأحماض الدهنية ذات ذرات الكربون 2n+1 (C<sub>17</sub>: 0-C<sub>15</sub>: 0) فقط في عينات الحليب التي جمعت من الإبل ذات التربية على نطاق واسع. أثر الانتقال بين النطاقين على محتوى كل من الفيتامين ج والكالسيوم تأثيرا سلبيا إذ تتفاوت القيم من (66.75 ±17.96 مغ/ل على نطاق واسع إلى 51.58 ±12.76 مغ/ل على نطاق شبه مكثف) و (1090.59 ±83,44 مغ/ل على نطاق واسع إلى 765.07 ±263,14 مغ/ل على نطاق شبه مكثف) على التوالي. وهكذا فرغم اتباع نظام غذائي فقير، إلا أن الأبل ذو النطاق الواسع ينتج حليباً غنياً بالفيتامين ج والكالسيوم. كما وتوضح الدراسة أيضاً تغيرات في التأثيرات ، حماية ضد الميكروبات (halotolerante) ، والتنقية الذاتية ، تميز حليب الإبل المرباة تقليدياً عند تغير تغذيته. في الأخير، تشير النتائج المسجلة إلى مسؤولية النظام الغذائي جزئياً عن بعض الخصائص المميزة التي يدين بها حليب الإبل لشهرته.

الكلمات المفتاحية: حليب ، *Camelus dromedarius* ، تربية ، نباتات ، الوصف ، تركيب



# **Introduction**

Le dromadaire a la capacité de valoriser les maigres ressources des parcours sahariens en des protéines de haute valeur nutritionnelle : la viande et le lait (FAYE et BREY, (2004)) ; ADAMOU, (2009) et SENOUSSE, (2009)). A cet effet, le lait de dromadaire présente un intérêt très particulier pour le chamelon et le nomade.

Les particularités structurales et fonctionnelles du lait camelin ont suscité ces dernières décennies l'attention de nombreux chercheurs par le monde (LEESE, (1927) ; YASIN, et WAHID, (1957) ; OHRI et JOSHI, (1961) ; KNOESS, (1977) ; EL-AGAMY, (1983); GNAN et SHERIDA, (1986); ABU-LEHIA, (1987) ; ELLOUZE et KAMOUN, (1989); MEHAIA, (1994); KARUE, (1998); LARSSON-RAZNIKIEWICZ et MOHAMED, (1998); RAMDAOUI et OBAD, (1998); ZHAO, (1998); IQBAL *et al.*, (2001) ; INDRA,(2003); WERNERY, (2003); KONUSPAYEVA, (2007); SIBOUKEUR, (2007); SABOUI *et al.*, (2009); SHAMSIA, (2009) et ALUDATT *et al.*, (2011)).

Ce bioproduit a connu ces dernières décennies un regain d'intérêt et a suscité la curiosité de nombreux chercheurs de par le monde (MEHAIA et CHERYAN, (1983) ; GOUDA *et al.*, (1984) ; TAMIME et ROBINSON, (1985) ; FARAH et RÜEGG, (1989) ; ATTIA *et al.*, (2000) ; HADDADIN *et al.*, (2008) et AL HAJ et AL-KANHAL, (2010). C'est l'un des rares laits qui ressemble au lait humain (SIBOUKEUR, 2007). Il est établi actuellement que les productions laitières camelines (colostrum et lait mature) sont particulièrement intéressantes sur le plan nutritionnel et diététique. Le consommateur autochtone lui confère de nombreuses allégations de santé dont certaines ont été mises en évidence par des travaux scientifiques. Il est renommé pour sa richesse en nutriments de base : protéines, lipides, glucides et éléments minéraux dont les teneurs sont comparables à celles du lait de références et en vitamines, particulièrement la niacine et la vitamine C (SAWAYA *et al.*, (1984) ; FARAH, (1992) ; STAHL *et al.*, (2006) et HADDADIN *et al.*, (2008)).

Il est important de citer sa teneur relativement élevée en vitamine C, comparativement aux laits des autres espèces laitières (FARAH, 1993). En effet, il renferme en moyenne 3 fois plus de vitamine C que le lait de vache (FARAH *et al.*, (1992) ; ELKHIDIR, (2002)). Il représente par conséquent, une importante source de cette vitamine, non biosynthétisable par l'Homme et les animaux supérieurs (FARAH *et al.*, (1992) ; LATHAM, (2001) ; KONUSPAYEVA, (2007)).

Ce produit est connu entre autres par l'organisation de sa matière grasse similaire à celle du lait humain. Celle-ci se trouve sous forme de globules gras de taille relativement petite. Les caractéristiques physiques de ces globules gras, leur taille et leur distribution ont fait l'objet de nombreuses études (YAGIL, (1982) ; TIMMEN et PATTON, (1988) ; FARAH et RÜEGG, (1991) ; MEHAIA, (1995) ; ATTIA *et al.*, (2000) ; HUPPERTZ et KELLY, (2006)).

A l'instar des laits des autres mammifères, le lait camelin, du fait de sa composition physico-chimique et biochimique, est susceptible de contaminations microbiennes. Toutefois, sa salinité prononcée due aux plantes broutées (élevage extensif traditionnel) et à l'environnement (sécheresse, température élevée ...etc.), permet, certaines contaminations (flore halotolérante essentiellement) en cas de non-conformité des conditions de collecte (SIBOUKEUR, 2007). Dans ce contexte, des travaux rapportent que ce lait possède un effet auto-épuratif particulièrement puissant contre cette flore exogène. La durée de cet effet qui peut s'étendre de 2 h à 6 h pour le lait de référence, peut se poursuivre même au-delà de 3 jours d'entreposage à la température ambiante (SIBOUKEUR, (2007)). Ce phénomène serait dû à un système protecteur lié à des particularités, tant quantitatives que qualitatives, des protéines lactosériques camelines (lactoferrine,  $\alpha$ - lactalbumine, Immunoglobulines, le composant 3 des protéose-peptones et le lysozyme) (EL-SAYED *et al.*, (1992), EL-AGAMY *et al.*, (1992) ; EL-HATMI *et al.*, (2006) ; SIBOUKEUR, (2007) et SIBOUKEUR , (2018))

Malgré tous ces atouts et dans le but d'augmenter la productivité, certains éleveurs tendent, ces dernières années, à supplanter le système d'élevage traditionnel (extensif), basé sur la consommation exclusive des plantes diversifiées des parcours sahariens, par le système semi-intensif (semi-stabulation) basé majoritairement sur la consommation de concentrés et occasionnellement sur celles des plantes de parcours. Selon KONUSPAYEVA, (2007), l'intensification de l'élevage de dromadaire dans certains pays (Arabie saoudite, Oman et Kazakhstan ...) pourrait avoir un effet négatif sur la composition du lait, lié au régime alimentaire non diversifié.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce travail dont l'objectif principal vise une étude comparative qualitative du lait issu de dromadaires installés dans le Sud-Est de l'Algérie (Ouargla) et conduits selon les deux systèmes d'élevage. Donc la question qui se pose est ce que cette transition n'affecte elle pas négativement, les particularités inhérentes à ce lait et dont la célébrité en dépend ?

Cette étude comporte quatre parties essentielles à savoir :

1. Une enquête dans le but d'estimer l'ampleur de cette transition dans la région d'Ouargla ;
2. une étude de l'effet de l'alimentation sur les caractéristiques physico-chimique du lait ;
3. une étude de l'effet de l'alimentation sur les caractéristiques biochimique du lait ;
4. une étude de l'effet de l'alimentation sur le système auto-épuratif du lait camelin.

# **Partie I : Partie bibliographique**

## 1-Partie bibliographique

### 1.1. Aperçu sur le dromadaire

Le mot dromadaire vient du mot grec « dromas », qui signifie coureur. Le dromadaire appartient à la famille des camélidés, représentée par le dromadaire ou *Camelus dromedarius* (Tableau 1) ayant une seule bosse et par le chameau à deux bosses *Camelus bactrianus* (SIBOUKEUR, 2007). L'origine du dromadaire est l'Amérique de nord (RIPINSKY, 1983).

**Tableau 1 : Taxonomie du dromadaire selon (WILSON, 1984)**

Règne	Animalia
Embranchement	Chordata
Classe	Mammalia
Ordre	Artiodactyla
Sous ordre	Tylopoda
Famille	Camelidae
Sous famille	Camelinae
Genre	<i>Camelus</i>
Espèce	<i>Camelus dromedarius</i>

Le dromadaire se distingue des autres animaux par sa multifonctionnalité. Il est utilisé dans le transport de l'Homme et de ses marchandises. Ses poils servent à la ont exploités dans la confection des vêtements (burnous, kachabia ...etc) et des tentes (khiyam).Sa peau sert à la fabrication des chaussures, des ceintures et des sacs ...etc.

Le dromadaire représente en plus des qualités citées, un pourvoyeur non négligeable de deux produits alimentaires de haute valeur nutritive : la viande et le lait (SIBOUKEUR, (2007) ; ADAMOU, (2009) et SENOUSSE, (2011)).

Cependant, malgré les rôles socio-économiques et écologiques très importants joués par cet animal et son excellente adaptation aux conditions rudes et hostiles des régions arides et semi-arides du monde où il vit, le cheptel camelin est relativement sous- estimé dans le monde (YAGIL, (1982) ; FAYE, (2009) et SENOUSSE, (2011)).

### 1.2. Répartition géographique et effectif camelin

Selon les statistiques de la FAO (2008), la population totale de chameaux dans le monde a été estimée à environ 20 millions ; la Somalie ayant le plus grand troupeau. Les chameaux vivent dans les vastes zones pastorales en Afrique et en Asie, et sont divisés en deux espèces

différentes : le dromadaire (*Camelus dromedarius*) qui vit principalement dans les zones désertiques chaudes et le chameau (*Camelus bactrianus*) qui vit dans les zones désertiques froides. Le dromadaire se retrouve largement dans le Moyen-Orient, au Nord et à l'Est de l'Afrique, à l'Ouest de l'Asie du Sud et en Australie.

En Algérie, l'effectif du cheptel camelin a connu une forte diminution due essentiellement aux conditions de sécheresse extrême, de dégradation des parcours, au manque d'eau...etc (SENOUSSI, 2011). Les changements climatiques ne sont pas sans incidence sur la situation actuelle de cet animal dont l'effectif a été estimé à environ de 290 000 têtes (SENOUSSI, 2011).

### **1.3. Adaptation du dromadaire aux zones désertiques (arides ou semi arides)**

Le dromadaire est considéré comme un élément de lutte contre la désertification de par sa participation à la régénération des parcours (comportement déambulatoire, zoochorie, comportement physiologique et alimentaire ...etc.) (TRABELSI, 2016). Il représente ainsi le facteur primordial d'équilibre de l'écosystème désertique (FAYE, 2009). Il constitue à cet effet, la clef de voûte dans la chaîne écologique désertique du Sahara (SENOUSSI, 2011).

#### **1.3.1. Alimentation et abreuvement du dromadaire**

Le dromadaire s'alimente avec une végétation ligneuse souvent épineuse, non appréciée voire rejetée par les autres animaux domestiques (Tableau 2) (CHEHMA, 2006). Il peut pâturer 4 à 8 h /j selon la disponibilité des plantes (SENOUSSI, 2011). FAYE, (1997) a mentionné qu'en saison favorable le dromadaire ingère 2 à 3 kg de fourrage /heure et qu'en en saison sèche, il ingère environ 1,5 kg /heure. LONGO et *al.*, en (2007) rapportent que le dromadaire possède une capacité immense de transformation des plantes halophytes et épineuses, non accessibles aux autres espèces animales domestiques et de les rendre comestibles. Cet herbivore est en effet capable de consommer plusieurs types d'aliments dont beaucoup sont non acceptables par les autres ruminants (MATHARU, (1996) et CHEHMA, (2006)) (Tableau 2). Il peut passer une longue partie de la journée en pâturant des arbres et des arbustes situés généralement à des hauteurs allant de 1 à 3 mètres (SCHWARTZ et *al.*,1982). Généralement, il préfère de consommer les fourrages verts plutôt que les fourrages secs. Ainsi, en saison sèche par exemple, il cherche les formations ligneuses encore vertes plutôt que les pailles du tapis herbacés. En revanche, en saison des pluies, il préfère des graminées en phase active (FAYE, 1999). Il a été rapporté que la plupart des arbres et des herbacées dont les matières sèches

ingérées en saison humide par cet animal sont de l'ordre de 43,29% et 44,03% respectivement (AIT HAMOU, 1993).

**Tableau 2 : Principales plantes broutées par le dromadaire (CHEHMA, 2006)**

Nom scientifique (sp)	Nom vernaculaire	Famille
<i>Accia nilotica</i>	Talhaia	Mimosaceae
<i>Agatophora alopecuroides</i>	Ghassal	Chenopodiaceae
<i>Anabasis articulata</i>	baguel	Chenopodiaceae
<i>Argyrolobium uniflorum</i>	Rguiga bel groun	Fabaceae
<i>Artemisia herba alba</i>	Chih	Asteraceae
<i>Arthrocnemum macrostachyum</i>	H'madha	Chenopodiaceae
<i>Asteriscus graveolens</i>	Tafs	Asteraceae
<i>Astragalus armatus</i>	Kandoul	Fabaceae
<i>Astragalus gombo</i>	Faila	Fabaceae
<i>Atractylis serratuloides</i>	Ser	Asteraceae
<i>Calendula aegyptiaca</i>	Ain safra	Asteraceae
<i>Carduncellus eriocephalus</i>	Guen el djedi	Asteraceae
<i>Catananche arenaria</i>	kidan	Asteraceae
<i>Chrysanthemum macrocarpum</i>	Bouchicha	Asteraceae
<i>Cornulaca monacantha</i>	Hadd	Amarantaceae
<i>Diplotaxis acris</i>	Azezga	Brassicaceae
<i>Echium humile</i>	Wacham	Boraginaceae
<i>Ephedra alata</i>	Alanda	Ephedraceae
<i>Helianthemum lippii</i>	Rguig	Cistaceae
<i>Ifloga spicata</i>	Zaidet Lekhruf	Asteraceae
<i>Launea glomerata</i>	Harchaia	Asteraceae
<i>Launea mucronata</i>	Adide	Asteraceae
<i>Limoniastrum guyonianum</i>	Zeita	Plombaginaceae
<i>Malcomia aegyptiaca</i>	Lehma	Brassicaceae
<i>Maricandia arvensis</i>	Krombe	Brassicaceae
<i>Moltkiopsis ciliata</i>	Halma	Boraginaceae
<i>Neurada procumbens</i>	Saadane	Rosaceae
<i>Nitraria retusa</i>	Ghardak	Zygophyllaceae
<i>Oudneya africana</i>	Henat l'ibel	Brassicaceae
<i>Plantago ciliata</i>	Lalma	Plantaginaceae
<i>Plantago notata</i>	L'inim	Plantaginaceae
<i>Psoralea plicata</i>	Hamma	Fabaceae
<i>Randonia africana</i>	Tagtag	Resedaceae
<i>Rhantherium adpressum</i>	Arfage	Asteraceae
<i>Salsola longifolia</i>	Semmoumed	Chenopodiaceae
<i>Salsola tetragona</i>	Belbel	Chenopodiaceae
<i>Salvia aegyptiaca</i>	Safsaf	Labiaceae
<i>Savignya longistyla</i>	Goulglane	Brassicaceae
<i>Sitzelia coronopifolia</i>	Hareycha	Asteraceae
<i>Spartidium saharae</i>	Merkh	Fabaceae
<i>Stipagrostis pungens</i>	Drinn	Poaceae
<i>Sueda fructicosa</i>	Souide	Chenopodiaceae



<i>Tamarix gallica</i>	Tarfa	Tamaricaceae
<i>Thymelea microphylla</i>	Methnan	Thymeliaceae
<i>Traganum acuminatum</i>	Damraine	Chenopodiaceae
<i>Zilla macroptera</i>	Chebok	Brassicaceae
<i>Zygophyllum album</i>	Agga	Zygophyllaceae

En matière d'abreuvement, on estime qu'en conditions climatiques défavorables (chaleur et sécheresse), les besoins quotidiens sont de l'ordre de 6 litres /100kg de poids vif. Ils sont diminués de moitié en conditions favorables (saison fraîche et humide). Chez la femelle allaitante, la production d'un litre de lait nécessite 1,5 litres d'eau supplémentaires. Au cours du dernier tiers de la gestation, les femelles gravides augmentent leur besoin en eau de 20% environ (FAYE, 1999).

### 1.3.2. Elevage camelin

#### 1.3.2.1. Systèmes d'élevage

Il existe globalement deux modes d'élevage des camélidés :

- « Élevage extensif » ou élevage traditionnel basé sur la consommation des plantes naturelles des parcours ;
- « élevage intensif » ou moderne (en stabulation) limitation basée sur l'utilisation des compléments alimentaires.

Entre les deux, existe un système d'élevage intermédiaire « élevage semi-intensif » (semi-stabulation) basée sur une alimentation mixte selon la disponibilité des plantes du parcours.

#### a/Elevage extensif

En Algérie, l'élevage camelin est conduit principalement selon le système extensif. Le dromadaire est d'ailleurs la seule espèce d'élevage capable de valoriser cette alimentation très maigre et très contraignante (CHEHMA et al., 2004). Ce système d'élevage comprend en général les modes d'élevage suivants :

- **Le nomadisme**

L'élevage nomade est un ensemble de déplacements irréguliers et anarchiques, entrepris par un groupe de pasteurs d'effectifs variables, dans des directions imprévisibles. Dans ce cas

migratoire, les nomades suivent le troupeau. Dans ce mode d'élevage les familles sont sans habitat fixe (AGUE, 1998) ;

- **Le semi-nomadisme**

Dans ce cas l'alimentation est assurée, pendant une bonne partie de l'année, par des déplacements irréguliers, à la recherche d'herbe et d'eau. A la différence du nomadisme, les éleveurs possèdent un point d'attache "habitat fixe", où les troupeaux passent une partie de l'année (QAARO, 1997).

- **Le sédentarisme**

Ce mode d'élevage est basé sur la consommation des ressources situées à proximité de l'habitat qui est fixe, et celle des produits de l'agriculture. Les troupeaux sont en général de petite taille (QAARO, 1997).

- **La transhumance**

La transhumance fait référence à une pratique de déplacement des troupeaux, saisonnier, pendulaire, selon des parcours bien précis (FAYE, 1997). Ce mode d'élevage est à répétition annuelle. Toutefois, en fonction des objectifs de l'éleveur, diverses modalités et au sein de différents types de systèmes d'élevage pastoral sont adoptées. Parfois, les routes de transhumance sont modifiées selon la disponibilité en pâturage et les conditions d'accès aux ressources. Ce mode est basé sur l'utilisation presque exclusive des ressources des parcours et les troupeaux sont souvent confiés à des bergers. Les problèmes sont donc liés à l'insuffisance ou à la baisse de qualité saisonnière des disponibilités fourragères, ou au défaut de suivi du troupeau, sur le plan de l'alimentation, de la reproduction et de la santé (OULD AHMED, 2009).

## **b/ Elevage intensif**

Un système d'élevage camelin autre que le système traditionnel a fait son apparition en Algérie ces dernières années. A ce sujet, BEN AISSA, en (1989) rapportent l'existence de fermes pratiquant l'engraissement des dromadaires en vue d'abattage non contrôlé, dans des parcours délimités ; le dromadaire étant capable de céder aux exigences de la "modernité" en

élevage et de subir une intensification de sa production pour satisfaire aux demandes croissantes des populations urbaines des zones désertiques et semi-désertiques.

### **c/Elevage semi-intensif**

Dans l'élevage semi-intensif, les cheptels sont maintenus en stabulation (CORREA, 2006). Durant toute la saison sèche, les troupeaux camelins, constitués uniquement de femelles laitières reçoivent une ration le matin avant de partir à la recherche de pâturages dans les zones périphériques de la ville. Ils reviennent très tôt dans l'après-midi et reçoivent de l'eau et une complémentation alimentaire (OULD SOULE, 2003 ; CORREA, 2006). Pendant l'hivernage, l'alimentation est quasi-exclusivement basée sur les pâturages naturels. Les productions laitières sont meilleures du point de vue qualitatif et quantitatif pendant l'hivernage car l'alimentation est plus équilibrée. La quantité de lait produit varie en fonction du stade de lactation, de 3 à 7 litres/jour (soit en moyenne 4,5 l/j) ceci a valu aux dromadaires d'être privilégiés au détriment des autres espèces domestiques et de plus, de bénéficier d'un regain d'intérêt de la part des hauts fonctionnaires, des hommes d'affaires, des grands commerçants qui investissent dans l'élevage des camelins, moyen d'épargne et prestige incontestable. Ceux-ci confient leurs troupeaux à des bergers salariés et ils ont aussi recours aux services sanitaires (prophylaxie, soins vétérinaires, vaccins etc...) (CORREA, 2006). Le système semi-intensif camelin présente des inconvénients liés à une exploitation irrationnelle de cette espèce animale. En effet, les propriétaires achètent des femelles en fin de gestation ou en début de lactation pour rentabiliser leur production. Lorsque ces dernières sont taries, elles sont mises en vente avec les jeunes pour renouveler les troupeaux. Ce qui représente une perte potentielle pour le secteur d'élevage dans la mesure où ces femelles aptes à se reproduire finissent généralement en boucherie avant la fin de leur vie reproductive. Cela constitue un problème majeur quant à la reproduction et à la pérennité de l'espèce (CORREA, 2006).

#### **1.4. Lait camelin**

Le dromadaire est le seul animal capable de valoriser les plantes des parcours, de faible valeur fourragère, par ses productions, de viande et de lait (FAYE et BREY, (2004) ; ADAMOU, (2009) ; SENOUSSE, (2009) ; AL HAJ et *al.*, (2010)). Le lait camelin suscite de plus en plus l'attention des chercheurs de par le monde du fait de l'engouement du consommateur vis-à-vis de ce produit naturel, auquel de nombreuses vertus nutritives, diététiques et thérapeutiques sont attribuées.

#### 1.4.1. Potentiel laitier du dromadaire

En dépit de l'aridité et l'hostilité du milieu dans lequel elle vit, la chamelle possède la capacité de produire un lait de composition similaire à celle du lait bovin. Le lait camelin est l'un des rares laits qui se rapproche du lait humain (SIBOUKEUR, 2007). L'absence de beta-lactoglobuline (EL-HATMI *et al.*, 2006), sa richesse en lysozyme (El AGAMY *et al.*, (1996) ; El AGAMY, (2000)), la taille des globules gras (YAGIL, (1982) ; MEHAIA, (1995) ; FARAH, (1996) ; FARAH, (2004) et KARRAY *et al.*, (2005)), sa teneur relativement élevée en vitamine C et en niacine en sont en grande partie responsables (KONUSPAYEVA, (2007) et SIBOUKEUR (2007)) .

La production laitière cameline varie selon les saisons et l'alimentation (KNOESS *et al.*, (1986) ; ELLOUZE et KAMOUN, (1989) ; WILSON, (1998) et FARAH *et al.*, (2007)). La moyenne quotidienne est estimée entre 3 et 10 kg avec une période de lactation de 12 à 18 mois (FARAH *et al.*, 2007). D'autres auteurs évaluent la production entre 1000 et 2000 litres par période de lactation de 8 à 18 mois (FAO, 2006). La production mondiale du lait a été estimée par FAYE en (2004) à environ de 5 ,4 millions de tonnes.

#### 1.4.2. Caractéristiques physico-chimiques

Le lait camelin est blanc, opaque et mate. La couleur blanche est due à la structure des caséines et à la composition de sa matière grasse relativement pauvre en  $\beta$ -carotène (SAWAYA *et al.*, (1984) ; STAHL *et al.*, (2006) ; AL HAJ et Al KANHAL, (2010)). Son odeur est légèrement douce. Son goût est légèrement sucré (OHRI et JOSHI, 1961), acide, parfois salé (ABDEL-RAHIM, 1987) et/ou amère (RAMET, 2003). Cette variabilité dans le goût est en fonction du mode d'élevage et de l'abreuvement (Farah, 1996). Le pH fluctue autour de 6,31 (Tableau 3). Son acidité Dornic est de l'ordre de 18,2° Dornic (SIBOUKEUR ,2007). Sa densité oscille entre 0,99 et 1,034 (Tableau 3) avec une viscosité moyenne de 2,2 centpoises (HASSAN *et al.*, 1987) et son point de congélation de l'ordre de -0,555 °C (DEBOUZ *et al.*, 2014). Les fluctuations qui existent dans les valeurs des constantes physico-chimiques mentionnés par différents auteurs sont liées aux teneurs variables des différents composants de ce lait (MEHAIA *et al.*, 1995 ; WANGOH *et al.*, 1998 a), liées aussi à d'autres facteurs tels que : le régime alimentaire, le rang, le stade de lactation et les techniques d'analyses...etc (EL-AGAMY, 2006).

### 1.4.3. Caractérisation biochimique

#### a/ Lactose

La teneur en lactose varie entre 24 à 58 g/l (Tableau 3). Le lactose est à l'origine du goût parfois sucré du lait camelin (PARK et HAENLEIN, 2006).

#### b/Matière grasse

Les triglycérides représentent 96 % des lipides totaux du lait (GORBAN et IZZELDIN, 2001). La teneur en matière grasse du lait de dromadaire est comprise entre 28-59 g/L (Tableau 3). Elle constitue une source de vitamines liposolubles et d'acides gras (FARAH, (2004) et SIBOUKEUR, (2007)).

En comparaison avec le lait de vache, le lait camelin contient de petites quantités d'acides gras à courte chaîne ( $C_4-C_{12}$ ) (FARAH, (2004) ; KARRAY *et al.*, (2005) ; AL HAJ et AL KANHAL, (2010) et FARAH, (2011)). Des teneurs plus élevées d'acides gras à  $2n$  atomes de carbone de longues chaînes ( $C_{14}-C_{22}$ ) (KARRAY *et al.*, (2005) et KONUSPAYEVA *et al.*, (2008)) et à  $2n + 1$  atomes de carbone ( $C_{15}-C_{23}$ ) (KARRAY *et al.*, 2005), sont mentionnés dans la littérature (Tableau 4). Des teneurs élevées en acides gras insaturés de l'ordre de 43%, en particulier les acides gras essentiels (HADDADIN *et al.*, (2008) et AL HAJ et AL KANHAL, (2010)) sont également évoquées. Le point de fusion de la matière grasse du lait camelin a été étudié par plusieurs auteurs (ORLOV et SERVETNIK-CHALAYA, (1981) ; ABU-LEHIA, (1989) et FARAH et RÜEGG, (1991)). Il est plus élevé dans la matière grasse du lait camelin (41,9 °C) (ABULEHIA, 1989) comparativement avec celui de la matière grasse du lait de vache (22,8 °C à 32,6 °).

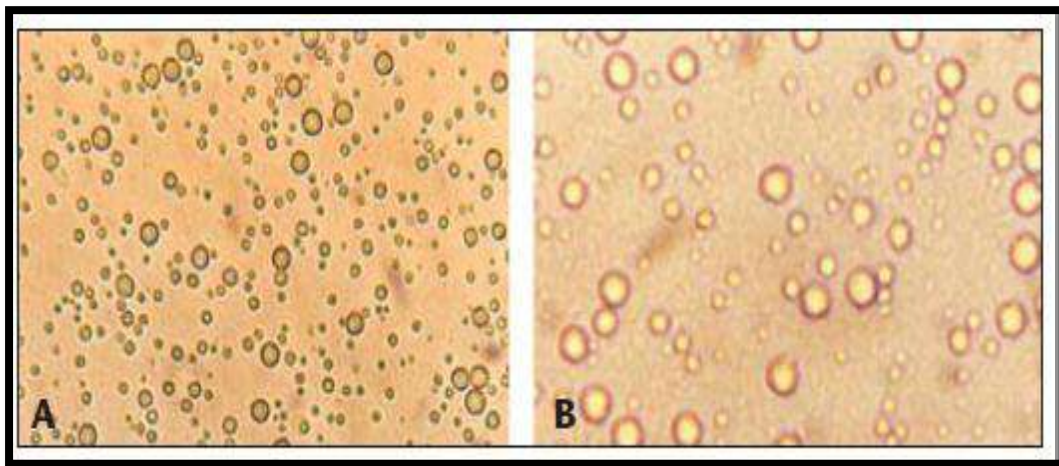
Tableau 3: Composition physico-chimique de lait camelin selon différents auteurs

	Pays	pH	Acidité (D°)	Densité	EST (g/L)	Cendres (g/L)	Protéines Totales (g/L)	Lactose (g/L)	MG (g/L)	Références
Afrique	Algérie	6,31	18,2	1,0230	113,11	7,28	35,68	43,87	28	SIBOUKEUR,(2007)
	Tunisie	-	-	-	114	9	23	46,9	35,5	ELLOUZE et KAMOUN, (1989)
	Kenya	-	-	-	121,4	8,6	34,2	36,5	56	KARUE, (1998)
	Maroc	-	-	-	111,4	8,6	33,6	41,9	27,4	RAMDAOUI et OBAD, (1998)
	Egypte	-	-	-	131	7	37	58	29	EL-AGAMY, (1983)
	Ethiopie	-	-	-	143	9	45	34	55	KNOESS, (1977)
	Somalie	-	-	-	131	6	30	-	46	LARSSON-RAZNIKIEWICZ et MOHAMED, (1998)
	Mauritanie	-	16,1	1,0301	-	13	25	49,1	29,2	MINT MEILOUD <i>et al.</i> , (2011)
	Lybie	-	-	-	130,3	8,2	33	56,1	33	GNAN et SHERIDA, (1986)
	Mongolie				136,4	7	35,3	49,5	44,7	INDRA, (2003)
	Afrique de l'Est	-	-	-	130	6	37	58	29	LEESE, (1927)
	Tunisie	6,41	17,2	1,02	119,43	7,5	34,15	42,78	37,5	SABOUI <i>et al.</i> , (2009)
Egypte	6,64	16,2	1,033	132	8,7	34,6	48,6	40	SHAMSIA ,(2009)	
Asie	Inde	-	-	-	135,7	9,5	39,5	48,8	37,8	OHRI et JOSHI (1961)
	Pakistan	-	-	-	133	7,0	37	58	29	YASIN et WAHID (1957)
	Kazakhstan	6,46	24,04	1,034	108,7	-	31	31,2	59,4	KONUSPAYEVA,(2007)
	Arabie saoudite	6,61	14	-	116,9	7,9	28	35	46	MEHAIA,(1994)
	Pakistan	-	20	1,032	125	-	29	-	35	IQBAL <i>et al.</i> ,(2001)
	Jordanie	6,5-6,6	12-15	-	103	6,1 -7,3	21-24,9	23,8-41	28,2-45,8	ALUDATT <i>et al.</i> ,(2010)
	Chine	-	-	-	88,5	7	34,5	45,5	41,5	ZAGULIK, (1998)
	Arabie saoudite	-	15	-	112,9	8	26,8	46,7	33,1	ABU-LEHIA,(1987)
Émirats arabes unis	-	-	-	107,5	-	33,5	47,5	35	WERNERY, (2003)	

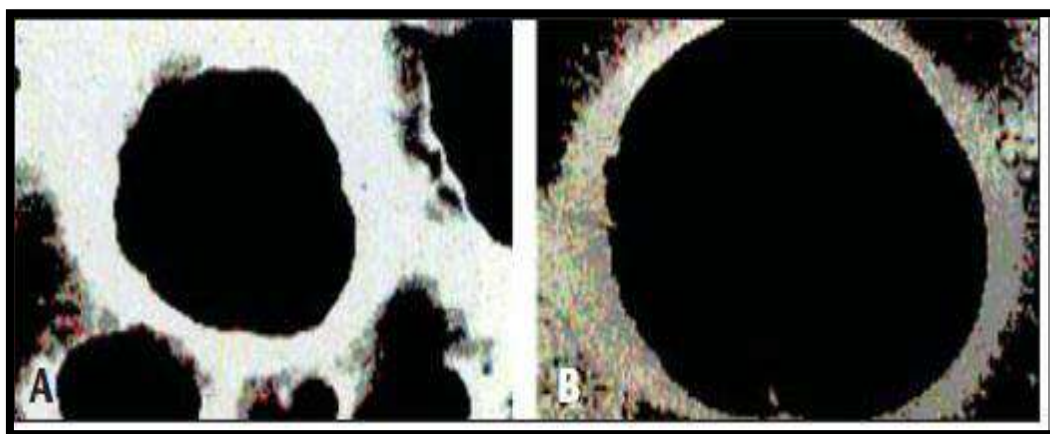
Tableau 4: Composition en acides gras (% en mole) de matières grasses de lait camelin selon différents auteurs

Catégories	Nom Commun	Formule abrégée	SAWAYA et al., (1984)	ABULEHI A, (1987)	FARAH et al., (1989)	GNAN et SHERIHA, (1986)	JARDALI, (1988)	MOHAME D, (1990)	ATTIA et al., (2000)	CARDAK et al., (2003)	YAGIL, (1982)	ALAIS et LINDEN, (1997)	
Acides gras Saturés	Butyrique	C4 : 0	0,1	-	0,6	0,70	0,97	0,08	0,60	0,02	2,10	3-4	
	Caproïque	C6 : 0	0,2	-	0,4	-	0,1	0,1	0,22	0,18	0,90	2-5	
	Caprylique	C8 : 0	0,2	0,1	0,2	0,2	0,15	0,1	0,21	0,18	0,60	1-1,5	
	Caprique	C10 : 0	0,2	0,1	0,9	0,30	0,18	0,15	0,25	0,32	1,40	2,0	
	Laurique	C12 : 0	0,9	0,7	0,8	0,10	0,68	0,94	1,19	0,92	0,60	3,0	
	Myristique	C14 : 0	11,4	10,1	12,5	10,40	14,38	11,50	13,11	10,84	7,30	11,0	
	Palmitique	C16 : 0	26,7	26,6	31,5	29,00	35,47	31,20	31,45	24,90	29,3	25-30	
	Stéarique	C18 : 0	11,1	12,2	12,5	12,00	11,66	17,30	16,12	15,38	11,1	12,0	
	Arachidique	C20 : 0	0,6	0,6	1,03	-	-	-	-	-	-	0,2	
	Béhénique	C22 : 0	0,2	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	
Lignocérique	C24 : 0	0,1	--	-	-	-	-	-	-	-	-		
Acides gras monoinsaturés	Laurooléique	C12 : 1	-	--	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Myristoléique	C14 : 1	1,6	1,9	1,1	-	-	-	0,70	-	-	-	
	Palmitoléique	C16 : 1	11,0	10,4	9,4	9,90	8,83	8,20	11,62	11,86	-	2,0	
	Oléique	C18 : 1	25,5	26,3	19,1	27,00	20,22	27,04	20,70	30,74	38,90	23	
Acides gras polyinsaturés	Linoléique	C18 : 2	3,6	2,9	3,4	2,60	1,75	1,91	1,19	2,12	3,90	2,0	
	Linoléinique	C18 : 3	3,5	1,4	1,4	-	-	1,52	1,19	1,74		0,5	
	Arachidonique	C20 : 4	0,4	-	0,96			-	0,49	0,66		0,3	

La majeure partie de la matière grasse existe sous la forme de petits globules sphériques de différentes tailles dispersés dans la phase aqueuse (Figures 1 et 2) (KARRAY *et al.*, 2005). La surface de ces globules gras est revêtue d'une membrane mince agissant comme un agent émulsifiant (FARAH, 2004). Le diamètre des globules gras varie de 1,5 à 9  $\mu\text{m}$  pour les globules gras camelines selon MEHAIA, (1995) et de 1,2 à 4,2  $\mu\text{m}$  selon YAGIL, (1982), contre 3 à 6  $\mu\text{m}$  pour ceux issus du lait bovin. Les phospholipides de la membrane des globules gras du lait camelin sont composés de 35,5% de phosphatidyl éthanolamine, 23% de phosphatidylcholine et 28% de sphingomyéline (FARAH, 1996).



**Figure 1 : Globules gras du lait de camelin (A) et du lait bovin (B) observés au microscope (KARRAY *et al.*, 2005)**



**Figure 2: Structure des globules gras du lait camelin (A) et du lait de vache (B) sous microscope électronique à balayage (KARRAY *et al.*, 2005)**



**c/Vitamines**

La présence des vitamines, C, A, E, D et celles du groupe B a été évoquée par de nombreux auteurs (SAWAYA *et al.*, (1984) ; FARAH *et al.*, (1992) ; KAPPELER, (1998); STAHL *et al.*, (2006) ; KONUSPAYEVA, (2007) ; SIBOUKEUR ,(2007) ; HADDADIN *et al.*, (2008) et ALUDATT *et al.*, (2010)) (Tableau 5). Le lait camelin est cependant renommé pour sa richesse en vitamine C ; la teneur en cette dernière est trois à cinq fois (STAHL *et al.*, 2006 ; FARAH *et al.*, 1992) supérieure à celle dans le lait bovin. Le pH du lait camelin semble être corrélé avec la haute teneur en vitamine C conférant au lait son goût sucré, qui peut être masqué si l'animal mange de la végétation salée ou amère (YAGIL *et al.*, 1994). La disponibilité d'une quantité relativement importante en vitamine C dans le lait camelin sert comme appui du point de vue nutritionnel dans les zones arides où les fruits et les légumes contenant de la vitamine C sont rares (FARAH *et al.*, 1992).

**Tableau 5: Composition en vitamines de lait camelin selon différents auteurs en (mg/L)**

Pays	Vitamines									Références
	Vit A	Vit E	Vit B1	Vit C	Vit B2	Vit B6	Vit B 12	Vit B 3	Vit B9	
Algérie	-	-	-	41,40		-	-	-	-	SIBOUKEUR, (2007)
Kazakhstan	-	-	-	152		-	-	-	-	KONUSPAYEVA, (2007)
Jordanie	0,09-0,02	0,16-0,85	-	15,7-44,7	-	-	-	-	-	ALUDATT <i>et al.</i> , (2010)
Somalie	0,10-0,15	0,53	0,33-0,60	24-36	0,42-0,80	0,52	0,002	4,6	0,004	KAPPELER, (1998)

**d/Sels minéraux**

Les principaux minéraux du lait camelin sont les chlorures, le phosphate, le sodium, le calcium le magnésium et le potassium (MOHAMED, 1990). Les sels influencent sur l'état physique et de la stabilité des protéines (FARAH, 1993). Ils interviennent dans de nombreuses fonctions dans l'organisme telles que l'ossification, le maintien de l'équilibre de l'eau et le transport d'oxygène (BRODY, 1999). Les teneurs en sels minéraux du lait camelin cités par nombreux auteurs sont mentionnées dans le tableau (6). La composition minérale du lait est affectée par de nombreux facteurs tels que l'état de santé de la mamelle et le stade de lactation (FARAH, 1993).

**Tableau 6 : Composition en sels minéraux de lait camelin selon différents auteurs en (mg/L)**

Pays	Sels minéraux						Référence
	Ca	Mg	Fe	Na	K	P	
Tunisie	1650	70	-	470	2460	-	SABOUI et <i>al.</i> , (2009)
Arabie saoudite	1181,6	74,4	-	580,9	1703,9	-	GORBAN and IZZELDIN, (1997)
Mauritanie	520	120	1,20	115	2700	-	MINT MEILOUD et <i>al.</i> , (2011)
Jordanie	516-1675	104,7-297	0,330-3,54	217-488	1106-1895	588,8-745	ALUDATT et <i>al.</i> , (2010)

**e/Matière azotée**

La fraction azotée du lait camelin est similaire à celle du lait bovin. Elle est répartie en deux sous fractions : l'azote non protéique (NPN) et l'azote protéique (NP) (Tableau 7).

La teneur de (NPN) est de l'ordre de 5 à 10% et est environ le double de la teneur retrouvée dans le lait bovin. Cette fraction est caractérisée par une haute valeur biologique qui est due à sa richesse en acides aminés libres, en nucléotides et en certains précurseurs de vitamines ainsi que des peptides, de l'acide urique, de l'urée, de la créatine (SIBOUKEUR, 2007), de l'acide hippurique et de l'ammoniac (FAYE et *al.*, 2010)

L'azote protéique (NP) représente 90 à 95 % de l'azote total du lait camelin versus 94 – 95 % pour le lait bovin (MEHAIA et *al.*, 1995). Elle contient des protéines micellaires ou caséines (75% environ) et des protéines sériques (25% environ) (MEHAIA et *al.*, 1995 ; SIBOUKEUR, 2007).

**Tableau 7 : les différentes fractions d'azote dans le lait de camelin en (%)**

Fractions d'azote	CN	WPN	NPN	Références
Lait Camelin	74	21	4,6	URBISIMOV et <i>al.</i> , (1983)
	74	22	6,2	ABU-LEHIA, (1987)
	76	17	6,7	FARAH et <i>al.</i> , (1989)
	71	23	5,8	BAYOUMI, (1990)

**\* Caséines**

Le terme de caséine désigne, un mélange hétérogène de protéines phosphorylées spécifiques du lait (Figures 3 et 4). Les caséines sont responsables de la formation du gel lactique (caillé) (KAMOUN, 1995). Elles représentent dans le lait camelin, la fraction protéique la plus abondante à savoir 73-81% des protéines totales (SOOD et SIDHU, (1979) et MEHAIA et *al.*, (1995)). Elle a été caractérisée, particulièrement par les travaux de SOOD et SIDHU (1979) qui se sont intéressés à la composition en calcium et en phosphore des caséines, à leur niveau d'hydratation, à leur voluminosité et leur viscosité ainsi qu'à leur sensibilité à la chaleur. PANT et CHANDRA, (1980) ont mentionné l'existence dans le lait camelin des protéines similaires aux caséines  $\alpha$  et  $\beta$  bovines. La structure des micelles, leur diamètre et leur distribution ont fait l'objet de plusieurs travaux (MEHAIA et CHERYAN, (1983) ; GOUDA et *al.*, (1984) ; TAMIME et ROBINSON, (1985) ; FARAH et RÜEGG, (1989) ; ATTIA et *al.* (2000)), ont essayé d'acquérir des informations sur les changements dans les micelles du lait de dromadaire en fonction de l'abaissement progressif du pH. Ils ont aussi observé la solubilisation des composants micellaires. L'utilisation microscopique, rhéologique et les études d'hydratation leur ont permis d'expliquer les changements dans la structure micellaire. Les résultats ont été comparés à ceux du lait de vache. D'autres recherches portant sur cette fraction et ont essayé de mieux la caractériser. On cite dans ce contexte, FARAH et FARAH-RIESEN, (1985) ; LARSSON-RAZNIKIEWICZ et MOHAMED (1986) ; MEHAIA, (1987 a, b et c) ; MEHAIA et *al.*, (1988) ; JARDALI et RAMET, (1991) ; MOHAMED et LARSON-RAZNIKIEWICZ, (1991) ; OCHIRKHUYAG et *al.*, (1997) ; KAPPELER et *al.*, (1998) et KHEROUATOU et *al.*, (2003).

Le diamètre des micelles camelines selon tous les auteurs est nettement supérieur à celui de leur homologue bovin (260 à 300  $\mu\text{m}$  versus 100 – 140  $\mu\text{m}$ ) (TAMIME et ROBINSON, (1985) ; FARAH et RÜEGG, (1989) et JARDALI et RAMET, (1991)).

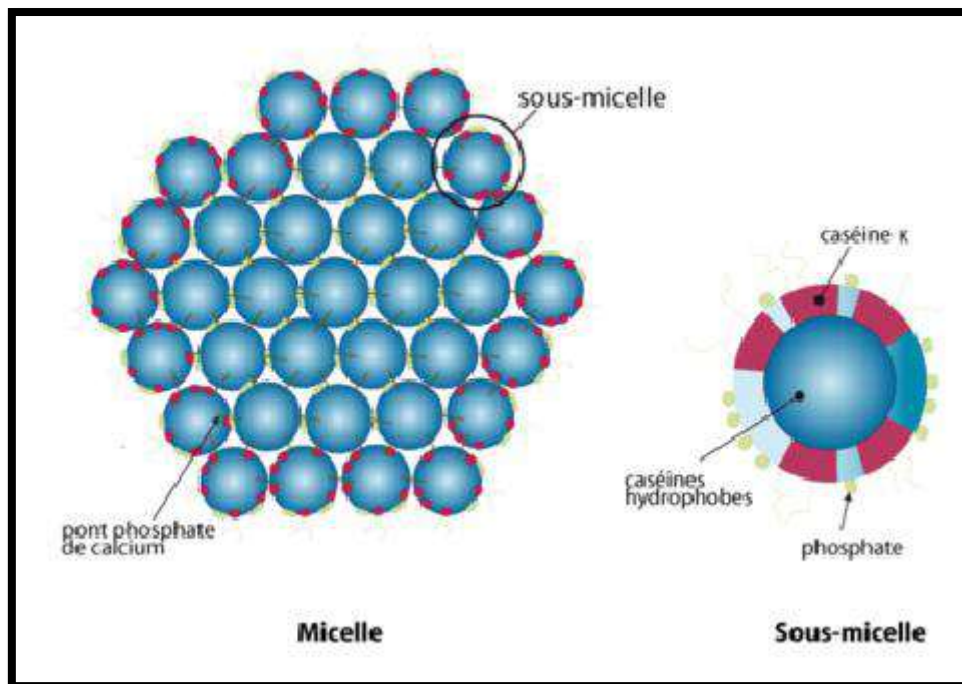
Il existe quatre fractions caseiniques principales :  $\alpha$  S1-CN,  $\alpha$  S2-CN,  $\beta$ -CN et  $\kappa$ -CN :

La caséine  $\alpha$ S1 est la plus abondante. Dans le lait camelin, 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.*, 1998) ;

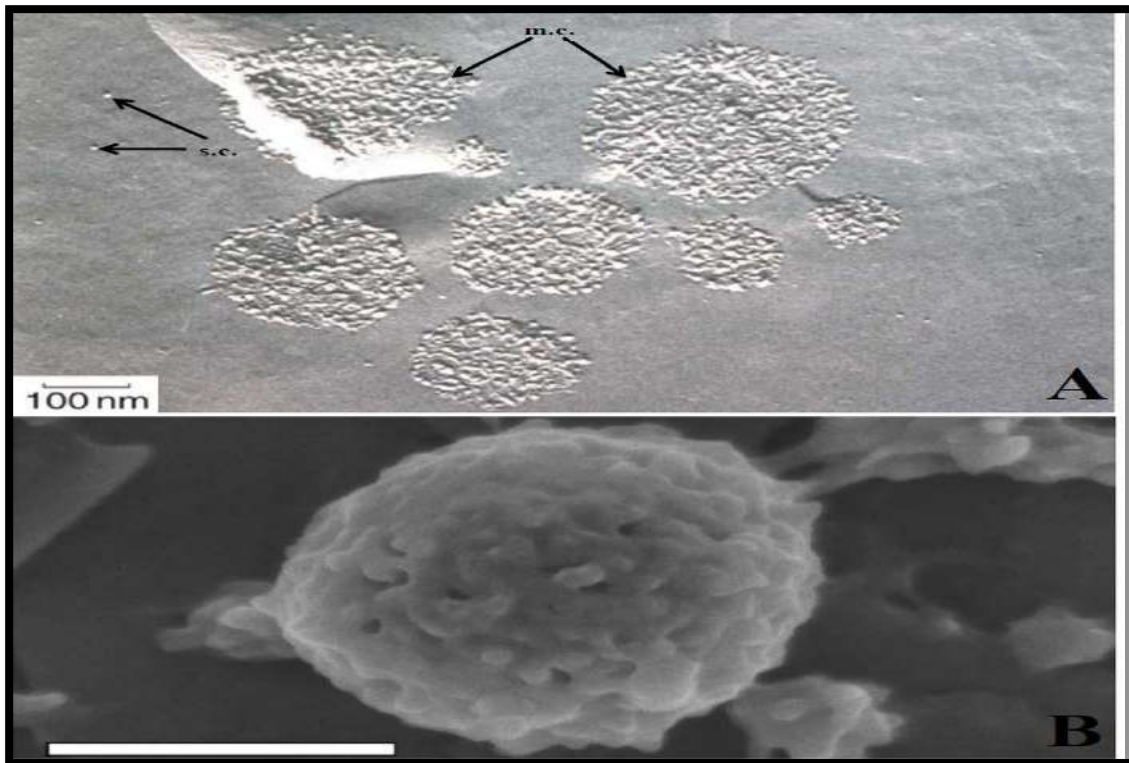
la caséine  $\alpha$ S2 est composée de 178 acides aminés pour une masse moléculaire de l'ordre de 21,266 KDa. Son point isoélectrique est de l'ordre de 4,58. Elle présente des délétions, notamment une perte d'une partie du matériel génétique ce qui n'est pas sans conséquences dans l'assemblage de la micelle, dans sa stabilité et dans ses propriétés nutritionnelles (FERRANTI *et al.*, 1995) ;

la caséine  $\beta$  cameline est composée de 217 acides aminés pour une masse moléculaire égale à 24,651 KDa. Son pHi se situe à pH4,76. Les sites de phosphorylation y sont présents en 4 positions (Ser 15, 17, 18, et 19) (KAPPELER *et al.*, 1998) ;

La caséine  $\kappa$  est une des protéines lactières 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 (Figure 5), dont le coagulum constitue le futur fromage. La caséine  $\kappa$  cameline est composée d'une séquence de 162 acides aminés. Sa masse moléculaire est égale à 18, 254 KDa. Les sites de phosphorylation y sont présents en 2 positions (Ser 141, Ser 159) (KAPPELER *et al.*, 1998).



**Figure 3: Modèle d'organisation moléculaire de la micelle et la sub-micelle caséinique bovine selon SCHMIDT (1989).**



**Figure 4: Micelles de caséines (A) : Cryofracture des micelles caséiniques dans le lait de chamelle observée sous microscope électronique à balayage. (m.c.) micelles de caséines, (s.c.) submicelles de caséines (FARAH et RÜEGG, 1989) (B) : Micrographie électronique d'une micelle des caséines bovines réalisée par microscopie électronique à balayage à émission de champ. Barre d'échelle =200nm (DALGLEISH *et al.*, 2004)**

Camel	Arg <sup>90</sup> -Pro-Arg-Pro-Arg-Pro-Ser-Phe-Ile-Ala-Ile-Pro-Pro-Lys-Lys <sup>104</sup>
Cow	His <sup>98</sup> -Pro-His-Pro-His-Leu-Ser-Phe-Met-Ala-Ile-Pro-Pro-Lys-Lys <sup>112</sup>

**Figure 5: Séquence sensible à la chymosine du lait camelin en comparaison avec le lait bovin de la caséine  $\kappa$ . Les résidus conservés sont en gris (KAPPELER *et al.*, 1998)**

#### \* Protéines lactosériques

Les principales protéines du lactosérum qui constituent le système protecteur du lait sont similaires à celles du bovin, à l'exception de l'absence de la  $\beta$ -lactoglobuline ( $\beta$ -la) (EL-HATMI *et al.*, 2006). L'absence de la  $\beta$ -lactoglobuline, principal allergène chez le nourrisson rehausse davantage l'intérêt porté au lait camelin. Avec cette particularité, ce lait présente une similarité avec le lait humain, et pourrait de ce fait constituer le meilleur substitut du lait maternel pour le nouveau-né (EL-HATMI *et al.*, 2006 et SIBOUKEUR, 2007).

Parmi les protéines lactosériques, on distingue aussi l' $\alpha$ -lactalbumine ( $\alpha$ -la), l'albumine sérique camelin (CSA), les Immunoglobulines (Ig), le composant 3 des protéose-peptones (PP3), la lactoferrine (LF) et la lysozyme (LZ) (ELAGAMY et al., (1996) ; GIRARDET et al., (2000) ; MERIN et al., (2001) ; EL-HATMI et al., (2006) et (2007); SIBOUKEUR, (2007) ).

\*\*L' $\alpha$ - lactalbumine fait partie intégrante de la "lactose synthétase" catalysant la synthèse du lactose. Elle présente une grande similarité avec le lysozyme du point de vue poids moléculaire et séquences d'acides aminés. Elle est constituée de 123 acides aminés. Sa séquence complète en acides aminés a été déterminée par BEG et al., ( 1985) et diffère de son homologue bovin par 39 résidus amino-acyles, soit une homologie de 68,3%. Elle possède un site spécifique de fixation du  $Ca^{2+}$ . Cette spécificité assure la stabilité de sa structure native (KUWAJIMA, 1996). L' $\alpha$ -Lactalbumine existerait sous forme de deux variants génétiques (CONTI et al., (1985) ; OCHIRKHUYAG et al., 1998). Selon KAPPELER, (1998), sa concentration est de l'ordre de 7,2 g/L. L'  $\alpha$ -lactalbumine est facilement hydrolysée par les enzymes digestives puis qu'il s'agit d'une protéine homogène. Elle possède des effets bénéfiques sur le système immunitaire (BOUNOU, 1989), des propriétés opioïdes, des propriétés hypotensives (MEISEL, 1997) et des propriétés anti-tumorales (HAKANSSON et al., 1995).

\*\*La lactoferrine (LF) est une glycoprotéine fixatrice de fer existant dans les fluides sécrétés tel que le lait (MAHFOUZ et al., 1997). Elle s'y trouve dans le sérum à une teneur moyenne de l'ordre de 220 mg/L. Elle est constituée de 689 acides aminés, les glucides associés représentant 7% de la totalité de la molécule. Elle se compose d'une chaîne peptidique unique, ayant une masse moléculaire d'environ 80 kDa, contenant deux sites capables chacun de fixer un ion ferrique ( $Fe^{3+}$ ) (EL-GAWADE et al., 1996). Elle possède une grande affinité pour le fer . Cette capacité à capter le fer explique son rôle dans le contrôle de la croissance et le développement de certaines bactéries pathogènes exigeantes en fer telle que *E.coli* (ZAGULKI et al., 1989 ; DIARRA et al., 2002). Elle possède une stabilité à des pH bas et vis-à-vis des traitements thermiques (KAPPELER et al, 1998 ; EL-AGAMY, 2000). Parmi ses fonctions on peut citer :

- l'activité antibactérienne qui s'exprime par un effet bactériostatique (MAHFOUZ et al., 1997) ;
- la régulation de l'absorption du fer ( KAWAKASI, 1993);
- la promotion de la croissance des lymphocytes (HASHIZUME et al.,1983) ;

- l'activité anti-inflammatoire (LEFFEL et SPITZNAGEL, 1975).

\*\*La lactoperoxydase est similaire à la peroxydase présente dans la salive et dans le suc gastrique (FAO, 1999). La lactoperoxydase cameline, isolée par EL-AGAMY et *al.*, (1996), présente 95% d'homologie structurale avec son homologue bovine avec un pHi de 8,63. Son poids moléculaire se situe entre 69 500 et 78000 Da (contre 72 500 Da chez le bovin) pour un total de 612 résidus amino-acyles, dont 15 résidus cystéine (EL-AGAMY et *al.*, 1996 ; KAPPELER, 1998). Elle possède un effet bactéricide très prononcé contre les bactéries GRAM<sup>-</sup> et un effet bactériostatique contre les bactéries GRAM<sup>+</sup> (EL-AGAMY et *al.*, 1992). De même, elle semble avoir une activité inhibitrice contre les virus et les moisissures (KAPPELER, 1998). Cette enzyme n'a pas un effet antibactérien en soi-même, mais en présence de facteurs tels que le thiocyanate oxydé et le peroxyde d'hydrogène (Système LSP).

\*\*Les immunoglobulines du lait camelin ont été isolées, purifiées et caractérisées : IgG, IgM, IgA. La prédominance de la classe G composée par plusieurs sous classes (EL-AGAMY et *al.*, (1996) ; EL-AGAMY, (2000)). Dans ce cadre, une étude portant sur l'activité antivirale et antibactérienne du lait camelin a révélé que les immunoglobulines ont une faible activité contre les bactéries mais une activité antivirale notamment importante contre les rétrovirus (EL-AGAMY et *al.*, 1992).

\*\* Le lysozyme est une protéine naturellement présente dans les laits des mammifères où il représente un puissant facteur antimicrobien. Le lysozyme dans le lait camelin est présent à des teneurs de l'ordre de 150 µg/L soit environ le double de celles existant dans le lait bovin (EL-AGAMY et *al.*, 1996). Dans ce contexte, DUHAIMAN (1988) a mentionné que la teneur du lysozyme dans le lait camelin est presque trois fois plus élevée que sa présence dans le lait bovin. Le lysozyme possède une chaîne polypeptidique de 129 acides aminés pour un poids moléculaire environ de 14 400 Da. Son pHi est compris entre 10,5 et 11 (KONUSPAYEVA 2007). Les bactéries GRAM<sup>-</sup> sont plus résistantes au lysozyme car elles contiennent une paroi riche en lipopolysaccharides qui peut protéger les bactéries contre l'accès du lysozyme (EL-AGAMY et *al.*, (1992) ; EL-AGAMY et *al.*, (1996) et KONUSPAYEVA, (2007)).

\*\*Les composants 5 et 8 des protéoses - peptones, malgré leurs particularités fonctionnelles (PAQUET, (1989) ; INNOCENTE et *al.*, (2002)) n'ont pas été mis en évidence dans le lait camelin. En revanche, le composant 3 des protéose-peptones (PP3), connu aussi sous le nom de lactophorine y a été décelé. Il a été décrit en premier lieu, par BEG et *al.*, (1987). C'est une

phosphoglycoprotéine de 135 acides aminés (SORENSEN et PETERSON, 1993). Il présente deux variants génétiques A et B qui ont respectivement 137 et 122 résidus d'acides aminés et des poids moléculaire dans l'ordre de respectivement à 15 442 et 13 661 Da. Les deux variants possèdent 5 résidus phosphoryles, mais le premier se distingue par sa nature plus acide (KAPPELER et *al*, 1999). Sa teneur dans le lait camelin est nettement plus élevée que celle dans le lait bovin (1.1 contre 0,3 g/L). De nombreuses propriétés ont été attribuées au PP3 ou à la fraction hydrophobe qui le contient (GIRARDET et LINDEN, 1995 SIBOUKEUR, 2007), dont notamment son aptitude, à inhiber la lipolyse spontanée du lait (CARTIER et *al*, 1990), à stimuler l'activité mitogénique des cellules d'hybridomes (MATI et *al*, 1993) et la croissance de souches de bifidobactéries (ETIENNE et *al*, 1994). Le PP3 aurait également un effet contre les infections de type mammite. Il jouerait un rôle dans l'inhibition de la réplication des agents pathogènes dans les voies respiratoires et gastro-intestinales étendues du nourrisson (GIRARDET et *al.*,2000). Le PP3 appartient à la famille des molécules d'adhésion cellulaire glycosylation 1 dépendante (GlyCAM-1) (GROENEN et *al.*,1995). Il a été aussi isolé, caractérisé et sa séquence en acides aminés déterminée par KAPPELER et *al*, 1999, puis GIRARDET et *al*, (2000).

#### 1.4.4. Microbiologie du lait camelin

Le lait renferme inévitablement une microflore dont la nature et l'importance sont conditionnées par l'état sanitaire de l'animal, les conditions de la traite, la température, la durée de conservation. Un lait issu d'un animal parfaitement sain et trait dans de bonnes conditions, est normalement dépourvu de micro-organismes.

Sous des conditions rigoureuses de collecte, la charge microbienne tolérée ne doit pas dépasser  $5.10^3$  germes /ml (LARPENT et *al.*, 1997). Toutefois, le lait est naturellement périssable du fait de sa teneur élevée en eau, de son pH voisin de la neutralité et sa richesse en éléments nutritifs. Il constitue un milieu favorable au développement d'une flore exogène, pathogène en l'occurrence.

Le lait camelin comparé au lait d'autres espèces laitières présente selon de nombreux auteurs certaines particularités ; ces protéines lactosériques organisées en un puissant système protecteur, constitueraient une barrière naturelle contre la flore lactique d'altération et la flore pathogène.



#### 1.4.4.1. Flore lactique

Les bactéries lactiques forment un groupe très hétérogène qui possède les caractères suivants : GRAM +, micro - aérophiles ou anaérobies facultatifs, ne réduisant pas les nitrates, peu ou pas protéolytiques. Elles fermentent les sucres dans des conditions diverses. Parmi les genres appartenant à cette flore, on cite les streptococcus (ou lactococcus), les lactobacillus, les leuconostoc et le bifidobacterium (PILET et *al.*, 1979).

##### a - Genre streptococcus (lactococcus)

Le genre lactococcus joue un rôle dans la conservation du lait. En effet, les espèces telles que *Lactococcus lactis* et *Lactococcus cremoris* produisent respectivement de la « nisine » et la «diplococcine », bactériocines, inhibant les bactéries non lactiques au profit des bactéries lactiques d'où leur intérêt technologique (GREAUME, 1975). Une étude réalisée par (KARAM et KARAM, 2006) met en évidence la présence dans le lait camelin, des espèces *lactococcus lactis ssp lactis* et *lactococcus lactis ssp cremoris* ayant une capacité inattendue de résister à une concentration de 6,5% de NaCl. SIBOUKEUR en (2011) a montré que la souche lactique productrice de nisine par une souche de *Lactococcus lactis subsp lactis*.

##### b - Genre lactobacillus

Les lactobacilles sont considérés comme des bactéries utiles. (NDIAYE, 1994). Ils appartiennent en effet, aux ferments lactiques et à ce titre, ils interviennent en industrie laitière (NDIAYE,1994).

KARAM et KARAM, en (2006) ; a montré la présence de *Lb. plantarum* comme seule espèce de lactobacilles retrouvée dans des échantillons de lait camelin étudiés.

##### c - Genre leuconostoc

Ce sont des germes hétéro-fermentaires. Ils coagulent rarement le lait mais sont souvent à l'origine de répugnance des denrées pour le consommateur (MOUCHET, 1962). La présence des espèces, *Leuconostoc lactis* et *Leuconostoc dextranicum*, a été signalée dans le lait camelin (KARAM et KARAM, 2006).

#### **d- Genre bifidobacterium**

Des travaux confirment que le lait camelin sert à la culture de quatre espèces : *Bifidobacterium brevis* ; *B.bifidum* ; *B.longum* et *B.angulatum* . Ces travaux rapportent que le lait camelin est un excellent milieu de culture naturel, pour les bifidobactéries. En outre, le stockage de ce lait à 4°C n'affecte pas leur viabilité et leur activité protéolytique est plus forte que dans le lait bovin. A cet effet, l'utilisation de la poudre de lait camelin comme milieu de préculture de cette flore à haut potentiel nutritionnel et thérapeutique est préconisée (ABU-TARBOUSH et al.,1998). La flore bifidogène est connue pour ses exigences en facteurs de croissance. C'est pour cette raison que l'on trouve dans le lait camelin des acides aminés libres et les autres composés azotés non protéiques (NPN) dont le taux est plus élevé dans le lait camelin que bovin (SIBOUKEUR, 2007).

#### **1.4.4.2. Flore d'altération**

Ce sont des bactéries et des champignons indésirables apportés par la contamination. Cette flore regroupe les bactéries thermorésistantes, les coliformes, les psychrotrophes, les levures et les moisissures (DIENG, 2001).

#### **a- La flore thermorésistante**

Un certain nombre de bactéries est capable de résister aux traitements thermiques usuels utilisés dans le cadre de la conservation du lait. Elles sont dites thermorésistantes. Leur développement ultérieur peut altérer les produits et, parfois, être dangereux pour la santé on distingue dans ce groupe :

- La flore thermorésistante totale, définie comme la flore résiduelle après un traitement à 63 °C pendant 30 minutes ou un traitement équivalent tel que la pasteurisation (72 °C pendant 15 secondes) ;
- la flore moyennement thermorésistante, qui n'est pas détruite par chauffage à 75 °C pendant 12 secondes ;
- la flore fortement thermorésistante, qui n'est pas détruite par chauffage à 80°C pendant 10 minutes. Elle comprend notamment les spores bactériennes, détruites à des températures supérieures à 100 °C. Les genres, micrococcus, microbactérium et bacillus dont l'espèce *Bacillus cereus* produisant une entérotoxine stable après pasteurisation, en font aussi partie. Le genre bacillus réalise en, outre, des activités enzymatiques

lactiques pouvant être responsables de l'acidification, la coagulation ou de la protéolyse des laits de longue conservation.

### **b- Les coliformes**

Dans le cadre de la technologie, certains coliformes sont lactiques et fermentent le lactose sur un mode hétéro-fermentaire. Ils peuvent se retrouver dans le lait de toutes les espèces. Ce sont des germes qui vivent dans le tube digestif de l'Homme et des animaux. Leur présence est un signe de contamination lors de la traite et pendant les manipulations et transvasements multiples que subissent les produits avant la commercialisation (BADAoui ,2000).

### **c- Les psychrotrophes**

Les psychrotrophes sont des micro-organismes qui possèdent le mode facultatif de se développer à une température inférieure à 7°C, indépendamment de leur température de croissance plus élevée (LAHELEC et COLIN, 1991). Parmi les micro-organismes qui composent ce groupe, nous pouvons citer les genres à :

- GRAM (-) : pseudomonas, alcaligenes, aeromonas, serratia ... etc. ;
- GRAM (+) : micrococcus, corynebactérium ... etc .

En général dans le lait, c'est le genre Pseudomonas qui prédomine. Il est fortement psychrotrophe et il se multiplie par 100 en 48 heures à +4°C (MONSALLIER, 1994). Ces germes produisent des lipases et des protéases thermorésistantes ayant pour conséquence l'apparition d'un goût désagréable dans les produits laitiers : goût amer, rance et putride ... etc.

### **d- Les levures et moisissures**

Les levures et les moisissures sont des cellules eucaryotes. Regroupées sous l'expression de la flore fongique, elles peuvent être retrouvées aussi bien dans le lait cru, dans le lait en poudre que dans tous les autres produits laitiers (ALAIS, 1984).

### **\*Les levures**

Elles se caractérisent par une forme arrondie ou ovale, unicellulaire. Elles sont aérobies facultatives et se développent en surface en formant les boutons de nature mycélienne (ROZIER,1990). Dans le cadre d'industrialisation les levures sont utiles en production laitière

car elles peuvent servir comme agents d'aromatisation. Par contre, d'autres levures é *Kluyveromyces lactis*, *Kluveromyces fragilis*, *Saccharomyces fragilis*,- *Saccharomyces lactis* peuvent avoir des effets néfastes sur les aliments en rendant le produit final indésirable: aspect trouble, odeurs ou goûts anormaux, gonflement des produits ou de leur emballage. Les levures supportent des pH de 3 à 8 avec un optimum de 4,5 à 6,4. Ce qui explique leur présence dans le lait cru comme dans le lait caillé (BOUIX et LEVEAU, 1988).

### **\*Les moisissures**

Les moisissures sont plus complexes dans leur morphologie et dans leur mode de reproduction. Elles peuvent être utiles ou néfastes en industrie alimentaire. Elles se développent en surface ou dans les parties internes aérées avec l'utilisation du lactose; cette propriété leur confère une véritable utilité en fromagerie. C'est ainsi que le *Penicillium camembertii* et *Penicillium roquefortii* sont utilisés dans la fabrication de divers types de fromages. Mais le développement excessif de certaines moisissures comme *Géotrichum* à la surface des fromages, les rend visqueux et coulants, ce qui les déprécie fortement. Certaines moisissures élaborent des mycotoxines thermostables et liposolubles donc difficiles à éliminer une fois formées. Dans ce contexte, WISEMAN et APPLEBAUM (1983), signalent la résistance de l'aflatoxine M1, élaborée par *Aspergillus flavus*, à la pasteurisation des laits et produits laitiers.

#### **1.4.4. 3. La flore pathogène**

Même s'il a subi un traitement thermique, le lait peut contenir des germes pathogènes pour l'Homme. L'animal, l'Homme et l'environnement peuvent être à l'origine de cette contamination. Différentes espèces bactériennes sont capables de contaminer le lait. Certains de ces germes en particulier les staphylocoques, provoquent des mammites (KAGEMBEGA, 1984).

##### **a- Les staphylocoques**

Ils sont fréquemment retrouvés dans le lait et parfois en nombre important. L'origine de la contamination est la mamelle et plus fréquemment l'homme. Leur fréquence tend à augmenter du fait de leur antibio-résistance. Ils provoquent, par leur production de toxines thermostables, des intoxications de gravité variable pouvant être redoutables (KAGEMBEGA, 1984). Une fermentation suffisamment active les inhibe. Les staphylocoques pathogènes ont la particularité de posséder une coagulase, une phosphatase et une DNase thermostable ou thermonucléase. Il

faut cependant noter que les staphylocoques non pathogènes sont plus nombreux; ils sont coagulase (-) et non toxigènes (NDAO, 1996). Seules certaines souches de staphylocoques appartenant aux espèces *Staphylococcus aureus* et *Staphylococcus intermedius* sont capables de produire des entérotoxines (DEBUYSER, 1991).

### **b- Les entérobactéries**

Les entérobactéries sont des bacilles ou coccobacilles, GRAM  $\bar{}$ , oxydase (-), catalase (+), asporulés. Ils réduisent les nitrates en nitrites. Ils sont anaérobies facultatifs (GUIRAUD, 1998) et constituent l'une des plus grandes familles de bactéries. Les entérobactéries sont divisées en deux groupes (2) :

- les lactose (-) : shigella, salmonella, serratia, proteus, yersinia ;
- les lactose (+) : Escherichia coli, citrobacter, klebsiella, enterobacter, hafnia.

La microbiologie du lait camelin a fait l'objet de certains travaux dont ceux de :

- AL- MOHIZEA et al. (1994) qui en s'appuyant sur l'identification de quatre groupes de micro-organismes (la flore aérobie totale, les psychrotrophes, les coliformes et les bactéries sporulantes ), déduisent que la qualité hygiénique du lait camelin est satisfaisante ;
- YAGIL et al. (1994) qui ont montré que si les dromadaires sont en bon état de santé, la pasteurisation du lait camelin n'est pas obligatoire ;
- BARBOUR et al.(1984) qui ont mis en évidence l'inhibition des bactéries pathogènes par le lait camelin. Ils attribuent cette activité antibactérienne à la présence du système protecteur puissant ;
- DURHAIMAN (1988) qui rapportent l'effet inhibiteur du lysozyme extrait et purifié à partir du lait camelin sur *Escherichia coli* et *Micrococcus lysodeikticus* en comparaison avec l'ovalbumine ;
- EL-SAYED et al. (1992) qui ont montré l'efficacité des protéines protectrices du lait camelin contre, *Lactococcus lactis* subsp *cremoris*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* et rotavirus ;
- ABOU- TARBOUCH et al.,(1998) qui ayant travaillé sur quatre espèces de bactéries bifidogènes à savoir : *Bifidobacterium breve*, *B.bifidum*, *B.longum* et *B. Angulatum*, suggèrent d'utiliser de la poudre du lait camelin comme milieu de préculture de cette

flore à haut potentiel nutritionnel et thérapeutique (probiotiques) car cette dernière exige pour sa croissance la présence des acides aminés libres et de peptides comme source d'azote (prébiotiques) ;

- SIBOUKEUR et *al.* (2002) qui en isolant à partir du lait camelin des bactéries halotolérantes, des entérobactéries et des coliformes ont montré que leurs taux diminuaient durant les trois premiers jours de l'entreposage du lait à la température ambiante, alors que celui des bactéries lactiques a tendance à augmenter : il s'agit d'un effet autoépuratif relativement puissant ;
- SIBOUKEUR (2007) qui après avoir confirmé l'efficacité particulière de l'auto-épuración a montré pour la première fois l'action inhibitrice fortement prononcée contre les bactéries halotolérantes et assez peu prononcée contre les entérobactéries du composant 3 des protéose-peptones (le PP3) isolé par FPLC ;
- SIBOUKEUR (2018) qui a entrepris des essais de bioconservation des viandes rouge et blanches par une bactériocine (type nisine) produite par deux souches de bactéries lactiques (*Lactococcus lactis subsp lactis*) isolées à partir du lait camelin et caprin.

#### 1.4.5. Utilisation médicinale et thérapeutique

Le lait camelin est réputée pour des vertus thérapeutiques qui lui sont attribuées depuis des temps très reculés. Il est utilisé pour une série des maladies telles que la jaunisse, la tuberculose, l'asthme et la leishmaniose ou kala-azar (ABDELGADIR et *al.*, (1998) et SHALASH, (1984)).

Le lait camelin aurait selon certains auteurs des effets, anti- cancérigène (MAGJEED, 2005), anti-diabétique (AGRAWAL et *al.*, 2007), et anti-hypertensifs (Quan, et *al.*, 2008).

# **Partie II : Matériel et méthodes**

## 2-Matériel et méthodes

### 2.1. Matériel

#### 2.1.1. Matériel biologique

##### 2.1.1.1. Chameliers

Une enquête a été réalisée auprès des éleveurs de la région d'Ouargla par la collaboration avec les Services Agricoles d'Ouargla (DSA) à l'aide d'un questionnaire (annexe 1).

##### 2.1.1.2. Lait

Deux types d'échantillons ont fait partie de cette étude. Le premier est constitué d'échantillons de lait de mélange prélevé à partir de femelles de dromadaires appartenant à la population "Sahraoui" vivant dans les parcours de la région de Ouargla (élevage extensif).

Le deuxième est constitué d'échantillons de lait de mélange également, prélevé à partir de femelles de dromadaires (population Sahraoui) vivant en semi-stabulation (élevage semi-intensif).

Les échantillons sont collectés dans des flacons propres et transportés dans une glacière contenant un bloc réfrigérant jusqu'au laboratoire.

##### 2.1.1.3. Fourrage

L'espèce végétale *Artemisia herba alba*, communément connu sous le nom vernaculaire « Chih », très appréciée par le dromadaire a été utilisée dans ce travail. Elle a été récoltée au niveau de la région de Maafa (Batna).

##### 2.1.1.4. Souche bactérienne

Une souche de « *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 » est utilisée comme souche cible dans la partie réservée à la microbiologie du lait. Son choix se justifie par :

- sa résistance à l'hypersalinité caractérisant le lait camelin (SIBOUKEUR, 2007) ;
- son appartenance à la flore de contamination pathogène des produits alimentaires (TRIAS, 2008) ;



- sa fréquence dans le lait (LARPENT *et al.*, 1997) ;
- sa résistance aux antibiotiques (RAHAL, 1984) ;
- son caractère "catalase positive" permettant de lever l'effet inhibiteur du H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dans les tests d'antagonisme.

### **2.1.2. Appareillage**

Nous avons utilisé dans le cadre de nos investigations l'appareillage suivant :

- Agitateur (VELP SCIRNTIFICA) ;
- agitateur (WISESTIR) ;
- autoclave (WEBECO) ;
- bain marie (MEMMERT) ;
- balance de précision (SARTORIUS) ;
- broyeur (RETSCH SM 100) ;
- butyromètres ;
- centrifugeuse (SIGMA) ;
- centrifugeuse réfrigérée (HETTICH) ;
- chromatographe en phase gazeuse Agilent 6890 couplé à un Agilent Détecteur sélectif de masse 5975B avec ionisation par impact électronique (70 eV) et logiciel Agilent Chemstation (Agilent Technologies, Palo Alto, USA) ;
- compteur de colonies (STNART) ;
- étuve bactériologique (MEMMERT) ;
- évaporateur rotatif (Heldoiph) ;
- four à moufle ;
- four pasteur (HERAUS) ;
- incubateur (THERMO SCIENTIFIC) ;
- lactodensimètres (Nathia) ;
- microscope optique (Bentley LABOSCOPE 200) ;
- pH-mètre (INOLAB, pH 720, Germany) ;
- pompe à vide (LABOPORT) ;
- spectrophotomètre UV-visible (UV-1800 SHIMADZU) ;
- spectrophotomètre (DR 5000 LANGE) ;

- spectrophotomètre d'absorption atomique équipé d'un brûleur air-acétylène et de lampes à cathodes creuses ...etc .

### **2.1.3. Produits et réactifs**

Les principaux produits et réactifs utilisés dans la présente étude sont les suivants :

- solvants (acide chlorhydrique, acide sulfurique, méthanol, éthanol, alcool iso-amylque, chloroforme...);
- sels et tampons (hydroxyde de sodium, acétate de zinc, azide de sodium, carbonate de sodium, chlorure de sodium, sulfate de cuivre, sulfate de potassium, sulfate de sodium, sulfate d'aluminium, tartrate double de sodium et potassium...);
- colorants et réactifs spécifiques (réactif de Folin-Ciocalteu, bleu de méthylène fuschine, violet de Gentiane, lugol, Albumine sérique bovine, noir soudan et la phénolphtaléine ...);
- Milieux de culture et autres (CHAPMAN, MULLER HINTON, gélose nutritive , eau physiologique et eau oxygénée (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)) ...etc.

## **2.2. Méthodes analytiques**

### **2.2.1. Enquête**

Une enquête est réalisée auprès des éleveurs de dromadaires pratiquant différents systèmes d'élevage par la collaboration des Services Agricoles de Ouargla (DSA). L'objectif assigné à cette enquête vise un état des lieux sur les systèmes d'élevage camelin pratiqués dans la région.

Les chameliers enquêtés ont d'abord été sensibilisés sur l'intérêt que nous portons à cette étude et sur l'importance de l'exactitude des renseignements demandés dans le questionnaire conçu à cet effet (annexe 1).

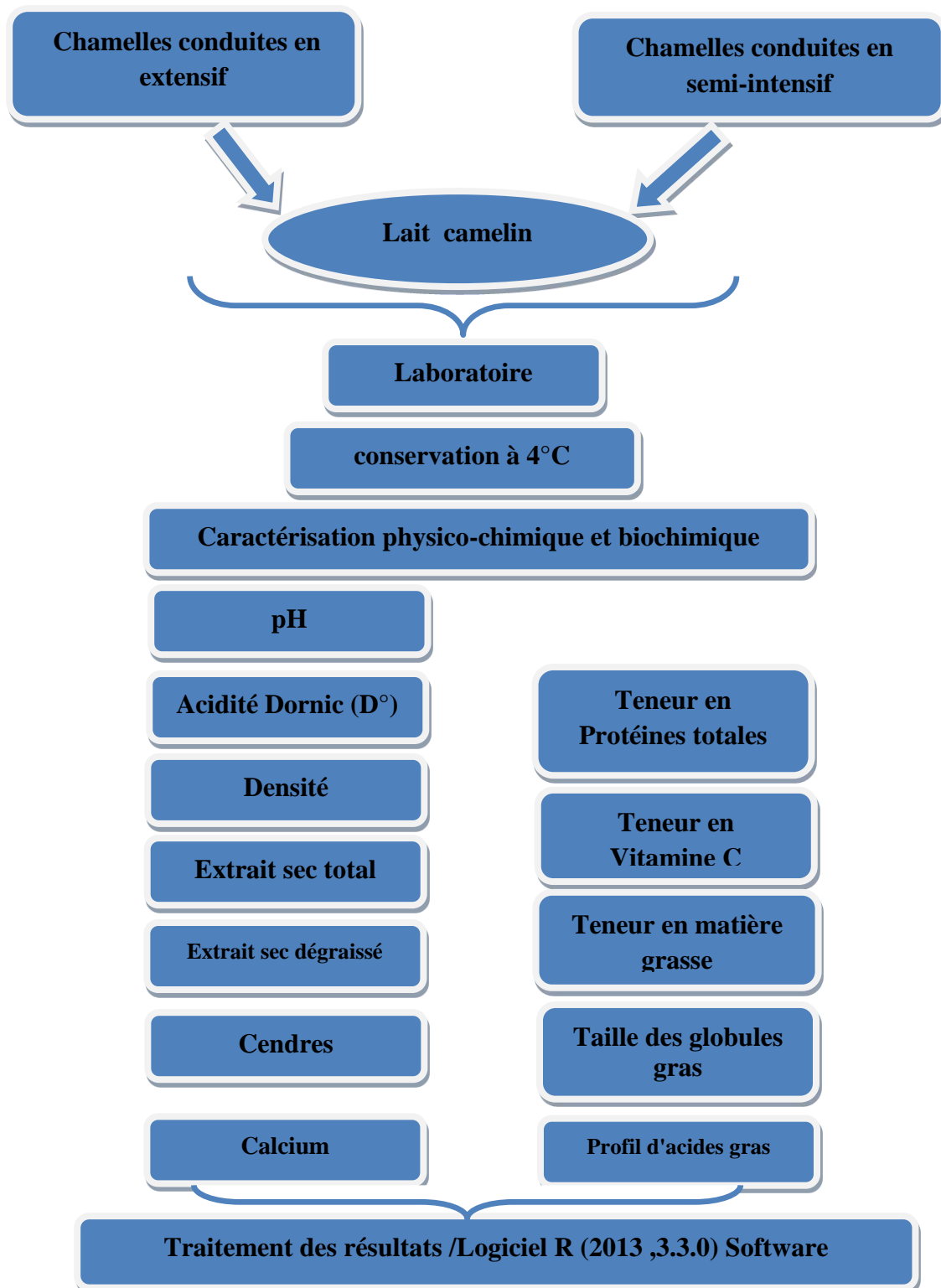
### **2.2.2. Analyse physico-chimiques et biochimiques du lait camelin**

En fonction de la disponibilité du lait camelin des deux conduites d'élevage le tableau 8 a été mis en place.

**Tableau 8 : Dispositif expérimental de la caractérisation physico-chimique et biochimique du lait camelin**

Analyses physico-chimiques et biochimiques	Nombre (n) d'échantillons de lait issus de chamelles conduites en "Extensif"	Nombre (n) d'échantillons de lait issus de chamelles conduites en "Semi- intensif"
pH	14	13
Densité	9	9
Acidité titrable (°D)	13	13
Extrait sec total (EST) (g /L)	15	11
Extrait sec dégraissé (ESD) (g /L)	10	10
Cendres (g /L)	15	10
Teneur en Protéines totales (g /L)	10	10
Teneur en Vitamine C (mg /L)	10	9
Teneur en matière grasse (mg /L)	12	10
Teneur en calcium (mg /L)	5	3

Cette figure résume la démarche expérimentale adoptée dans cette partie des travaux.



**Figure 6: Procédure expérimentale adoptée pour la caractérisation physico-chimique et biochimique de lait**

### 2.2.2.1.pH

Le pH est déterminé par pH-métrie (FIL115A :1989) après l'étalonnage de l'appareil .

**2.2.2.2. Acidité Dornic**

L'acidité est déterminée par le dosage de l'acide lactique à l'aide de l'hydroxyde de sodium à 0,11 mol/l (N/9) et exprimée en degré Dornic (D°) (FIL 81 :1981) (Annexe 2).

**2.2.2.3. Densité**

La densité nous renseigne sur le taux de la matière solide et sur la viscosité de la solution. Elle est déterminée à l'aide de lactodensimètres. Le principe consiste à plonger un lactodensimètre dans une éprouvette de 100 ml remplie du lait camelin à analyser. Lorsqu'il se stabilise, une lecture directe, nous donne le résultat.

**2.2.2.4. Extrait sec total (EST)**

Par extrait sec, on entend la masse restant après la dessiccation complète. Le principe de la méthode utilisée consiste en une dessiccation à l'étuve à  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant 3 heures d'une quantité déterminée de lait dans une coupelle préalablement pesée. Après la dessiccation les coupelles sont refroidies dans un dessiccateur garni d'anhydride phosphorique. Cette étape est suivie d'une pesée de l'extrait sec obtenu (FIL –IDF 21B 1987) (Annexe 3).

**2.2.2.5. Extrait sec dégraissé**

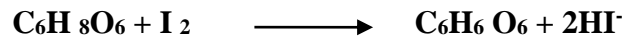
La détermination de l'extrait sec dégraissé (ESD) est réalisée par centrifugation à 3500 x g pendant 20 min. d'une quantité de produit. La crème qui apparaît en surface est écartée et le lait dégraissé est filtré. Il est alors placé dans une étuve réglée à  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant 3 heures, après la dessiccation, les coupelles refroidies sont pesées (FIL 22B, 1987) (Annexe 4).

**2.2.2.6. Taux de cendres**

La détermination des cendres est réalisée par incinération de la matière sèche du lait placée dans un creuset préalablement pesé, dans un four à moufle à une température de  $525 \pm 25^\circ\text{C}$  pendant 4 heures (AFNOR 1989 NF V 04-208) (Annexe 5).

**2.2.2.7. Teneur en vitamine C**

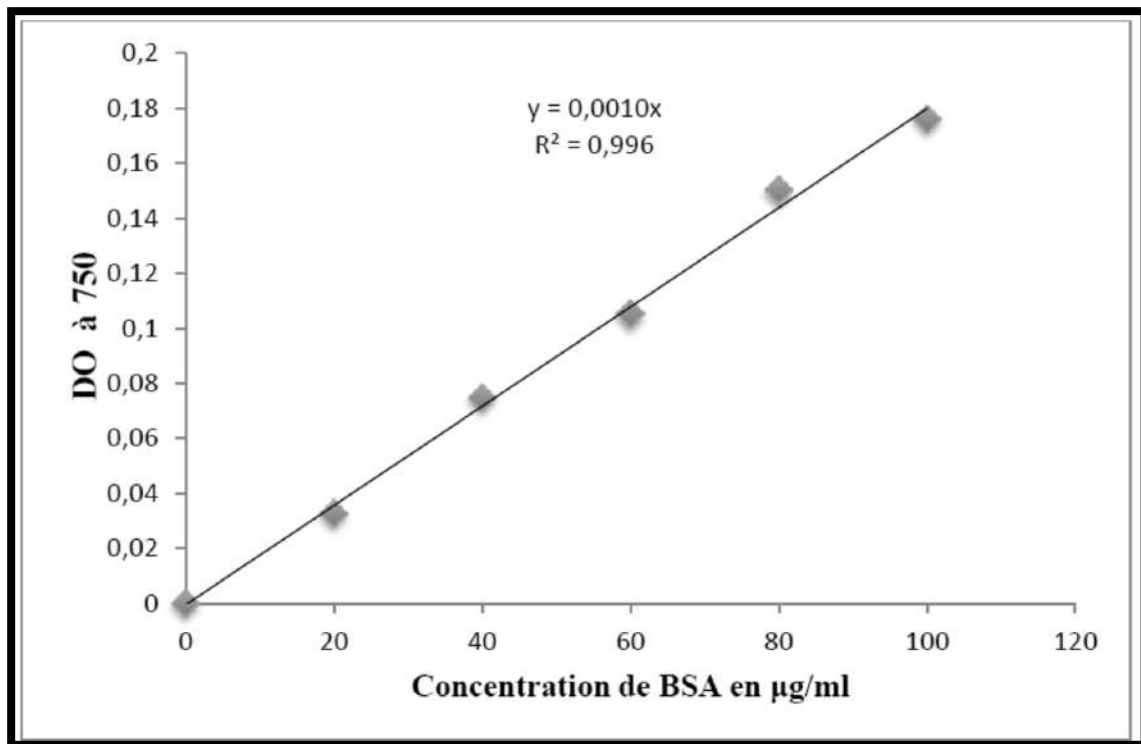
L'acide ascorbique est un agent réducteur très puissant qui s'oxyde très rapidement, surtout à des températures élevées et dans des solutions alcalines. Le dosage de la vitamine C se fait par titrimétrie à l'aide d'une solution d'iode. Une molécule d'iode réagit avec une molécule de vitamine C selon la réaction suivante :



Lorsqu'il n'y a plus de molécules de vitamine C, le virage de la couleur bleu violet indique la fin du titrage. Cette couleur est formée par l'iode et l'amidon (Annexe 6).

#### 2.2.2.8. Teneur en protéines totales

La teneur en protéines totales du lait camelin est dosée selon la méthode colorimétrique de LOWRY et *al.* (1951), en utilisant une courbe étalon réalisée avec l'albumine sérique bovine (BSA) (Figure 7). Le principe est basé 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 le réactif de folin ciocalteu dont l'acide phosphomolybdo-tungstique est le constituant actif. Cette réaction donne à un complexe coloré : le bleu de molybdène (couleur bleu foncée) dont l'intensité est mesurée à 750nm. Ainsi les densités optiques obtenues à cette longueur d'onde permettent de déterminer les concentrations des échantillons analysés en faisant une projection sur la courbe d'étalonnage ; L'albumine sérique bovine (BSA) est utilisée comme protéine étalon  $DO = f(C)$  (annexe 7).



**Figure 7: Courbe étalon du dosage des protéines par la méthode de LOWRY et al., (1951).**

R= coefficient de corrélation

#### **2.2.2.10. Teneurs en calcium**

Une dilution du lait camelin directe avec de l'eau, une adjonction de chlorure de lanthane et de chlorure de césium est réalisée afin de supprimer certaines interférences. La détermination de la teneur en calcium par spectrophotométrie d'absorption à 422.7 nm (FIL 154,1992) (Annexe 9).

#### **2.2.2.11. Taux de matière grasse**

Le principe de la méthode acido-butyrométrique (AFNOR ,1990 NF-V-04-210) utilisée se base sur la dissolution des protéines par l'addition d'acide sulfurique. La séparation de la matière grasse, favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool amylique, a lieu par centrifugation du butyromètre. La teneur en matière grasse en gramme pour 100 ml du lait ou en gramme pour 100 g de lait est donnée par la lecture directe sur l'échelle du butyromètre (Annexe 8).

### 2.2.2.12. Détermination de la taille des globules gras du lait

La matière grasse du lait est organisée sous forme de globules gras dont la taille est déterminée après coloration des lipides membranaires des globules gras avec du noir soudan (à raison de 1g/100 mL d'éthanol à 70° C). Une goutte de chaque échantillon (lait entier), est placée entre lame et lamelle avec l'ajout d'une goutte de noir soudan, ce qui permet la visualisation des globules gras sous le microscope optique avec un grossissement X400.

### 2.2.2.13. Détermination du profil d'acide gras

#### a- Extraction liquide – liquide de la matière grasse totale

A partir d'une masse connue d'une prise d'essai, on extrait les lipides totaux à l'aide d'un mélange de solvants de polarité et de miscibilité avec l'eau variable : chloroforme et méthanol. L'extraction est réalisée par la séparation de la phase inférieure (chloroforme +lipides) et supérieure (méthanol +eau). Un ajout de sels permet de limiter l'interaction protéines /lipides et d'extraire plus efficacement les lipides de la phase supérieure. Le filtrat obtenu est évaporé et la quantité de lipides obtenue est pesée (FOLCH et *al.*, 1957) (annexe10).

#### b- Méthylation de la matière grasse

C'est une étape très importante. Elle consiste la préparation des esters méthyliques d'acide gras à partir de la matière grasse totale pour l'identification par chromatographie gazeuse. La transformation des corps gras se déroule en deux étapes successives, une méthylation basique suivie d'une estérification acide (PARK et GONS 1994).

#### c- Identification des acides gras par la GC-MS

La détermination des profils d'acides gras des échantillons a été réalisée par GC / MS (chromatographie en phase gazeuse-spectrophotométrie de masse) analysée en INRAP (Institut national de recherche et d'analyse physico-chimique) Tunisie, en utilisant un chromatographe en phase gazeuse (Agilent 6890) couplé à un détecteur sélectif de masse (Agilent 5975B) avec ionisation par impact électronique (70 eV) et un logiciel (Agilent Chemstation) (Agilent Technologies, Palo Alto, USA).



### 2.2.2.14. Traitement statistique des données

Pour l'exploitation des résultats, nous avons utilisé le logiciel R (2013 ,3.3.0) Software ; concernant les résultats obtenus avec les deux types d'échantillons de lait selon leur provenance (système d'élevage), une analyse de variance (ANOVA) est appliquée.

### 2.2.3. Analyses microbiologiques du lait camelin

Le dispositif expérimental mis en place dans cette partie, comporte trois lots d'échantillons de lait qui se distinguent par l'origine de leur collecte (Tableau 9).

-le premier est collecté à partir des chamelles nourries exclusivement aux plantes des parcours sahariens (élevage en extensif).

-le deuxième est collecté à partir des chamelles vivant en semi- intensif. Leur alimentation se compose exclusivement de *Cornulaca aucheri* (hadd), de paille, de la luzerne, d'orge et de son de blé.

-le troisième est collecté à partir des chamelles vivant en semi- intensif. Leur alimentation a été volontairement modifiée par rapport à celle du deuxième lot.

**Tableau 9 : Dispositif expérimental de l'alimentation de la chamelle**

N° du lot	Système d'élevage	Alimentation des chamelles
1	Extensif	<i>Savignya longistyla</i> (lgoulglan), <i>Asphodelus fistulosus</i> (tazia), <i>Ephedra alata</i> (alanda), <i>Stipagrostis pungens</i> (Drinn) , <i>Limoniastrum guyonianum</i> (zeita) et <i>Tamarix gallica</i> (tarfa) , <i>Artemisia herba alba</i> (Chih) , <i>Rhantherium adpressum</i> (Arfage), <i>Oudneya africana</i> (Hanet l'ibel), <i>Zilla macroptera</i> (Chebrok).
2	Semi –intensif	<i>Cornulaca aucheri</i> (hadd), de paille, de luzerne, son de blé , orge.
3	Semi –intensif +armoise	50 % d' <i>Artemisia herba alba</i> (Chih) 50 % de <i>Cornulaca aucheri</i> (Hadd), de paille, de luzerne, d'orge et de son de blé.

La figure 8 résume la démarche expérimentale adoptée dans cette partie des travaux.

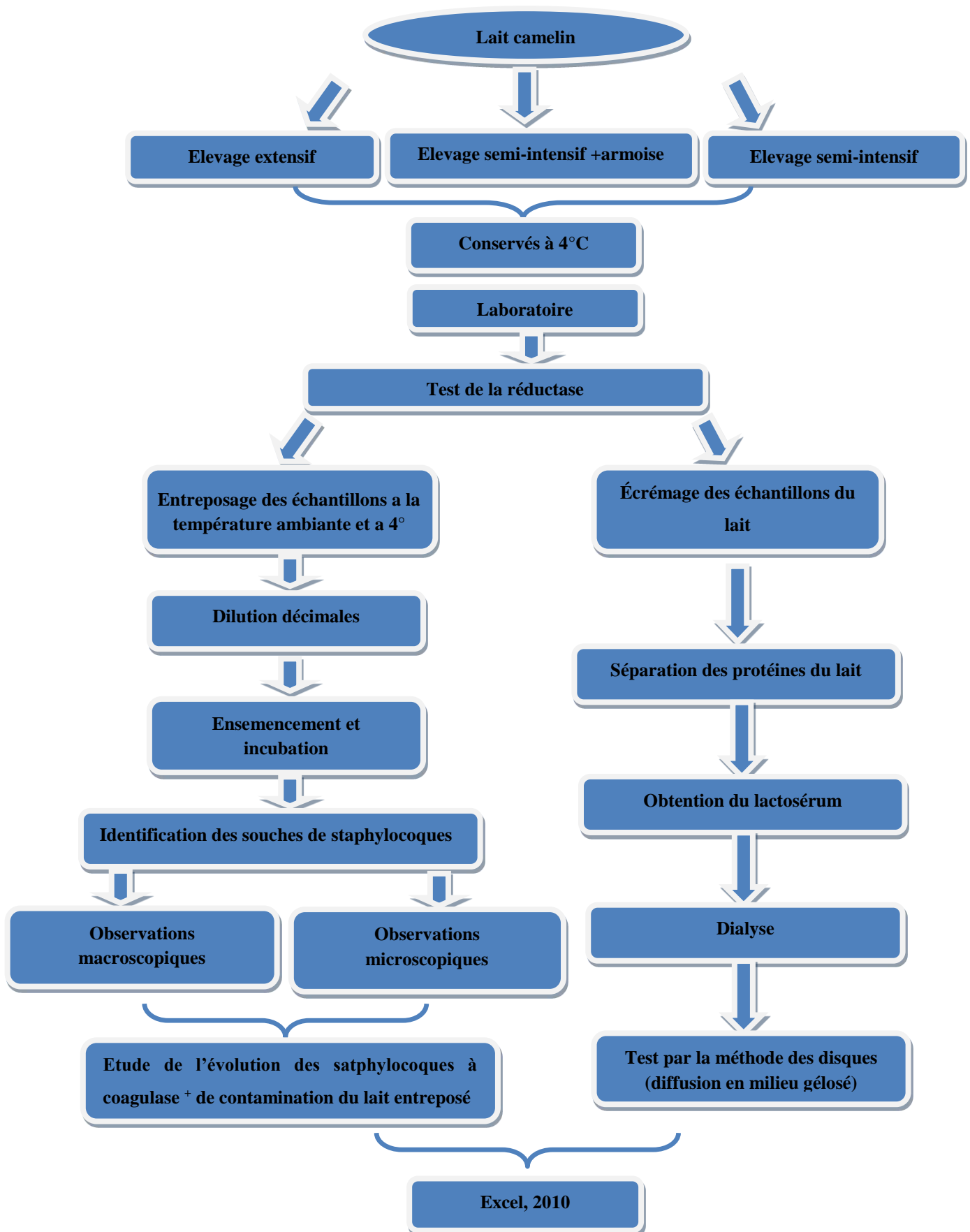


Figure 8: Procédure expérimentale des analyses microbiologique

### 2.2.3.1. Adaptation alimentaire

Les chamelles destinées à constituer le lot 3 sont soumises à une période d'adaptation de 14 jours (DEREJE et UDEN, 2005). Durant cette période, les chamelles reçoivent une ration alimentaire journalière de même composition que celle consommée par les chamelles destinées pour le lot 2, mais additionnée d'*Artemisia herba alba* (Chih). Au-delà du 14<sup>ème</sup> jour, ces chamelles commencent à recevoir une ration composée de 50 % de *Cornulaca aucheri* (Hadd), de paille, de luzerne, d'orge, de son de blé et de 50% de la partie végétative d'*Artemisia herba alba* (Chih) préalablement séchée à l'air libre et broyée. Les prélèvements d'échantillons de lait constituant le lot 3, commencent à être effectués après un régime de 21 jours selon DEREJE et UDEN en (2005).

Conformément au dispositif expérimental mis en place (Tableau 9), une partie des 3 lots est entreposée à la température ambiante (30°C environ) et une autre à 4°C, durant 2 jours ( $J_{0+1}$ ,  $J_{0+2}$ ).

### 2.2.3.2. Test de la réductase

Les trois lots de lait camelin subissent d'abord le test de la réductase (LARPENT et al., 1997, GUIRAUD, 2012). Ce test permet d'estimer la charge microbienne des échantillons de lait collectés en proportion avec la décoloration du bleu de méthylène germes. La rapidité de cette décoloration est directement proportionnelle au nombre de germes présents (LARPENT et al., 1997 et GUIRAUD, 2012) (Annexe 13).

### 2.2.3.3. Evolution des staphylocoques à coagulase positive dans les échantillons de lait entreposés à la température ambiante

Les tubes de dilution sont préalablement préparés et autoclavés. On prélève 1 ml de lait (solution mère) que l'on rajoute dans un tube contenant 9 mL d'eau physiologique ; c'est la dilution ( $10^{-1}$ ). Avec une nouvelle pipette de 1 mL stérilisée, on prélève 1ml de la solution  $10^{-1}$  que l'on rajoute à un autre tube contenant 9 mL d'eau physiologique : c'est la dilution ( $10^{-2}$ ), en continuant de la même manière jusqu'à la dilution ( $10^{-5}$ ) (GUIRAUD, 2012)

- **Ensemencement et incubation**

Les bactéries halotolérantes se développent sur le milieu hyper-salé de CHAPMAN Mannitol Salt Agar (GUIRAUD, 2012). Ce milieu est retenu dans cette étude car il permet d'obtenir une croissance satisfaisante de la flore halotolérante. L'ensemencement se fait en surface par étalement de 0.1 mL d'inoculum de chaque dilution ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ). L'incubation est réalisée à 37°C pendant 24 à 48 heures (GUIRAUD, 2012). Le dénombrement des germes est réalisé à l'aide d'un compteur de colonies. Les résultats sont exprimés en unité formant colonie par millilitre (UFC/mL). Cette opération de dénombrement a concerné toutes les colonies jaunes ou dorées qui se développent, quelque soit leur taille (PETRANXIENE, 1981). On ensemence trois boîtes par dilution. On prend en compte les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies (GUIRAND et GALZY, 1980).

#### **2.2.3.4. Identification des souches de staphylocoques**

##### **a/Observation macroscopique**

L'examen macroscopique des colonies est le premier examen effectué après l'isolement de la souche recherchée (MARCHAL et *al.*, 1982). Il porte sur la description de :

- la taille approximative;
- la forme caractérisée par l'allure des contours qui peuvent être lisses, dentelés, déchiquetés. La surface (forme en relief) peut être bombée ou plate. Le centre est parfois surélevé, parfois « ombiliqué » ou « creux » ;
- l'aspect de la surface qui peut être lisse, brillant, rugueux ou mate, renvoyer la lumière de façon à donner aux colonies un reflet métallique ou un aspect irisé ;
- la coloration (pigmentation): la plupart des colonies n'ont pas de couleur définie. Elles sont jaunâtres, grisâtres, ou blanchâtres mais certaines élaborent un pigment qui donne à la colonie une teinte franche : jaune, rouge, violette ; parfois le milieu lui-même se colore, cas fréquent d'un pigment bleu-vert. Une couleur est due à des pigments (JOFFIN et LAYRAL, 2001) ; La pigmentation est un caractère important d'identification;
- la consistance : les colonies peuvent avoir un aspect muqueux comme elles peuvent être filantes, grasses, crémeuses (qui se mettront facilement en suspension), sèches, pulvérulentes (qui se dissocieront mal dans l'eau) (MARCHAL et *al.*, 1982) ;

- l'opacité : les colonies sont dites :
- Opaques si elles ne laissent pas passer la lumière ;
  - translucides si elles laissent passer la lumière mais on ne voit pas les formes au travers ;
  - transparentes si elles laissent passer la lumière et on voit les formes au travers (MARCHAL *et al.*, 1982).

### \* Test de la catalase

La catalase est une enzyme qui catalyse la réaction de dégradation de l'eau oxygénée. Elle est mise en évidence par contact de la culture avec une solution fraîche d'eau oxygénée. Une goutte d'eau oxygénée est placée sur une lame et un peu de culture en milieu solide y est réparti: un dégagement gazeux abondant sous forme de mousse ou de bulles traduit la décomposition de l'eau oxygénée sous l'action de la catalase (GUIRAUD, 1998) :



### \* Test de la coagulase

Les espèces du genre *staphylococcus* sont classées en deux groupes selon qu'elles produisent ou non une coagulase libre active sur le plasma de lapin ou humain.

### b/Observation microscopique

L'observation microscopique consiste en un examen des colonies à l'état frais et après la coloration de GRAM.

#### ➤ Examen à l'état frais

Cette méthode est très simple, ne produit aucune déformation des cellules examinées, permet d'observer avec une parfaite exactitude, la forme et les mouvements des microorganismes. (PETRANXIÉNE, 1981).

### \*Coloration de GRAM

La coloration de GRAM est la de base de la bactériologie. C'est une coloration double qui permet de différencier entre les bactéries, non seulement d'après leur forme mais aussi d'après

leur affinité pour les colorants, liée à la structure générale de la paroi (MARCHAL *et al.*, 1982) (Annexe14).

### \* Recherche et dénombrement des staphylocoques à coagulase + dans les échantillons de lait

De fait de leur fréquence dans le lait et leurs pathogénicité, les staphylocoques à coagulase positif ont fait l'objet de ce travail. l'étude consiste en la numération des colonies de staphylocoques à coagulase positive durant l'entreposage du lait conservé à la température ambiante et à 4 °C ( $J_0, J_{0+1}$  et  $J_{0+2}$ ). La recherche et le dénombrement sont réalisés pour l'ensemble des échantillons des 03 lots de lait, par des cultures sur le milieu CHAPMAN après incubation, à l'aide d'un compteur de colonies (GUIRAUD, 2012).

#### ➤ Test d'antagonisme du lactosérum vis-à-vis d'une souche cible : *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

Dans le but d'obtenir une solution ne refermant que les protéines lactosériques, responsable de l'effet antibactérien nous avons dans cette partie du travail , réaliser deux étapes .la première a consacré en l'obtention du lactosérum et sa dialyse ; et la seconde en la réalisation des tests d'antagonisme vis-à-vis d'une souche cible *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

#### • Première étapes : extraction des protéines lactosériques

Les échantillons de lactosérum correspondant à chaque lot (Tableau 9) sont obtenus après un écrémage par centrifugation du lait à 3500 g / 20 min à 4°C, préalablement porté pendant 10 min. à 30-35°C au bain marie afin de faciliter l'écrémage. Une agitation douce permet faire remonter toute la matière grasse en surface .celle- ci est alors écartée à l'aide d'une spatule (SIBOUKEUR, 2007). Les fractions protéiniques du lait ainsi écrémé sont séparées par précipitation des caséines provoquée par abaissement du pH à 4.3 correspondant à la valeur du pHi des caséines camelines (WANGOH *et al.*, (1998) b , SIBOUKEUR, (2007) et BOUDJENAH, (2012)) à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique 4N, suivie d'une centrifugation à 3500xg /20 min. Cette opération est répétée deux fois afin d'assurer une meilleure qualité de séparation du lactosérum. Ce dernier subit un réajustement du pH à la neutralité à l'aide d'une solution de soude 1N. Il est acidifié une seconde fois à pH 4,3 à l'aide toujours de ;la solution d'acide chlorhydrique 4N. Une deuxième centrifugation dans les mêmes conditions que la première permet d'éliminer les caséines résiduelles éventuelles. Le

lactosérum subit alors une dialyse contre eau distillée pendant 48 h en utilisant des boudins de dialyse, avec un changement biquotidien de l'eau distillée. Cette opération a pour but d'éliminer les molécules dont la taille est inférieure à 8000 Da.

- **Deuxième étape : tests d'antagonisme**

Nous avons fait appel à la technique des disques. Les tests d'antagonisme sont appliqués aux 03 lots d'échantillons de lactosérum contre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (bactérie cible) cultivée en surface de la gélose « Muller Hinton » (GUIRAUD ,2012). Cette technique consiste à utiliser des disques en papier Wathman de 6mm de diamètre, préalablement stérilisés et imprégnés de l'échantillon de lactosérum à tester. Les disques sont déposés à la surface de la gélose uniformément ensemencée avec une suspension de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (GUIRAUD ,2012). Les boîtes de pétri sont placées à 4 °C pendant 2 à 4 heures pour permettre une bonne diffusion de la substance susceptible d'inhibition (lactosérum). On incube à 37°C pendant 24 h, la souche cible diffuse au sein de la gélose, sauf là où elle rencontre une concentration de la substance suffisante pour inhiber sa croissance. On observera alors autour des disques des zones d'inhibition. L'activité antimicrobienne est déterminée par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition si elle existe, à l'aide d'un pied à coulisse numérique. Toutes les expériences sont répétées trois fois.

- Les résultats obtenus ont été traités statistiquement par le (Excel, 2010).

# **Partie III : Résultats et discussion**



### III-Résultats et discussion

#### 3.1. Enquête

Une enquête réalisée auprès des Services Agricoles de Ouargla (DSA) à l'aide d'un questionnaire révèle l'existence de 58 d'éleveurs qui pratique la production laitière. Une vingtaine d'entre eux seulement, pratiquent le système d'élevage semi intensif basé majoritairement sur la consommation de concentrés et occasionnellement sur celles des plantes de parcours. Le système d'élevage prédominant reste l'extensif. Ces constatations ont déjà été rapportées par SIBOUKEUR en (2007). Ce système d'élevage majoritaire est basé sur l'exploitation des parcours sahariens. Les quelques propriétaires qui adoptent le mode d'élevage semi- intensif pratiquent l'engraissement des dromadaires dans des enclaves délimités.

Les éleveurs pratiquent le semi - intensif dans le but essentiel est l'amélioration de la productivité laitière des chamelles, conditionnée selon leur avis, par la nature de l'alimentation.

#### 3.2. Caractérisation physico-chimique et biochimique du lait en fonction de l'alimentation de la chamelle

Le tableau (10) regroupe les résultats relatifs à la caractérisation physico-chimique et biochimique du lait camelin (population sahraoui) conduites selon les deux systèmes d'élevage.

**Tableau 10: Caractérisation physico-chimique et biochimique**

Paramètres	Système d'élevage		P-value (p)
	Extensif	Semi intensif	
pH	6.59 ±0,12	6.58 ±0,18	0.9008
Densité	1.0293±0.002	1.0296 ±0.001	0.7766
Acidité (°D)	16.83 ±1.40	16.50 ±1.50	0.3085
EST (g /L)	112.47 ±14.98	109.77 ±9.54	0.3582
ESD (g /L)	82.29 ±10.90	82.17±10.46	0.9661
Teneur en cendres (g /L)	8.28±2.17	8.35±1.74	0.8911
Teneur en protéines totales (g /L)	40.47 ±6.13	39±5.30	0.3367
Teneur en vitamine C (mg /L)	66.75 ±17.96	51.58 ±12.76	0.001216
Taux de matière grasse (g /L)	31.94 ±5.09	29.78 ±4.72	0.2189
Calcium (mg/L)	1090.59 ±83,44	765.07 ±263,14	0.03836

p≤0,05 : différence significative

p>0,05 : différence non significative

Le tableau (11) regroupe les résultats relatifs à la teneur en vitamine C selon la période saisonnière (période froide et chaude) du lait camelin (population sahraoui) conduites selon les deux systèmes d'élevage.

**Tableau 11 : Teneur en vitamine C selon la période saisonnière (période froide et chaude)**

Paramètre	Mode d'élevage			
	Extensif		Semi-intensif	
	Période froide	Période chaude	Période froide	Période chaude
Vitamine C (mg /L)	77,47±12 ,19	49,30±12,1	52,82±12,19	47,54±10,56
Test de valeur (p)	0,0019		0 ,4	

$p \leq 0,05$  : différence significative

$p > 0,05$  : différence non significative

Le tableau (12) regroupe les résultats relatifs à la Corrélation entre le pH, l'acidité et la vitamine C du lait camelin (population sahraoui) conduites selon les deux systèmes d'élevage.

**Tableau 12: Corrélation entre le pH, l'acidité et la vitamine C**

Extensif			
Variables	pH	Acidité	Vitamine C
pH	<b>1</b>	0,586	0,677
Acidité	0,586	<b>1</b>	0,927
Vitamine C	0,677	0,927	<b>1</b>
Semi -intensif			
Variables	pH	Acidité	Vitamine C
pH	<b>1</b>	0,693	0,420
Acidité	0,693	<b>1</b>	0,413
Vitamine C	0,420	0,413	<b>1</b>

### 3.2.1. pH

La valeur du pH doit son importance aux indications qu'elle fournit sur l'état de fraîcheur du lait ou sur sa stabilité. Elle est dépendante de la teneur en citrates, en caséines et en anions phosphorique ainsi que de l'état sanitaire de la mamelle (MATHIEU, 1998). Elle est également influencée par la force des acides présents dans le lait.

Selon GORBEN et IZZELDIN, 1997, le pH peut être affecté par l'alimentation et la disponibilité de l'eau. Les résultats que nous avons enregistrés ne semblent pas être en accord avec cela. En effet, la valeur du pH du lait frais issu de chamelles conduites en extensif est pratiquement égale à celle du lait frais produit en semi -intensif, soient  $\text{pH } 6.59 \pm 0.12$  et  $\text{pH } 6.58 \pm 0.18$  respectivement (Tableau 10). L'analyse statistique ne montre pas de différence significative ( $p > 0.05$ ). La figure (9) semble indiquer que le système extensif est caractérisé par une valeur minimale de l'ordre de 6, 33 et une valeur maximale de l'ordre de 6, 73. Le semi intensif est caractérisé par une valeur minimale de l'ordre de 6, 03 et une valeur maximale de

l'ordre de 6, 73. En comparant le premier quartier et le troisième, on trouve que la plus grande proportion des valeurs se trouve dans le troisième quartier, ce qui explique une hétérogénéité des valeurs dans les deux cas. Cette hétérogénéité peut être expliquée par plusieurs facteurs comme les conditions de prélèvements (nombre n, période température) et les manipulations au laboratoire.

Par ailleurs, nous constatons que les valeurs de la médiane du pH des deux systèmes sont très proches ce qui explique l'absence de signification de la différence entre les deux systèmes (p-value=0.9008).

Ces valeurs se situent dans la fourchette des valeurs rapportées par de nombreux auteurs (entre pH 6.4 et pH 6.6), ayant travaillé sur le lait de chamelle dans différentes régions du monde (SAWAYA et *al* (1984); ABULEHIA (1994); LARSSON-RAZNIKIEWICZ et MOHAMED (1994); MEHAIA, (1994); KAMOUN (1995); ABU-TARBOUSH et *al* (1998); SIBOUKEUR (2007); KONUSPAYEVA (2007); SABOUI et *al.* (2009); SHAMSIA (2009) ; ALUDATT et *al.*, (2010).

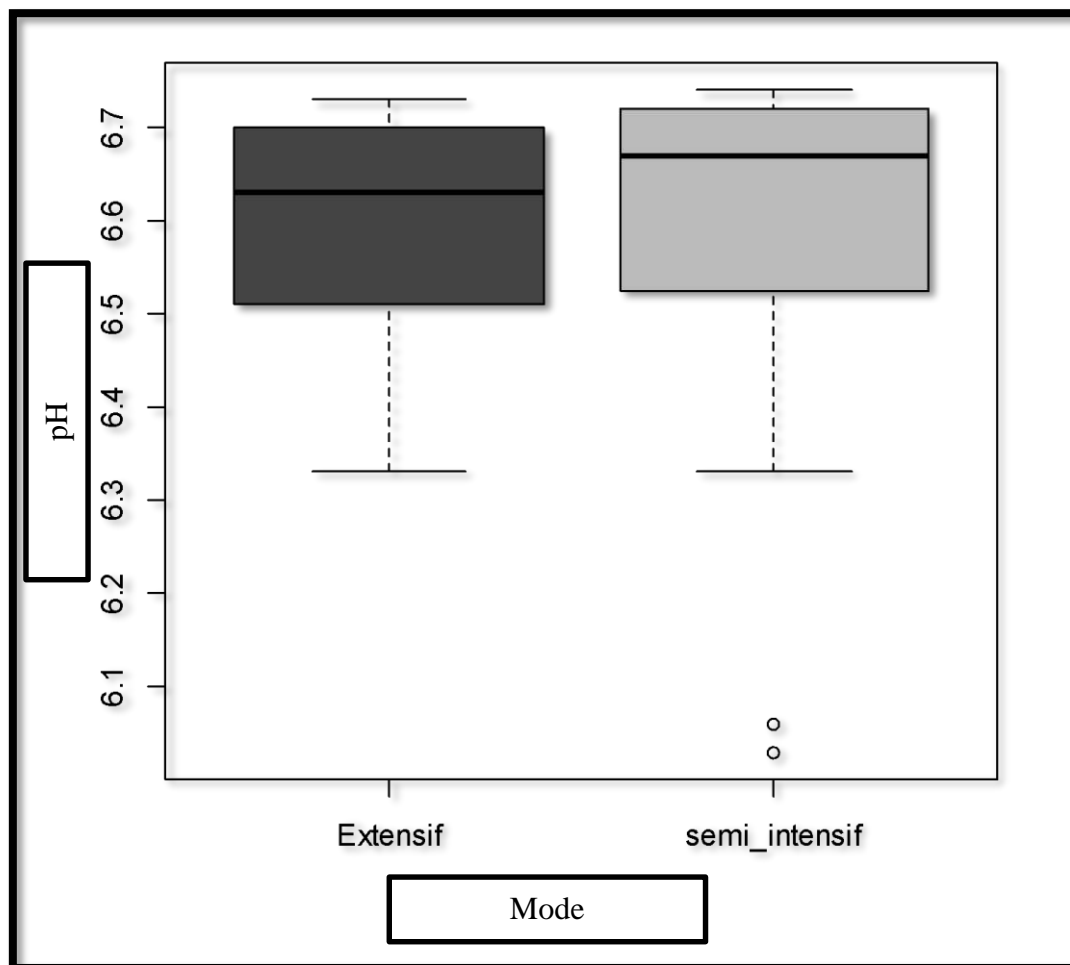


Figure 9 : pH du lait issu de chammes conduites selon deux systèmes d'élevage

### 3.2.2. Acidité Dornic

L'acidité titrable donne une indication sur l'âge du lait autrement dit sur sa qualité bactériologique (GUIRAUD, 2012).

Les échantillons de lait analysés ont affiché une acidité titrable, égale à  $16.83^{\circ}\text{D} \pm 1.40$ ,  $16.50^{\circ}\text{D} \pm 1.50$  respectivement en système extensif et en semi-intensif (Tableau 10). L'analyse statistique ne montre pas de différence significative ( $p > 0.05$ ).

La figure (10) semble indiquer que le système extensif est caractérisé par une valeur minimale de l'ordre de  $13^{\circ}\text{D}$  et une valeur maximale de l'ordre de  $19^{\circ}\text{D}$ . En semi intensif, une valeur minimale de l'ordre de  $12^{\circ}\text{D}$  et une valeur maximale de l'ordre de  $19^{\circ}\text{D}$  sont enregistrées. En comparant le premier quartier et le troisième, on constate une similitude ce qui explique une homogénéité des valeurs pour les deux systèmes d'élevage. Les valeurs de la

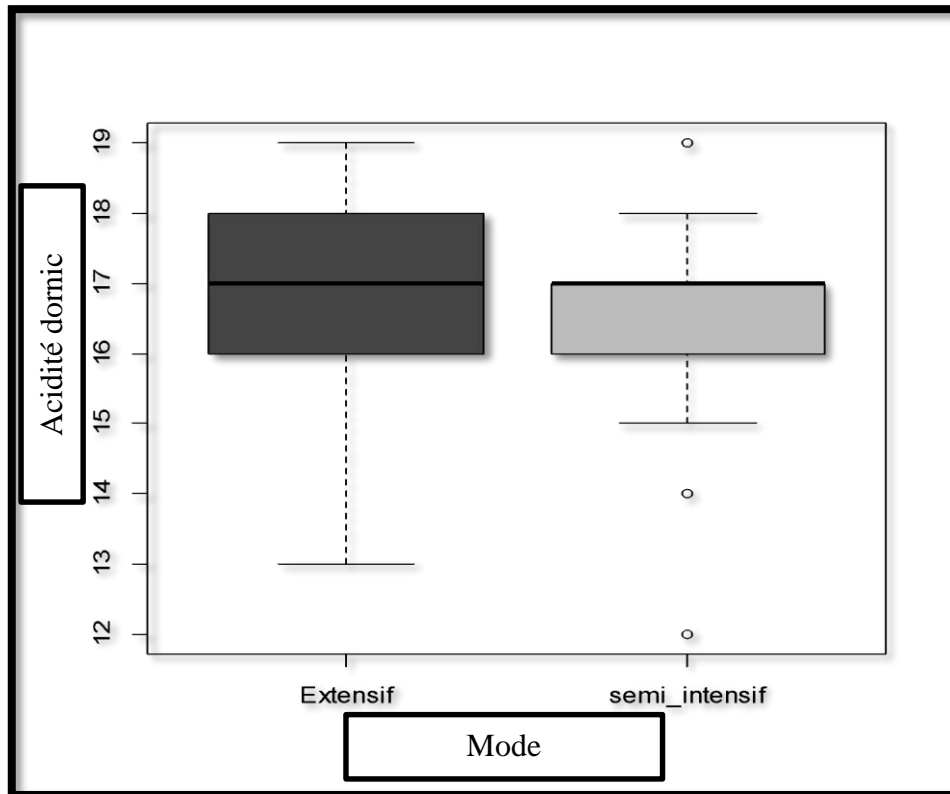
médiane des deux systèmes sont pratiquement identiques, ce qui explique l'absence de signification de la différence entre les deux systèmes ( $p\text{-value}=0.3085$ ).

Les valeurs enregistrées se situent entre 14 °D et 18°D, fourchette de valeurs rapportées par de nombreux auteurs (ABU-LEHIA, (1987); ELAMIN et WILCOX, (1992); MEHAIA, (1994); KAMOUN, (1994); IQBAL et *al.*, (2001); KHASKHELI et *al.*, (2005); SIBOUKEUR, (2007); SABOUI et *al.*, (2009); SHAMSIA, (2009); ALUDATT et *al.*, (2010); MINT MEILOUD et *al.*, (2011)). La compilation des valeurs du pH et celles de l'acidité Dornic, montre que les échantillons de lait utilisés dans la présente étude sont de bonne qualité hygiénique. Ces résultats sont de nature à suggérer que l'alimentation n'affecte ni le pH ni l'acidité titrable du lait, bien que, l'acidité titrable serait selon certains auteurs influencée par l'alimentation et les conditions environnementales (ABU-TARBOUSH, 1996).

L'acidité du lait cru est due aux substances acides qui s'y trouvent (caséine, vitamine C, acides organiques et phosphates). Le lait peut présenter ensuite une acidité développée, provoquée par l'acide lactique et les autres acides issus de la fermentation du lactose la microflore indigène.

L'acidité titrable du lait est inversement proportionnelle à son pH (MATHIEU, 1998). Il est important de préciser que tous les auteurs s'accordent sur l'existence dans le lait camelin, d'un effet tampon relativement élevé par rapport au lait bovin (YAGIL, (1982); KAMOUN et BERGAOUI, (1989); RAMET, (1989) et ABU TARBOUSCH, (1996)). Cette caractéristique inhérente au lait camelin, fait que le pH arrive à se maintenir approximativement au même niveau malgré l'élévation de l'acidité Dornic.

Enfin, selon certains auteurs, ce paramètre dépendrait de la richesse du lait en vitamine C (YAGIL et *al.*, (1994); MATHIEU, (1998) et EL KHASMI et *al.*, (2005)).



**Figure 10 : Acidité Dornic du lait issu de chammelles conduites selon deux systèmes d'élevage**

### 3.2.3. Densité

La densité du lait analysé dans les deux systèmes d'élevage extensif et semi-intensif est de l'ordre de respectivement  $(1.0293 \pm 0.002, 1.0296 \pm 0.001)$  (Tableau 10). L'analyse statistique ne montre pas une différence significative ( $p > 0.05$ ).

La figure (11) semble indiquer que le système extensif est caractérisé par une valeur minimale de l'ordre de 1.025 et une valeur maximale de l'ordre de 1.0324. Le semi intensif est caractérisé par une valeur minimale de l'ordre de 1.026 et une valeur maximale de l'ordre de 1.032. En comparant le premier quartier et le troisième dans le cas du système extensif, on trouve que la plus grande proportion des valeurs se trouve dans le troisième quartier ce qui explique une hétérogénéité des valeurs pour ce système. Concernant le système semi-intensif, en comparant le premier quartier et le troisième, on trouve que la plus grande proportion des valeurs se trouve dans le premier quartier ce qui explique une hétérogénéité des valeurs pour ce système aussi. Cette hétérogénéité peut être expliquée par plusieurs facteurs comme les conditions de prélèvements (nombre n, période température) et les manipulations au laboratoire. Par ailleurs, nous constatons que les valeurs de la médiane sont très proches ce

qui explique l'absence de signification de la différence entre les deux systèmes ( $p$ -value=0.7766).

Les deux valeurs de la densité des échantillons du lait camelin des deux systèmes fluctuent dans l'intervalle cités par de nombreux auteurs à savoir 1.0230 et 1.033 (FARAH, (1993) ; KAMOUN, (1995) ; DAGET et LHOST, (1995) ; IQBAL et *al.*, (2001) ; SIBOUKEUR, (2007) ; KONUSPAYEVA, (2007) ; GHENNAM et *al.*, (2007) ; SABOUI et *al.*, (2009) ; SHAMSIA (2009) ; MINT MEILOUD, (2011). La densité en rapport directe avec la teneur en matière sèche, serait selon la plupart des auteurs fortement liée à la fréquence de l'abreuvement plutôt qu'à l'alimentation. En effet, elle varie en fonction de la concentration des éléments dissous et en suspension (la matière sèche dégraissée) (MOSBAH, 2012). La faible densité du lait camelin est une caractéristique inhérente de ce dernier. Elle est responsable en grande partie des problèmes liés à sa transformation en fromage (SIBOUKEUR, 2007). Elle dépend aussi du taux de matière grasse et de l'élévation de la température de l'air ambiant (LABIOUI et *al.*, 2009).

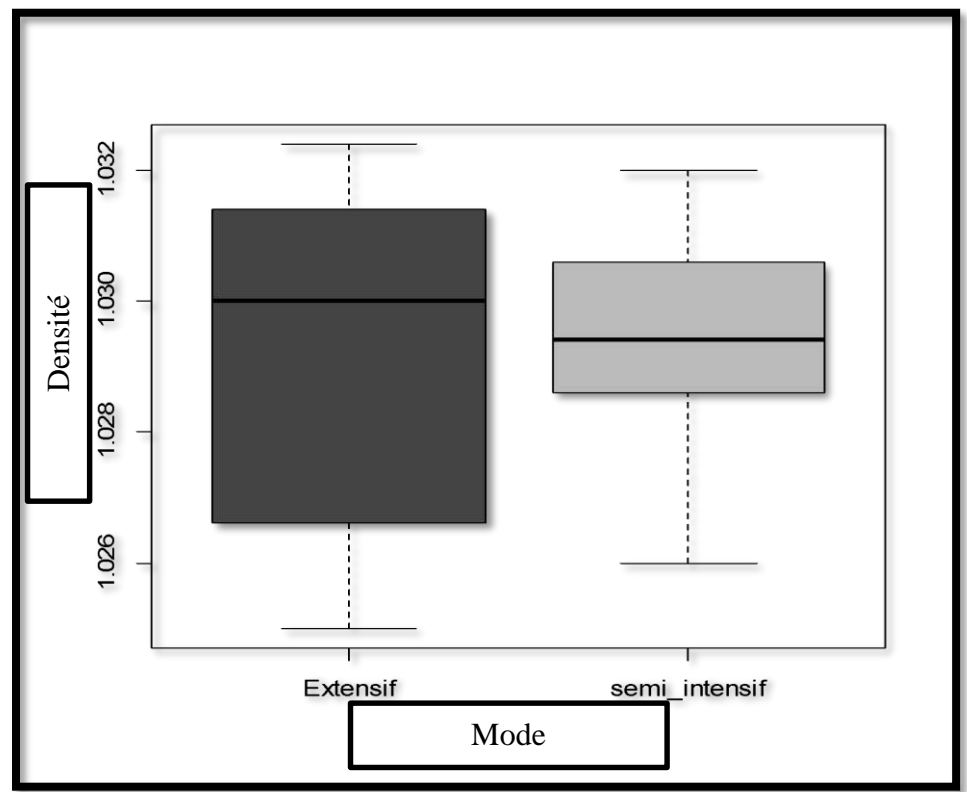


Figure 11: Densité du lait camelin issu de chameilles conduites selon deux systèmes d'élevage

### 3.2.4. Teneur en extrait sec total (EST)

La teneur en extrait sec total (EST) est égale à 112.47 g/L $\pm$ 14.98 et 109.77 g/L $\pm$ 9.54 respectivement pour le lait issu de chamelles conduites en extensif et celui de celles conduites en semi- intensif (Tableau 10). L'analyse statistique ne montre pas de différence significative ( $p>0.05$ ).

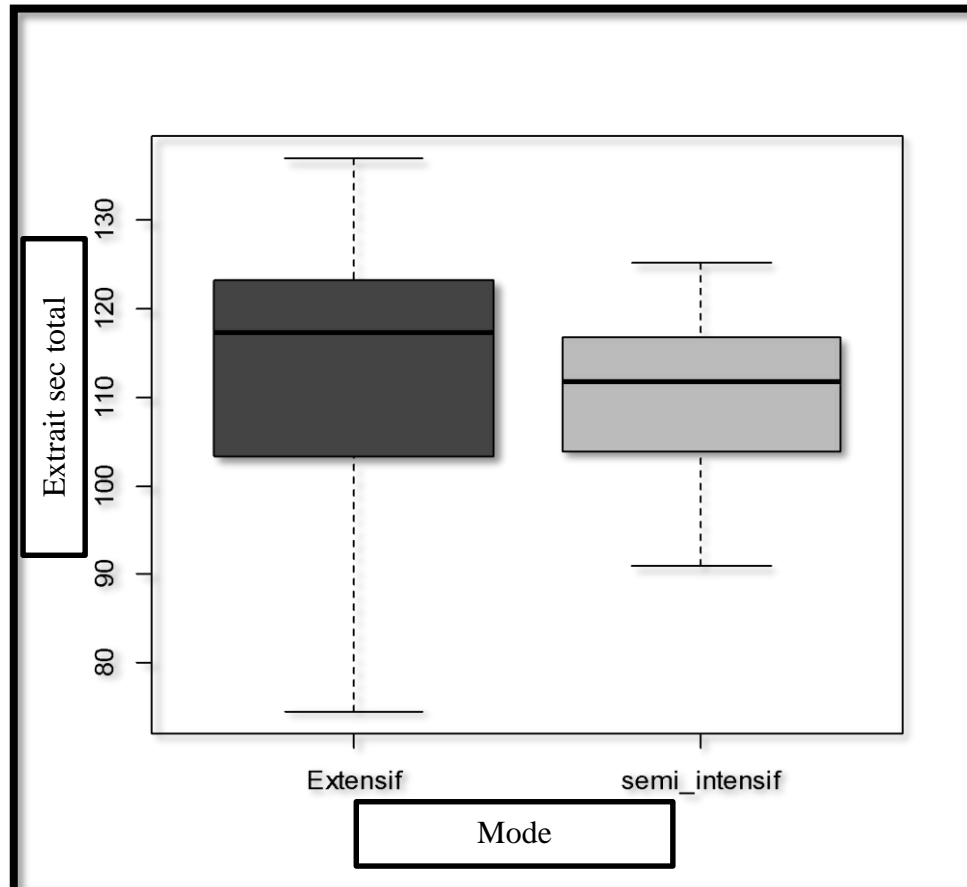
La figure (12) semble indiquer que le système extensif est caractérisé par une valeur minimale de l'ordre de 74,53 g/L et une valeur maximale de l'ordre de 136,98 g/L . Le semi intensif est caractérisé par une valeur minimale de l'ordre de 90.90g/L et une valeur maximale de l'ordre de 125.24 g/L. Le premier et le troisième quartier sont de taille similaire pour les deux systèmes. Les deux valeurs de la médiane des deux systèmes sont aussi très proches, ce qui explique l'absence de signification de la différence entre les deux systèmes ( $p$ -value=0.3582).

La teneur en extrait sec total du lait produit selon les deux systèmes d'élevage est comprise dans la fourchette ( entre 111 g/L et 137 g/L), rapportée par nombreux chercheurs de par le monde et à travers le temps ( LEESE, (1927) ; YASIN et WAHID, (1957) ; OHRI et JOSHI, (1961); KNOESS, (1977) ; EL-AGAMY, (1983) ; GNAN et SHERIDA, (1986) ; ABU-LEHIA, (1987) ; ELLOUZE et KAMOUN, (1989) ; MEHAIA, (1994) ; KARUE, (1998) ; ZHAO, (1998) ; RAMDAOUI et OBAD, (1998) ; LARSSON-RAZNIKIEWICZ et MOHAMED, (1998); INDRA, (2003) ; WERNERY *et al.*, (2003) ; SIBOUKEUR (2007) ; .KONUSPAYEVA (2007) ; SABOUI *et al.*, ( 2009) ;SHAMSIA, (2009) ;IQBAL *et al.*, (2001) ; ALUDATT *et al.*,(2010).

RAMET avait énoncé en (1994) que l'une des principales caractéristiques du lait camelin était sa teneur en matière sèche réduite par rapport à celle des laits des autres espèces. 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, entraînait une chute de la teneur en matière sèche totale de 8.8 à 14.3 % et qu'en cas de privation d'eau ou d'abreuvement insuffisant, la teneur en eau du lait camelin augmente et passe de 87 à 91 %. Des rapports de la FAO, (1995) mentionnent que la variation de la teneur en EST aurait pour origine divers autres facteurs telle que la qualité de l'eau (KHASKHELI *et al.*, 2005). HADDADIN *et al.*, (2008) ont trouvé que le taux de matière sèche totale atteignait son maximum en mi- hiver et son minimum en été. La teneur en EST varie également en fonction,



du stade de lactation (BENGOUMI et *al.*, 1994), des facteurs saisonniers, de l'environnement, du rang de lactation et du nombre de mise-bas (YAGIL, 1982 ; KHASKHELI et *al.*, 2005). D'autres résultats rapportent que la teneur en EST diminuait durant le mois suivant le mise-bas, puis augmente suite à l'accroissement des taux, de matière grasse, de matière azotée et à l'augmentation progressive du lactose (ABU LEHAI et *al.*, (1989).



**Figure 12: Teneur en extrait sec total du lait issu de chamelles conduites selon deux systèmes d'élevage**

### 3.2.5. Teneur en extrait sec dégraissé

L'extrait sec dégraissé (ESD) est de l'ordre de (82.29 g/L  $\pm$ 10.90, 82.17 g/L  $\pm$ 10.46) respectivement dans le lait camelin du système extensif et semi- intensif (Tableau 10). La différence est non significative ( $p > 0.05$ ).

La figure (13) semble indiquer que le système extensif est caractérisé par une valeur minimale de l'ordre de 62.13 g/L et une valeur maximale de l'ordre de 100.59 g/L. Le semi

intensif est caractérisé par une valeur minimale de l'ordre de 57.88 g/L et une valeur maximale de l'ordre de 101.36. En comparant le premier et le troisième quartier, on trouve dans les deux cas que la plus grande proportion des valeurs se concentre trouve dans le premier quartier, ce qui indique une hétérogénéité des valeurs. Cette dernière peut être expliquée par les facteurs cités pour les paramètres précédents. Les valeurs de la médiane dans les deux systèmes étant pratiquement similaires, expliquent l'absence de la signification des différences affichées enregistrées expérimentalement ( $p\text{-value}=0.9661$ ).

La teneur en matière sèche dégraissée de ce bioproduit quelque- soit sa provenance, est compris dans la fourchette rapportée par OULD MOUSTAPHA et OULD HAMADI en (2016) (de 82.2 g /l à 86,9 g /l) pour des échantillons de lait camelin prélevés dans deux régions différentes de la Mauritanie.

L'extrait sec dégraissé ou matière sèche dégraissée exprime la teneur du lait en éléments secs débarrassés de la matière grasse (RAMET, (1985) et CODOU, (1997)).

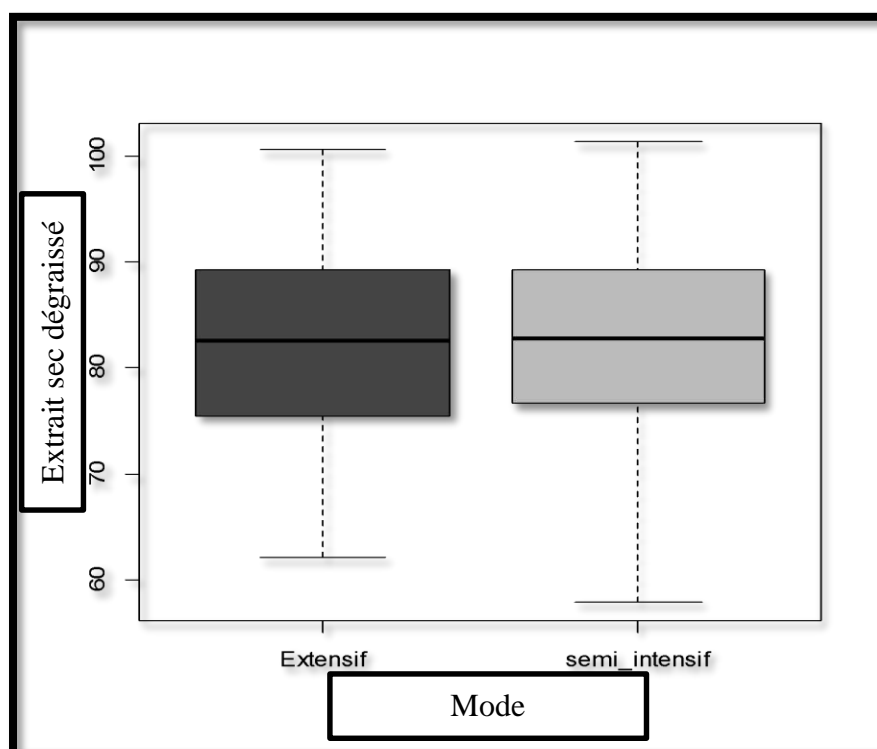


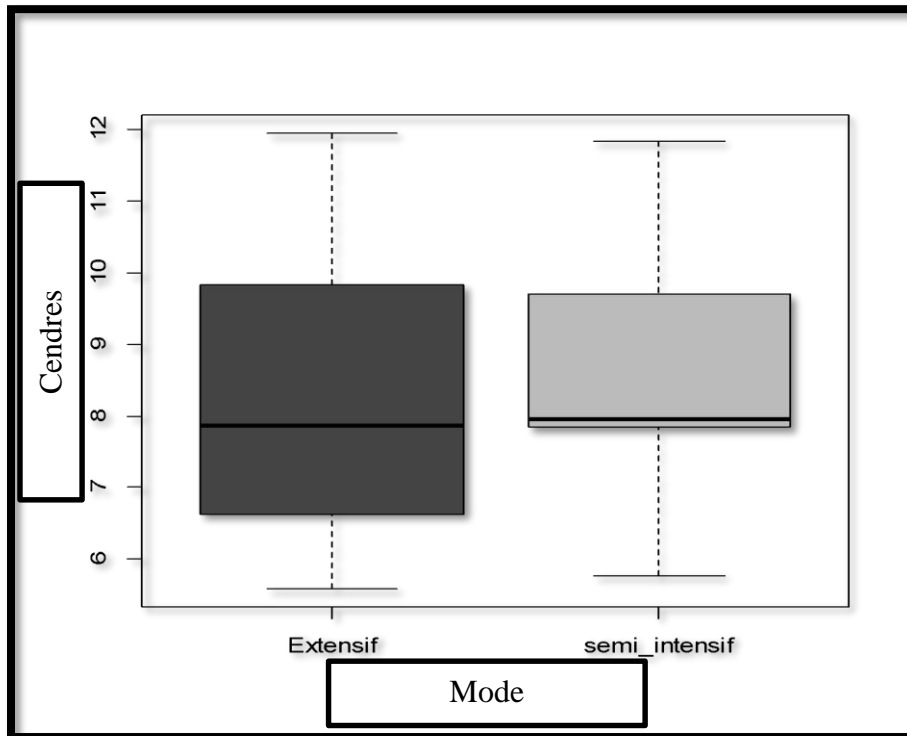
Figure 13: Teneur en extrait sec dégraissé du lait issu de chamelles conduites selon deux systèmes d'élevage

### 3.2.6. Teneur en cendres

La teneur en cendres des échantillons de lait analysés est égale à 8.28 g/L  $\pm$ 2.17 et 8.35 g/L  $\pm$ 1.74 respectivement en système extensif et semi- intensif (Tableau 10). L'analyse statistique montre une différence non significative entre les deux valeurs ( $p > 0.05$ ). La figure (14) montre que le système extensif est caractérisé par une valeur minimale de l'ordre de 5.66 g/l et une valeur maximale de l'ordre de 11.95 g/L. Le semi -intensif est caractérisé par une valeur minimale de l'ordre de 5.76 g/L et une valeur maximale de l'ordre de 11.85 g/L. En comparant le premier et le troisième quartier, on remarque une plus grande proportion de valeur dans le premier quartier ce qui explique une hétérogénéité des valeurs dans les deux cas. L'origine de cette hétérogénéité peut être expliquée par les facteurs évoqués précédemment. Les valeurs de la médiane des deux systèmes sont presque les mêmes, ce qui explique l'absence de signification des différences constatées expérimentalement ( $p$ -value=0.8911).

Ces dernières se situent dans la fourchette (entre 6 et 13 g/L) rapportée par plusieurs auteurs de par le monde (LEESE, (1927) ; YASIN et WAHID, (1957) ; OHRI et JOSHI, (1961) ; KNOESS, (1977) ; EL-AGAMY, (1983) ; GNAN et SHERIDA, (1986) ; ABU-LEHIA, (1987) ; ELLOUZE et KAMOUN, (1989) ; KARUE, (1998) ; RAMDAOUI et OBAD, (1998) ; LARSSON-RAZNIKIEWICZ et MOHAMED, (1998) ; INDRA, (2003) ; SABOUI et *al.*, ( 2009); SHAMSIA, (2009) ; MEHAIA, (1994) ; ZHAO, (1998) ; SIBOUKEUR, (2007) et MINT MEILOUD ( 2011)).

Le taux de cendres du lait camelin peut diminuer selon YAGIL, (1985), en cas de privation d'eau. Il peut varier également en fonction du stade de lactation (FARAH, 1993). Toutefois, aucune référence ne fait état d'une quelconque influence des aliments broutés par la chamelle sur la teneur en cendres du lait, ce qui semble conforter les résultats que nous avons enregistrés.



**Figure 14: Teneur en cendres du lait issu de chammes conduites selon deux systèmes d'élevage**

### 3.2.7. Teneur en calcium

Les teneurs en calcium enregistrées lors de la présente étude sont égales à  $1090.59 \pm 83,44$  mg/L et  $765.07 \pm 263,14$  mg/L respectivement pour le lait issu de chammes conduites en extensif et celui de celles conduites en semi-intensif. L'analyse statistique montre que la différence est significative au seuil  $p \leq 0,05$  (Tableau 10).

La figure (15) montre que le système extensif est caractérisé par une valeur minimale de calcium de l'ordre de 1000,31 mg/L et une valeur maximale de l'ordre de 1203,66 mg/L. Le semi intensif est caractérisé par une valeur minimale de l'ordre de 579,08 mg/L et une valeur maximale de l'ordre de 951,14 mg/L. En comparant le premier et le troisième quartier du système extensif, on constate que les valeurs sont concentrées dans le premier quartier, ce qui explique une hétérogénéité comme dans le cas des paramètres cités précédemment. La comparaison dans le cas du système semi-intensif, indique que le premier quartier est confondu avec le deuxième quartier. Les valeurs se concentrent beaucoup plus dans le troisième quartier, ce qui explique l'existence d'une hétérogénéité des valeurs dont l'origine serait la même que celle citée pour les autres paramètres. Les valeurs de la médiane des deux systèmes sont très

éloignées, ce qui explique l'existence d'une signification des différences relevées expérimentalement ( $p$ -value=0.03836).

Ce résultat est de nature à suggérer que les plantes des parcours seraient probablement responsables de la qualité du lait en matière de teneur en calcium.

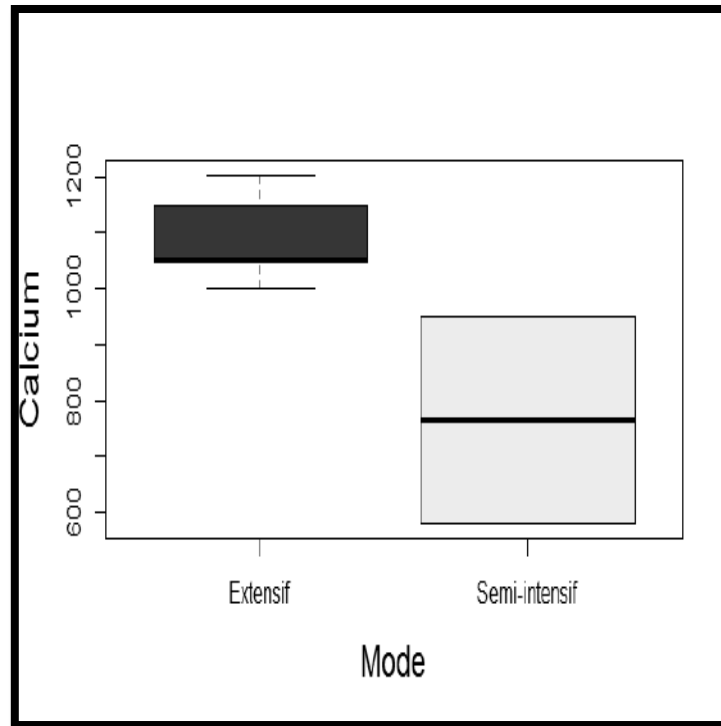
Les valeurs enregistrées lors de la présente étude semblent toutefois moins élevées que celles rapportées par HADDADIN et *al.*, (2008) soit 1370 mg/L en système d'élevage extensif et par SHAMSIA (2009), en système d'élevage semi-intensif soit 1090 mg/L.

La concentration de calcium baisse dans le lait de dromadaires, en cas de déshydratation (YAGIL, 1982). DELL'ORTO et *al.*, (2000) ont constaté qu'un régime alimentaire riche en oligo-éléments augmentait significativement le taux de calcium dans le lait. Cette dernière constatation semble conforter les résultats affichés dans ce travail.

Par ailleurs, NEVILLE, (2005) prétend que les variations des taux de calcium seraient régulées par les taux de citrate et de caséines dans le lait.

KONUSPAYEVA, (2007) a mentionné que le taux en calcium du lait camelin varierait selon les saisons.

De ce qui précède, on peut suggérer que l'alimentation et donc le système d'élevage adopté, affecte la teneur en calcium du lait camelin.



**Figure 15: Teneur en calcium du lait issu de chèvres conduites selon deux systèmes d'élevage**

### 3.2.8. Teneur en protéines

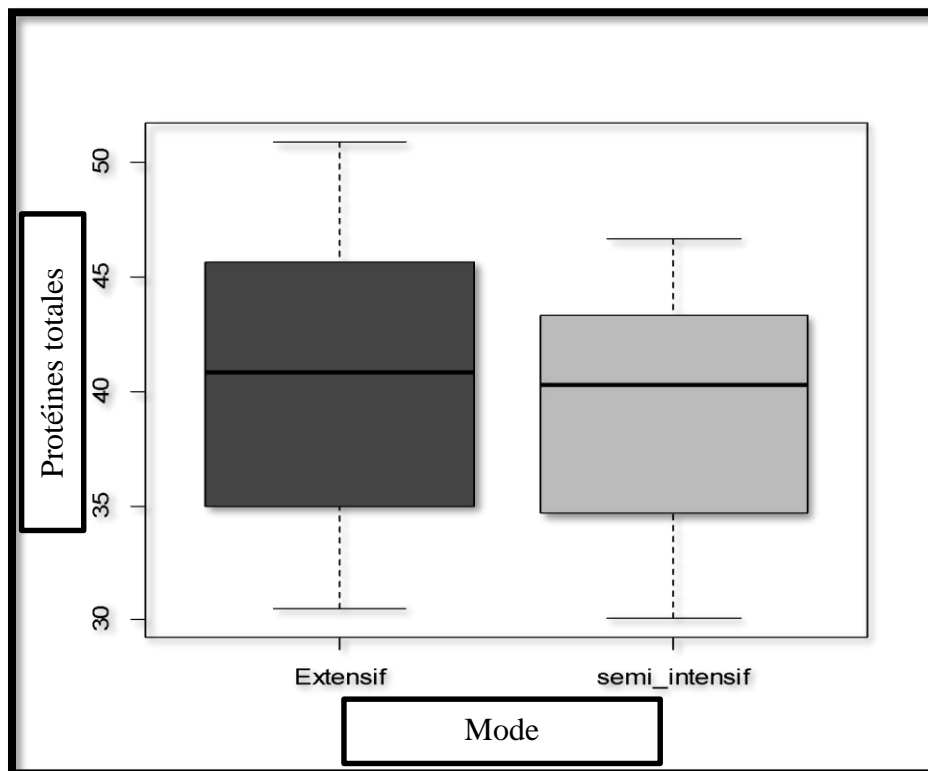
Elle est de l'ordre de  $40.47 \text{ g/L} \pm 6.13$  et  $39 \text{ g/L} \pm 5.30$  respectivement en extensif et en semi-intensif (Tableau 10). L'analyse statistique indique que la différence est non significative ( $p > 0.05$ ).

La figure (16) montre que le système extensif est caractérisé par une valeur minimale des protéines de l'ordre de  $30.5 \text{ g/L}$  et une valeur maximale de l'ordre de  $50.9 \text{ g/L}$ . Le semi-intensif est caractérisé par une valeur minimale de l'ordre de  $30.1 \text{ g/L}$  et une valeur maximale de l'ordre de  $46.4 \text{ g/L}$ . En comparant le premier et le troisième quartier du système extensif, on constate une répartition pratiquement équivalente des valeurs. Dans le cas du semi-intensif, la plus grande proportion des valeurs se trouve dans le troisième quartier, ce qui explique leur hétérogénéité due probablement aux mêmes raisons que pour les paramètres précédemment cités. Les valeurs de la médiane dans les deux cas sont étroitement proches, ce qui explique l'absence de signification des différences relevées expérimentalement ( $p\text{-value} = 0.3367$ ).

Ces valeurs sont toutefois situées dans l'intervalle cité par littérature à savoir entre  $22$  et  $45 \text{ g/L}$  (LEESE, (1927) ; YASIN et WAHID, (1957) ; OHRI et JOSHI, (1961) ; KNOESS, (1977) ; EL-AGAMY, (1983) ; GNAN et SHERIDA, (1986) ; ABU-LEHIA, (1987) ; ELLOUZE et

KAMOUN, (1989) ; MEHAIA, (1994) ; KARUE, (1998) ; RAMDAOUI AND OBAD, (1998) ; ; ZHAO, (1998) ; LARSSON-RAZNIKIEWICZ et MOHAMED, (1998) ; INDRA, (2003) ; WERNERY, (2003) ; SIBOUKEUR, (2007) ; KONUSPAYEVA, (2007) ; SABOUI et *al.*, (2009) ; SHAMSIA, (2009) ; MINT MEILOUD, (2011)).

Ces macromolécules occupent une position privilégiée dans la nutrition des êtres vivants (BASNET et *al.*, 2010). Leurs teneurs dans le lait, variables en fonction des stades de lactation (ABU-LEHIA, 1987 et EL-HATMI et *al.*, 2007), sont sous la dépendance de facteurs génétiques. Cela peut expliquer le fait que nous n'ayons pas trouvé de différences significatives en fonction de l'alimentation des animaux. Néanmoins, certains travaux montrent que les races et les conditions saisonnières en particulier, influenceraient la teneur en protéines du lait de chamelle (AL HAJ et AL KANHAL, 2010).



**Figure 16: Teneur en protéines totales du lait issu de chammes conduites selon deux systèmes d'élevage**

### 3.2.9. Teneur en vitamine C

#### 3.2.9.1. Teneur en vitamine C en fonction du système d'élevage

Les teneurs en vitamine C sont égales à  $66.75 \pm 17.96$  mg/L et  $51.58 \pm 12.76$  mg/L respectivement pour le lait issu de chameilles conduites en extensif et celui de celles conduites en semi-intensif. L'analyse statistique montre que la différence est significative au seuil  $p \leq 0,05$  (Tableau 10). Ce résultat est de nature à suggérer que les plantes des parcours seraient responsables de la qualité du lait en matière de teneur en vitamine C.

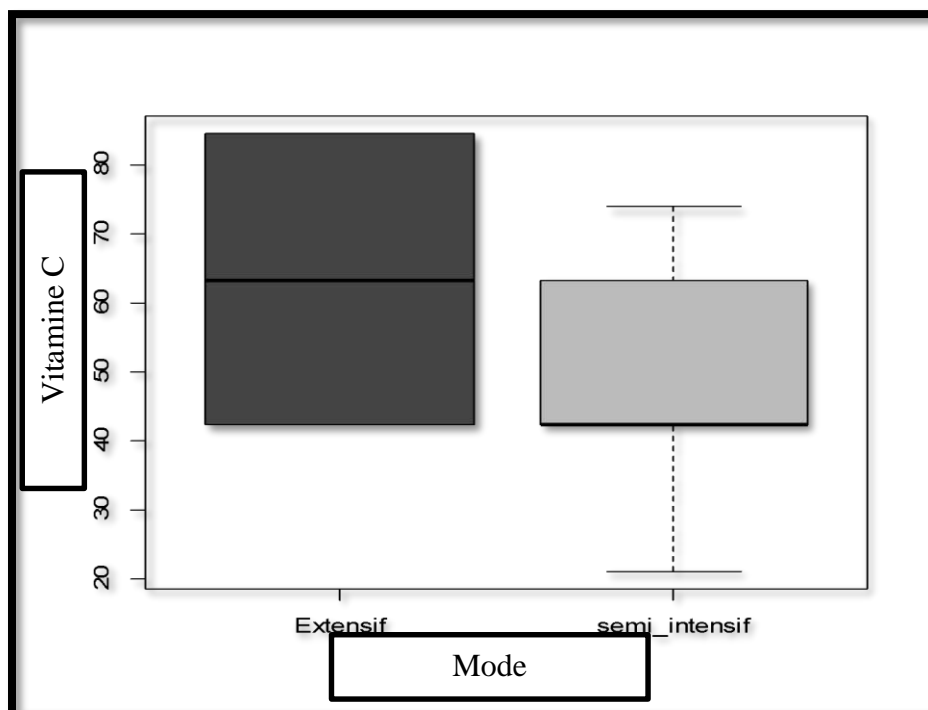
La figure (17) semble renforcer cette thèse. Elle indique pour le système extensif une valeur minimale de l'ordre de 42.26 mg/L et une valeur maximale de l'ordre de 84,52 mg/L. Le semi intensif est caractérisé par une valeur minimale de l'ordre de 21.13 mg/l et une valeur maximale de l'ordre de 63.33mg/L. En comparant le premier et le troisième quartier, on remarque dans le premier cas que le premier quartier est confondu avec le deuxième quartier et que les valeurs se concentrent beaucoup plus dans le troisième quartier. Ceci reflète une hétérogénéité des valeurs pour le système extensif. La comparaison entre le premier et le troisième quartier dans le deuxième cas (semi- intensif), indique une plus grande proportion des valeurs dans le premier quartier ce qui exprime une hétérogénéité dont l'explication semble la même que pour tous les autres paramètres étudiés. Les valeurs de la médiane sont très éloignées d'où la signification des différences enregistrées expérimentalement ( $p\text{-value}=0.001216$ ).

Les teneurs que nous avons relevé en extensif sont plus élevées que celles mentionnées par FARAH et *al.*, (1992) et SIBOUKEUR, (2007) soient respectivement 37.4 mg/L , 46 mg/L. pour le même système d'élevage ,alors que SAWAYA et *al.*, (1984) et MEHAIA , (1994) font état des proportions nettement plus faibles soient respectivement 24 mg/L et 24.9 mg/L. MEDJOUR, (2014) en dosant la vitamine C dans des échantillons de lait issus de chameilles conduites en semi-intensif rapporte également des teneurs moins élevées que celles que nous avons trouvé à savoir  $24,05 \pm 1,34$  mg /L.

En revanche, KONUSPAYEVA en (2007) avaient rapporté une valeur nettement plus élevée, soit  $146 \text{ mg/L} \pm 93$ . Selon l'auteur, l'alimentation de la chamelle jouerait un rôle non négligeable dans la richesse du lait camelin, notamment en cette vitamine.



Malgré cette variabilité, il demeure entendu que cette caractéristique rehausse davantage l'intérêt nutritionnel du lait de dromadaire pour son apport important en cette vitamine au bénéfice des populations relativement privée d'apport important en fruits et au légumes frais.



**Figure 17: Teneur en vitamine C du lait camelin collecté selon deux systèmes d'élevage**

### 3.2.9.2. Effet de la période de lactation sur la teneur en vitamine C

La teneur en vitamine C du lait camelin conduit en extensif en période hivernale et période estivale est de l'ordre respectivement de  $77.47 \text{ mg/L} \pm 12.19$  et de  $49.30 \text{ mg/L} \pm 12.1$  (Tableau 11). L'analyse statistique montre que la différence est significative ( $p < 0.05$ ).

En semi intensif, la teneur en vitamine C enregistrée durant la période hivernale et la période estivale est égale respectivement à  $52,82 \text{ mg/L} \pm 12,19$  et  $47,54 \text{ mg/L} \pm 10,56$ . L'analyse statistique montre une différence non significative ( $p > 0,05$ ) (Tableau 11).

Globalement, les teneurs en vitamine C diffèrent selon la période de collecte du lait. Ces différences semblent avoir pour origine la disponibilité de certaines plantes dans les parcours durant la période hivernale telle que *Savignya longistyla* (Goulglan), appartenant à la famille des Brassicacées qui pousse juste après les pluies (OZENDA, 1991 ; CHEHMA, 2006).

Cette variation saisonnière de la teneur du lait en cette vitamine, a été évoquée par HADDADIN *et al.*, (2008) et KONUSPAYEVA *et al.*, (2011) en Jordanie et au Kazakhstan respectivement.

Parallèlement, une corrélation entre le pH et la vitamine C et entre l'acidité titrable (Tableau 12). Ces résultats sont confortés par ceux rapportées par (YAGIL *et al.*, 1994) et (ELKHAMISSI *et al.*, 2005).

### 3.2.10. Matière grasse

Le lait camelin analysé affiche des teneurs en matière grasse, égales à 31.94 g/L $\pm$ 5.09 et à 29.78 g/L  $\pm$ 4.72, respectivement en système extensif et semi- intensif. L'analyse statistique montre une différence non significative ( $p > 0.05$ ) (Tableau 10). La figure (18) montre que le système extensif est caractérisé par une valeur minimale de taux de matière grasse de l'ordre de 26 g/L et une valeur maximale de l'ordre de 42 g/L. Le semi intensif est caractérisé par une valeur minimale de l'ordre de 21 g/L et une valeur maximale de l'ordre de 36g/L. En comparant le premier et le troisième quartier, on trouve que la plus grande proportion des valeurs se trouve dans le premier quartier, ce qui explique une hétérogénéité de ces valeurs pour le système extensif. Dans le cas du semi-intensif, la plus grande proportion des valeurs, se trouve dans le troisième d'où hétérogénéité. Les valeurs de la médiane pour les deux systèmes, sont très proches, ce qui explique l'absence de signification des différences affichées entre les deux systèmes ( $p$ -value=0.2189).

Les valeurs de la teneur en matière grasse du lait collecté à partir des chamelles conduites selon l'un ou l'autre des système tournent autour de l'intervalle (28-59 g/L) cité dans la littérature (LEESE, (1927) ; YASIN et WAHID, (1957) ; OHRI et JOSHI, (1961) ; KNOESS (1977) ; EL-AGAMY, (1983) ; GNAN et SHERIDA, (1986) ; ABU-LEHIA, (1987) ; ELLOUZE et KAMOUN, (1989) ; MEHAIA, (1994) ; KARUE, (1998) ; RAMDAOUI AND OBAD, (1998) ; ZHAO, (1998) ; LARSSON-RAZNIKIEWICZ et MOHAMED, (1998) ; IQBAL *et al.*, (2001) ; INDRA, (2003) ; WERNERY, (2003) ; SIBOUKEUR, (2007) ; KONUSPAYEVA, (2007) ; SABOUI *et al.*, (2009) ; SHAMSIA, (2009) ; ALUDATT *et al.*, (2010) ; ; MINT MEILOUD, (2011).

Cette variabilité de la teneur en matière grasse dépendrait des conditions climatiques, et de l'alimentation (LABOUI *et al.*, 2009). Les variations les plus importants sont observées durant le premier stade de lactation (ABU-LEHIA *et al.*, 1989).

Il est établi qu'en dehors de la race, le rang de la traite influe sur le taux de matière grasse. KAMOUN, (1994) rapporte que la traite du matin donne un lait relativement pauvre en matière grasse par rapport à celui des autres traites, bien que quantitativement plus important.

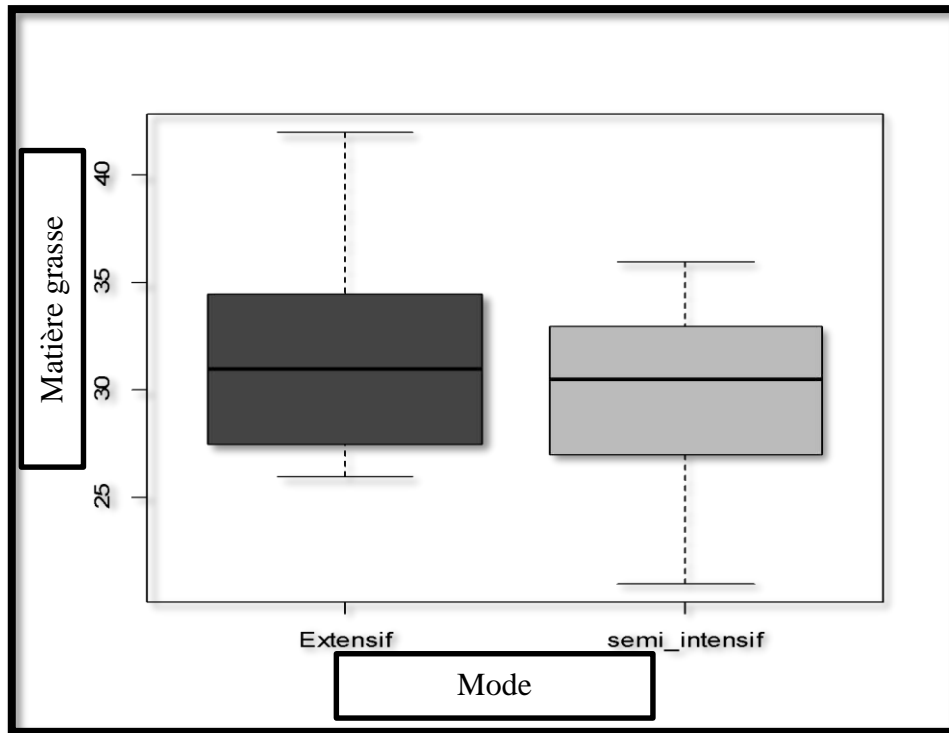


Figure 18: Teneur en matière grasse du lait camelin collecté selon deux systèmes d'élevage

## 3.2.10. 1.Profil en acides gras

Tableau 13: Profil acides gras de la matière grasse du lait camelin selon les deux systèmes d'élevage (en % du total de la masse grasse).

	Nom usuel	Formule brute	Système extensive	Système semi-intensif
Acides gras saturés	Acide butyrique	C4:0	<0.01	<0.01
	Acide caproïque	C6:0	<0.01	<0.01
	Acide caprylique	C8:0	<0.01	<0.01
	Acide caprique	C10:0	<0.01	<0.01
	acide laurique	C12:0	0.84	<0.01
	acide iso-laurique	iC12:0	<0.01	0.44
	Acide Myristique	C14:0	13.05	6.02
	acide 9-methyl Myristique	C14:0 9-m	1.68	1.71
	Acide Pentadecylique	C15:0	1.92	<0.01
	Acide Palmitique	C16:0	37.59	25.13
	acide Methyl Palmitique	C16:0 m	1.93	1.50
	Acide Margarique	C17:0	1.79	<0.01
	Acide Stearique	C18:0	<0.01	<0.01
Acides gras insaturés	Acide oleique	C18:1	35.60	37.73
	Acide linoleique	C18:2	1.98	2.65
Total des acides gras identifiés		-	96.42	75.20
Total acides gras saturés		-	61.01	46.29
Total acides gras mono-insaturés		-	36.93	50.18
Total acides gras polyinsaturés		-	2.06	3.53

Le tableau (13) récapitule l'essentiel de l'analyse quantitative et qualitative de la matière grasse des échantillons de lait étudiés. Globalement, nous constatons l'absence des acides gras saturés à courte chaînes (C4:0, C6:0, C8:0, C10:0) dans l'ensemble des échantillons ayant fait l'objet de la présente étude. Cette analyse montre parallèlement, la présence de l'acide laurique (C12 : 0) dans le lait issu du système extensif et celle de l'acide iso-laurique (iC12 : 0) dans celui issu du système semi –intensif. L'existence de l'acide myristique (C14 : 0) en quantités relativement plus importantes dans le lait issu du système extensif est mise en évidence. Les chromatogrammes enregistrés (Annexes 11 et 12) indiquent la présence de l'acide palmitique (C16) et l'acide méthyl-palmitique dans les deux systèmes. La présence de deux acides gras saturés à 2n+1 atomes C : l'acide Pentadecylique (C15 : 0) et l'acide margarique (C17 : 0) semblent caractériser le lait issu du système traditionnel d'élevage.

En ce qui concerne les acides gras insaturés, les chromatogrammes indiquent la présence en quantités à peu près équivalentes, du C18 :1 ( $\omega_9$ ) et celle du C18 :2 ( $\omega_6$ ), dans l'ensemble des échantillons analysés.

Les profils d'acides gras indiquent certaines analogies entre les deux systèmes, essentiellement l'absence d'acides gras saturés à chaîne courte (C4 à C10) et la présence d'acides gras à chaîne moyenne à longue. Cependant, nous notons quelques différences notamment la présence d'acide laurique C12: 0 et d'acides gras saturés impairs ( C15: 0 et C17: 0), dans les lipides laitiers des échantillons issus de femelles de dromadaires consommatrices exclusivement de plantes des parcours sahariennes. Les acides gras à  $2n+1$  C proviendraient probablement des activités fibrolytique et amylolytique de la flore ruminale des chamelles nourries aux plantes naturelles.

L'influence de l'alimentation et d'autres facteurs tels que le stade de lactation, les gènes... etc, ont été évoqués dans la littérature (FARAH et *al.*, 1989) .

L'absence d'acides gras à chaînes courtes (C4: 0 - C8: 0) pourrait être expliquée par l'absence de « synthèse de novo » au niveau du rumen, comme c'est le cas des bovins. En revanche, la présence d'acides gras à chaîne moyenne (C12: 0-C14: 0) dans la matière grasse du lait issu de femelles vivant en extensif, pourrait indiquer une possible « synthèse de novo » au niveau ruminale .

La présence des acides gras à chaîne longues saturés (C16 :0), mono-insaturés ( C18 :1) et polyinsaturés (C18 :2 acide gras indispensable) dont le site de synthèse se situe au niveau des glandes (KARRAY et *al.*, 2005), indique leur synthèse à partir de leur correspondant saturé ( C18 :0) dont le taux enregistré est négligeable (<0.01).

De ce qui précède on peut dire que les résultats enregistrés sont de nature à suggérer que l'alimentation fournie en semi\_intensif, affecte le profil en acides gras de la matière grasse du lait camelin.

### **3.2.10. 2. Organisation de la matière grasse du lait**

La matière grasse du lait se présente sous forme de globules gras dispersés dans la phase aqueuse du lait. Dans ce contexte, les auteurs rapportent que la taille de ces globules gras est beaucoup plus petite dans le cas du lait camelin. Elle varierait de 1,5 à 9  $\mu\text{m}$  selon MEHAIA (1995) et de 1,2 à 4,2  $\mu\text{m}$  selon YAGIL (1982) versus 3 à 6  $\mu\text{m}$  dans le cas du lait de référence.

La matière grasse représentant environ 3,6 % de sa composition globale (LOPEZ et *al.*, 2010), est dispersée sous la forme de globules, enveloppés dans une membrane (ATTIA et

*al.*, 2000 ; KHAN et IQBAL, 2001 et KARRAY et *al.*, 2005), qui provient des cellules sécrétrices du lait. Elle est constituée par des complexes protéiniques et des phospholipides. Les propriétés physiques des globules gras et leur fréquence de distribution ont fait l'objet de nombreuses études (HUPPERTZ et KELLY, 2006).

D'après la présente étude, nous avons remarqué que la taille des globules gras ne change pas en fonction de l'alimentation (élevage extensif ou semi-intensif). Toutefois, nous avons constaté une faible fréquence de distribution et une meilleure dispersion des globules gras de la matière grasse du lait issu système extensif (Figure 19). Les résultats indiquent en effet une plus grande fréquence et une moindre dispersion des gouttelettes lipidiques. Cette microstructure a pour conséquence une meilleure stabilité de l'émulsion (phase dispersée dans phase dispersante) conduisant à des difficultés de l'écémage dans le cas du lait issu de chamelles nourries aux plantes naturelles (parcours sahariens).

Tous les auteurs qu'ont travaillé sur l'aptitude beurrière s'accordent en effet sur les difficultés de la fabrication beurrière du lait de chamelles élevées traditionnellement (FARAH et *al.*, (1989) et KARRAY et *al.*, (2005)). Ces difficultés technologiques sont dues à la faible taille des globules gras qui permet de maintenir les gouttelettes lipidiques séparées en s'opposant à leur coalescence (augmentation de  $r$ ) d'où la stabilité de l'émulsion (équation de STOCKES) et les difficultés d'écémage.

Equation de STOCKES:

$$v = \frac{2r^2 g \Delta(\rho)}{9\mu}$$

V= vitesse de remontée de la matière grasse ;

R = rayon des gouttelettes lipidiques ;

g = accélération de la pesanteur ;

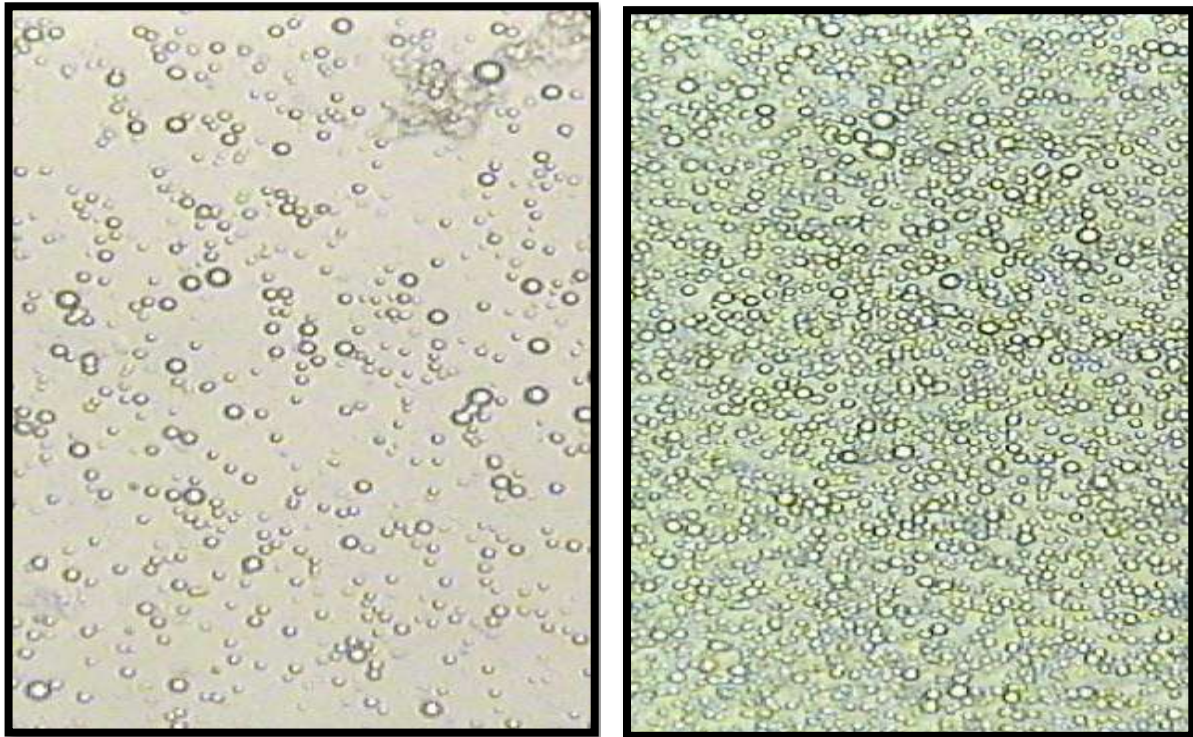
$\Delta P$ = différence entre la densité de la phase continue dispersante et celle de la phase dispersée ;

$\mu$ = viscosité de la phase continue dispersante.

Cette caractéristique présente l'avantage de rapprocher le lait de chamelles conduites en extensif du lait humain du point de vue de faciliter la digestion notamment pour le nourrisson.

Les résultats que nous avons enregistrés sont donc de nature à suggérer que le changement du mode d'élevage affecte cet avantage nutritionnel.

Bien que la composition en acides gras des globules diffère selon les saisons, la taille de ces derniers varierait avec la composition en acides gras des triglycérides. TIMMEN et PATTON (1988) ont constaté que les globules gras de petite taille contenaient moins de C4 :0, C10 :0 et C18 :0 et plus de C18 :1, ce qui semble conforter nos constatations expérimentales.



a) Observation microscopique des globules gras du lait camelin en extensif (Gros X400)

b) Observation microscopique des globules gras du lait camelin en en semi-intensif (gros X 400)

**Figure 19 : Aspect et taille des globules gras après coloration par le noir soudan (x400)**

### 3. 3. Qualité microbiologique du lait en fonction de l'alimentation des chamelles

Le test de la réductase nous a permis de nous assurer de la bonne qualité hygiénique des échantillons destinés à l'étude microbiologiques (LARPENT et *al.*, 1997 et GUIRAUD,2012). En effet, la décoloration du bleu de méthylène a commencé à s'effectuer au-delà de 5 heures pour les trois lots (Tableau 14).

Tableau 14 : Test de la réductase

Système d'élevage	N° du lot d'échantillons de lait	Test de la réductase
Extensif	1	>5 heures
Semi –intensif	2	>5 heures
Semi –intensif +armoise	3	>5 heures

### 3.3.1. Observation macroscopique des colonies

Trois types de colonies halotolérantes se sont développées sur le milieu hypersalé de CHAPMAN. Leurs principales caractéristiques sont regroupées dans le tableau (15).

Tableau 15: Principales caractéristiques des colonies

Colonies	Colonie 1	Colonie 2	Colonie 3
Caractéristiques			
Couleur	Blanche	Jaune	Jaune à dorée
Taille	Petites et grandes	Petites et grandes	Grandes
Texture	peu crémeuse.	crémeuse.	crémeuse.
Forme	Ronde et lisse	Ronde et lisse	Ronde, bombée et Lisse
Catalase	+	+	+
Coagulase	-	-	+

La deuxième et la troisième colonie de couleur jaune, provoquent un jaunissement du milieu de CHAPMAN. Elles utilisent le mannitol comme source de carbone d'où acidification du milieu révélée par le virage de rouge de phénol (indicateur de pH) à sa teinte acide (jaune) (annexe 13).

Toutes les colonies développées sont catalase positive. Toutefois, seule la colonie 3 nous intéresse car elle est coagulase + donc pathogène (Photos 1, 2). Ces critères (photos 3 ; 4) nous ont permis de retenir la colonie 3 supposée être l'espèce *Staphylococcus aureus*.





**Photo 1: Test de la catalase (positif pour la colonie3)**



**Photo 2: Test de la coagulase (positif et négative de la colonie)**

### 3.3.2. Observation microscopique

Les observations microscopiques effectuées, à l'aide d'un microscope optique avec un objectif 100 à immersion, ont permis d'examiner à l'état frais les prélèvements de colonies et de pouvoir déterminer si les germes ciblés portent ou pas la coloration de GRAM.

Les colonies apparaissent sous forme unitaire de cocci rassemblés en diplocoques, ou en grappes de raisin (photo 3). Elles sont GRAM positif, mobile (colonies 1 et 2) et immobile (colonies 3).

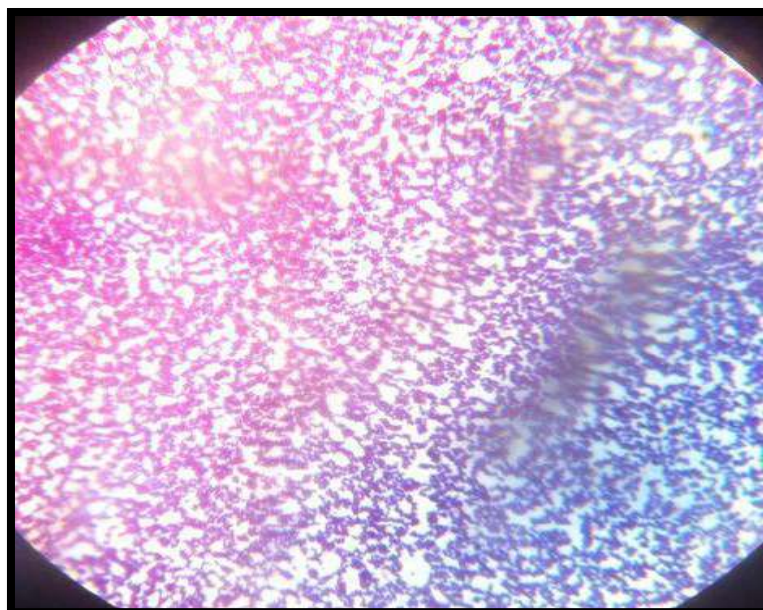


Photo 3 : Examen après coloration de GRAM (GX100)

### 3.3.3. Evolution quantitative de la flore halotolérante des lots expérimentaux de lait stockés à la température ambiante (30°C) et à la température réfrigérée (4°C)

La numération de cette flore est réalisée à  $J_0$  avant entreposage, à  $J_{0+1}$  correspondant à un jour de stockage et à  $J_{0+2}$  correspondants à deux jours de stockage (Tableau 16).

**Tableau 16: Evolution quantitative de la flore halotolérante des lots expérimentaux de lait stockés à la température ambiante (environ 30°C) et à la température réfrigérée (4°C).**

Système d'élevage	N° du lot	Avant stockage	Stockage à la température ambiante (environ 30°)		Stockage à 4°C	
		UFC/ml	UFC/ml		UFC/ml	
		$J_0$	$J_{0+1}$	$J_{0+2}$	$J_{0+1}$	$J_{0+2}$
Extensif	1	00	00	00	00	00
Semi –intensif	2	$70 \pm 9$	$49 \pm 0.00$	$50.5 \pm 12.02$	$39 \pm 1.41$	$55 \pm 7.07$
Semi –intensif +armoise	3	00	$32.5 \times 10^4 \pm 3.53$	00	$10.66 \times 10^4 \pm 2.3$	00

$J_0$  : avant stockage

$J_{0+1}$  : Deuxième jour de stockage

$J_{0+2}$  : Troisième jour de stockage

Les résultats relatifs à la recherche des bactéries halotolérantes sur milieu CHAPMAN, le premier jour de la collecte du lait, à ( $J_0$ ) montrent que cette flore contamine seulement le lot issu de chammes conduites en semi-intensif (lot 2). En effet, nous constatons l'absence d'une

flore de contamination halotolérante dans les lots 1 et 3 (Tableau 16). Les résultats relatifs au suivi de l'évolution de la flore halotolérante sont consignés dans le tableau (16). Nous avons constaté une absence de la flore halotolérante dans le lot 1 durant le stockage à la température ambiante (environ 30°C) et à la température réfrigérée (4°C) à  $J_{0+1}$  et à  $J_{0+2}$ . En revanche, un développement de cette flore est constaté dans le lot 3 à la température ambiante (30°C) à partir du deuxième jour d'entreposage ( $J_{0+1}$ ). Le nombre de colonies dénombrées est de l'ordre de  $32.5 \times 10^4 \pm 3.53$  UFC/ml. Toutefois, ce chiffre décline lors de l'entreposage des produits et on remarque une absence totale de la flore halotolérante à  $J_{0+2}$ . Par contre le lot 2 se comporte différemment quel que soit la température d'entreposage. En effet, il est contaminé dès le départ à  $J_0$ , le taux initial de la flore étudiée a tendance à s'abaisser sensiblement en fonction du temps en atteignant à  $J_{0+1}$  et à  $J_{0+2}$  respectivement  $49 \pm 0,00$  UFC/ml et  $50,5 \pm 12,02$  UFC/ml à la température ambiante (30°C). A 4°C le taux de colonies est de l'ordre de  $39 \pm 1,41$  à  $J_{0+1}$ , Il atteint  $55 \pm 7,07$  UFC/ml à  $J_{0+2}$ .

Les résultats du tableau sont de nature à suggérer que le lait issu de chamelles nourries aux plantes des parcours n'est pas sujet à des contaminations par la flore halotolérante en dépit de leur salinité et qu'ils sont protégés durant l'entreposage à la température ambiante par le système protecteur puissant évoqués par de nombreux auteurs du notamment à LSP (EL-AGAMY et *al.*, (1992) ; RAMET, (2003) et SIBOUKEUR, (2007)).

Les résultats relatifs au lot 3 sont de nature à suggérer qu'il s'agit d'un effet exercé durant le stockage soit par le thymol présent dans l'armoise et/ou par le système protecteur naturel du lait camelin.


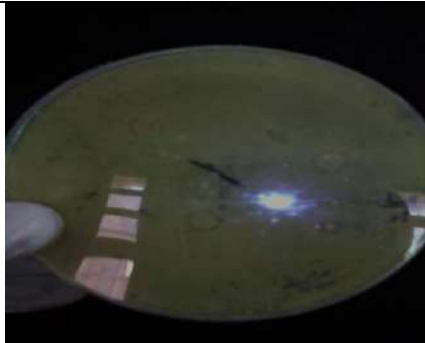
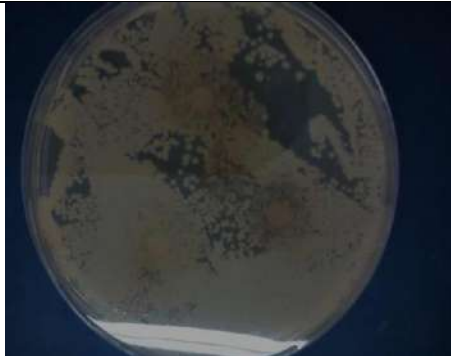
La contamination du lot 2 par la flore halotolérante semble être due à l'absence de la protection du lait soit directement par des molécules bioactives soit indirectement par le système LSP activé par le soufre apporté par les brassicacées et les astéracées. Dans ce contexte, CHEHMA (2005) rapporte que ces deux familles sont présentes dans tous les parcours camelins.

#### 3.3.4. Test d'antagonismes du lactosérum des trois lots expérimentaux

**Tableau 17 : Diamètres des zones d'inhibition des lots expérimentaux de lactosérum**

Système d'élevage	N° du lot de lactosérum	Diamètre des zones d'inhibition (mm)
Extensif	1'	12.83±3.04
Semi –intensif	2'	6.62 ±0.54
Semi –intensif +armoise	3'	11.35 ± 2.54

**Tableau 18 : Activité antibactérienne des trois lots 1',2', 3' de lactosérum contre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923**

Système d'élevage	N° du lot de lactosérum	Numéros de photo	Tests d'antagonisme du lactosérum vis-à-vis de l'espèce <i>staphylococcus aureus</i> ATCC 25923
Extensif	1'	1	
Semi -intensif	2'	2	
Semi-intensif+ armoise	3'	3	

Afin de vérifier cette hypothèse, nous nous sommes intéressés au lactosérum, liquide susceptible de contenir les protéines protectrices, la lactopéroxydase en l'occurrence. Cette protéine lactosérique en présence de soufre contenu dans les plantes (astéracées et brassicacées) et le peroxyde d'hydrogène formé par la dissolution de l'oxygène dans le lait, constitue ce

système LSP, puissant antibactérien notamment contre la flore halotolérante par le biais de l'hypothiocyanate (PERRAUDI,1991). Les tests d'antagonisme des 03 lots de lactosérums correspondants aux lots d'échantillons de laits collectés (Tableau 18). L'activité antimicrobienne des trois lots de lactosérum contre la souche cible *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 est illustrée par les photos 1,2 et 3 (Tableau 18). Les trois lots expérimentaux de lactosérums (1',2' et 3') ont montré des diamètres des zones d'inhibition de l'ordre de respectivement de  $12.83 \pm 3.04$ ,  $6.62 \pm 0.54$  et  $11.35 \pm 2.54$  (Tableau 17).

Les tests d'antagonisme réalisés avec les trois lots de lactosérum sur la bactérie cible, (photos 1,2 et 3) dans le tableau (18) indiquent que le lot 1' semble posséder la meilleure activité antimicrobienne contre *Staphylococcus aureus* avec un diamètre de la zone d'inhibition le plus élevé ( $12.83 \pm 3.04$  mm). Le lot 3' provenant des chamelles ayant reçu une alimentation à base d'*Artémisia herba alba*, une astéracée, possède une activité antimicrobienne contre *Staphylococcus aureus* proche de celle enregistrée avec le lot 1' ( $11,35 \pm 2,54$  mm). En revanche, le lot 2' provenant de chamelles conduites en semi-intensif, semble ne pas posséder d'activité antimicrobienne contre la souche référencée cible. En effet, le diamètre de la zone d'inhibition enregistrée égale à  $6.62 \pm 0,54$  mm, étant inférieure à 8 mm n'est pas prise en considération (MITEVA et al., 1998 et GUESSAS, 2007).

Etant donné que la seule différence entre les trois lots du lactosérum réside dans l'alimentation reçue par les chamelles, donc dans le système d'élevage, nous pouvons penser que les activités antimicrobiennes mises en évidence par le biais des tests d'antagonisme contre *Staphylococcus aureus* obtenus avec les lots 1' et 3', sont liées à la nature des plantes des parcours sahariens. En effet, les astéracées et les brassicacées respectivement riches en soufre et en glycosinolates (S-hétérosides) (PERRAUDI ,1991), sont très appréciées par les chamelles vivant en extensif (CHEHMA,2006). Dans les deux cas, la lactopéroxydase, protéine du lactosérum acquiert une activité antibactérienne par le biais du système LSP (ANONYME ,1999). L'espèce *Artémisia herba alba*, riche en thymol, un terpène phénolique, à forte activité antibactérienne (PIOCHON, 2008), elle pourrait être également responsable de l'activité antibactérienne mise en évidence par les tests d'antagonismes effectuée sur le lot 3'. De ce qui précède, nous pensons qu'il s'agit plutôt d'un effet de synergie conditionné par la consommation des plantes des parcours sahariens.

Le système d'élevage nouvellement adopté par certains éleveurs algériens de dromadaires dans le but d'améliorer la productivité laitière cameline, semble affecter l'une des particularités recherchées dans le lait camelin : le système protecteur contre la flore de contamination.

Cette partie d'étude montre l'effet protecteur et auto-épuratif du lait camelin contre les microorganismes halotolérants susceptibles de le contaminer. Cet effet semble lié étroitement au système d'élevage pratiqué, et donc à l'alimentation.

# Conclusion

L'objectif de ce travail vise l'étude de l'impact de l'alimentation des chamelles sur la composition et les caractéristiques de leur lait. Les résultats obtenus semblent indiquer que le changement de la conduite d'élevage des chamelles, n'a pas d'effet négatif sur le pH, la densité, l'acidité Dornic, l'extrait sec total (EST), l'extrait sec dégraissé (ESD), le taux de cendres, la teneur en protéines totales et la teneur en matière grasse. En revanche, bien que leur taille soit comparable, la fréquence de distribution des globules gras du lait issu des chamelles conduites en semi-intensif paraît est plus grande par rapport à celle du lait issus chamelles conduites en extensif. En ce qui concerne le profil en acides gras, les résultats que nous avons enregistrés par GC/MS indiquent l'absence des acides gras à courtes chaînes (C4 à C10), une présence des acides gras à chaînes moyennes (C12- C14) et à chaînes longues (C15- C18) pour les deux systèmes. La présence de l'acide laurique (C12 : 0) dans le lait issu de l'extensif par rapport au lait issu du semi-intensif est parallèlement enregistrée. Des acides gras à  $2n+1$  atomes de carbone (C15 : 0, C17 : 0) ont été détectés seulement dans les échantillons collectés en extensif. La transition du système extensif au système semi-intensif a affecté négativement la teneur en vitamine C et celle en calcium. Ainsi, en dépit de la pauvre alimentation, la chamelle soumis à un système extensif produit un lait plus riche en vitamine C ( $66.75 \pm 17.96$  mg /L versus  $51.58 \pm 12.76$  mg /L en semi-intensif) et en calcium ( $1090.59 \pm 83,44$  mg /L versus  $765.07 \pm 263,14$  mg /L en semi-intensif).

Il semblerait donc que l'alimentation en régime semi-intensif atténue la valeur nutritionnelle du lait de dromadaires. Le système d'élevage nouvellement adopté par certains éleveurs algériens dans le but d'améliorer la productivité laitière cameline, semble également affecter une autre particularité de ce produit : son système protecteur contre la flore halotolérante de contamination. Cet effet serait entravé dans le deuxième lot d'échantillons de laits issus de chamelles conduites en semi-intensif. Il est en revanche mis en évidence dans le lait de chamelles en stabulation ayant reçu une alimentation comportant en plus de celle donnée au deuxième groupe d'animaux, de l'armoïse, une plante des parcours très appréciée par les dromadaires.

Enfin, les résultats auxquels nous sommes parvenus sont de nature à suggérer que l'alimentation aurait des conséquences négatives sur certaines particularités auxquelles le lait camelin doit sa célébrité.



Au terme de ce modeste travail, nous sommes tentés de croire qu'une campagne de vulgarisation dissuadant les éleveurs à supplanter le système traditionnel par le système moderne, s'impose.

Toutefois, cette étude exige la confirmation des résultats enregistrés. Des analyses physico-chimiques, biochimiques et microbiologiques effectuées sur un échantillonnage beaucoup plus large, comportant des laits individuels collectés dans des régions où les deux types d'élevage co-existeraient, seraient nécessaires. Il serait également intéressant d'élargir l'étude de l'influence de l'alimentation sur la composition du lait d'autres populations et races camelines. D'autres investigations plus approfondies pour tenter de trouver des explications à certains points non encore clarifiés s'imposent aussi. Le recours au séquençage des protéines sériques du lait collecté à partir de chamelles nourries naturellement en comparaison avec celles élevées en semi-intensif pourrait peut-être élucider certaines particularités nutritionnelles, diététiques et technologiques, non encore élucidées de ce bioproduit.

# **Références bibliographiques**

**ABDELGADIR W.S., AHMED T. K et DIRAR H. A., (1998).** The traditional fermented milk products of the Sudan. *International Journal of Food Microbiology*, 44, 1e13.

**ABDEL-RAHIM A.G., (1987).** The chemical composition and nutritional value of camel (*Camelus dromedarius*) and goat (*Capra hircus*) milk. *World Rev. Anim. Prod.*, Vol 23, pp 911.

**ABDEL-RAHMAN I.E., DIRAR H.A et OSMAN M.A., (2009).** Microbiological and biochemical changes and sensory evaluation of camel milk fermented by selective bacterial starter cultures. *African J. Food Sci.*, 3: 398-405.

**ABU-LEHIA I.H., (1987),** Lactation of camels and composition of milk in Kenya. *Milchwissenschaft*, 42, 368-371.

**ABU-LEHIA I.H., (1989).** Physical and chemical characteristics of camel milk fat and its fractions. *Food Chem.*, 34, 261-272.

**ABU-LEHIA I.H., (1994).** Recombined camel's powder. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.

**ABU-LEHIA I.H., AL-MOHIZEA I.S. and EL-BEHERI M., (1989).** Studies on the production of ice cream from camel milk products. *Aust. J. Dairy Techn.*, 44, 31-34.

**ABU-TARBOUSH H. M., (1996).** Comparision of growth and proteolytic activity of yogourt starters in whole milk from camels and cows. *J. Dairy Sci.*, **79**, 366-371.

**ABU-TARBOUSH H. M., AL-DAGAL M.M. et AL-ROYLI M.A., (1998):**Growth, viability and proteolytic activity of Bifidobacteria in whole camel milk. *J. Dairy Sci.*, 81, 354- 361.

**ADAMOU A., (2009).** L'élevage camelin en Algérie: Système à rotation lente et problème de reproduction, profils hormonaux chez la chamelle Chaambi. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar- Annaba (Algérie). 250 p.

**AFNOR (1989).** Norme NF-V-04-208. Lait - Détermination des cendres.

**AGRAWAL R. P, SANJAY.S., POORNIMA.S., RAJENDRA P. G., DHANPAT K. K et MOHAN S. S., (2007).** Effect of Camel Milk on Residual  $\beta$ -Cell Function in Recent Onset Type 1 Diabetes, *Diabetes Research and Clinical Practice* 77 (3): 494-95.

**AGUE K.M., (1998).** Etude de la filière du lait de chamelle (*Camelus dromedarius*) en Mauritanie. Thèse de docteur vétérinaire de la faculté de médecine, de pharmacie et d'odontostomatologie de Dakar.

**AL HAJ O.A., AL KANHAL H.A., (2010).** Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk – review. *International Dairy Journal* xxx. P. 1-11.

**ALAIS C. et LINDEN G., (1997).** Abrégé de Biochimie Alimentaire. Masson, 3ème Ed. Paris.

**ALAIS C., (1984) :** Science du Lait ; Principe des Techniques Laitières. SEPAIC, Paris.

**ALHADRAMI ,G.A., (2002).** Camel. *Encyclopedia of dairy sciences*, 616-622, Amsterdam London, Academic Press.

**AI-MAJALI A.M., BANI ISMAIL Z., AL-HAMI Y. et NOUR A.Y., (2007).** Lactoferrin Concentration in Milk From Camels (*Camelus dromedarius*) With and Without Subclinical Mastitis. *Intern J Appl Res Vet Med* (5), N° 3. P. 120-124.

**AL-MOHIZEA I.S., ABU-LEHIA I.H. et EL-BEHERI M., (1994):** Bacterial growth pattern in pasteurized camel's milk. *Egypt. J. Dairy. Sci.*, 22, 243-252.

**ALUDATT M.H., EREIFEJ K., ALOTHMAN A.M., ALMAJWAL A., ALKHALIDY H., AL-TAWAHA A et Alli I., (2010).** Variations of physical and chemical properties and mineral and vitamin composition of camel milk from eight locations in Jordan. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8 (3-4) : 16-20.

**ANONYME (1999).** Manuel sur la lactopéroxydase pour la manutention et la conservation du lait. Division de la production et de la santé animales, FAO, Rome.

**ATTIA H, KHEROUATOU N, FAKHFAKH N, KHORCHANI T, TRIGUI N., (2000).** Dromedary milk fat: biochemical, microscopic and rheological characteristics. *J Food Lipids*; 7: 95-112.

**BADAOUI D., (2000).** Contribution à la connaissance du lait de chamelle : essai de caractérisation de protéines par électrophorèse sur gel de poly –acrylamide (PAGE). Mémoire d'ingénieur. Université de Ouargla.

**BADIAO M., (2000).** La qualité du lait et produits laitiers. Communication à l'atelier de restitution de l'étude sur la filière lait au Sénégal. GRET / ENDA-GRAF Dakar.

**BARBOUR E.K., NABBUT N.H., FRERICHS W.N. et AL NAKHLI H.M., (1984):**Inhibition of pathogenic bacteria by camel's milk ; relation to whey lysozyme and stage of lactation. *J. Food Protect.*, 47, 838-840.

**BASNET S, SCHNEIDER M, GAZIT A, MANDER G, DOCTOR A., (2010).** Fresh goat's milk for infants: Myths and realities-a review. *Pediatrics* ;125: 973-7.

**BAYOUMI S., (1990).** Studies on composition and rennet coagulation of camel milk. K. *Milchwirtschaftliche Forsch.*, 42, 3-8.

**BEG O.U., BAHR-LINDSTRÖM H.V., ZAIDI Z.H. and JÖRNVALL H., (1985).** The primary structure of  $\alpha$ -Lactalbumin from camel milk. *Eur. J. Biochem.*, 147, 233-239.

**BEG O.U., BAHR-LINDSTRÖM H.V., ZAIDI Z.H. and JÖRNVALL H., (1987).** Characterization of a heterogeneous camel milk whey non-casein protein. *Febs L.*, 216, 270-274.

**BEN AISSA R., (1989).** Le dromadaire en Algérie. CIHEAM-IAMZ, Options

**BENGOUMI M., FAYE B. et TRESSOL J-C., (1994).** 'Composition minérale du lait de chamelle du sud marocain' ; Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26- octobre, Nouakchott, Mauritanie .

**BOUDJENAH H.S, LALEYE S., LOUIS C. S. C., MOULTI-MATI F., SI AHMED S. et MATI A., (2012).**Coagulation of Calliel Milk using Dromedary Gastric Enzymes as a Substitute of the Commercial Rennet. *American Journal of Food Technology* 7 (7), p. 409- 419.

**BOUDJENAH HAROUN, S., (2012).** Aptitude à la transformation du lait de chamelle en produits dérivée effet des enzymes coagulantes extraites des caillettes de dromadaire. Thèse de doctorat en Sciences biologique Université de Tizi Ouzou Algérie.

**BOUIX M. et LEVEAU J. Y., (1988) :** Les microflores responsables des transfonnations ; In : techniques d'analyses et de contrôle dans les IAA : le contrôle microbiologique. Vol. III, Tec. et Doc., Paris.

**BRODY T., (1999).** Calcium and phosphate : nutritional biochemistry , 2 nd edition , pp : 761-794 ACADEMIC PRESS , BOSTON ,massachusetts.

**CARDAK A.D., YESTISMEYEN A., BRUCKNER H., (2003).** Quantitative comparison of camel, goat and cow milk fatty acids. *Milchwissenschaft*; 58: 34-6.

**CARTIER P., CHILLIARD Y. and PAQUET D., (1990).** Inhibiting and activating effect of skim milk and proteose-peptone fractions on spontaneous lipolysis and purified lipoprotein lipase activity in bovin milk. *J. Dairy Sci.*, **73**, 1173-1177.

**CHEHMA A., (2006)** : Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides (Université Kasdi-Merbah Ouargla). Edi. Dar El Houda Ain Melila. 137p .

**CHEHMA A., GAOUAR A., SEMADI A. et FAYE B., (2004)** : Productivité fourragère des parcours camelins en Algérie: cas des pâturages à base de Drinn " *Stipagrostis pungens*". Sciences &Technologie, Université Mentouri - Constantine, n° 21C. pp. 45-52.

**CHEHMA ,A., (2005).** *Etude floristique et nutritive des parcours camelins du sahara septentrional algérien: cas des régions d’Ouargla et Ghardaïa.* Thèse de Doctorat en Biologie Appliquée .Université d’Annaba Algérie.

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

**CONTI A., GODOVAC-ZIMMERMAN J., NAPOLITANO L. et LIBERATORI J., (1985).** Identification and characterization of two  $\alpha$ -Lactalbumin from Somali camel milk (*Camelus dromaderus*) bioavailability. *Trends in Food Science & Technology* .

**CORRERA A., (2006).** Thèse de doctorat en écologie et gestion de la biodiversité. Muséum national d’histoire naturelle Paris.

**DAGET P. et LHOSTE P., (1995).** *Ethnologie Animale.* In : Pastoralisme, Troupeaux, Espaces et Sociétés, Editions HATIER, Paris.

**DALGLEISH D.G., SPAGNUOLO P.A. et GOFF H.D., (2004).**A possible structure of the casein micelle based on high-resolution field-emission scanning electron microscopy. *International Dairy Journal* 14, p. 1025-1031.

**DEBOUZ A, GUERGUER L, HAMID OUDJANA A et HADJ SEYD AEK., (2014).** Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache et du lait camelin dans la wilaya de Ghardaïa. *Revue ElWahat pour les recherches et les Etudes* ISSN : 1112 -7163 Vol.7n°2 (2014) .

**DEBUYSER M. L., (1991):** Méthodes d'évaluation des microflores à incidence sanitaire: les staphylocoques coagulase +. In : techniques d'analyse et contrôle dans les IAA, Le contrôle microbiologique, Tec. & Doc., Vol.3 : 2 ème Ed, Lavoisier. Paris

**DELL'ORTO V., CATTANEO D., BERETTA E., BALDI A. et SAVOINI G., (2000).** Effects of trace element supplementation on milk yield and composition in camels. *International Dairy Journal*, 10, p. 873-879.

**DEREJE, M. AND UDEN, P ., (2005).** The browsing dromedary Camel I. Behavior, plant preference and quality of forage selected. *Anim. Feed. Sci. Tech*, 12, 297–308.

**DIARRA M.S., PETITCLERC D., LACASSE P., (2002).** Effect of lactoferrin in combination with Penicillin on the Morphology and the Physiology of *Staphylococcus aureus* Isolated from Bovine Mastitis. *J. of Dairy Sci.* 85, 1141-1149.

**DIENG M., (2001) :** Contribution a l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industrielle commercialisés sur le marché Dakarais Th. Méd. Vét., n°10, Dakar, Sénégal111p.

**DUHAIMAN A.S., (1988).** Purification of camel milk lysozyme and its lytic effect on *Escherichia coli* and *Micrococcus lysodeikticus*. *Comp. Biochem. Phys.*, 91, 793-796.

**EL KHASMI, M., F. RIAD, A. SAFWATE, N. EL ABBADI, M. FARH, B. FAYE, V. COXAM., (2005).** La chamelle allaitante face au stress calcique: une fonction endocrine adaptée aux conditions désertiques. *Secheresse*. 16: 261-267.

**EI SAYED I., EL AGAMY E.SA., RUPPANNER R., ISMAIL A., CHAMPAGNE C.P. and ASSAF R., (1992).** Antibacterial and antiviral activity of camel milk protective proteins. *J. Dairy Res.*, 59 169-175.

**EL SAYED, I. EL AGAMY, E. RUPPANNER, R. ISMAIL, A. CHAMPAGNE, C. AND ASSAF, R., (1992).** Antibacterial and antiviral activity of camel milk protective proteins. *J. Dairy Res*, 59 ,169-175.

**ELAGAMY E. I., (2000).** Effect of heat treatment on camel milk proteins with respect to antimicrobial factors: a comparison with cow's and buffalo milk proteins. *Food Chemistry*, 68, p. 227-232.

**EL-AGAMY E.I., RUPPANNER R., ISMAIL A., CHAMPAGNE C.P. et ASSAF R., (1996).** Purification and characterization of Lactoferrin, Lactoperoxydase, Lysozyme and Immunoglobulins from camel's milk. *Int. Dairy J.*, 6, p. 129-145.

**EL-AGAMY, E . I. RUPPANNER, R. ISMAIL, A. CHAMPAGNE, C . AND ASSAF, R., (1992).** Antibacterial and antiviral activity of camel milk protective proteins. *Journal of Dairy Research*, 59, 169–175.

**EL-AGAMY, E. I., (2006).** Camel milk. In Y. W. Park & G. F. Haenlein (Eds.), *Handbook of milk of non-bovine mammals*. Oxford: Blackwell. Retrieved from [http://samples.Sainsburysebooks.co.uk/9780470999721\\_sample\\_386290.pdf](http://samples.Sainsburysebooks.co.uk/9780470999721_sample_386290.pdf).

**EL-AGAMY, E.I., (1983).** Studies on camel's milk. M.Sc. Thesis. Alexandria University, Egypt.

**EL-AMIN F. M. and WILCOX J., (1992).** Composition of Majaheim camels. *J. Dairy Sci.*, 75, 3155-3157.

**EL-GAWAD I.A.A., EL-SAYED E.M., MAHFOUZ M.B., EL-SALAM A.M.A., (1996).** Changes of lactoferrin concentration in colostrum and milk from different species. *Egyptian J. Dairy Sci.* 24, 297-308.

**EL-HATMI H., GIRARDET J. M., GAILLARD J. L., YAHYAOUI M. H. et ATTIA H., (2007).** Characterization of whey proteins of camel (*Camelus dromedarius*) milk And colostrums. *Small Ruminant Research*, 70, p. 267-271.

**EL-HATMI, H., KHORCHANI, T., ATTIA, H., (2006).** Characterization and composition of camel's (*Camelus dromedarius*) colostrum and milk. *Microbiologie et Hygiène Alimentaire* 18, 13–17.



**ELKHIDIR H.E., (2002).** Vitamin C status in Sudanese camels. PhD Thesis, University of Utrecht, Pays-Bas, 98 p.

**ELLOUZE S. et KAMOUN M., (1989).** Evolution de la composition du lait de dromadaire en fonction du stade de lactation. *Options Méd.*, **6**, 307-323.

**ETIENNE L., GIRARDET J.M. et LINDEN G., (1994).** Growth promotion of *Bifidobacterium animalis* by bovin milk proteose-pepton . *Lait*, **74**, 313-323.

**F.A.O., (2008).** Food and Agricultural Organization (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture ), « faostat.fao.org ».

**FAO., (2006).** The next thing: Camel milk. Retrieved from. [www.fao.org/newsroom/en/news/2006/1000275](http://www.fao.org/newsroom/en/news/2006/1000275).

**FAO.,(1995).** Le lait et produits laitiers dans la nutrition humaine' , Rome .

**FARAH Z., RÜEGG M., (1991).** The creaming properties and size distribution of fat globules in camel milk. *J. Dairy Sci.* **74**, 2901-2904.

**FARAH Z., (2004).** Milk.In Z. Farah, A. Fisher (Eds), Milk and meat from the camel. Hand book on products and processing. P. 25-28. Zurich. Switzer-land.Swiss Federal Institute of Technology.

**FARAH Z and FARAH-RIESEN M., (1985).** Separation and characterization of major components of camel milk casein. *Milchwissenschaft*, **40**, 669-671.

**FARAH Z. et RÜEGG M.W., (1989).** The size distribution of casein micelles in camel milk. *FoodMicrostruct.*, **8**, p. 211-116.

**FARAH Z., (1993).** 'Composition and Characteristics of Camel Milk' ; review ; *J. Dairy Res.*, **60**, 603-626

**FARAH Z., (1996).** Camel Milk Properties and Products. Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management, SKAT, Switzerland.

**FARAH Z., (2011).** Camel milk. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Second Edition, **3**, p. 512-517.

**FARAH Z., RETTENMAIER R. AND ATKINS D., (1992).** Vitamin content of camel milk. *Int. J. for Vitamins Nutrition Res.*, 62, 1, p. 30-33.

**FARAH Z., STREIFF T. and BACHMAN M.R., (1990).** Preparation and consumer acceptability tests of fermented camel milk in Kenya. *J. Dairy Res.*, 57, 281-283.

**FARAH Z., STREIFF T., et BACHMANN M. R., (1989).** Manufacture and characterization of camel milk butter. *Milchwissenschaft*, 44(7), p. 412-414.

**FARAH, Z., MOLLET, M., YOUNAN, M., & DAHIR, R., (2007).** Camel dairy in Somalia: limiting factors and development potential. *Livestock Science*, 110, 187e191.

**FAYE B. ET BREY F., (2004).** Les relations entre chameaux et société : entre marginalisation et idéalisation.

**FAYE B., (1997).** Guide de l'élevage du dromadaire. Ed. SANOFI. Santé Nutrition Animale. 126 p.

**FAYE B., (2009).** L'élevage des grands camélidés : vers un changement de paradigme. *Rencontre Recherche Ruminants*. 16 : 345-48.

**FAYE B., KONUSPAYEVA G. et LOISEAU G., (2010).** Variability of urea concentration in camel milk in Kazakhstan. *DairySci. Technol.* 90, p. 707-713.

**FAYE, B., (1999).** Mission d'appui au projet institutionnel de développement de la filière caméline au Niger. Rapport de mission CIRAD-EMVT n° 99008, 21.

**FERRANTI P, PUCCI P, MARINO G, FIUME I, TERRANA B, CECCARINI C AND MALORNI A., (1995).** Human  $\alpha$ -fetoprotein produced from Hep G2 cell line: structure and heterogeneity of the oligosaccharide moiety. *J Mass Spectr* 30: 632-638.

**FOLCH, J., M. LEES., ET G.H.SLOANE-STANLEY., (1957).** A simple method for the isolation and purification of total lipids from animals tissues. *J. Biol. Chem.*, (226) : 497-509.

**GHENNAM E.H., ALLOUI-LOMBARKIA O., GHENNAM A., (2007).** Evolution de quelques caractères physico-chimiques et flore microbienne du lait de dromadaire conservé aux températures ambiante et de réfrigération. *Renc.Rech.Ruminants*, 14.P. 109.

**GIRARDET J. M., SAULNIER F., GAILLARD J.L., RAMET J.P. et HUMBERT G., (2000).** Camel (*Camelus dromedarius*) milk PP3 : evidence for an insertion in the amino-terminal sequence of the camel milk whey protein. *Biochem. Cell. Biol.*, 78, 19-26.

**GIRARDET J.M. and LINDEN G., (1995).** Structure of glycopeptides isolated from bovin milk component PP3. *Eur. J. Biochem.*, 234, 939-946.

**GNAN S.O. and SHEREHA A. M., (1986).** Composition of Libyan camel's milk. *Aust. J. Dairy Techn.*, 41, 33-35.

**GORBAN A.M.S. and IZZELDIN O.M., (2001).** Fatty and Lipids of Camel Milk and Colostrum. *International J. Food Sci. Nutr.*, 52, 283-287.

**GORBAN, A. M. S. AND IZZELDIN, O. M., (1997).** Mineral content of camel milk and colostrum. *Journal of Dairy Research* 64:471-474.

**GOUDA, A.; EL-ZAHAT, A. AND EL-SHABRAWY, R., (1984).** Electron microscopy of the size distribution of casein micelles, fat globules and fat globules membrane in camel milk. *Ann. Agric. Sci.*, 29:755- 762.

**GREAUME A., (1975):** Le lait cru : ce qu'il doit être, comment l'obtenir. Th. Méd. Vét.,Toulouse, n° 102,90 p.

**GUESSAS, B., (2007).** Les particularités métaboliques des bactéries lactiques isolées du lait cru de chèvre dans le bio-contrôle de *Staphylococcus aureus*. Thèse de doctorat. Université d'Oran Algérie.

**GUIRAND ET GALZY. (1980).** L'analyse microbiologique dans l'industrie alimentaire, Edition, l'usine Nouvelle- Paris. PP : 234.

**GUIRAUD J.P., (1998) :** Microbiologie des principaux produits alimentaires ; in : «Microbiologie Alimentaire, Techniques de Laboratoire » Dunod, Paris.

**GUIRAUD, J.P.(2012).** Microbiologie alimentaire. France : Edition DUNO, 652p.

**HADDADIN, M. S. Y., GAMMOH, S. I., & ROBINSON, R. K., (2008).** Seasonal variations in the chemical composition of camel milk in Jordan. *Journal of Dairy Research*, 75, 8e12.

**HAKANSSON A, ZHIVOTOVSKY B, ORRENIUS S, SABHARWAL H, SVANBORG C** .,(1995). Apoptosis induced by a human milk protein. *Proc Natl Acad Sci USA*, 92, 8064-8.

**HASHIZUME S, KURODA K, MURAKAMI H.,( 1983) .** Identification of lactoferrin as an essential growth factor for human lymphocytic cell lines in serum-free medium. *Biochim Biophys Acta (BBA)-Mol Cell Res.*763:377–382

**HASSAN A.A., HAGRASS A.E., SORYAL K.A. and EL–SHABRAWY S.A., (1987).** Physicochemical properties of camel milk during lactation period. *Egyptian J. Food Sci.*, 15 , 1-14.

**HUPPERTZ T, KELLY AL., (2006).** Physical chemistry of milk fat globules. In: Fox PF and McSweeney PLH (eds) *Advanced Dairy Chemistry, Vol. 2: Lipids*, 3rd edn. Springer, New York, pp 173–212.

**INDRA, R ., (2003).** Temet (Bactrian Camel from Mongolia). Publ. Mongolian State University of Agriculture, Oulaan-Bator (Mongolia), 236 p.

**INNOCENTE N., COMPARIN D. and CORRADINI C., (2002).** Proteose-peptone Whey fraction as emulsified in ice- cream preparation. *Int. Dairy J.*, 12, 69-74.

**IQBAL A, GILL RM, YOUNAS M., (2001).** Milk composition of Pakistani camel (*Camelus dromedaries*) kept under station/ farmer's condition. *Emirate Journal of Agricultural Science*. Volume 13, pp7-10, Retrieved August 12, 2006.

**JARDALI Z. et RAMET J.P., (1991), cités par RAMET (1993).**

**KAGEMBEGA J. M., (1984):** Contribution à l'étude de la salubrité des laits caillés et yaourt à Dakar. Th. Pharm., Dakar, n° 24.

**KAMOUN M. et BERGAOUI R., (1989).** Un essai de production et de transformation de lait dedromadaire en Tunisie. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 42, 113-115.

**KAMOUN M., (1990).** La production de fromage à partir du lait de dromadaire. *Option médit.*, 12, 119-124.

**KAMOUM M., (1994).** Evolution de la composition du lait de dromadaire durant la lactation : conséquences technologiques. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre 1994, Nouakchott, Mauritanie.

**KAMOUM M., (1995).** Le lait de dromadaire: production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation. CIHEAM-IAMM. Options méditerranéennes, Séries séminaires. n°13. P. 81-103.

**KAPPELER S., (1998).** Compositional and structural analysis of camel milk proteins with emphasis on protective proteins (Doctoral dissertation, Diss. Techn. Wiss. ETH Zürich, Nr. 12947, 1998.

**KAPPELER S., FARAH Z. and PUHAN Z., (1998).** Sequence Analysis of *Camelus dromedarius* milk caseins. *J. Dairy Res.*, **65**, 206-222.

**KAPPELER S., FARAH Z. and PUHAN Z., (1999).** Alternativ splicing of lactophorin mRNA lactating mammary gland of the camel (*Camelus dromedarius*). *J. Dairy Sci.*, **82**, 2084-2093.

**KARAM N-E et KARAM H., (2006).** Bactéries lactiques du lait de chamelle d'Algérie : mise en évidence de souche de *Lactococcus* résistante au sel.

**KARRAY L N., LOPEZ C., Michel O et Hamadi A., (2005).** La matière grasse du lait de dromadaire : composition, microstructure et polymorphisme. Une revue. *Lait*, 84, p. 399-416.

**KARUE, C.N., (1998).** The dairy characteristics of the Kenyan camel. In: Bonnet, P. (Ed.), Actes du colloque, Dromadaires et chameaux, animaux laitiers/Dromedaries and camels, milking animals. CIRAD Publ., Nouakchott, Mauritania, pp. 55–60.

**KAWASAKI H .,(1993).** Comparative studies on proteodermatan sulfate of bovine gastrointestinal tract. *Tohoku J Exp Med.*;171:255–266.

**KHAN S . R AND IQBAL F., (2001).** A Climate of Trust Report: Domestic Actions in Developing Countries to Advance Development Priorities While Slowing Climate Changes. Sustainable Development Policy Institute. Islamabad.

**KHASKHELI M., ARAIN M. A., CHAUDHRY S., SOOMRO A. H. et QURESHI T. A., (2005)** . Physico-chemical quality of camel milk. *Journal of Agriculture and Social Sciences*, (2). P. 164-166.

**KHEROUATOU N., DHOUIB A. and ATTIA H., (2003)**. Behavior of dromadary Milk at native and acid pH during the ultrafiltration ; Comparison with cow milk. *Sci. Alim.*, **23**, 237-244.

**KNOESS K.H., (1977)**. the camel as a meat and milk animal. *World Anim. Rev.* 22. P. 3-8.

**KNOESS K.H., MAKHUDUM A.J., RAFIQ M. & HAFEEZ M., (1986)**. Potentiel laitier de la chamelle. *Revue mondiale de zootechnie*, 57, 11-21.

**KONUSPAYEVA G., FAYE B. et LOISEAU G., (2011)**. Variability of vitamin C content in camel milk from Kazakhstan. *Journal of Camelid Science* 4 , p. 63-69.

**KONUSPAYEVA G., LEMARIE E., FAYE B., LOISEAU G. et MONTET D., (2008)**. Fatty acid and cholesterol composition of camel's (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedaries* and hybrids) milk in Kazakhstan. *Dairy Science and Technology*, 88, p. 327-340.

**KONUSPAYEVA, G., (2007)**. Variabilité physico-chimique et biochimique du lait des grands camélidés (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius* et hybrides) au Kazakhstan. Ph.D. Thesis. Université Montpellier II, France, 255 pp.

**KUWAJIMA K., (1996)**. The molten state of  $\alpha$ -lactalbumin. *FASEB J.* 10, p. 102–109 .

**LABIOUI H., ELMOUALDI L., BENZAKOUR A., EL YACHIOUI M., BERNY E. H., OUHSSINE M., (2009)**. Etude physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 148, 7-16pp.

**LAHELEC C. et COLIN P., (1991)** : Méthode d'évaluation des différentes microflores à incidence technologique: la flore psychrotrophe. In : techniques d'analyses et contrôle dans les IAA, Tee. & Doc., Vol.3, 2 ème Ed., Lavoisier, Paris.

**LARPENT J.P., COPIN M.P., GERMONVILLE A., JACQUET M. et THETAS J.L., (1997)**. Microbiologie du lait et des produits laitiers ; in : « Microbiologie alimentaire ». ed. Larpent, Tec. Doc., 1ère Ed., Lavoisier, Paris.

**LARSSON-RAZNIKIEWICZ M. and MOHAMED M.A., (1998).** Analysis of the Casein in Camel (*Camelus dromedaries*) milk . *J. Agric. Res.*, **16** , 13-18.

**LARSSON-RAZNIKIEWICZ M. et MOHAMED M.A., (1994).** ‘Camel’s (*Camelus dromedarius*) Milk : properties important for processing procedures and nutritional value’ ; Actes du Colloque : « Dromadaires et chameaux animaux laitiers », 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.

**LATHAM, M. C., (2001).** La Nutrition Dans les Pays en Développement Collection. Alimentaire et Nutrition Éd, FAO, Rome. Lavoisier ,Paris.

**LEESE A.S ., (1927).** Treatise on the One-Humped Camel in Health and Disease. Haynes and Son, Maiden Lane, Stamford, Lincolshire.

**LEFFEL, M.S., AND SPITZNAGEL, J.K., (1975).** Fate of human lactoferrin and myeloperoxidase in phagocytizing human neutrophils: effects of immunoglobulin G subclasses and immune complexes coated on latex beads. *Infect Immun* 12: 813±820.

**LONGO H. F., SIBOUKEUR O. ET CHEHMA A., (2007),** Aspects nutritionnels des pâturages les plus appréciés par *Camelus dromedarius* en Algérie. Cahiers d’Agriculture.vol.16. N°6. pp. 477- 483.

**LOPEZ, C., MADEC, M. N., AND JIMENEZ-FLORES, R., (2010).** Lipid rafts in the bovine milk fat globule membrane revealed by the lateral segregation of phospholipids and heteroge-neous distribution of glycoproteins. *Food Chem.* 120, 22-33.

**LOWRY O.H., ROSEBROUGH N.J., FARR A.L. and RANDALL R.J., (1951).** Protein measurement with Folin phenol reagent. *Journal of Biochemistry*, 193, 265-275.

**MADANY R. M.,(2009).** Inhibition effect of camel milk immune proteins against some mastitis-causing bacteria.*Biotechnology: An Indian Journal ( BTAIJ)*, 3(1), p. 30-34.

**MAHBOUB N., SLIMANI N., SIBOUKEUR O. et MATI A., (2012).**effet de la conservation sur l’activité enzymatique des extraits coagulants issus de caillette de dromadaires âgés préparée sans muqueuse. *Revue des BioRessources* (2) n°1, p. 8-20.

**MAHBOUB N., TELLI A., SIBOUKEUR O., BOUDJENAH H.S., SLIMANI N. et MATI A., (2010).** Contribution à l'amélioration de l'aptitude fromagère du lait camelin : étude des conditions de conservation des enzymes gastriques camelines. *Annales des Sciences et Technologie* (2) N° 1, p. 71-79.

**MAHFOUZ M.B., ELHAMI I., EL-SAYED M., EL-GAWAD I.A.A., EL-ETRIBY H., EL-SALAM A.M., (1997).** Structural studies on colostrum and milk lactoferrins from different species. *Egyptian J. Dairy Sci.* 25, 41-53.

**MARCHAL N., OBRE A., BUTTION R., BOUDON J.L. et RICHARD C.L., (1982).** Les Milieux de Cultures pour l'Isolement et l'Identification Biochimique des Bactéries. DOIN, 2ème Ed., Paris.

**MATHARU, B.S., (1966).** Camel care. *Indian Farm* 16, 19–22.

**MATHIEU J., (1998).** Initiation à la Physico-Chimie du Lait. Tec. Doc., 1ère Ed., Lavoisier, Paris. measurement with Folin phenol reagent. *Journal of Biochemistry*, 193, 265-275. Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens n° 2. p. 19-28.

**MATI A., MOULTI-MATI F., GIRARDET J.M., BELLEVILLE-NABET F., NABET P. and LINDEN G., (1993).** Mitogenic Activity of Hydrophobic fractions of Proteose-peptone from cows, ewes and goats milk measured with MARKS 3 hybridoma culture. *J.Dairy Res.*, 60, 443-448.

**MEDJOUR A., (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). mémoire M

**MEHAIA M.A., (1987a).** Studies on camel milk casein micelles ; treatment with soluble and immobilized pepsin. *Arab Gulf J. Sci. Res. Agric. Biol. Sci.*, 3, 391-400.

**MEHAIA M.A., (1987b).** Studies on camel milk casein micelles ; treatment with soluble and immobilized neuraminidase. *Carbohydr. Polym.*, 7, 31-40.

**MEHAIA M.A., (1987c).** Studies on camel milk casein micelles ; treatment with soluble and immobilized chymosin. *Milchwissenschaft*, 42 , 706-708.



**MEHAIA M.A., (1995).** The fat globule size distribution in camel, goat, ewe and cow milk. *Milchwissenschaft*, 50, p. 260-263.

**MEHAIA M.A., ABOU EL-KHEIR A..M. and HABLAS M.A., (1988).** Enzymatic coagulation of camel milk ; a. study using soluble and immobilized chymosin. *Milchwissenschaft*, **43**, 438-441.

**MEHAIA M.A., HABLAS M.A., ABDEL-RAHMAN K.M. and EL-MOUGY S.A., (1995).** Milk composition of Majaheim, Wadah and Hamra camels in Saudi Arabia.

**MEHAIA, M. A., & CHERYAN, M., (1983).** The secondary phase of milk coagulation. Effect of calcium, pH and temperature on clotting activity. *Milchwissenschaft*, 38, 137e140

**MEHAIA, M. A., (1994).** Vitamin C and riboflavin content in camels milk: Effects of heat treatments. *Food Chemistry* **50**:153-155.

**MEHAIA, M. A., HABLAS, M. A., ABDEL-RAHMAN, K. M. AND EL-MOUGY, S. A. (1995).** Milk composition of Majaheim Wadah and Hamra camels in Saudi Arabia. *Food Chemistry* 52:115-122.

**MEISEL, H ., (1997).** Biochemical properties of regulatory peptides.

**MERIN U., BERNSTEIN S., BLOCH DAMTI A., YAGIL R., VAN CREVELD C., LINDNER P. and GOLLOP N., (2001).** A comparative study of milk serum proteins in camel (*Camelus dromedarius*) and bovine colostrums. *Livestock Production Science*, 67, p. 297-301.

**MINT, M. G., I. N. O. BOURAYA, A. SAMB AND A. HOUMEIDA., (2011).** Composition of Mauritanian camel milk: Result of first study. *Int. J. Agric. Biol.* 13: 145-147.

**MITEVA, V. IVANOVA, I. BUDAKOV, I. PANTEV, A. STEFANOVA, T. DANOVA, S. MONCHEV, P. MITEV, V. DOUSSET, X. BOYAVAL, P., (1998).** Detection and characterization of a novel Antibacterial substance produced by a *Lactobacillus delbrueckii* strain. *J. Appl. Microbiol*, 8(1043) , 603-614.

**MOHAMED M.A. and LARSSON-RAZNIKIEWICZ M., (1991).** Heat treatment of camel milk ; effects upon casein fraction. *Milchwissenschaft*, **46**, 562-565.

**MOHAMED, M. A., (1990).** Camel Milk: Chemical Composition Characterization of Casein and Preliminary Trial of Cheese-making Properties. PhD. thesis, Uppsala, Sweden.

**MONSALLIER G., (1994).** Maîtrise de la teneur en germes mésophiles totaux du lait à la production. Rec. Méd. Vét., 170, 411-418.

**MOUCHET F., (1962).** Essai sur le dénombrement des bactéries indologènes et coliformes dans le lait pasteurisé conditionné. Th. Méd. Vét., Lyon, , n° 40, 75 p.

**NDAO S., (1996):** Contribution à l'étude de la contamination des laits caillés artisanaux sénégalais par les staphylocoques présumés pathogènes. Th. Méd. Vét., Dakar, n° 18, 61 p.

**OCHIRKHUYAG B., CHOBERT J.M., DAGALARRONDO M., CHOISSET Y. and HAERTLE T., (1998).** Characterization of whey proteins from Mongolian yak, Khainak and Bactrian camel. *J. Food Biochem.*, 22, 105-124.

**OCHIRKHUYAG B., CHOBERT J.M., DAGALARRONDO M., CHOISSET Y. and HAERTLE T., (1997).** Characterization of caseins from Mongolian yak , Khainak and Bactrian camel. *Lait*, 77, 601-613.

**OHRI S, S.P. AND JOSHI, B.K., (1961).** Composition of camel milk. Indian Vet. J. 38(a): 514–516,; 38(b): 604–606.

**ORLOV, V. K. et SERVETNIK-CHALAYA G. K., (1981).** Some physical and chemical characteristics of fat and fatty acid composition of lipids of camel milk. *Voprosy Pitaniya*, 5, p. 67–69.

**OULD AHMED M., (2009).** Caractérisation de la population des dromadaires (*Camelus dromedarius*) en Tunisie. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Institut national agronomique de tunisie.

**OULD SOULE A., (2003).** Profil fourrager Mauritanie. FAO. 15p. 120 et 124, CTA series.

**Ozenda P., (1991).** Flore et végétation du Sahara. 2ème édition. Ed. C.N.R.S. Paris. 662p.

**PANT R. et CHANDRA P., (1980).** Composition of cow and milk proteins and industrial casein. *Milchwissenschaft*, 35, 91-93.

**PAQUET D., (1989).** Revue bibliographique : la fraction protéose-peptone du lait. *Lait*, **69**, 1-21.

**PARK Y. W. and HAENLEIN G.F.W., (2006).** Overview of milk of Non –bovine mammals handbook of milk of non –bivine mammals. Edited by young W .park and george F.W . HAENLEIN . blackwell publishing professional .USA .449 pages.

**PERRAUDI, J.P., (1991).** Protéines à activités biologiques : lactoferrine et lactoperoxydase. Connaissances récemment acquises et technologies d'obtention. *Lait Elsevier/INRA*, **71**, 191-211.

**PETRANSXIENE D., (1981).** Qualité bactériologique du lait et des produits laitiers, deuxième édition, Paris, 221p.

**PILET C., BORDON J. L., TOMA B., MARCHAL M.,BALBASTRE C., (1979):** Bactériologie médicale et vétérinaire. Systématique bactérienne, 2 ème Ed., DOIN, Paris.

**PIOCHON, M., (2008).** Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore Laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse. Université de Québec.

**QAARO M., (1997).** Evolution des systèmes d'élevage et leurs impacts sur la gestion et la pérennité des ressources pastorales en zones arides (région du Tafilalt, Maroc) In Pastoralisme et foncier : impact du régime foncier sur la gestion de l'espace pastoral et la conduite des troupeaux en régions arides et semi-arides. Montpellier : CIHEAM-IAMM. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens n° 32 p. 93-99.

**RAMDAOUI, A., OBAD, I., (1998).** Caractérisation physico-chimique et microbiologique du lait de dromadaire, et étude de sa stabilité thermique. Mémoire de 3 cycles présentés pour obtenir le grade d'Ingénieur d' Etat en Industries Agricoles et alimentaires ENSAIA, Nancy, 133 p.

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

**RAMET J.P., (1985).** Study of enzymatic coagulation of camel milk in Saudia-Arabia. Mission Report, FAO, 1-73.

**RAMET J.P., (1989).** L'aptitude fromagère du lait de dromadaire. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trp.*, 42, 105- 111.

**RAMET J.P., (1991).** La transformation en fromage du lait de dromadaire. *Rev. Mond. Zootech.*, **67**, 21-28

**RAMET J.P., (1994).** Les aspects scientifiques et technologiques particuliers de la fabrication de fromage au lait de dromadaire. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.

**RIPINSKY, MICHAEL., (1983),** "Camel Ancestry and Domestication in Egypt and the Sahara," *Archaeology* 36:21-27.

**RÜEGG M. W. et FARAH Z., (1991).** Melting curves of camel milk fat. *Milchwissenschaft*, 46 (6), p.361-362.

**SAWAYA, W. N., KHALIL, J. K., AL-SHALAHAT, A. AND AL-MOHAMMED, H., (1984).** Chemical composition and nutritional quality of camel milk. *Journal of Food Science* **49**:744-747.

**SAWAYA, W. N., KHALIL, J. K., AL-SHALAHAT, A. AND AL-MOHAMMED, H., (1984).** Chemical composition and nutritional quality of camel milk. *Journal of Food Science* 49:744-747.

**SBOUI A., KHORCHANI T., DJEGHAM M. et BELHADJO., (2009).** Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. In *Afrique Science* 05 (2). P. 293-304.

**SCHMIDT D. G., (1989).** Colloïdal aspects of casein. *Neth. Milk Dairy J.*, **34**, 42- .

**SCHWARTZ, H. J., WILSON, A. J., DOLAN, R., EVANS, J. O. AND FAIRHALL, J., (1982).** Produktionsleistungen von Kamelen (*Camelus dromedarius*) inausgew ahlten Gebieten Kenias. *Praktischer Tierarzt* 63:964–974.

**SENOUSSI A., (2011).** Actes du Séminaire International sur la Biodiversité Faunistique en Zones Arides et Semi-arides le camelin : facteur de la biodiversité et à usages multiples (264-273).

**SENOUSSI A., (2009).** Le Camelin ; Élément de la Biodiversité et Multiples ! In Séminaire International sur la Biodiversité Faunistique en Zones Arides et Semi Arides, Université Kasdi Merbah Ouargla (Algérie), du 22 au 24 novembre 2009.

**SHALASH, M. R., (1984).** The production and utilization of camel milk. In W. R. Cockrill (Ed.), *The Camelid: An all-purpose animal* (pp. 196-208). Uppsala, Sweden: Scandinavian Institute of African Studies.

**SHAMSIA, S.M., (2009).** Nutritional and therapeutic properties of camel and human milks. *International Journal of Genetics and Molecular Biology* 1: 052- 058.

**SIBOUKEUR O., MATI A. et ABIDI K., (2002).** Caractéristiques physicochimiques et nutritionnelles du lait de chamelle. Congrès International sur «l'écodéveloppement dans les pays arabes », 26-28 mars, Assiut, Egypte.

**SIBOUKEUR O., MATI A. ET HESSAS B., (2005).** Amélioration de l'aptitude à la coagulation du lait cameline (*Camelus dromedarius*) : utilisation d'extraits enzymatiques coagulants gastriques de dromadaires. *Cahiers Agricultures* (14), n° 5, p. 473-478.

**SIBOUKEUR O., (2007).** Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physicochimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Institut national agronomique ELHarrach-Alger (Algérie).

**SIBOUKEUR A., (2018).** Etude d'une bactériocine (type nisine) produite par deux souches de bactéries lactiques (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*) isolées à partir des laits camelin et caprin et essai d'application dans la bioconservation des viandes. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques .université Kasdi Merbah Ouargla .

**SOOD M. and SIDHU K.S., (1979).** Heat stability, the voluminosity and hydration of casein micelles from milks of different species. *New Zealand J. Dairy Sci. Technol.*, **14**, 217-225.

**SORENSEN E.S. and PETERSEN T.E., (1993).** Phosphorylation, glycosylation and amino acids sequence of component PP3 from fraction of bovin milk. *J.Dairy Res.*, **60**, 535-542.

**STAHL, T., SALLMANN, H. P., DUEHLMEIER, R., & WERNERY, U., (2006).** Selected vitamins and fatty acid patterns in dromedary milk and colostrums. *Journal of Camel Practice and Research*, 13, 53-57.

**TAMIME, A. Y. AND R. K. ROBINSON., (1985).** Yoghurt: Science and Technology, Oxford, UK: Pergamon Press.

**TIMMEN, H., PATTON, S., (1988).** Milk fat globules: fatty acid composition, size and in vivo regulation of fat liquidity. *Lipids*. 23:685-689.

**TRABELSI H., SENOUSSE A., CHEHMA A., (2012).** Etude de la dissémination des graines des plantes spontanées dans les fèces du dromadaire dans le Sahara septentrional Algérien. *Sécheresse*. 23 (2):94-101. [http://www.jle.com/fr/revues/agro\\_biotech/sec/e-docs/00/04/78/EA/resume.phtml](http://www.jle.com/fr/revues/agro_biotech/sec/e-docs/00/04/78/EA/resume.phtml).

**URBISINOV ZH.K., SERVETNIK-CHALAIA G.K. and IZATULLAEV E.A., (1981).** Protein composition of camel's milk. *Voprosy Pitaniia*, 6, 2-41.

**WANGO J., FARAH Z. and PUHAN Z., (1998 ) a.** Composition of Milk from 3 Camels (*Camelus dromedarius*) Breeds in Kenya during Lactation. *Milchwissenschaft*, 53, 136-139.

**WANGO, J. FARAH, Z AND PUHAN, Z., (1998) b.** Iso-electric focusing of camel milk proteins. *Int. Dairy J*, 8, 617-621.

**WERNERY U., HANKE B., BRAUN F. et JOHNSON B., (2003).** The effect of heat treatment on some camel constituents. Preliminary report. *Milchwissenschaft*, 56 (5/6), p. 277-279.

**WILSON , R. T., (1984)** .The camel. Longman group limited, Essex, U.K. 158-159.

**WILSON, R. T., (1998).** Camels. London, UK: MacMillan Educational Press Ltd. pp.

**WISEMAN D. W. et APPLEBAUM T., (1983).** Distribution and resistance to pasteurisation of aflatoxin M<sub>1</sub>. In naturally contamination, whole milk, cream and skin milk. *Journal of food prod.*, 46 , 530-532.

**YAGIL R., (1985)**, 'The Desert camel ; comparative physiological adaptation'; Ed KARGER, 109- 120.

**YAGIL R., ZAGORSKI O. and VAN CREVELD C., (1994)**. Science and Camel's Milk Production. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.

**YAGIL, R., (1982)**. Camels and camel milk *Animal production and health report*. Rome, Italy: FAO. 26, 1- 69.

**YAGIL, R., ZAGORSKI, O., VAN CREVELD, C. AND SARAN, A., (1994)**. Science and camel's milk production. In Chameux et Dromedaries Animeaux Laitiers. G. Expansion Scientifique Francais, Paris, pp. 75-89.

**YASIN SA AND WAHID A., (1957)**. Pakistan camels. A preliminary survey. Agriculture Pakistan. 8: 289–297.

**ZAGULKI T., LIPINSKI P., ZAGULSKA A., BRONIEK S., JARZABEK Z., (1989)**. Lactoferrin can protect mice against a lethal dose of Escherichia coli in experimental infection in vivo. Br.J.Exp.Pathol. 70697-704Br. J. Exp. Pathol., 70, 697-704.

**ZHAO, X.X., (1998)**. Milk production of Chinese Bactrian camel (*Camelus bactrianus*).In: Bonnet, P. (Ed.), Actes du colloque, Dromadaires et chameaux, animaux laitiers/Dromedaries and camels, milking animals. CIRAD Publ., Nouakchott, Mauritania, pp. 101–105.

# **Annexes**



## Annexe 1 : Fiche d'enquête

**Auprès de l'éleveur**

**Date :** .....

**Nom de l'éleveur :** .....

**Niveau scolaire :** .....

**Ancienneté :** .....

**Localisation :** .....

**Race (population) :** .....

**Effectif :** .....

**Nombre de mâles :** .....

**Nombre de femelles :** .....

**Nombre de femelles ayant mis bas :** .....

**Nombre de mise- bas :** .....

**Epoque de mise- bas :** .....

**Durée de lactation :** .....

**Age moyen du troupeau :** .....

**Type d'élevage :** .....

**Co-élevage :** .....

**Alimentation:** .....

.....

.....

.....

**Abreuvement :**

**En été :** .....

**En Hiver :** .....

**Etat sanitaire :** .....

**Vaccination :** .....

**Consultation vétérinaire :** .....

**Quantité du lait / jour : Nombre de traites /jour :**

**En été :** .....

**En Hiver :** .....

**Destination du lait :** .....

## **Annexe 2: Détermination de l'acidité titrable**

### **Matériel et réactifs**

- Acidimètre (réservoir en polyéthylène souple qui sert également de poire, pied stable en plastique rigide, burette en verre gradué indélébile, pince de réglage à poussoir ou à vis) ;
- solution NaOH N/9 (prête à l'emploi) ;
- solution de Phénolphtaléine à 1% dans l'alcool (Attention la Phénolphtaléine est classée CMR\*).

### **Echantillon**

10 ml du produit à tester (lait, sérum... etc.) dans un bécher transparent.

### **Mode opératoire**

- Remplir de soude N/9 le réservoir de l'acidimètre ainsi que la burette jusqu'à la graduation 100 :
- verser 10ml de lait ou produit laitier dans un bécher transparent ;
- ajouter 1 à 2 gouttes de phénolphtaléine-1% dans les 10 ml d'échantillon et mélanger en agitant le bécher (ne pas utiliser de spatule) ;
- ajouter la soude (dans le bécher échantillon- phénolphtaléine-1%) progressivement avec la pince de réglage, tout en continuant de mélanger jusqu'à un virage coloré rose persistant (10 secondes au moins).

### **Expression des résultats.**

Relever le volume de soude ajouté (une graduation correspond à 1°D)

1 °D correspond à 0.1g d'acide lactique par litre de lait.

\*produits CMR = produits chimiques cancérogènes et/ou mutagènes et/ou toxiques pour la reproduction : les déchets sont à stocker dans des containers dédiés pour un traitement spécialisé

### **Annexe 3: Détermination du taux de matière sèche totale (MST) ou Extrait solide totale (EST)**

#### **Matériel et produit**

- Coupelles en porcelaine ;
- lait camelin ;
- Pipette jaugé de 5ml ;
- étuve .

#### **Mode opératoire :**

- Peser la coupelle, vide nettoyée et séchée préalablement, pour un poids M0 ;
- introduire dans la coupelle, une prise d'essai de 5 ml de lait;
- Introduire cette coupelle dans l'étuve réglée à 105°C ± 2 °C, laisser la dessiccation pour suivre pendant 3 heures c.-à-d. chaque heure on pèse ;
- la coupelle est immédiatement introduite dans un dessiccateur où celle-ci refroidit sans reprise d'humidité ;
- une fois la coupelle à température ambiante, la peser encore une fois pour obtenir ainsi M1.

#### **Expression des résultats**

La valeur de l'EST Exprimés en g/L de colostrum, est donnée par la relation suivante :

$$\text{MST} = (\text{M1} - \text{Mo}) \times 1000 / \text{V}$$

Où :

Mo est la masse en grammes, de la couple vide ;

M1 est la masse en grammes, de la coupelle et du résidu après de dessiccation et refroidissement ;

V est le volume en millilitres, de la prise d'essai.

## **Annexe 4: Détermination du taux de l'extrait sec dégraissé**

### **Matériel et produit**

- Coupelles en porcelaine ;
- lait camelin ;
- pipette jaugé de 5ml ;
- étuve .

### **Mode opératoire :**

- La détermination de la teneur en extrait sec dégraissé est réalisée par est réalisé par centrifugation à 3500 x g pendant 20 min la crème qui apparait en surface est écartée ;
- alors que la fraction dégraissé est filtrée ;
- peser la coupelle, vide nettoyée et séchée préalablement, pour un poids M0 ;
- introduire dans la coupelle, une prise d'essai de 5 ml de la fraction dégraissé et filtrer ;
- introduire cette coupelle dans l'étuve réglée à 105°C ± 2 °C, laisser la dessiccation pour suivre pendant 3 heures c.-à-d. chaque heure on pèse ;
- la coupelle est immédiatement introduite dans un dessiccateur où celle-ci refroidit sans reprise d'humidité ;
- une fois la coupelle à température ambiante, la peser encore une fois pour obtenir ainsi M1.

### **Expression des résultats**

La valeur de l'EST Exprimés en g/L de colostrum, est donnée par la relation suivante :

$$\text{ESD} = (M1 - M0) \times 1000 / V$$

Où :

M0 est la masse en grammes, de la couple vide ;

M1 est la masse en grammes, de la coupelle et du résidu après de dessiccation et refroidissement ;

V est le volume en millilitres, de la prise d'essai.

## **Annexe 5: Détermination de la teneur en cendres**

### **Matériel**

- Creuset
- pipette jaugée de 2 ml
- four à moufle

### **Produit**

- lait camelin.

### **Mode opératoire**

- dans un creuset préalablement pesée introduire 2 ml de lait à l'aide d'une pipette jaugée ;
- puis on la place dans un four à moufle réglé à  $530\text{ °C} \pm 20\text{ °C}$  pendant 4 heures ;
- le creuset est immédiatement introduit dans un dessiccateur où ceci refroidit sans reprise d'humidité ;
- une fois le creuset à température ambiante, le peser encore une fois pour obtenir ainsi M1.

La valeur des cendres Exprimés en g/L de lait , est donnée par la relation suivante :

$$\text{MST} = (\text{M1} - \text{Mo}) \times 1000 / \text{V}$$

Où :

Mo est la masse en grammes, du creuset vide ;

M1 est la masse en grammes, creuset et du résidu après de dessiccation et refroidissement ;

V est le volume en millilitres, de la prise d'essai.

## **Annexe 6: Détermination de la Teneur en Vitamine C**

### **Matériel et produit**

- Verrerie usuelle ;
- acétate basique de Plomb 10% ;
- carbonate de sodium ;
- acide sulfurique à 10% ;
- eau distillée ;
- amidon ;
- solution d'iode 0,1 N.

### **Mode opératoire**

#### **Défécation**

- Prendre 50 ml de lait camelin dans un erlenmeyer ;
- Ajouter 10ml d'acétate basique de Plombe (10%) ;
- Agité bien puis filtré ;
- Ajouté ensuite 1g de carbonate de sodium dans un erlenmeyer .

#### **Titrage**

- Travers 5ml de filtrat obtenus dans un erlenmeyer;
- Compléter avec l'eau distillé jusqu' à 100 ml ;
- Ajouter 5 ml d'acide sulfurique à 10% ;
- Titrage est effectuer à l'aide d'une solution d'iode 0,1 N en présence d'amidon jusqu'à la coloration.

## **Annexe 7: Détermination de la teneur en protéines par la méthode de LOWRY et al, (1951)**

- **Solution alcaline (A)** :500 ml de soude 0,1 N (02g / 500 ml) +10 g carbonate de sodium Anhydre
- **Solution cuivrique (B)** :02 ml de sulfate de cuivre (0,32 g /100ml+02 ml de tartrate de sodium et potassium (01g/100mL)
- **Solution (C)** : 50 ml de la solution (A) + 01 ml de la solution(B)
- **Solution de BSA** : 10 mg /100 ml

### **Appareillage**

- Verrerie usuelle
- Spectrophotomètre UV visible

### **Mode opératoire**

- Prendre 01 ml d'échantillon (lait camelin)
- Ajouter 05 ml de solution (C)
- Laisser 10 min à température ambiante
- Ajouter 0,5 ml de réactif de folin-ciocalteu
- Laisser 30 min à l'obscurité
- Lire la Do à 750 nm à l'aide d'un Spectrophotomètre UV visible

### **Courbe d'étalonnage**

On utilise le sérum albumine bovine (BSA) pour tracer la courbe d'étalonnage  $Do = F(C)$

## **Annexe 8: Détermination de la teneur en matière grasse**

### **Matériels**

- Pipette
- Butyromètre
- Centrifugeuse à butyromètres

### **Produits**

- Acide sulfurique
- Alcool isoamylique

### **Mode opératoire**

Mesurer 10 ml d'acide sulfurique concentré (densité 20°C :1,820) et les introduire dans un butyromètre sec.

Prélever 11 ml de lait (doucement homogénéisé) avec une pipette spéciale et les verser dans le butyromètre sans mouiller le col de celui-ci, de façon qu'il forme une couche au dessus de l'acide, ajouter 1 mL d'alcool isoamylique (densité 20°C :0,813). Bien boucher le butyromètre avec un bouchon sec sans perturber son contenu.

Envelopper le butyromètre dans un chiffon, puis, en maintenant le bouchon, le retourner lentement 3 ou 4 fois ; agiter alors énergiquement pour dissoudre complètement la caséine. Le mélange brunit, s'échauffe vers 80°C et s'homogénéise.

Centrifuger aussitôt en plaçant le butyromètre dans la centrifugeuse à butyromètres, bouchons vers la périphérie, pendant 5 minutes. Si la centrifugation ne peut pas avoir lieu immédiatement après l'homogénéisation, maintenir le butyromètre dans un bain thermostaté à  $65 \pm 2^\circ\text{C}$  pour que la matière grasse reste en fusion.

Réchauffer le butyromètre en le plaçant, bouchon vers le bas, dans un bain thermostaté à  $65 \pm 2^\circ\text{C}$  quelques minutes. S'assurer que la colonne grasse est entièrement dans l'échelle graduée, sinon agir sur le bouchon en conséquence.

Repérer la position inférieure de la colonne grasse, soit x, lire aussitôt la position supérieure, soit x'.



## **Annexe 9: Teneur en calcium**

### **➤ Réactifs et autres produits**

Les réactifs doivent être de qualité analytique reconnue. L'eau utilisée doit être de l'eau milliQ ou équivalente.

- Acide chlorhydrique N et N/50
- Acide N : prélever 83ml d'acide chlorhydrique à 37% et transvaser dans une fiole jaugée de 1000ml. Compléter avec de l'eau.
- Acide N/50 : prélever 20ml d'acide chlorhydrique N et transvaser dans une fiole jaugée de 1000 ml. Complétés avec de l'eau.
- Acide nitrique, solution à 25% (m/m)
- Chlorure de lanthane : Dissoudre 6g d'oxyde de lanthane ( $\text{La}_2\text{O}_3$ ) , additionnés de 20ml d'eau puis de 20ml d'acide chlorhydrique à 37% dans un flacon de 125ml puis transvaser dans une fiole de 1000ml et compléter avec de l'eau après rinçage du flacon.
- Solutions étalons à 1000 ppm

### **➤ Appareillage et verrerie**

Matériel courant de laboratoire, et verrerie lavée spécialement minéraux , Bain d'eau à 38-40 °C , Pipettes de 10 ml à 2 traits, balance analytique, pipette automatique de 1 ml , distributeurs automatiques permettant de délivrer 5ml, .d'acide N/50 ou 5ml de chlorure de lanthane ou 5ml de chlorure de césium ,Four à moufle, contrôlé à +/- 20°C Spectromètre d'absorption atomique de flamme équipé d'un brûleur air-acétylène et de lampes à cathodes creuses calcium .

### **➤ Mode opératoire**

#### **• Préparation De La Prise d'essai du lait :**

Amener l'échantillon de lait à environ 20° C. Mélanger soigneusement par retournements en évitant la formation de mousse ou le barattage de la matière grasse afin d'obtenir une répartition homogène de la matière grasse dans l'échantillon. S'il est difficile de disperser la couche de crème, amener l'échantillon à 38-40 °C à l'aide du bain d'eau en mélangeant de façon à incorporer la matière grasse qui adhère au récipient. Refroidir l'échantillon rapidement entre 20 et 25 °C.

## **Préparation des échantillons**

Peser à 0.1mg près 0.1ml de lait, dans une fiole de 50 ml.

Ajouter quelques gouttes d'eau dans la fiole de 50 ml

Ajouter 5ml d'acide N/50 à chacune des fioles de 50ml.

Ajouter 5ml de la solution de lanthane pour le dosage de Ca pour une fiole de 50ml

## **Remarque**

- ajouter quelques ml d'eau au lait pour éviter la coagulation lors de l'ajout d'acide chlorhydrique N/50.
- les ajouts d'acide N/50 et de chlorure de lanthane seront proportionnels au volume de la fiole utilisée.

## **Préparation de la gamme étalon**

Prélever à la micropipette de 1000 µl 0, 0.2, 0.4, 0.6 et 0.8 ml de la solution mère de calcium à 1000 ppm et transférer dans les 5 fioles jaugées de 200 ml.

## **Mesures spectrométriques**

Étalonner le spectromètre d'absorption atomique réglé à 422.7nm pour Ca des solutions étalons. Passer la série d'échantillons.

## **Expression des résultats**

La teneur en Ca exprimée en mg/L est donnée par la formule suivante :

**X \* volume de la fiole / Prise d'essai en g**

X = moyenne des lectures pour un échantillon

## **Annexe 10 :Détermination du profil d'acide gras**

### **➤ Extraction liquide – liquide de la matière grasse totale**

#### **Préparation des solutions et des solvants**

##### **• Solution 1 : NaCl à 0,73%**

- Peser 7,3 g de NaCl et ajuster à 1 L avec de l'eau déminéralisée.
- Mettre sous agitation

Remarque : quantité nécessaire pour 1 extraction = 22,5 mL

##### **Solution 2 : NaCl à 0,58%**

- Peser 5,8 g de NaCl et ajuster à 1 L avec de l'eau déminéralisée.
- Mettre sous agitation

Remarque : quantité nécessaire pour 1 extraction = 10 mL X 3, si 3 rinçages.

##### **•Solution 3 : Mélange de Folch (à préparer juste avant les essais)**

- Mélanger 2 volumes de chloroforme avec 1 volume de méthanol (2 :1, v/v)

Remarque : quantité nécessaire pour 1 extraction = 180 mL du mélange de solvants.

#### **Prélèvements et préparation des échantillons**

##### **Prélèvements**

- Tarer le tube en verre pour mixer sur la balance
- Prélever la crème avec une pipette pasteur en verre
- Peser précisément la crème dans le tube : environ 2 g.
- Sous hotte : Ajout de 60 ml du mélange Folch, avec une éprouvette de 100 mL.
- Mixer la crème + le mélange Folch :

Réglage entre 2 et 3 (9 500 – 13 500 tr/min) pendant 1 minute

Remarque : à la fin du broyage, agiter de nouveau la tige pour que les dernières gouttes de solvant + échantillon tombent dans le tube, rincer à l'aide du chloroforme.

### **Extraction sous hotte**

- Transférer le broyat (crème + Folch) dans 1 ampoule à décanter de 250 mL, surmontée d'un entonnoir en verre.
- Bien rincer le bord du tube avec la pissette contenant le mélange Folch (pour éviter de perdre de l'échantillon)
- Rincer 1 fois le tube avec le mélange Folch et 1 fois avec du chloroforme. Transvaser dans l'ampoule.

### **Rinçage NaCl 0,73% :**

- Mettre 22,5 ml de la solution NaCl 0,73% dans une éprouvette graduée pour séparer les phases.
- Rajouter les 22,5 ml de la solution NaCl 0,73% dans l'ampoule à décanter (1/4 du vol total)
- Mettre le bouchon sur l'ampoule à décanter
- Faire des renversements et agiter pour bien mélanger le contenu de l'ampoule.
- Replacer l'ampoule sur le support
- Enlever le bouchon et le rincer au chloroforme
- Attendre 30 minutes de décantation

Remarque : Apparition de 2 phases qui sont séparées

Phase supérieure = méthanol + eau (+ protéines);

Phase inférieure = chloroforme (+ lipides).

- Peser les ballons de 500 ml
- Les placer sur un support liège, sous l'ampoule
- Surmonter d'un entonnoir contenant un filtre Whatman 42
- Mettre du Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhydre dans le filtre (1/2 cm environ)
- Ouvrir le robinet de l'ampoule à décanter et faire couler la phase inférieure.

### **Rinçage Folch /NaCl 0,58% : étape à réaliser 3 fois**

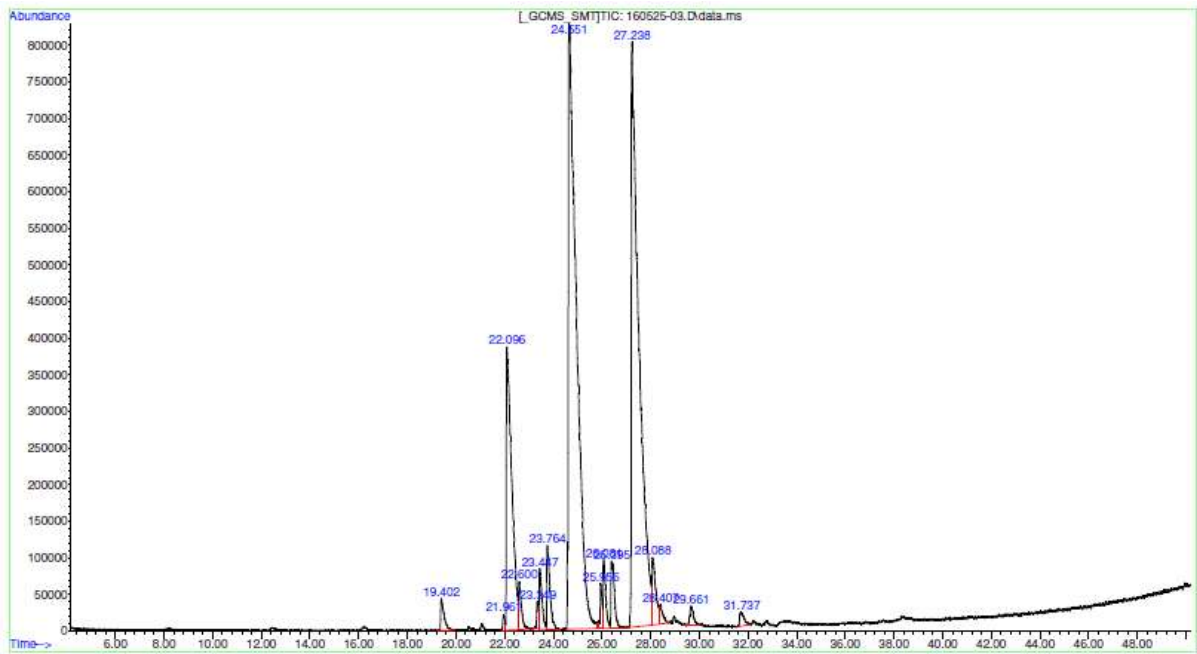
- Dans une éprouvette graduée, mesurer 40 ml de mélange Folch + 10 ml de la solution NaCl 0,58%. Attention, cette solution de rinçage a 2 phases.
- Transférer dans l'ampoule
- Mettre le bouchon sur l'ampoule à décanter
- Faire des renversements et agiter pour bien mélanger le contenu de l'ampoule.
- Replacer l'ampoule sur le support
- Enlever le bouchon et le rincer au chloroforme
- Attendre environ 15 minutes. Aider la décantation en faisant rouler la tige de l'ampoule entre ses mains.
- Ouvrir le robinet de l'ampoule à décanter et faire couler la phase inférieure.

### **Evaporation par Rotavapor**

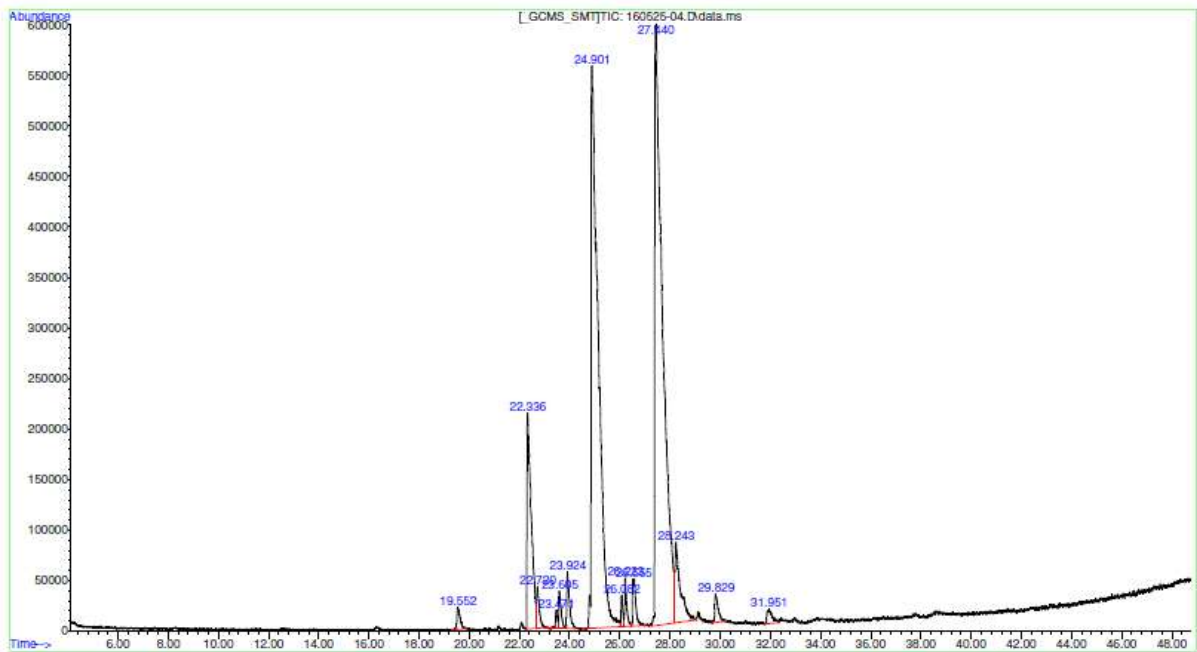
- Allumer le bain marie de l'évaporateur : 55°C
- Evaporation sous vide jusqu'à poids constant.
- Laisser refroidir le ballon à température ambiante ; Pesée après 40 minutes m1.
- Pesée après 10 min m2 ....
- La quantité de lipides mise à sec est déduite par pesées :
- Pesée finale (ballon + lipides) – pesées initiale (ballon vide)
- **Transfert échantillon et stockage**
- Rajouter quelques ml de chloroforme pour transférer la matière grasse dans un tube de 12 ml.
- Evaporation du chloroforme sous azote.

- Stockage des échantillons à -20°C dans un flacon opaque

### Annexe 11: profil des acides gras du lait camelin en extensif



### Annexe 12: profil des acides gras du lait camelin en semi-intensif



## Annexe 13 : Test de la réductase

### Réactif

- Bleu de méthylène 0.5%

### Appareillage

- Bain marie à 37°C 10
- tubes à essais munis de bouchon
- Bêcher 100ml
- Pipette de 10 ml

### Mode opératoire

- Dans un tube, mettre 1 ml de la solution de bleu de méthylène 0.5% dans 10 ml de lait cru
- Agiter le tube manuellement
- Placer le tube dans un bain marie à 37°C
- Noter avec précision le temps de cette immersion. Le niveau du bain marie doit être supérieur à celui du lait dans le tube.
- Suivre la réaction toutes les demi-heures.

Les tubes décolorés sont retirés et le temps d'apparition de la décoloration doit être noté. Ceux dont le contenu reste bleu sont retournés une seule fois chaque demi-heure et soumis à une incubation plus prolongée jusqu'à disparition de teinte bleutée. Il persiste souvent une zone colorée au contact du lait avec l'air ; ne pas en tenir compte pour l'interprétation (LARPENT et al., 1997 ). Selon LARPENT et al., 1997 on peut approximativement estimer les résultats du test de bleu des méthylène de la façon suivante :

<b>Durée de décoloration en heures</b>	<b>Nombre de germes/ ml</b>	<b>Qualité du lait</b>
5 heures et plus	100.000 à 200.000	Bonne
2 à4 heures	200.000 à 20000.000	Bonne à passable
Moins de 2 heures	2à 10 millions	insuffisante

#### **Annexe 14: Coloration de GRAM**

- La préparation se fait de frottis Au moyen d'une boucle d'inoculation ;
- on dépose un peu d'eau sur une lame porte objet propre, puis on mélange à cette eau un tout petit peu de matériel prélevé sur une colonie pour obtenir une suspension de cellules ;
- avec la même boucle, on étale cette suspension sur une surface d'un ou deux centimètres carrés et on laisse sécher donc on obtient un frottis ;
- le frottis est ensuite fixé par deux passages rapides dans la flamme d'un bec bunsen ; Le frottis fixé à la chaleur est coloré pendant une minute au violet de cristal ;
- il est ensuite rincé rapidement à l'eau courante, traité pendant une minute par la solution de lugol (solution aqueuse d'iode et d'iodure de potassium) et de nouveau rincé rapidement (SINGLETON, 2004).
- On soumet alors le frottis coloré à une étape de décoloration en le traitant avec un solvant comme l'éthanol (95%), l'acétone ou l'acétone iodée.
- Il s'agit là de l'étape critique : la lame est maintenue inclinée et on fait couler le solvant sur le frottis pendant 1 à 3 secondes seulement, jusqu'à ce que le colorant cesse de s'échapper librement du frottis.
- Celui –ci est alors immédiatement rincé à l'eau courante.
- A ce stade, les cellules GRAM-négatives seront incolores, les cellules GRAM-positives violettes. On soumet ensuite le frottis à une contre coloration de 30 secondes à la fushine basique diluée, pour colorer en rouge les cellules GRAM-négatives présentes.
- Après un bref rinçage, on sèche le frottis au buvard et on l'examine à l'objectif (x100) à immersion (SINGLETON, 2004).



# **Publications**

## CAMEL MILK AND MILKING

# Influence of feeding on some physicochemical and biochemical characteristics of camel milk (*Camelus dromedarius*)

Benmohamed Cherifa<sup>1\*</sup>, Siboukeur Oumelkheir<sup>2</sup>, Edoud Amar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Biological Sciences, Faculty of Natural and Life Sciences, KASDI Merbah University, Ouargla, Laboratory for the Protection of Ecosystems in Arid and Semi-Arid Zones, Ouargla, Algeria 30000, <sup>2</sup>Department of Biological Sciences, Faculty of Natural and Life Sciences, KASDI Merbah University, Ouargla, Laboratory of Water and Environmental Engineering in Saharan Environment, Ouargla, Algeria 30000

## ABSTRACT

Composition of camel milk changes according to the type of farming systems; (i) the traditional system based on the consumption of grassland natural plants and (ii) the "modern" system with feeding based on barley and alfalfa. Among components, we did not reveal any significant effect of farming system on either: pH, density, Dornic acidity, total dry extract, fat-free dry matter content, ash content, total protein content and fat content. However, a significant effect ( $P < 0.05$ ) on the vitamin C content was observed. The concentration being higher in the milk from camels in extensive system than in semi-intensive system. Although the diameter of the fat globules was comparable in both cases, a better dispersion was registered in the milk from the camels in the extensive system. If no difference occurred on the global fatty acid profile (proportion of short/medium/long chain fatty acids), lauric acid ( $C_{12:0}$ ) and two fatty acids with  $2n + 1$  carbon atoms ( $C_{15:0}$  and  $C_{17:0}$ ) were present only in the lipids of milk from camels exclusively fed with Saharan rangelands plants. These results suggested that feeding would have consequences on the characteristics inherent in camel milk and partly responsible for its properties.

Keywords: Breeding system; *Camelus dromedarius*; Fatty acid; Milk; Vitamin C

## INTRODUCTION

As it is very rich food in terms of basic nutrients (proteins, lipids, carbohydrates, minerals, vitamins), camel milk is of interest for both young camel and human consumer. Especially, its relatively high amounts of vitamin C compared to other mammals' milk (Farah, 1993) should be mentioned. There is indeed an average of 3 to 10 times more vitamin C in camel milk than in cow's milk (Farah et al., 1992; Elkhidir, 2002; Konuspayeva et al., 2011). It therefore represents a source in this vitamin that is not biosynthesizable by humans and large animals (Farah et al., 1992; Latham, 2001; Konuspayeva, 2007). In recent decades, the Algerian consumers increased interest in camel milk because it perfectly meets the nutritional and expected "therapeutic" requirements. The dromedary can valorize the meager resources of the Saharan grassland into milk proteins. Structural and functional characteristics of camel milk attracted the attention of many researchers

all around the world. Some authors have reported variability in the composition of camel milk, originating mainly from animals feeding (Khan and Iqbal, 2001; Sanz Sampelayo et al., 2007; Konuspayeva et al., 2009; Musaad et al., 2013; Faye et al., 2013). At the same time, the traditional system based on natural grazing is declining, and tending to be progressively replaced by a more modern system based on intensive feeding of cultivated fodder in order to increase dairy production. The present paper is focused on one question: Does camel feeding influence some characteristics to which camel milk owes its properties, namely relatively high vitamin C content, small size of fat globules and quality of fatty acids?

## MATERIALS AND METHODS

Amongst the total number of examined samples of camel milk, some were collected from dromedary females

### \*Corresponding author:

Benmohamed Cherifa, Department of Biological Sciences, Faculty of Natural and Life Sciences, KASDI Merbah University, Ouargla, Laboratory for the Protection of Ecosystems in Arid and Semi-Arid Zones, Ouargla, Algeria 30000.  
 E-mail: cherifarebaibenmohamed@gmail.com

Received: 18 December 2017 ; Accepted: 21 March 2018

Cherifa, et al.

belonging to the “Sahraoui” population bred under an extensive system in the region of Ouargla (South-East of Algeria). Their grazing menu consist essentially of the following plant species: *Savignya longistyla* (lgoulglan), *Asphodelus fistulosus* (tarja), *Ephedra alata* (alanda), *Stipagrostis pungens* (Drinn), *Limoniastrum guyonianum* (zeita) and *Tamarix gallica* (tarfa), *Artemisia herba alba* (Chib), *Rhantherium adpressum* (Arfage), *Oudneya africana* (Hanet ibel) and *Zilla macroptera* (Chebrok). Moreover, other samples taken from dromedary females belonging to the same population bred in semi-stabling (semi-intensive) system in the same region were collected. The animals' feed consisted of alfalfa, barley, wheat bran, and *Cornulaca aucheri* (hadd). Each milk sample represented a small mixture issued from four camels (Table 1). The number of samples depended on the availability of milk. Milk samples were transported to the laboratory in a cooler containing ice pack.

#### Determination of the physicochemical and biochemical parameters of camel milk

pH was measured at room temperature (20°C) (IDF115A: 1989). Titratable acidity was determined by the titrimetry expressed in Dornic Degree (°D) (IDF 81: 1981). Density was determined by a lactodensimeter at 20°C. Total dry extract was calculated by drying the sample in the oven at  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  for 3 hours (IDF 21B 1987). Fat-free dry matter content was quantified by drying (IDF 22B, 1987). Ash content determination was achieved by incinerating the milk dry matter at  $525^\circ\text{C} \pm 25^\circ\text{C}$  for 4 hours (AFNOR 1989 NF V 04-208). Total protein content was measured by the method of Lowry et al., (1951). The vitamin C content was calculated by titrimetry. Fat was determined by the acid-butyrometric method (AFNOR, 1990 NF-V-04-210) (Table 1). The determination of the fatty acid profiles of the samples was carried out by GC/MS (Gas chromatography-mass spectrometry) analyzed at INRAP (National Institute of Research and Physico-chemical analysis) Tunisia, using an Agilent 6890 gas chromatograph coupled to an Agilent 5975B mass selective detector with electron impact ionization (70 eV) and an Agilent Chemstation software (Agilent Technologies, Palo Alto, USA). Finally, the size of fat globules was determined after staining membrane lipids of the milk fat globules

by the Sudan black to (1g/100 ml of ethanol at 70°) and visualization under optical microscope (x400). All the analyzes were done in triplicate.

#### Statistical analysis

To test the difference between the two camel farming systems, an analysis of variance (simple ANOVA) was applied, with milk component as explained variables. All statistical analyses were assessed using, the software R Core Team (2013, 3.3.0).

## RESULTS AND DISCUSSION

Overall, regarding physicochemical and biochemical characteristics of milk samples, no significant differences ( $p > 0.05$ ) were recorded for milk pH, density, Dornic acidity, total dry extract content, fat-free dry matter content, ash, fat content and total protein content between the two types of farming systems (Table 2). However, a significant difference ( $p \leq 0.05$ ) was observed for vitamin C content with higher values in milk from extensive compared to the semi-intensive system (Table 3). The size of fat globules was similar in both systems. Even though, a more noticeable separation or dispersion of small size fat globules milk was revealed in extensive system samples (photos 1 and 2) (with lower distribution frequency in the extensive system samples). The fatty acid profiles (Table 4) were analogous between the two systems, essentially the absence of short chain saturated fatty acids ( $C_4$  to  $C_{10}$ ) and the presence of medium to long chain fatty acids. However, we note some differences, particularly the presence of lauric acid  $C_{12:0}$  and fatty acids with  $2n+1$  carbon atoms, namely  $C_{15:0}$  and  $C_{17:0}$ , in milk lipids of samples issued from camels exclusively fed with plants in the Saharan grasslands.

Camel milk pH values, as well as Dornic acidity, in the two breeding systems were within the range of values reported by many authors who have worked on camel milk in different regions of the world (Mehaia, 1994; Kamoun, 1995; Siboukeur, 2007; Konuspayeva, 2007; Sboui et al., 2009; Mint Meiloud et al., 2011). According to Gorban and Izzeldin (1997), these parameters may be affected

Table 1: Number of milk samples of small mix for each farming system

Parameter	Number of milk samples (n)/Extensive	Number of milk samples (n)/Semi- intensive
pH	14	13
Density	9	9
Dornic Acidity (D°)	13	13
Total dry extract (g/L)	15	11
Fat-free dry matter content (g/L)	10	10
Ashes (g/L)	15	10
Total proteins (g/L)	10	10
Vitamin C (mg/L)	9	9
fat (g/L)	12	10

Cherifa, et al.

by feeding and water availability, which does not appear to be the case in the present study. In fact, the acidity of milk is depending more on the quality of storage than on the feeding status of the animals. Thus, the conditions of collection and storage in our study were quite similar in both systems. The values of density in the two systems were comparable to those obtained by Farah, (1993); Kamoun, (1995); Komuspayeva, (2007); Siboukeur (2007), Sboui et al. (2009) and Mint Meiloud et al., (2011). This parameter, linked to the dry matter content of the milk is strongly dependent on the watering frequency (Siboukeur, 2007) rather than on the feeding system. The total dry matter content of the analysed samples was comparable to those found by several authors (El-Agamy, 1983; Abu-Lehia, 1987; Ellouze and Kamoun 1989; Kamoun, 1995; Karue, 1998; Komuspayeva, 2007; Siboukeur, 2007; Sboui et al., 2009). Ramet (1994) indicated that one of the main characteristics of camel milk was indeed its reduced dry

matter content compared to that of other species. Only the lactation stage has been reported in the literature as a variation factor in the dry matter content (Bengoumi et al., 1994). Ash content fluctuated within the range of reported values by numerous authors worldwide (Wangoh et al., 1998; Attia et al., 2001; Siboukeur, 2007 and Sboui et al., 2009). It decreases in the case of water deprivation (Yagil, 1985) and varies according to the lactation stage (Farah, 1993; MUSAAD et al., 2013). All these references consolidated the absence of significant differences between milk samples from camels bred differently. Total protein content was about the range reported by the authors (Mohamed et al., 1989; Kamoun, 1995 and Sboui et al., 2009). It varies according to lactation stages (Abu-Lehia, 1987; El-Hatmi et al., 2007; MUSAAD et al., 2013) and under the dependence of genetic factors. This may explain the fact that we did not revealed significant differences in the present study. The fat content observed in this study was in the same interval cited by Mohamed et al. (1989); Kamoun (1995) and Sboui et al., (2009). This parameter may vary with the lactation stage and species (MUSAAD et al., 2013). At our knowledge, no work reported the effect of feeding system on the amount of fat in camel milk although a recent study was done to assess the effect of olive cake on fatty acid profile and fat content in camel milk (Faye et al., 2013). It is known that the fat of the forage grazed by the animal conditioned the quality of the milk fat and hence its fatty acids profile (Palmquist et al., 1993; Gorban and Izzeldin 2001; Sanz Sampelayoa et al., 2007). The size of fat globules in our milk samples was comparable to that reported by Attia et al. (2000). These fat globules were in the form of small droplets separated by a continuous dispersing phase in the aqueous phase of milk, but with a low frequency of distribution of the fat globules in the milk from extensive farming

**Table 2: Physicochemical and biochemical characteristics**

Parameter	Breeding systems		Test T: P value
	Extensif	Semi intensif	
pH	6.59±0.12	6.58±0.18	0.900
Density	1.0293±0.002	1.0296±0.001	0.776
Domic Acidity (D°)	16.83±1.40	16.50±1.50	0.308
Total dry extract (g /l)	112.47±14.98	109.77±9.54	0.358
Fat-free dry matter content (g /l)	82.29±10.90	82.17±10.46	0.966
Ashes (g /l)	8.28±2.17	8.35±1.74	0.891
Total proteins (g /l)	40.47±6.13	39±5.30	0.336
Vitamin C (mg /l)	66.75±17.96	51.58±12.76	0.001
Fat (g /l)	31.94±5.09	29.78±4.72	0.218

**Table 3: Appearance of the fat globules under a microscope with a magnification (x400)**



Table 4: Fatty acids profiles (in %)

Saturated fatty acids	Short Form	extensive	Semi-intensive
Butyric acid	C4:0	<0.01	<0.01
Caproic acid	C6:0	<0.01	<0.01
Caprylic acid	C8:0	<0.01	<0.01
Capric acid	C10:0	<0.01	<0.01
Lauric acid	C12:0	0.84	<0.01
Iso-lauric acid	iC12:0	<0.01	0.44
Myristic acid	C14:0	13.05	6.02
9-methyl Myristic acid	C14:0 9-m	1.68	1.71
Pentadecylic acid	C15:0	1.92	<0.01
Palmitic acid	C16:0	37.59	25.13
Methyl Palmitic acid	C16:0 m	1.93	1.50
Margaric acid	C17:0	1.7979	<0.01
Stearic acid	C18:0	<0.01	<0.01
Acides gras insaturés:			
Oleic acid	C18:1	35.60	37.73
Linoleic acid	C18:2	1.98	2.65
Total identified		96.42	75.20
Saturated fatty acids			
		61.01	46.29
Monounsaturated fatty acids			
		36.93	50.18
Polyunsaturated fatty acids			
		2.06	3.53

system. This property leads to a better stability of the fat emulsion in the camel milk. This state brings camel milk closer to human milk, allowing more efficient hydrolysis by cleavage enzymes in the intestinal tract (Karray et al., 2005) and makes fat digestion of this milk relatively easier. However, this organization raises a problem regarding butter processing ability. Compared to the milk obtained from extensive farming system, a relatively high frequency of distribution of fat globules noted with the milk from semi-intensive farming system would probably be due to the feed received by camels in semi-stabling. Regarding the fatty acid profile, the absence of short chain fatty acids (C4 to C10) was noted, which could be explained by a rapid metabolism in the tissues before their secretion in milk (Gorban and Izzeldin, 2001). Concerning the presence of medium-chain (C12-C14) and long-chain fatty acids, it is likely that their synthesis is carried out in the mammary glands (Karray et al., 2005) from exogenous inputs (grassland plants) (Palmquist et al., 1993; Gorban and Izzeldin, 2001; Sanz Sampelayoa et al., 2007), from pre-existent fatty acids elongation or from both. The presence of lauric acid (C12:0) in the milk from extensive system compared to the milk from semi-intensive one would have originated from plants grazed by camels. This experimental observation appeared to be valid for fatty acids 2n+1 carbon atoms (C15:0, C17:0) detected only in the samples collected in the extensive system.

The vitamin C content of the collected samples was higher than that reported by Farah et al. (1992) and Siboukeur (2007), respectively, 37.4 mg/l and 46 mg/l for the same breeding system, while Sawaya et al. (1984) and Mehaia (1994) outlined clearly lower proportions (respectively, 24 mg/l and 24.9 mg/l). Furthermore, Konuspayeva et al. (2007) reported a clearly higher value of  $146 \pm 93$  mg/l for the same breeding system with quite higher value in Bactrian camel compared to dromedary camel (Faye et al., 2008). The transition from extensive to semi-intensive system negatively affected this particularity of the camel milk. Thus, despite the poor feeding, the camel under extensive system produced richer milk in vitamin C and some fatty acids. In other words, it seems that feeding under semi-intensive system attenuates the nutritional value of dromedary milk for the benefit of populations relatively deprived from significant intake of fresh fruits and vegetables.

## CONCLUSION

Feeding system would not affect pH, density, Dornic acidity, total dry extract, fat-free dry matter content, ash content, total protein content and fat content of camel milk. However, natural grazing in desert contributed to a lower distribution frequency of fat globules in milk, although their size was comparable to milk collected in semi-intensive farm. Desert grazing was linked also to the presence of specific fatty acids and higher concentration of vitamin C in milk. Finally, the results suggested that feed would have negative consequences on some characteristics of camel milk, responsible for the expected dietetic property of camel milk properties.

## REFERENCES

- Abu-Lehia, I. A. 1987. Composition of camel milk. *Milchwissenschaft Milk Sci. Int.* 42(6): 368-371.
- Attia, H., N. Kherouatou, N. Fakhfakh, T. Khorchani and N. Trigui. 2000. Lipids dromedary milk fat: Biochemical, microscopic and rheological characteristics. *J. Food Lipids.* 7: 95-112.
- Attia, H., N. Kherouatou and A. Dhoub. 2001. Dromedary milk lactic acid fermentation: Microbiological and rheological characteristics. *J. Ind. Microbiol.* 26: 236-270.
- Bengoumi, M., B. Faye and J. C. Tressol. 1994. In: *Composition Minérale du Lait de Chamelle du sud Marocain. Actes du Colloque. Dromadaires et Chameaux Animaux Laitiers, Nouakchott, Mauritanie*, pp. 24-26.
- El-Agamy, El. 1983. *Studies on Camel's Milk*. M.Sc Thesis, University of Alexandria, Egypt.
- El-Hatmi, H., J. B. Gaillard, M. A. Yahyaoui and H. Attia. 2007. Characterization of whey proteins of camel (*Camelus dromedarius*) milk and colostrums. *Small Rum. Res.* 70: 267-271.
- Elkhdid, H. E. 2002. *Vitamin C Status in Sudanese Camels*. Ph.D

## CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU COLOSTRUM CAMELIN (*Camelus dromedarius*)

NILI M<sup>1</sup>., BEN MOHAMED C<sup>1</sup> et BOUAMEUR N<sup>1</sup>..

1. Université KASDI Merbah Ouargla, Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi arides, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Ouargla, Algérie.

2. Université Kasdi Merbah Ouargla, Département des Sciences biologiques, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Ouargla, Algérie.

**Résumé:** Des études ont prouvé que le colostrum de chamelle présente un intérêt particulier tant pour le chamelon que pour les nomades et les populations du sud, car il répond parfaitement à leurs exigences vu sa haute teneur en nutriments de base (protéines, lipides, lactose) ainsi qu'en vitamine C. Il est également caractérisé par son système protecteur naturel puissant (lactopéroxydase, lactoferrine, immunoglobulines et proteose-peptones<sup>3</sup>), le distinguant ainsi du colostrum bovin. L'objet de ce travail consiste en la caractérisation de ce bio-produit par des analyses physico-chimiques sur un échantillon prélevé dans la Zone de Taïbat à Ouargla en comparaison avec celle du bovin. Les résultats obtenus ont révélé que le pH du colostrum camelin est égal à  $6,50 \pm 0,13$  contre  $6,30 \pm 0,01$  que son acidité Dornic est de l'ordre  $14,5 \pm 0,01$  contre  $24 \pm 0,1$ , que sa densité soit  $1,049 \pm 0,001$  contre  $1,025 \pm 0,007$ . Sa teneur en matière sèche totale est légèrement réduite par rapport à celle du colostrum bovin évaluée de  $120 \pm 0,032$  g/l contre  $140 \pm 0,068$ . Sa teneur en lipides est plus faible que celle du colostrum bovin est évaluée à  $40 \pm 0,00$  g/l contre  $77 \pm 0,06$ . La teneur en cendres est égale à  $6,5 \pm 0,050$  g/l contre  $5 \pm 0,00$ . Par ailleurs ; ce produit se caractérise essentiellement par des taux relativement élevés en vitamine C et en protéines. Sa teneur en vitamine C est 2,5 plus élevée que celle présente dans le colostrum bovin  $84,48 \pm 8,01$  mg/l contre  $38,01 \pm 0,00$  et la teneur en protéines est égale à  $55,5 \pm 3,5$  g/l contre  $35 \pm 4,02$ .

**Mots Clés :** Colostrum, chamelle, Bovin, Caractérisation physico-chimique, Ouargla

### PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF CAMEL COLOSTRUM (*Camelus dromedarius*)

**Abstract:** The studies have proved that the camel colostrum has a particular interest for both the camel calf and nomads and southern populations because it satisfies their requirements given its high content of basic nutrients (proteins, lipids, and lactose) as well as vitamin C. It is also characterized by its powerful natural protective system (lactoperoxidase, lactoferrin, immunoglobulins and proteose-peptones<sup>3</sup>), thus distinguishing it from bovine colostrum. The purpose of this work is the characterization of this bio-product by performing physico-chemical analyzes on a sample taken in Zone of Taïbat Ouargla and compares them with those of a sample of bovine colostrum. The results have revealed that the pH of camel colostrum is  $6.50 \pm 0.13$ , acidity Dornic is  $14.5 \pm 0.01$ , so less acid than bovine colostrum, the density is higher than that of bovine colostrum of the order of  $1.049 \pm 0.001$ , the total dry matter content is slightly reduced compared to that of bovine colostrum estimated to  $120 \pm 0.032$  g / l, the quantity of lipids is much lower than that of bovine colostrum and estimated to  $40 \pm 0.00$  g/l, and the ashes of the order of  $6.5 \pm 0.0057$  g / l. This colostrum is essentially characterized by very high rates of vitamin C and proteins. The value of vitamin C is more than 2,5 that found in bovine colostrum (the average value is estimated to be  $84.48 \pm 8.01$  mg / l) and the value of protein is evaluated in the order of  $55.5 \pm 3.5$  g / l.

**Key words:** Colostrum, She camel, Bovine, Physico-Chemical, Characteristics, Ouargla

### Introduction

Le colostrum de mammifères est le premier lait après la parturition. Il s'accumule dans les glandes mammaires pendant la période du post-partum. Il est très différent du lait normal dans sa composition et ses propriétés. Le colostrum est riche en protéines et en divers facteurs

de croissance, en immunoglobulines et en hormones, jouant un rôle dans le développement du nouveau-né, en particulier du système gastro-intestinal et du système immunitaire [1].

La composition physico-chimique du colostrum de chamelle, montre des teneurs importantes en nutriments de base

tels que les protéines, lactose, matière grasse, sels minéraux et vitamines. Les teneurs de ces composants sont différentes de celles du lait mature. Son rôle dans l'alimentation, la protection et la survie du chameau est essentiel [2].

Yagil *et al.* [3] et Mohamed *et al.* [4] rapportent que le colostrum est plus riche en vitamine C par rapport au lait mature. Il posséderait un puissant système protecteur contre les maladies infectieuses, lié à des taux relativement élevés en facteurs antimicrobiens (immunoglobulines, lactoferrine, lactoperoxydase et xanthine oxydase...) [5, 6].

Le colostrum des animaux domestiques a été caractérisé par des nombreux chercheurs [7].

Peu d'attention a été accordée au colostrum camelin à l'exception de quelques rapports

## 1. Matériel et méthodes

L'échantillon de colostrum étudié a été prélevé à partir d'une chamelle saine appartenant à la population "Sahraoui" vivant en élevage extensif dans les parcours de la wilaya d'Ouargla au sud-est Algérien.

### 1.1. Méthodes d'analyses

Nous avons procédé à la détermination du pH par pH-métrie à la température 20°C, à la détermination de l'acidité Dornic par titration avec une solution de d'hydroxyde de sodium (0.11 N). La densité est déterminée à l'aide de thermo lactodensimètre. La teneur en extrait sec total exprimée en gramme par litre de colostrum, est déterminée après dessiccation à l'étuve réglée à 105 ± 2°C pendant 3 heures. La teneur en cendres, exprimée en

## 2. Résultats et discussion

### 2.1. pH

La valeur du pH du colostrum camelin analysé est égale à 6,50 ± 0,01. Cette valeur se rapproche de celle du colostrum bovin (pH 6,30 ± 0,01) (Figure 1). Le pH enregistré dans la présente étude se situe dans la fourchette des valeurs

préliminaires. Dans ce contexte, Ohri et Joshi [8] ont réalisé des analyses physico-chimiques du colostrum des chameaux indiens ; d'autres études similaires sur le colostrum des chameaux russes, jordaniens, saoudiens ; du Kazakhstan et tunisiens ont également été menées respectivement [9, 10, 11].

En revanche, nous n'avons pas trouvé dans les ouvrages consultés des études qui caractérisent ce bioproduit. C'est pour cette raison que nous avons réalisé cette étude qui consiste en l'analyse physico-chimique du colostrum camelin prélevé à partir de chameaux conduites en élevage extensif. A titre comparatif, nous avons procédé à l'analyse physico-chimique du colostrum bovin.

Parallèlement, du colostrum bovin a été prélevé localement. Les deux échantillons de colostrum sont transportés au laboratoire dans une glacière contenant un bloc réfrigérant où ils subissent des analyses physico-chimiques.

g/L de colostrum, est déterminée après l'incinération de la matière sèche du lait à une température de 530 °C ± 20°C pendant 4 heures. La teneur en matière grasse est évaluée par la détermination de l'extrait sec dégraissé (ESD) (FIL 22B, 1987). La teneur en protéine est déterminée par la méthode de Lowry [12] en utilisant un courbe étalon en utilisant l'albumine sérique bovine comme protéine de référence. Le dosage de la vitamine C se fait par titrimétrie à l'aide d'une solution d'iode à 0,1 N [13].

rapportées par de nombreux auteurs dans d'autres pays tels qu'Abu-Lehia *et al.* [11] en Arabie Saoudite (pH 6,57) et Konuspayeva au Kazakhstan [9] (pH 6,52).

Le pH pourrait être affecté par l'alimentation et la disponibilité de l'eau [14]. La valeur du pH est également

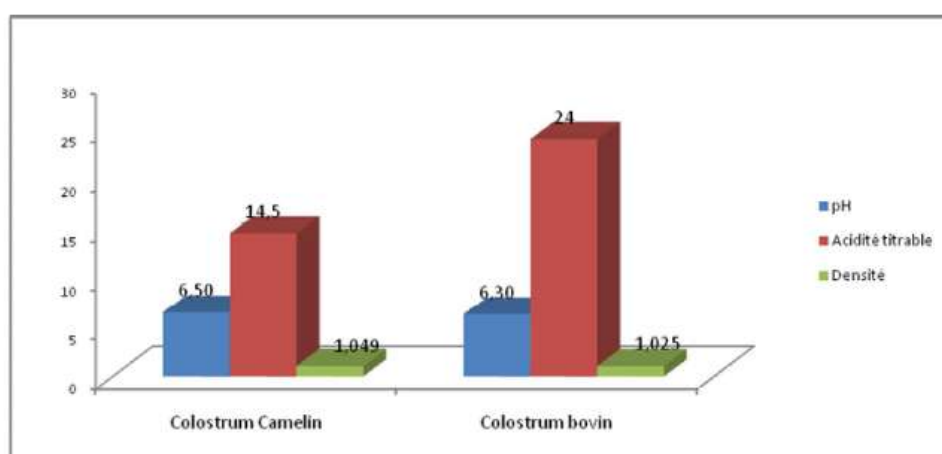
dépendante de la teneur en citrates et de l'état sanitaire de la mamelle [15].

## 2.2. Acidité titrable

Le colostrum camelin se caractérise par une acidité titrable plus basse que celle du colostrum bovin ( $14.5 \text{ }^{\circ}\text{D} \pm 0,01$  versus  $24 \text{ }^{\circ}\text{D} \pm 0,1$ ) (Figure 1). Ce résultat est de nature à suggérer que le colostrum camelin n'a pas subi de modifications dues à l'activité de la flore endogène contrairement au colostrum bovin. La variation de l'acidité est généralement due à la variation de l'alimentation et aux conditions environnementales [16].

## 2.3. Densité

La densité du colostrum camelin est égale à  $1,049 \pm 0,001$ . Elle semble plus élevée par rapport à celle du colostrum bovin qui est de l'ordre de  $1,025 \pm 0,007$  (Figure 1). Le résultat que nous avons enregistré est proche de celui rapporté par Kamoun en Tunisie [17] (1,050). Toutefois, il est peu élevé que celle rapportée par Konuspayeva [9] au Kazakhstan (1,038). La densité dépend de la teneur en matière sèche qui est fortement liée à la fréquence de l'abreuvement [17]. Elle dépend aussi du taux matière grasse, de l'augmentation de la température de l'air ambiant et des disponibilités alimentaires [18].



**Figure 1:** Caractéristiques physico- chimiques du colostrum camelin en comparaison avec le colostrum bovin

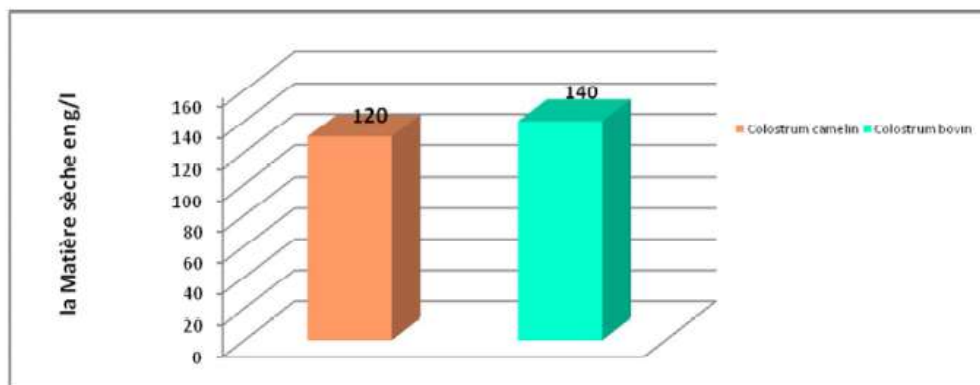
## 2.4. Teneur en matière sèche

La teneur en matière sèche totale du colostrum camelin analysée est égale à  $120 \pm 0,032\text{g/l}$ . Elle est faible par rapport à celle du colostrum bovin analysée  $140 \pm 0,068\text{g/l}$  (figure 2). Cette valeur est plus faible que celles rapportées par Ohri et

Joshi [8] en Inde ( $210\text{g/l}$ ) et par Labioui et al. [18] en Tunisie ( $181\text{g/l}$ ).

L'augmentation de la teneur en matière sèche totale serait probablement due à l'augmentation progressive du lactose, de la matière grasse et de la matière azotée [10, 19].



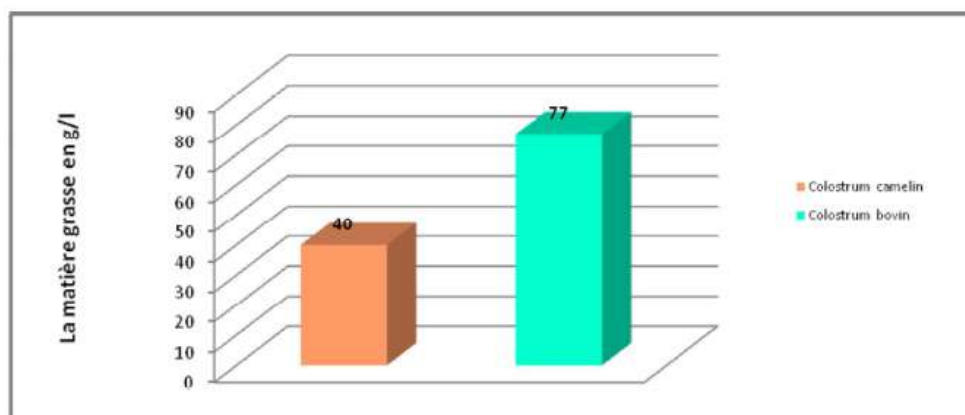


**Figure 2:** Teneur en matière sèche du colostrum camelin comparée à celle du colostrum bovin

### 2.5. Teneur en matière grasse

La teneur moyenne en matière grasse du colostrum camelin analysé est égale à 40 g/l. Elle semble faible par rapport au colostrum bovin (77 g/l) (Figure 3). Elle se situe dans la fourchette rapportée par la bibliographie. En effet, selon Parrish *et al* in Abu-Lehia *et*

*al*. [11], la teneur en matière grasse du colostrum des chameles de Russie serait égale à 58 g /l et celles de l' Arabie Saoudite à 30,1 g /l [14]. La variabilité de la teneur en matière grasse dépend des facteurs tels que les conditions climatiques, l'alimentation [18].



**Figure 3:** Teneur en matière grasse du colostrum camelin comparée à celle du colostrum bovin

### 2.6. Cendres

La teneur en cendres du colostrum camelin analysé est égale à 6,5 g/l. Elle paraît plus proche de celle du colostrum bovin analysée (5g/l). Elle se situe dans la fourchette des travaux rapportés par

d'autres auteurs puisqu'elle est comprise entre 5,7 g/l [13]; et 9,94 g/l [11]. La teneur en cendres du colostrum camelin diminue en cas de privation d'eau [8] et diminue progressivement au cours de la période post-partum [11].

### 2.7. Teneur en vitamine C

La teneur en vitamine C du colostrum camelin faisant l'objet de la présente étude est égale à  $84,48 \pm 8,01$  mg/l. Cette teneur se situe dans la fourchette des travaux rapportés par Parrish et al. in Abu-Lehia et al. [11] puisqu'elle est comprise entre (79 - 204 mg/l). Elle est presque 2,5 fois plus élevée que celle du colostrum bovin ( $38,01 \pm 0,00$  mg/l) (figure 4). Cette caractéristique rehausse davantage

l'intérêt nutritionnel du colostrum de dromadaire pour son apport important en cette vitamine au bénéfice des populations relativement privée d'apport important en fruits et légumes frais. La concentration en vitamine C dans le lait varie en fonction de la race de l'animal, et du stade de lactation [9]. Ce résultat est conforté par les travaux de Konuspaeva selon laquelle dans le colostrum, il y aurait plus de vitamine C que dans le lait [15].

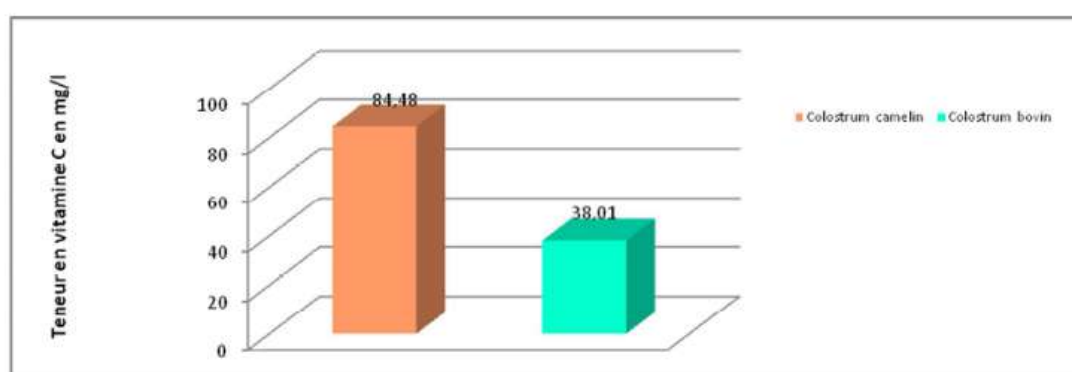


Figure 4 : Teneur en vitamine C du colostrum camelin comparée à celle du colostrum bovin

### 2.8. Teneur en protéines totales

La teneur en protéines totales du colostrum camelin oscille autour de  $55, \pm 3,5$  g/l. Elle est plus élevée que celle du colostrum bovin ( $35 \pm 4,02$  g/l) (Figure 5). Elle est comparable à celles rapportées

respectivement par Gorban et Izzeldin [14] et par Konuspayeva et al. [20] soit 58,2 g/l et 60,3 g/l. Le colostrum camelin contient une teneur en protéines plus élevée que le lait mature, en raison des protéines solubles qui représentent 60% de la teneur protéique totale.

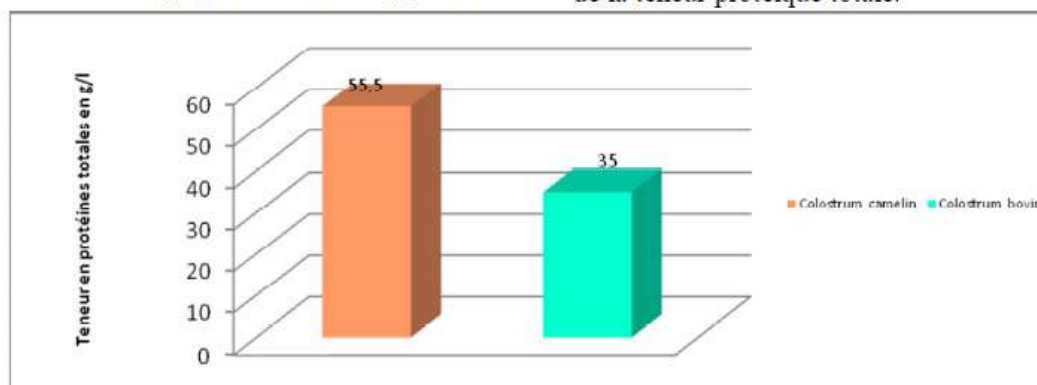


Figure 5: Teneur en protéines totales du colostrum camelin comparée à celle du colostrum bovin

### Conclusion

Le colostrum de chamelle, comme celui des autres mammifères, est un produit de composition physico-chimique complexe qui permet au chamelon d'avoir une protection immunitaire ainsi qu'une couverture de ses besoins énergétiques et nutritionnels pendant le premier stade de lactation.

Il est important de retenir à ce niveau que malgré la pauvreté de l'alimentation qu'elle reçoit, la chamelle produit un colostrum très riche, ayant un taux de vitamine C élevé, estimé en moyenne à  $84.48 \pm 8.01$  mg/l contre  $38.01 \pm 0.00$  mg/l pour le bovin. Il est caractérisé aussi par un taux protéique important, de l'ordre de  $55.5 \pm 3.5$  g/l (contre  $35 \pm 4.02$  g/l pour le colostrum bovin). Les protéines de ce produit sont caractérisées par la prédominance des protéines sériques à haute valeur nutritionnelle.

Dans les conditions de vie défavorables des nomades, le colostrum de chamelle représente un apport nutritionnel conséquent.

### Références bibliographiques

[1].-FOLEY J.A., HUNTER A.G., OTTERBY D.E. 1978 -Absorption of colostrum proteins by newborn calves fed unfermented, fermented or buffered colostrum. *J. Dairy Sci.*, 61:1450-1456

[2] ZHANG., Yao J., Zhao D., Liu H., Li J., Guo M. 2005 - Changes in chemical composition of Alxa Bactrian camel milk during lactation. *J.Dairy Sci.*, 88: 3402-3410.

[3].- Yagil R., Zagorski O., Van Creveld C. 1994 - Science and Camel's Milk Production. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers". Nouakchott (Mauritanie) pp.75-89 .

[4] Mohamed H.E., Mousa H.M., Beynen A.C., 2005 - Ascorbic acid concentration in

milk from Sudanese camels. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 89,35-37.

[5].- El-Agamy E.I. 1994 - Camel's colostrums. Antimicrobial factors. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers". Nouakchott (Mauritanie) P 177-179.

[6].- El-Hatmi H., Gaillard J.B., Yahyaoui M.A., Attia H.C. 2007 - Caracterisation of whey proteins of camel (*Camelus dromedarius*) milk and colostrum .*Small Ruminant Research.*, 70, 267-271.

[7].- Abu-Lehia. H. 1991 - Nitrogen distribution and mineral contents of camel colostrum. *Australian. J. Dairy Technology.*, 46 : 82-84 .

[8].- Ohri S.P and Joshi B.K. 1961 - Composition of milk of camel. *The Indian veterinary journal*, 38(10), 514-516.

[9].- Konuspayeva G. 2007 - Variabilité physico-chimique et biochimique du lait des grands camélidés (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius* et hybrides) au Kazakhstan. Thèse de doctorat en science des aliments. Université de Montpellier II, France., 1-206.

[10].- El-Hatmi H., Levieux A., Levieux D. 2006 - Camel (*Camelus dromedarius*) immunoglobulin G,  $\alpha$ -lactalbumin, serum albumin and lactoferrin in colostrum and milk during the early post partum period. *Journal of Dairy Research* ; 73 : 1-6.

[11].- Abu-Lehia H., Al-Mohizea S and AL-BEHERI M. 1989 - Physical and chemical characteristics of camel colostrums. *Australian. J. Dairy Technology* ; n° : 34-36.

[12].- Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. 1951 - Protein measurement with Folin phenol reagent. *Journal of Biochemistry* ; 193 : 265-275.

[13].-Yagil R., Saran A., Etzion Z. 1984 - Camel milk for drinking only. *Comp. Biochem. Physiol* ; 78 : 263-266.

[14].- Gorban A.M.S., Izzeldin O.M. 1997 - Mineral content of camel milk and colostrum. *J. Dairy Techn* ; 64 : 471-474.

- [15].- Mathieu J. 1998 - Initiation à la Physico-Chimie du Lait. Tec. Doc., 1ère Ed., Lavoisier, Paris.
- [16].- Abu-Tarboush H.M., Al-Dagal M.M., Al-Royli M.A. 1998 - Growth, viability and proteolytic activity of Bifidobacteria in whole camel milk. J. Dairy Sci ; 81 : 354-361.
- [17].- Kamoun M. 1995 - Le lait de dromadaire : production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation. Option Médit ; 13 : 81-103.
- [18].- Laboui H., Elmoualdi L., Benzakour A., El Yachoui M., Berny E., Ouhssine M. 2009 - Etude physicochimique et microbiologique de laits crus, Bull. Soc. Pharm. Bordeaux ; 148 : 7-16.
- [19].- Anonyme. 1995 - Le lait et produits laitiers dans la nutrition humaine, FAO, Rome.
- [20].- Konuspayeva G., Faye B., Loiseau G., Narmuratova M., Ivashchenko A., Meldebekova A., Davletov S. 2009 - Physiological change in camel milk composition (Camelus dromedarius) 2: physico-chemical composition of colostrums ; 503-504.

# **Communications**

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

Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger



## Attestation de Communication

Mme. Ben Mohamed C.

a participé aux 11<sup>èmes</sup> Journées Internationales des Sciences Vétérinaires,  
ayant pour thème: « Ressources Génétiques Animales en Algérie »,  
organisées à l'ENSV d'Alger, les 30 novembre & 01 décembre 2013,

par une communication orale, intitulée :

«Caractérisation physico-chimique du Colostrum Camelin (*Camelus dromedarius*)  
collecté dans le sud-est de l'Algérie»

Co-auteurs: Bouameur N., Nili M.S. & Siboukeur O.

Alger. Le 01 décembre 2013.





Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
 Université Kasdi Merbah Ouargla  
 Faculté des sciences de la nature et de la vie  
 Département des sciences agronomiques

## ATTESTATION DE COMMUNICATION

Nous attestons que

**BEN MOHAMED Cherifa, BOUAMEUR N., TEBIB H., BELARIBI N. et SIBOUKEUR O.**

ont présenté une communication Affichée lors du 5ème Workshop sur l'agriculture saharienne :

“ Situation de l'élevage camelin en Algérie : entre passé et avenir ”, Intitulée :

Contribution à l'étude de l'influence de l'alimentation des dromadaires sur la teneur en vitamine C du colostrum camelin (*Camelus dromedarius*), collecté à partir de chameles conduites en extensif et en semi-intensif dans le sud-est de l'Algérie

Président du 5<sup>ème</sup> Workshop  
 OULAD BELKHIR Amar





Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Kasdi Merbah Ouargla  
Faculté des sciences de la nature et de la vie  
Département des sciences agronomiques

## ATTESTATION DE COMMUNICATION

Nous attestons que

**MEDJOUR A. , BENMOHAMED C. et SIBOUKEUR O.E.K.**

ont présenté une communication Orale lors du 5ème Workshop sur l'agriculture saharienne :

“ Situation de l'élevage camelin en Algérie : entre passé et avenir ”, Intitulée :  
Impact du système d'élevage sur quelques particularités inhérentes au lait camelin

Président du 5<sup>ème</sup> Workshop  
OULAD BELKHIR Amar

Le 09 Mars 2016

